




Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i Teknologi (Siv.ing) i Byplanlegging	Vårsemesteret, 2021 Åpen
Forfatter: Nikolai Øyan Kamfjord	 (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Daniela Müller-Eie Veileder(e): Ari Krisna Mawira Tarigan Elisabeth Øren Arvesen v/ COWI AS	
Tittel på masteroppgaven: Naturbasert overvannshåndtering i eksisterende byrom Engelsk tittel: Nature-based stormwater management in an existing urban area	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Overvannshåndtering Naturbaserte løsninger Blågrønn faktor Bykvalitet Byplanlegging	Sidetall: 95 + vedlegg/annet: 4 Stavanger, 14.06.2021 dato/år



Naturbasert overvannshåndtering i eksisterende byrom

Masteroppgave av Nikolai Øyan Kamfjord
Våren 2021

Forord

Denne oppgaven er en avslutning på et toårig masterprogram innen byplanlegging ved Universitetet i Stavanger. Temaet for oppgaven er lokal overvannshåndtering i byrom med naturbaserte løsninger, og hvordan dette i tillegg kan bidra til bykvalitet. Dette temaet for oppgaven er valgt ut ifra egen interesse for aktualiteten og behovet for kunnskap innenfor overvannshåndtering i bybildet.

Arbeidet med denne oppgaven har vært lærerikt, spennende, omfattende og utfordrende. Igjennom arbeidet med oppgaven har tillært meg en bedre forståelse om hvor viktig overvannshåndtering i bybildet er og hvor viktig temaet for overvann er for planleggere. Forståelsen for hvor viktig kunnskap om overvannshåndtering på tvers av fagfelt har også økt.

Jeg vil takke veilederen min Ari Krisna Mawira Tarigan ved Universitetet i Stavanger for tilbakemeldinger, gode råd og veiledning igjennom arbeidet med denne oppgaven.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Elisabeth Øren Arvesen ved COWI AS avdeling Oslo for en fantastisk veiledning over digital kommunikasjon med gode innspill, støtte, råd og retningslinjer igjennom perioden med masteroppgaven. Videre vil jeg takke alle på avdelingen til COWI AS avdeling Stavanger for oppmuntring og tillatelse av å kunne ha kontor plass på deres avdeling for arealplanlegging. Videre vil jeg takke Stavanger kommune for bistand i dokumenter etter etterspørsel.

Grunnet corona-pandemien har mye av arbeidet med denne oppgaven foregått uten tilgang til ønskelige verktøy. All veiledning har også foregått over teams, som kan skape problemer i seg selv. Og perioden med en slik oppgave under en pandemi kan bli ekstra tøff i tider med hjemmekontor, da COWI sine kontor har vært stengt store deler av perioden. Grunnet at mye av arbeidet har blitt utført på hjemmekontor, grunnet pandemi, så har mye av arbeidet blitt løst med illustrasjoner i Autocad istedenfor Adobe Illustrator.

Til slutt vil jeg takke min gode kamerat Robin Engelstad for fantastisk god hjelp med sin kunnskap om akademiske oppgaver, kjæresten min for god støtte i vanskelige situasjoner, venner og familie for gode støttespillere.

Sammendrag

Innenfor byplanlegging har overvannshåndtering blitt mer relevant gjennom årene, og en årsak til dette er klimaendringer samt gamle avløpssystemer. Dessuten har den økende fortettingen en effekt på hvordan man bør håndtere overvann. Når befolkningen øker, går mer grøntareal tapt til harde overflater, og dette påvirker infiltrasjonen av vann i byene og øker avrenningen ytterligere. Den økende fortettingen kombinert med økende, intenst regn på grunn av klimaendringer, gjør overvannshåndtering viktigere. Videre øker planleggingen for håndtering av overvann når avløpssystemer i byene har et felles avløpssystem for kloakk og overvann.

For å se på hvordan en eksisterende infrastruktur i en by kan håndtere overvann, er Kjelvene park i Stavanger valgt for å se på hvordan den kan oppgraderes med naturbaserte løsninger for å hjelpe med overvannshåndtering. Enkelte gater i Stavanger er merket som utsatt for overvannsproblemer ved store mengder nedbør. Ved siden av Kjelvene park er det en gate som dette, og den er valgt som et tilleggsområde for å se på hvordan effekten av overvannshåndtering vil bli påvirket. For Kjelvene park vil det også være aktuelt å se på hvordan Blågrønn Faktor (BGF) kan øke ved å endre parkstrukturen med naturbaserte løsninger.

Med mål om å finne ut hvordan naturbaserte løsninger kan hjelpe til med håndtering av overvann, er det gjort en litteraturstudie for å samle inn den mest relevante informasjonen, området er inspisert, undersøkt og analysert, og resultatene og funnene har blitt sett på og diskutert. Det er sett på ulike naturbaserte overvannsløsninger, og Kjelvene park er valgt som et eksempel på hvordan man kan implementere slike løsninger og håndtere overvann. Relevante prosjekter er også sett på, før det er gjort analyser og relevante beregninger angående naturbasert overvannshåndtering for Kjelvene park. Dette fører til en diskusjon om den nye strukturen i Kjelvene park og til slutt en konklusjon om hvordan naturbaserte løsninger kan bidra til økt bykvalitet og forbedring av overvannshåndtering.

Summary

Within urban planning, stormwater management has become more relevant over the years, and one reason for this would be climate change as well as old sewage systems. Also, the increasing densification has an effect on how we should deal with stormwater. With the population growing, more green space gets lost to impermeable surfaces and this affects the infiltration of water within cities and further increases the velocity runoff. The increasing densification combined with increasing, intense rain because of climate change, makes stormwater management more important. Furthermore, the planning for management of stormwater increases when the sewage systems within cities has a shared piping system for sewage and storm water.

Looking at how an existing infrastructure within a city can deal with storm water, Kjelvene park in Stavanger is chosen to look at how it can be upgraded with nature-based solutions to help with storm water management. There are also streets within Stavanger that is marked as possible to have problems with stormwater if a big rainfall occurs. Besides Kjelvene park there is a street like this, and it is chosen as an extra area to look at how the effect of stormwater management will be affected. By looking into Kjelvene park it will also be relevant to look at how the Bluegreen Factor (BGF) can increase by looking at changing the structure of the park with nature-based solutions.

To find out how nature-based solutions can help with management of stormwater, a literature study has been done for gathering the most relevant information, the area has been inspected, examined and analyzed, and the results and findings has been looked at and discussed. Different nature-based stormwater management solutions has been researched, and Kjelvene park has been chosen as an example for how to implement such solutions and deal with stormwater. Relevant projects has also been looked at, before analyzing and making relevant calculations regarding nature-based stormwater management for Kjelvene park. This leads to a discussion on the new structure of Kjelvene park and finally a conclusion on how nature-based solutions can help with city quality and improving stormwater management.

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
Summary	5
1 Innledning.....	9
1.1 Problembeskrivelse	9
1.2 Avgrensning (av oppgaven)	10
2 Metode	10
2.1 Litteraturstudie.....	10
2.2 Caseområde.....	11
3 Teori.....	12
3.1 Overvann	12
3.1.1 Klimaendringer	12
3.1.2 Fortetting.....	13
3.2 Strategier for håndtering av overvann	15
3.2.1 Tre-trinnstrategien	15
3.2.2 Nedbørfeltbasert planlegging.....	16
3.2.3 Separatsystem	16
3.2.4 Lokal håndtering.....	17
3.3 Overvannsløsninger.....	17
3.3.1 Fordrøyningsbasseng.....	18
3.3.2 Grønne tak.....	18
3.3.3 Flomveger	20
3.3.4 Permeable dekker	20
3.3.5 Regnbed.....	21
3.3.6 Våtmarker.....	22
3.4 Bykvalitet	22
3.5 Grønnstruktur.....	24
3.6 Biologisk mangfold	25
3.7 Blågrønn faktor.....	25
3.8 Arealforvaltning.....	27
3.9 Referanseprosjekter	27
3.9.1 Deichmans gate	27
3.9.2 Kongens Hage	29

3.9.3	Tåsinge Plads	30
4	Caseområde.....	31
4.1	Bakgrunn	32
4.1.1	Arealavgrensning	33
4.2	Gjeldene planer	33
4.3	Områdeanalyse.....	37
4.3.1	Kommunalt avløpssystem	37
4.3.2	Topografi	39
4.3.3	Landmasser.....	44
4.3.4	Eksisterende naturbaserte løsninger.....	47
4.3.5	Blågrønn faktor.....	47
5	Analyse og beregninger	48
5.1	Avrenning fra nærliggende område	50
5.2	Avrenningssituasjon før utvikling av Kjelvene park.....	51
5.3	Eksisterende situasjon.....	55
5.3.1	Kjelvene park uten nærliggende område.....	57
5.3.2	Kjelvene park med nærliggende område	60
5.4	Kjelvene park med blågrønn overvannshåndtering	62
5.4.1	Implementering av grønnstruktur for området	62
5.4.2	Beregning av regnbed.....	66
6	Resultat av beregninger	73
6.1	Avrenning og ny struktur.....	73
6.2	Ny blågrønn faktor	76
7	Diskusjon av valgte løsninger	77
7.1	Det som forblir	77
7.2	Permeabelt dekke	77
7.3	Ny skatepark.....	78
7.4	Grøntområder	78
7.5	Valg av regnbed	79
7.6	Infiltrasjon	80
7.7	Biologisk mangfold	80
7.8	Bykvalitet	80
7.9	Vedlikehold.....	81
8	Konklusjon	81
9	Referanser	84
10	Figurliste	91

11	Tabelliste	94
12	Formelliste.....	95

Vedlegg

Vedlegg 1: IVF-kurve for Stavanger - Madla

Vedlegg 2: Blågrønn faktor

Vedlegg 3: Blågrønn faktor av Kjelvene park, Eksisterende situasjon

Vedlegg 4: Blågrønn faktor av Kjelvene park, Etter fremlagt situasjon

1 Innledning

1.1 Problembeskrivelse

Overvannshåndtering er et tema som har blitt mer belyst i senere år, da klimaendringer blant annet medfører risiko for større nedbørsmengder. Dette foregår over hele verden, og løsninger for å håndtere overvann i urbane områder blir mer aktuelt. Også i Norge har løsninger for å håndtere overvann blitt mer aktuelt, og en blågrønn struktur i bybildet har fått mer fokus. Av denne grunn er det aktuelt å videreutvikle byområder og parker til å kunne ta støyten for å håndtere overvann med blågrønne (naturbaserte) løsninger, slik at infrastruktur slipper påkjenning av vannet. Det er derfor aktuelt å se på et parkområde i dagens urbane bybilde, og parken på Kjelvene i Stavanger er valgt som eksempelområde i denne oppgaven (se **Figur 1**). Problemstillingen er som følger;

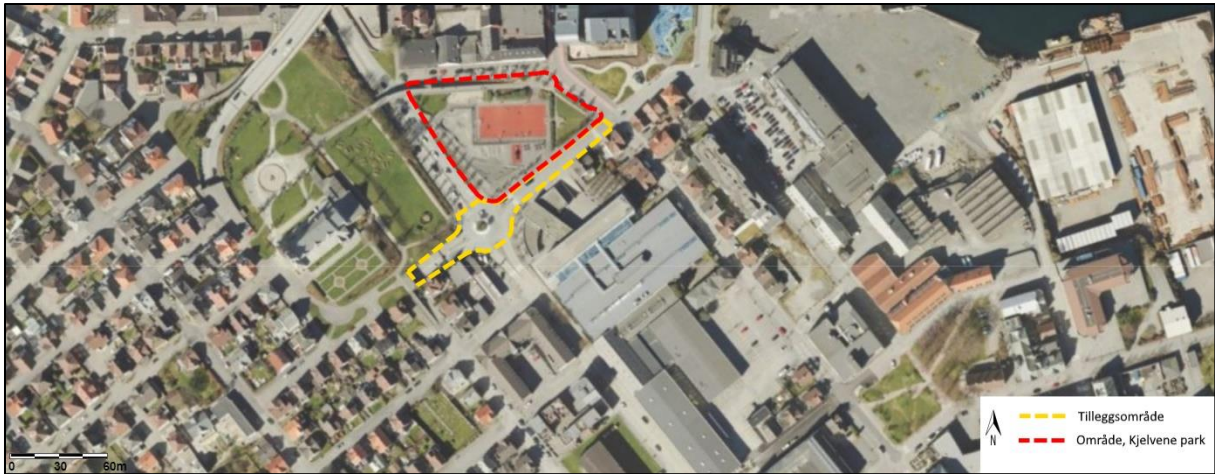
«Hvordan kan blågrønne overvannsløsninger i offentlige byrom bidra til bedre bykvalitet og redusere belastningen fra overvann i en eksisterende bystruktur?»

For å kunne belyse og besvare problemstillingen på best mulig måte er det utviklet tre forskerspørsmål:

- Hvordan kan naturbaserte løsninger forbedre avrenningen av overvann i bystruktur?
- Hvilke utfordringer for overvannshåndtering er det i aktivitetsparker?
- Hvilke fordeler vil naturbaserte løsninger gi bortsett fra å hjelpe med overvannshåndtering?

Det vil videre bli sett nærmere på hvilke strategier og løsninger det finnes på markedet for å håndtere overvann. Enkelte referanseprosjekter vil også bidra til å kunne gi forståelse for bruk av blågrønne løsninger, og det er derfor valgt å se nærmere på tre prosjekter for dette.

Forskerspørsmålene og problemstillingen legger også grunnlaget for hva som legges vekt på i analysen, beregningene, resultatet og diskusjonen i denne oppgaven. Denne oppgaven planlegger og foreslår endringer for Kjelvene park som tar stilling til potensielle overvannsproblemer i framtiden (som kan være vanskelig å forutse). Det er derfor gjort antagelser om hvordan situasjonen kan løses på best mulig måte med lokal overvannshåndtering.



Figur 1 Caseområde. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

1.2 Avgrensning (av oppgaven)

Det valgt i denne oppgaven å fokusere på naturbaserte løsninger for forbedring av overvannshåndtering og blågrønn faktor, og samtidig bidra til økt bykvalitet. Andre områder som kunne vært lagt større fokus på kunne vært forurensning, renseeffekten for overvann og det økonomiske aspektet ved å forbedre et område som Kjelvene park. Av ulike hensyn (som tid) er det primært tatt utgangspunkt i offentlig tilgjengelig data for området.

2 Metode

Det er i denne oppgaven brukt en kvalitativ metode for å få en dypere forståelse rundt temaet naturbaserte løsninger for overvannshåndtering. Kvalitativ metode baserer seg på å hente inn eksisterende informasjon, som er gjort i denne oppgaven. Det er videre brukt en kvantitativ metode kombinert med kvalitativ metode for å få en fullverdig analyse. En kombinasjon av disse metodene for det aktuelle temaet i denne oppgaven har ført til at problemstillingen og forskerspørsmålene kan drøftes.

2.1 Litteraturstudie

Et litteraturstudie har blitt gjort for å finne relevant informasjon, samt undersøkelser som har blitt utført tidligere for det aktuelle temaet; overvannshåndtering. Aktuell informasjon er nøye plukket ut fra relevante forskningsrapporter, fagartikler og faglitteratur hentet fra internett og tekstbøker som omhandler det aktuelle temaet for denne oppgaven. Informasjon for caseområdet er også hentet inn fra relevante kilder funnet på internett, derav nyhetsartikler og rapporter fra kommunen. Videre har

det vært aktuelt å studere fagbøker som omhandler det aktuelle temaet for denne oppgaven. Informasjonen innhentet har resultert i et teorikapittel og lagt grunnlag for å kunne utføre analysen. Relevant informasjon innenfor det publiserte fagstoffet for det aktuelle temaet er svært varierende og dette kan komme av at fokus for temaet har blitt mer aktuelt i nyere tid.

Det er for oppgaven prøvd å variere kildebruken etter beste evne, men mye av tilgjengelig relevant informasjon bruker de samme forfatterne i forskningsartikler. På denne måten blir den tilgjengelige informasjonen gjentakende. Videre grunnet at temaet rundt naturbaserte løsninger av overvann er under utvikling i Norge, er det også slik med faglitteraturen. Det finnes mye relevant informasjon om naturbaserte løsninger i utlandet, men ikke alt dette kan implementeres til norske forhold. Derfor er informasjon hentet fra utenlandske kilder gjort med ekstra vurdering om relevans. Forskning tilpasset norske forhold er derfor aktuelt, også for å skape mer faglitteratur.

2.2 Caseområde

I denne oppgaven er det utført en casestudie av et eksempelområde, og valgte område er Kjelvene park. Det er brukt et eksempelområde for denne oppgaven for å sette problemstillingen i perspektiv slik at den kan besvares i konklusjonen. I casestudiet er det benyttet tradisjonelle teknikker for å hente nødvendig informasjon igjennom blant annet kartdata, fotografier og registreringer. Noe av informasjonen innhentet er også igjennom muntlig kommunikasjon i form av samtaler og e-post med fagpersoner og kommunale representanter.

For eksempelområdet er det utført en befaring, som sammen med teorien har resultert i analysedelen. Analysen har videre ført til nye resultater gjeldene for å kunne besvare problembeskrivelsen for denne oppgaven. Deretter følger en diskusjon om relevans av resultater blitt utført for å gi et grunnlag for valgene som er tatt. Dette har endt opp med å kunne gi det endelige perspektivet nødvendig for å kunne besvare problemstillingen i konklusjonen.

3 Teori

3.1 Overvann

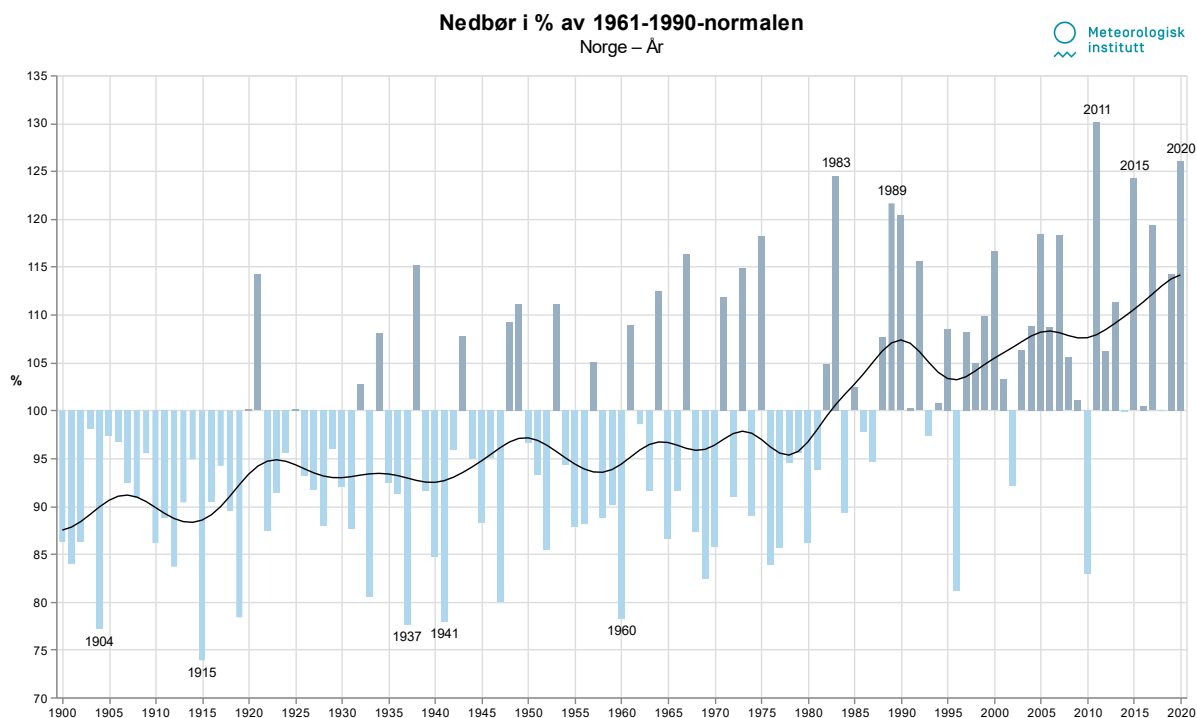
Overvann er et resultat av regn og smeltet snø eller is som renner på overflaten (NOU 2015:16, 2015). Altså vannet som ikke blir infiltrert i bakken, men som forblir på overflaten over en viss tid. Slik overvann kan komme fra og samle seg opp på tak, veier og overflater med forskjellig gjennomtrengelighet. For store mengder overvann kan skape oversvømmelser i urbane strøk, og overvann kan gjøre skader på infrastruktur, bygninger og eiendommer og veier må muligens stenges. Dette vil påvirke samfunnet og kan føre til store økonomiske omkostninger.

Det kan være nødvendig å rense overvann før det slippes ut i en resipient, da vannet kan bli forurenset når det renner gjennom grunn, tette flater eller rør som har en del slaggstoff (Miljødirektoratet, 2020). Overvannet vil da vaske med seg partikler, kjemiske stoffer, næringsstoffer, mikroplast og miljøgifter.

Overvann har med tiden blitt et mer aktuelt tema for utvikling av byers infrastruktur. Dette kommer av hvordan overvann har blitt håndtert tidligere med felles avløpssystem. Med fortetting av byer og klimaendringer som forårsaker hyppigere nedbørsperioder, er dette to indikatorer som forårsaker mer overvann i byenes infrastruktur.

3.1.1 Klimaendringer

Flere byer den dag i dag har en større påkjenning av nedbør enn tidligere grunnet klimaendringer og byenes gamle infrastruktur som ikke er fornyet. Klimaet i seg selv har alltid vært i endring, og dette kan sees helt siden det ble utviklet instrumenter for å måle temperaturendringer på 1800-tallet (Benestad, Mamen, Harstveit, & Fuglestad, 2021). Årsakene til klimaendringer derimot er både naturlige og menneskeskapte. Den menneskelige påkjenningen for klimaet er utslipp av klimagasser som for eksempel karbondioksid (CO₂) eller metan (CH₄). Fra år 1900 til 2015 økte nedbøren i Norge med 18% på fastlandet (NCCS, 2015). Varm luft kan inneholde mer damp enn kald luft, og kombinert med høyere temperatur øker dette sannsynligheten for at nedbøren også stiger (Benestad, Mamen, Harstveit, & Fuglestad, 2021). Det er antatt en videre økning på 20% i Norge dette århundret om klimagassutslippene fortsetter som på tidlig 2000-tall. Økningen i nedbør vil være størst i prosent for Nord-Norge og størst økning i mm vil være på Vestlandet og Midt-Norge. Videre er det estimert i en rapport utredet av Miljødirektoratet (NOU 2015:16, 2015, s. 32) at dersom de kortvarige nedbørsepisodene øker med 30% vil mengden nedbør for 50-årsnedbør bli en 10-årsnedbør i 2100.



Figur 2 Endring i nedbør for Norge fra 1900 til 2020 (Meteorologisk institutt, 2021)

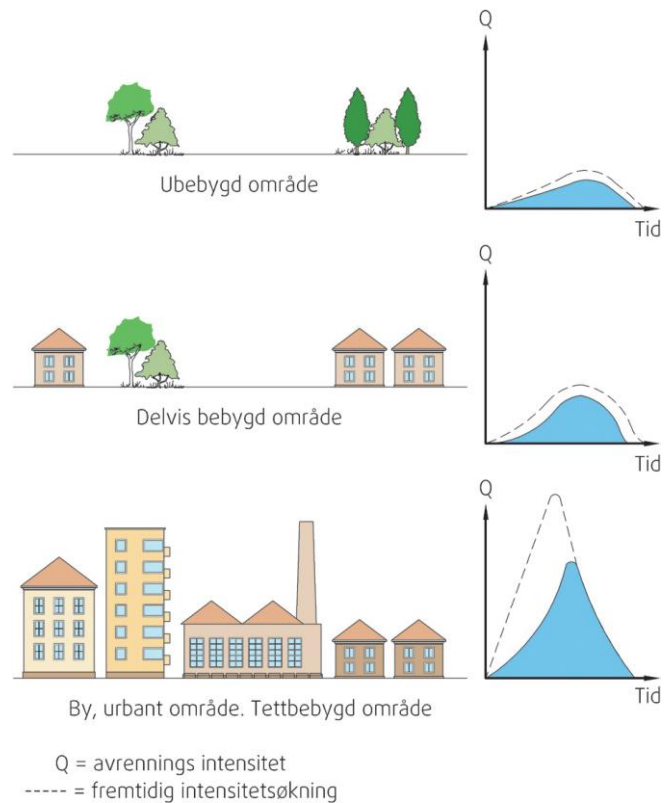
3.1.2 Fortetting

Fortetting og knutepunktutvikling kan være en krevende prosess med utfordringene som private og offentlige aktører står ovenfor (Regjeringen, 2019). Flere tette flater (som parkeringsplasser og tak) er en følge av fortetting av byer som fører til mer problematikk rundt overvannshåndtering (SINTEF Byggforsk, 2012). Dette grunnet at vannmengden som skal på avløpssystemet bli større, da vannet ikke blir tatt opp naturlig av området lenger etter utbygging med tette flater. Det stilles ofte krav til utbyggere og kommunen for at fysiske kvaliteter skal sikres i byrommet (Regjeringen, 2019). Mulighetene for å planlegge forbedring av et byrom ligger til rette før en utviklingsprosess. Gjennom overordnet planlegging fra kommunen (som har ansvaret for dette), kan grøntområde og kvalitet bli sikret i utformingen av byrom, utemiljø og bebyggelse, også med hensyn til å ta vare på stedets identitet.

Dagens tilflytting til byer er større den dag i dag enn noen gang tidligere, denne prosessen kalles urbanisering, og det er ifølge FN forventet mer enn 3 milliarder mennesker vil flytte til byer innen

2050 (FN-sambandet, 2019). I enkelte byer har økt urbanisering og fortetting ført til færre åpne områder og mindre grøntareal.

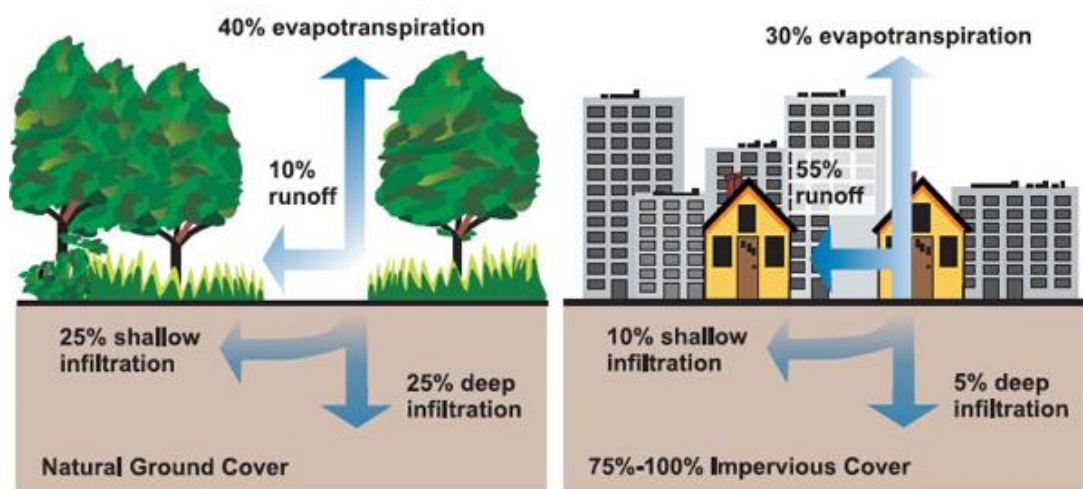
Fortetting har som nevnt ført til at vannet som skal ledes inn i overvannsystemet har økt i mengde grunnet økning av tette flater (SINTEF Byggforsk, 2012). **Figur 3** viser hvordan økt fortetting og urbanisering kan føre til økt intensitet og volumet av vannet som skal ledes vekk. Fra toppen hvor det er et naturlig ubebygget område, til et tett fortettet område i bunn hvor avrenningen av overvann har økt grunnet dette. Videre viser **Figur 3** at det er forventet en økt intensitet av nedbør i fremtiden.



Figur 3 Illustrasjon av avrenningsintensiteten ved ulik urbanisering (SINTEF Byggforsk, 2012)

Ved naturlig vegetasjon vil vannet i naturen

ha en naturlig syklus. Denne syklusen har større fordamping og transpirasjon som fører vannet tilbake opp i luften (Tollan, 2019). Vannet vil også ha større infiltrasjon i jordoverflaten og kan lettere bli ført i naturlig vegetasjon også via elver eller bekker til den naturlige resipienten. Så ved bystruktur eller bebyggelse vil vannets naturlige kretsløp bli påvirket, og det vil ta lenger tid før vannet blir infiltrert i naturlige omgivelser og fordampet eller transpirert tilbake opp i luften. Påvirkningen av bystruktur for vannets kretsløp er illustrert i **Figur 4**.



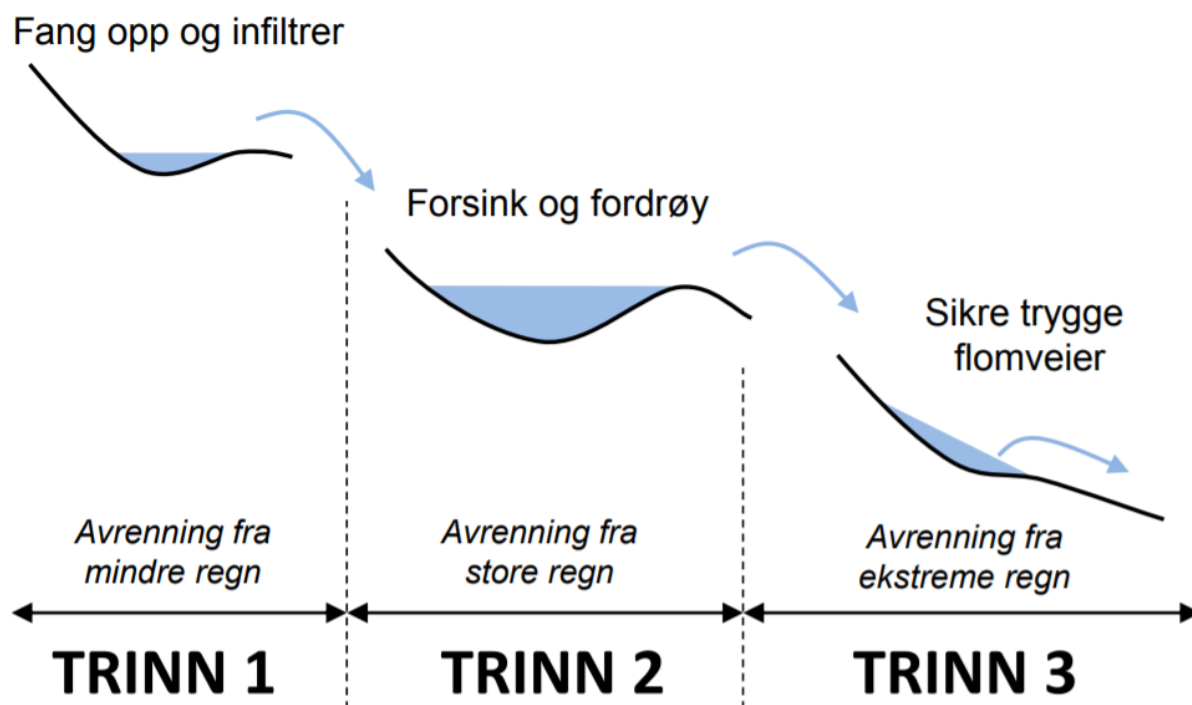
Figur 4 Forskjellen mellom regnvannets kretsløp ved naturlig og urban situasjon (EPA, 2003)

3.2 Strategier for håndtering av overvann

Det finnes ulike strategier for å håndtere overvann. Dette delkapittelet tar derfor for seg de mest aktuelle strategiene i forbindelse med denne oppgaven. Flere av disse strategiene er også de mest sentrale ved bruk av håndtering av overvann i nåtidens perspektiv.

3.2.1 Tre-trinnstrategien

Tre-trinnstrategien er en strategiform utviklet i Norge for å håndtere ulik mengde overvann i hver sin fase. Det **første trinnet** omhandler å fange opp og videre infiltrere overvannet, dette overvannet regnes som vann fra mindre regn opp til 20 mm med nedbør (Ødegaard, 2014, s. 353). Regnbed og ulike grønnsstrukturer er ofte brukt for å fange opp slikt vann (NOU 2015:16, 2015). Videre for det **andre trinnet**, som skal ta opp nedbørsmengder for 20 til 40 mm, går strategien ut på å forsinke og fordøye overvannet. Her er det mange ulike muligheter som ofte blir brukt ved blant annet å oppbevare vann i flerbruksarealer, vannmagasin, åpne opp for bekker eller avrenningsystemer. For **tredje trinnet** i strategien angår det alt vann over 40 mm nedbørsmengde med å sikre trygge flomveier for dette overvannet, som de to forrige trinnene ikke klarer å håndtere.



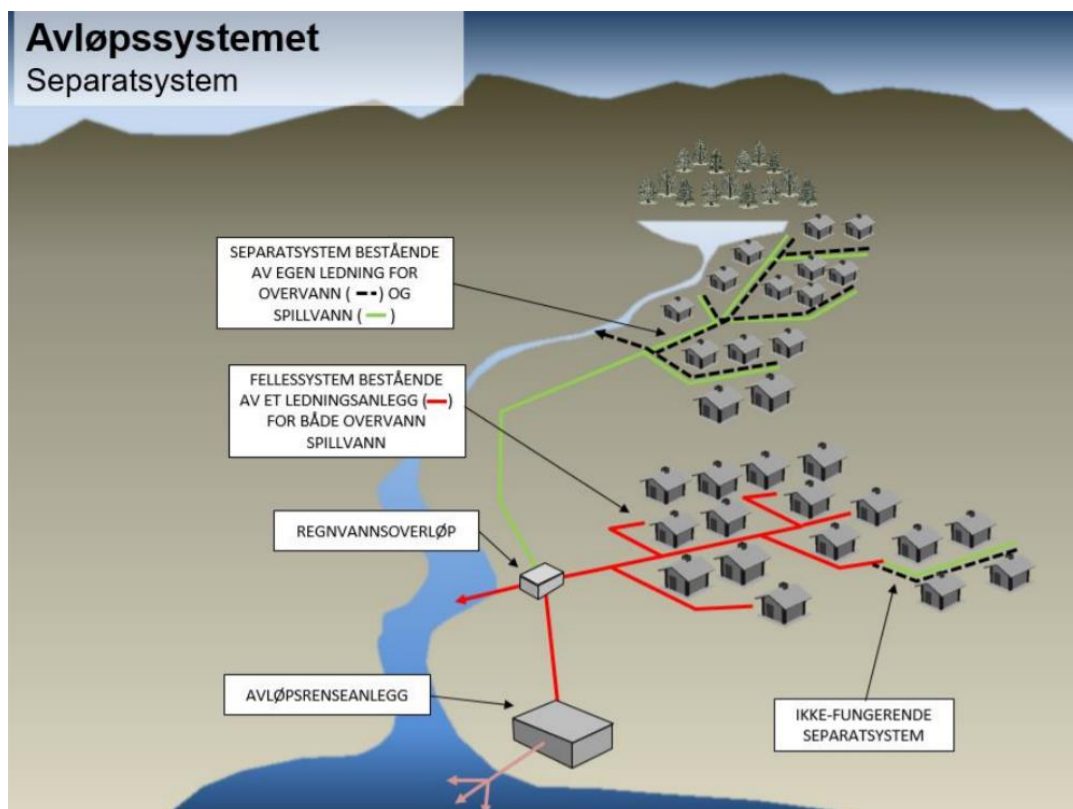
Figur 5 Illustrasjon av Tre-trinnstrategien (Paus, Løsninger: Overordnede strategier, 2017)

3.2.2 Nedbørfeltbasert planlegging

Nedbørfelt er et område der overvannet har avrenning til en felles resipient (Heggstad & Rosvold, 2019). Nedbørfelter er avgrenset fra hverandre med vannskillet, som er mellom de punktene som ligger høyest på høydedrag i fjellet og dette mellom to vassdrag (Meteorologisk institutt, 2017). Ved inngripende strukturutforming for et område kan avrenningen bli påvirket negativt i nedbørfelt om ikke hele området er tatt i betraktning. Det er derfor viktig at når avrenningen til et nedbørfelt skal sees på burde dette bli gjort helhetlig, slik at ulike områder i nedbørfeltet ikke blir påvirket forskjellig.

3.2.3 Separatsystem

Separatsystem kan enkelt forklares med at overvannet og spillvann har egne ledninger separat fra hverandre. Tidligere har det vært vanlig å legge avløpsnett med et felles ledningsnett. Å ha både overvann og spillvann på samme ledningsnett har skapt problemer på kapasiteten til avløpsnett. At spillvannet og overvannet skal inn på samme avløpsnett har også ført til at resipienten kan bli påført forurensning ved kapasitetsproblemer på avløpsnett. Det har også tidligere vært forekomster av at vannet kommer opp igjen igjennom rørene i folk sine hjem. Ved et separat system kan overvannet ledes direkte til resipienten uten at det er behov for å rense vannet. Spillvannet vil derimot ledes til et avløpsrenseanlegg før det blir sluppet ut til resipienten (Haraldsen, 2017).



Figur 6 Illustrasjon på separatsystem (Haraldsen, 2017)

3.2.4 Lokal håndtering

Lokal overvannshåndtering bygger på at man i prinsippet skal håndtere overvannet etter beste evne lokalt, ved å infiltrere og fordøye overvannet på stedet (SINTEF Byggforsk, 2012). Videre kan det også beskrives med å behandle overvann lokalt vil handle om å finne løsninger som opprettholder den naturlige vannbalansen for et område i størst mulig grad. Altså vil man unngå å frakte vannet i rør, men heller frakte det i størst mulig grad med naturlige avrenningsveier (Ødegaard, 2014, s. 345).

Å benytte blågrønne løsninger for håndtering av overvann er en fordel for både miljøet og det estetiske, og er et viktig element å vurdere i en helhetlig planleggingsprosess. God lokal håndtering av overvann kan føre til at det blir mindre skade på eiendom ved flom, som fører til at det kan være lønnsomt å investere i slike løsninger.

Avrenning av overvann kan ta med seg forurensende stoffer når det renner på overflaten. Ved at nedbøren blir infiltrert lokalt der det faller, vil det unngås at vannet tar med seg forurensende stoffer som kan skade det biologiske mangfoldet i området. Resipienten vil derfor i mindre grad bli forurenset, da en blågrønn infrastruktur kan være ganske effektiv for å rense overvannet lokalt. At vannet kan håndteres lokalt med blå-grønne løsninger vil også lette trykket av overvannet som kunne ha overbelastet ledningsnettets i området. Vann som kunne ha overbelastet ledningsnettets kan også ha vært vann som ville bidratt til å forurense resipienten, men ved at trykket på avløpsnettets er redusert med blågrønne løsninger kan dette unngås. (Ødegaard, 2014, ss. 345-353)

3.3 Overvannsløsninger

Naturbaserte løsninger (også ofte kalt blågrønne løsninger) i forbindelse med overvannshåndtering, kan beskrives som løsninger ved hjelp av naturlige elementer (Magnussen, et al., 2017). De naturbaserte løsningene kan være etablert med naturlige elementer for å håndtere overvann, eller det kan være utforminger som finnes av naturlig opprinnelse i landskapet og kan utnyttes til å håndtere overvann. Tradisjonelle løsninger (også kalt grå løsninger) derimot er løsninger som bruker infrastruktur for avløpsnett til å håndtere overvannet. Siden fokuset til denne oppgaven er konsentrert rundt naturbaserte løsninger, så vil dette delkapittelet ta for seg de mest aktuelle naturlige overvannsløsningene.

3.3.1 Fordrøyningsbasseng

Prinsippet med et fordrøyningsbasseng er å oppbevare overvannet for å forsinke avrenningen og unngå oversvømmelse eller flom. Det finnes både åpne og lukkede løsninger på fordrøyningsbasseng (SINTEF Byggforsk, 2012). Utløpskapasiteten i slike basseng er redusert for å holde vannvolumet tilbake i en nedbørsepisode (COWI, 2020). Etter hver nedbørsepisode vil bassenget bli helt tømt for vann. Rensepotensialet til et fordrøyningsbasseng er generelt lavt, og avhenger av sedimentasjon med partikulært materiale i bassenget. Bassenget er ofte en utnyttelse av naturlige forsenkninger i terrenget, men kan også være en utbygget dam i terrenget. Bassenget kan være tildekket av naturlig vegetasjon, men det kan også utvikles i sambruk med aktiviteter for samfunnet, som en nedsenket basketballbane eller en skatepark. Skateparker kan egne seg godt som fordrøyningsbasseng da de ofte inneholder en «bowl», som stammer fra utformingen av et amerikansk basseng. Lukkede fordrøyningsbasseng kan derimot være bygget under for eksempel parkeringsplasser (SINTEF Byggforsk, 2012).



Figur 7 Fordrøyningsbasseng skisse (COWI, 2020)

3.3.2 Grønne tak

Grønne tak er en populær måte å håndtere overvann på i dag. Slike grønne tak inngår i både første og andre ledd av tre-trinnstrategien. Grønne tak kan infiltrere, forsinke og rense vannet før det resterende vannet når grunnen (UNaLab, 2019, s. 37). I hvor stor grad grønne tak kan hjelpe til med overvannshåndtering er avhengig av om hvor mye vegetasjon som er plantet på taket og typen vegetasjon som er brukt. En annen positiv effekt av å ha grønne tak er at de vil hjelpe til med evaporasjonen av vann, og for bygningen sin del holde taket kjølig. Det er viktig at slik vegetasjon blir lagt på tak som ikke er for skrå vinklet og at bygningsmassen tåler våt vegetasjon. Det finnes fire forskjellige vegetasjonstyper for grønne tak:

- Intensive grønne tak
- Ekstensive grønne tak
- Semi-intensive grønne tak



Figur 8 Grønt tak i bystruktur (Moen, 2017)

Intensive grønne tak har det tykkeste jordlaget og kan derfor ha størst variasjon i vegetasjon plantet (UNaLab, 2019, ss. 38-40). Slike tak krever ofte større vedlikehold og er også mer komplekse grunnet den tyngre vegetasjonen den har, derfor er det vanlig å ha slik vegetasjon på større boligblokker, hoteller eller over undergrunnsparkeeringer. Slike intensive grønne tak regnes som å være de mest effektive når det kommer til håndtering av overvann grunnet sin mulighet for så stor variasjon i vegetasjon, men slike tak er også de dyreste å etablere (Archtoolbox, 2021).

Ekstensive grønne tak har et tynt jordlag og kjennetegnes med å behøve minimalt med vedlikehold etter det er blitt installert (UNaLab, 2019, ss. 41-43). Slike tak er ofte installert på bygninger med minimal tilgang til offentligheten eller er for det meste stengt av. Vegetasjonen på slike tak består av planter som ikke har dype røtter, grunnet det tynne jordlaget (Archtoolbox, 2021). Denne typen

grønne tak er den billigste varianten av grønne tak for installasjon og vegetasjonen som blir brukt er ofte i slekt med gress eller mose (UNaLab, 2019, ss. 41-43).

Semi-intensive grønne tak kan bli sett på som en mellomting mellom intensive grønne tak og ekstensive grønne tak, og kjennetegnes gjerne ved at de har middels tykkelse på jordlaget i forhold til intensive og ekstensive grønne tak. Slike grønne tak krever noe mer vedlikehold av vegetasjonen og kan utformes slik at de kan være beregnet for menneskelig opphold. Plantene som kan plantes på slike tak kan være noe dypere enn for ekstensive grønne tak, og der av planter som urter, høyere gresstyper, blomster og små buskeraser. Videre vil et slikt grønt tak være egnet til å håndtere mer overvann et ekstensivt grønt tak (Archtoolbox, 2021).

3.3.3 Flomveger

Flomveger er den vegen vannet vil renne i når nedbørsmengden er større enn 40mm, som tidligere nevnt i tre-trinnstrategien sitt tredje trinn (Paus, Kurs i klimatilpasning og overvann, 2017). Vannet vil da naturlig renne i den retningen terrenget heller, og vannet vil finne sine naturlige avrenninger om det ikke er gjort inngrep i området. For at infrastrukturen ikke skal komme til skade er det derfor viktig at vannet renner til et område som kan håndtere vannmengder større enn 40mm eller at det finner vegen til en resipient. Det er viktig at flomveier driftes og vedlikeholdes på lik måte som andre dreneringsanlegg for at forholdene flomveien renner etter er sikre for omgivelsene.

3.3.4 Permeable dekker

Et godt alternativ for å minimere overvann på steder med tette flater vil være permeable dekker. Permeable dekker har muligheten til å absorbere overvann grunnet sin kombinasjon av harde og åpne flater (UNaLab, 2019, ss. 60-70). Vanlige områder hvor permeable dekker blir brukt er markeds plasser, parkeringsplasser, bolig gater, fortau og veier. Noen eksempler på permeable dekker er grid system med vegetasjon, porøs asfalt og gjennomtrengelig steinteppe. Porøs asfalt kan blant annet absorbere opptil 1000 l/min/m² (Olsen, 2015), og kan redusere overvann ved storm med opptil 70-90% (UNaLab, 2019, ss. 60-70).

Løsninger med permeable dekker bidrar godt til første trinn i tre-trinnsstrategien, og er derfor en god løsning i hjelp mot å redusere overvann. Forurensing av overvannet vil også bli redusert ved slike løsninger, grunnet mesteparten av det forurensende avfallet vil ligge igjen på overflaten. Permeable dekker trenger vanligvis lite vedlikehold, men likevel er det enkelte dekker som trenger mer vedlikehold enn andre. Porøs asfalt kan blant annet få tette porer om partikler setter seg fast i

porene, og det er derfor viktig at undergrunnen til permeable dekker har god infiltrasjon (UNaLab, 2019, ss. 60-70).

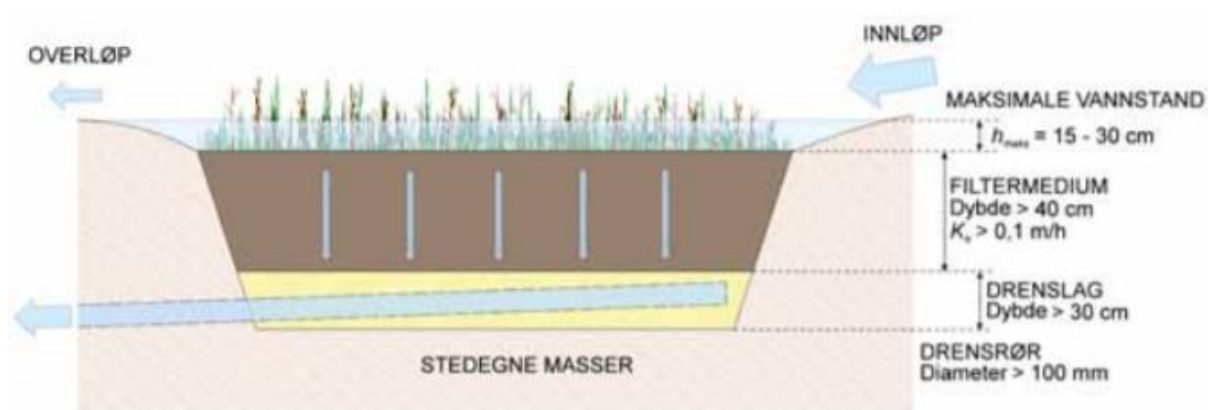


Figur 9 Eksempel på permeablet dekke. Foto hentet fra Asak Miljøstein (Asak Miljøstein AS, 2021)

3.3.5 Regnbed

Regnbed er en type plantebed med et inngrep der man har senket terrenget slik at vann kan bli fanget, og avrenningen av overvann i området reduseres (Magnussen, et al., 2017, s. 24). Vannet vil også bli infiltrert og fordøyd i et regnbed. Ett regnbed kan ofte ha et underliggende dreneringssystem som fører vannet videre til et overvannssystem i området. Om regnbedet ikke har et slikt dreneringssystem vil vannet infiltreres ned til grunnvannet. Slike regnbed bidrar for det meste til første trinnet i tre-trinnsstrategien, men bidrar også noe for andre trinn ved å forsinke avrenningsvannet. Mesteparten av vannet er ment å bli infiltrert i filtermassene som er lagt under beplantningen i regnbedet (Ødegaard, 2014, s. 367). Om dette ikke holder er det hensiktsmessig å ha drenering med et drenslag og et perforert drensør under filtermassene.

Regnbed kan også til tider få påkjenning av oversvømmelse grunnet store nedbørsmengder eller i andre perioder kan det bli tørke, og det er derfor viktig at plantene som befinner seg i regnbedet kan tåle disse påkjenningene (Ødegaard, 2014, s. 368). Det er også viktig at regnbedet har en helhetlig god dreneringsevne totalt, slik at det ikke fryser ved minusgrader. Plasseringen av regnbed burde ikke være i nærheten av eksisterende bebyggelse med kjeller da det kan føre til skade på slik bebyggelse. Regnbed trenger vedlikehold på lik måte som ved andre parkområder etter det er etablert (Magnussen, et al., 2017, s. 24). Likevel krever regnbed et arealbehov på 7-9 prosent av tilgjengelig areal for infiltrasjonsflaten.



Figur 10 Illustrasjon av regnbed (Paus & Braskerud, Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold, 2013)

3.3.6 Våtmarker

Våtmarker er områder som er utformet naturlig i naturen hvor det oppbevares vann (Magnussen, et al., 2017). Slike områder oppstår ofte i områder som oversvømmes, og de kan bidra godt til å håndtere vannvolum i andre ledd av tre-trinnstrategien (NOU 2015:16, 2015). Våtmarker filtrerer vann naturlig, og utgjør derfor en viktig del av vannets syklus (Miljødirektoratet, 2021). Vannet i våtmarker vil bli naturlig avgitt gradvis til innsjøer, elver og bekker. Ved kraftig nedbør, med risiko for flom og oversvømmelse, vil ikke sunne våtmarker bli påvirket i stor grad av dette, og er med på å redusere risikoen for ødeleggelser og skader. Ofte består våtmarker av et rikt biologisk mangfold, samtidig som våtmarker er med på å dempe forurensning.

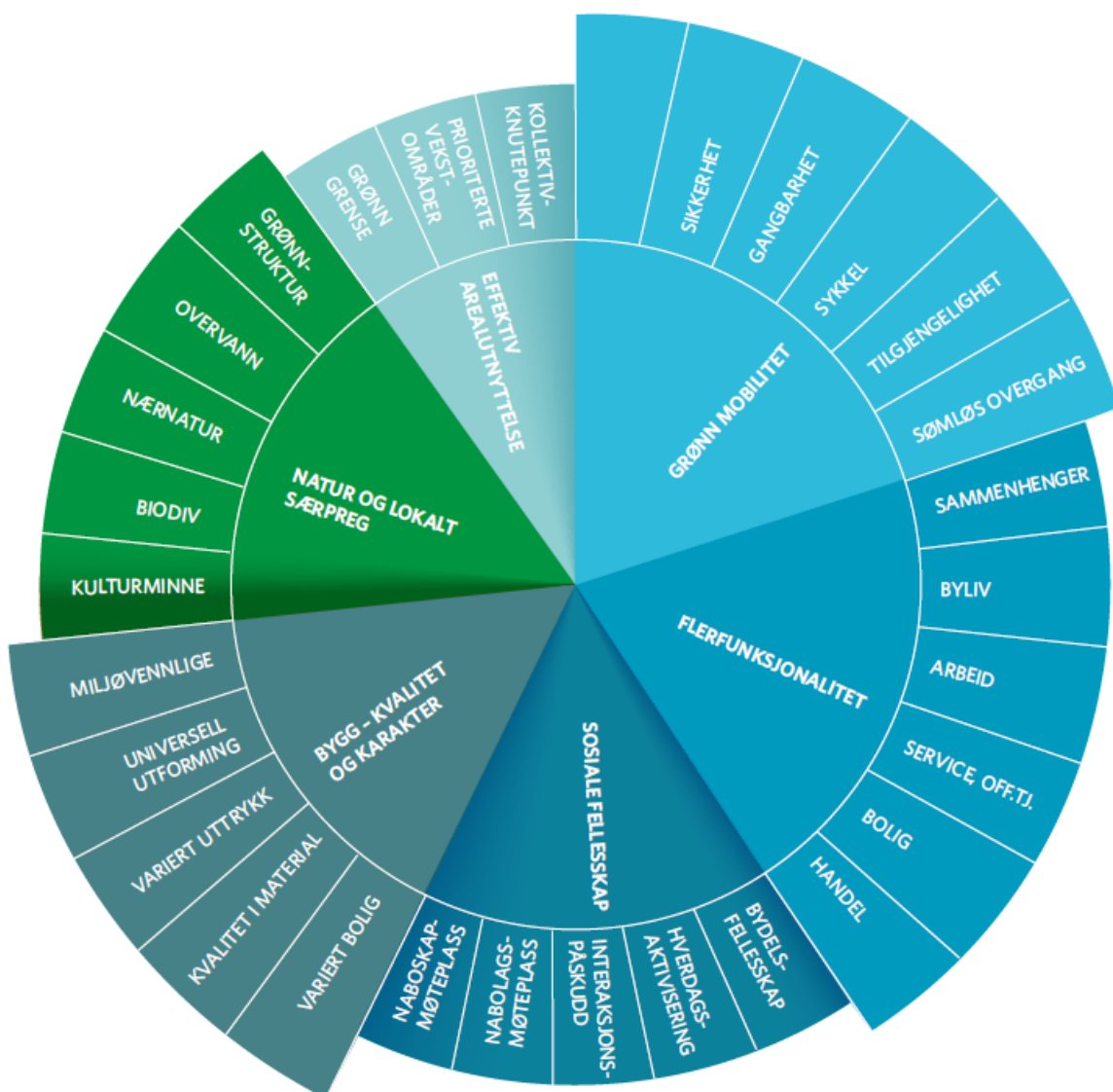
3.4 Bykvalitet

Bykvalitet handler om å forbedre byen for dens innbyggere og mangfold. Stavanger kommune legger vekt på at behovet for fleksibilitet ved bruk av uterom øker (Stavanger kommune, 2019, ss. 71-72). Videre vil kommunen at ulike grupper i befolkningen skal ha nytte av nærområdet, slik at det dekker deres behov.

Oslo kommune har laget en veileder for hvordan god bykvalitet kan oppnås og hva som bør vektlegges når en by fortettes (WSP og OsloMet, 2015, ss. 14-19). Fra denne veilederen, og som sett i **Figur 11**, er det seks fokusområder som utgjør en kvalitetssirkel ved forklaring av bykvalitet. Disse seks kvalitetene er følgende:

- Grønn mobilitet
- Flerfunksjonalitet
- Sosiale felleskap
- Byggenes kvalitet og karakter
- Natur og lokalt særpreg
- Effektiv arealutnyttelse

Alle disse kvalitetene har sine egne underliggende kvaliteter som forklarer hva som vektlegges i hver enkelt kvalitet, se **Figur 11**. Ved å se på alle disse underliggende kvalitetene kan det antas at ikke alle trenger å være inkludert for å oppnå bedre bykvalitet, men at dette aspektet bør sees helhetlig og hver enkelt av de mindre delene av de overordnede kvalitetene kan være med å forbedre den eksisterende bykvaliteten.



Figur 11 Kvalitetssirkelen utviklet av OsloMet (WSP og OsloMet, 2015, s. 15)

3.5 Grønnstruktur

Samlede grønne og naturpregede områder innad en by eller tettsted er hva som kan definerer begrepet grønnstruktur og grøntområder (Miljødirektoratet, 2014, s. 6). Begrepet er vidt og derfor er spekteret ved definisjon omfavnende, men felles bakgrunn for alle forklaringer av begrepet er at det bygger på naturpregede områder.

Grønnstruktur bindes ofte videre opp fra allerede eksisterende grøntområder i byer (Regjeringen, 2017). Denne grønnstrukturen bygges som oftest sammen med bebyggelsen som befinner seg innenfor bygrensen. En grønnstruktur i by vil være med på å forbedre luftkvaliteten for innbyggerne, og kan også hjelpe med fordøyning av overvann. En god utforming som er strategisk planlagt med tanke på grønnstruktur kan være med på å hjelpe med overvann i større grad. For mange vil grønnstruktur og grøntområder bidra til økt livsglede.

I rapporten «*Global Garden Report 2012*» (Kairos Future, 2012) fra Husqvarna kommer det fram at mennesker som har tilgang til grøntområder eller grønnstruktur har større sannsynlighet for å være mindre deprimert, stresset og sint. Det kommer videre fram at personer med tilgang til grøntområder også har en tendens til å trene oftere.

Grønnstruktur vil bidra til naturlige møteplasser for innbyggere i byer ved hjelp av parker og friluftsområder. I tillegg til å forbedre luftkvalitet, vil grønnstruktur hjelpe mot forurensning innad i byer. Vegetasjonen i grønnstruktur kan også være med på å dempe vinden, og kan på denne måten fungere som demper av vind i vindkorridorer. Strategisk plassert grønnstruktur kan bidra til å binde grønne områder innad i en by sammen, samt gi mulighet for å binde slike områder opp mot friluftsområder utenfor byen (Miljødirektoratet, 2014).



Figur 12 Eksempel på grønnstruktur. Foto av Nikolai Øyan Kamfjord

3.6 Biologisk mangfold

Biologisk mangfold eller biodiversitet er begrepene brukt for mangfoldet av levende organismer (NOU 2004:28, 2004, s. 66). Levende organismer er altså i denne sammenheng både planter, mikroorganismer og dyr, samt naturen disse lever i.

Bevaring av natur innad i byer er viktig for å bevare det lille miljøet for levende organismer for dette arealet (Regjeringen, 2020). Utviklingen av naturområder som parker og grønne lunger bidrar til at det naturlige biologiske mangfoldet blir bevart og nye små miljøer av biologiske mangfold kan oppstå.

3.7 Blågrønn faktor

Blågrønn faktor (BGF) er et verktøy for å sikre at et prosjekt inneholder vannhåndtering, vegetasjon og biodiversitet i utbyggingen av uterom (Ardila & Caprona, 2014). På denne måten vil kravene for en blågrønn verdi bli sikret i planleggingen av byggeprosjekter. Den blågrønne faktoren skal gjøre det mer aktuelt for utbygger å ivareta og forbedre det blågrønne uterommet. Metoden bygger videre på

den tyske modellen for å beregne grønn kvalitet, og videre hvordan denne metoden har blitt implementert i Sverige. Som en del av samarbeidsprosjektet mellom Oslo og Bærum kommune i programmet «*Framtidens byer*» (Ardila & Caprona, 2014) er det blitt utviklet en tabell fra Dronninga landskap, COWI og CF Møller for å beregne blågrønn faktor, se **Vedlegg 2**. Den blågrønne faktoren er en verdisetting i en skala fra 0 til 1, og det er foreslått i «*Fremtidens byer*» (Ardila & Caprona, 2014) minimumsfaktorer for ulike områdetyper, se **Tabell 1**.

Tabell 1 Anbefalt minimumsfaktor for BGF gitt område type (Ardila & Caprona, 2014)

Område type:	Minimumsfaktor BGF:
Prosjekter i tett by/sentrumsområder	0,7
Ytre by/småhusbebyggelse/rekkehus/åpen blokkbebyggelse	0,8
Offentlige gater og plasser	0,3

Ved blågrønn faktor er målet at den blågrønne strukturen sitt areal blir ivaretatt (Ardila & Caprona, 2014), og i tillegg til dette kommer det fram i «*Fremtidens byer*» at en blågrønn struktur vil bidra til å:

«*Dempe skader fra kraftigere og mer nedbør, bærekraftig overvannshåndtering, fremme økologiske og estetiske kvaliteter, utvikle jordsmonnet, forbedre mikroklima, vann- og luftkvalitet, legge tilrette for bedre uterom.*» (Ardila & Caprona, 2014)

For å finne verdisettingen på skalaen fra 0 til 1, foreligger følgende formler:

$$BGF = \frac{\text{Økologisk effektiv overflate}}{\text{Total tomteareal}}$$

Formel 1 Formel for beregning av BGF (Ardila & Caprona, 2014)

$$\text{Økologisk effektiv overflate} = \text{Blågrønne flater} + \text{Blå og grønne tilleggskvaliteter}$$

Formel 2 Formel for å beregne økologisk effektiv overflate (Ardila & Caprona, 2014)

3.8 Arealforvaltning

Arealforvaltning er det som bestemmes å skje med et areal (Haugland & Fredheim, 2021). Denne bestemmelsen er det kommunen som står for så lenge retningslinjene og rammene satt av regjeringen blir fulgt. Det er derimot statsforvalteren sin oppgave å sørge for at de nasjonale interessene ivaretas om det oppstår konflikter med arealforvaltningen som er utredet av kommunen. De nasjonale interessene statsforvalteren har ansvar for at ivaretas er miljøvern, helse og samfunnssikkerhet, samt landbruk. Statsforvalteren står videre som ansvarlig for håndtering av klager som berører loven innenfor plan- og byggesaker.

3.9 Referanseprosjekter

3.9.1 Deichmans gate

Deichmans gate er en gate i Oslo som sto ferdig stilt med et helt nytt preg i 2017. Gaten var en grå gate med mye parkerte biler som ofte tok plass langs gaten. Etter at Oslo kommune vedtok nye krav for hvordan overvann skal bli håndtert, ble Deichmans gate et pilotprosjekt for å vise hvordan overvannet kan håndteres lokalt (Asplan Viak, 2017).

For gatestrukturen i Deichmans gate ble det anlagt ni regnbed, som har en fordrøyningskapasitet på 60 m³ og kan holde igjen vann midlertidig på et nivå opptil 25 cm. Totalt er det i dag 200 m² med regnbedoverflate som preger gatestrukturen i Deichmans gate. Videre er det lagt brostein i gaten som bidrar til en permeabel grunn for håndtering av overvannet. Det er også etablert vannrenner laget av gamle kjerrespor for å lede overvannet som ikke blir håndtert lokalt. Hele prosjektet hadde en total kostnad på 18 millioner kroner (Fantoft, 2017). Bilder fra Deichmans gate kan sees i **Figur 13, 14 og 15**.



Figur 14 Bilde fra Deichmans gate i Oslo. Foto av Fartein Rudjord (Fantoft, 2017)



Figur 15 Vannrenne i Deichmansgate. Foto av Åse Holte (Asplan Viak, 2017)



Figur 13 Vannrenne og regnbed i Deichmansgate. Foto av Åse Holte (Asplan Viak, 2017)

3.9.2 Kongens Hage

Kongens Hage er et pågående samarbeidprosjekt av Grape Architects og Studio Oslo Landskapsarkitekter (Grape Architects, 2019). Prosjektet har som mål å binde sentrum nærmere Oslofjorden og samtidig knytte sentrum bedre sammen. Bedriftene ser på hvordan de kan skape denne forbindelsen med en grønnstruktur, samtidig som de vil bevare bylivet og få et bilfritt sentrum, som er et mål i Oslo. Prosjektet vil inneholde flere aspekter - som hvordan en slik grønn gate kan hjelpe med blant annet overvann i Oslo sentrum. Denne grønne stien i Oslo sentrum vil hjelpe for fremtiden til Oslo med å håndtere overvann lokalt. Videre står det i beskrivelsen for prosjektet at denne grønnstrukturen vil bedre biodiversiteten til byen og danne mikroklimaer som vil ha en positiv virkning på det lokale miljøet. Illustrasjon fra Grape Architects er lagt ved, **Figur 16**, for å gi et bedre bilde av tankene bak dette prosjektet.



Figur 16 Illustrasjon av Kongens Hage laget av Grape Architects (Grape Architects, 2019)

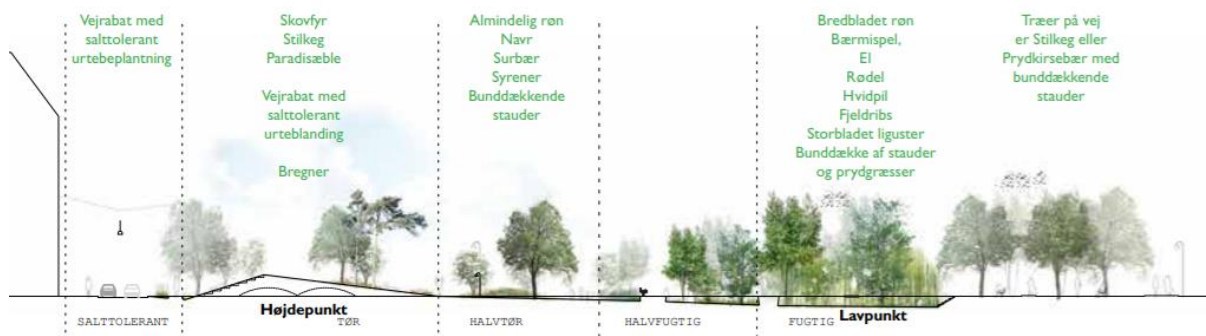
3.9.3 Tåsinge Plads

Tåsinge Plads er lokalisert i København i Danmark. Plassen er regnet som det første klimatilpassede byrommet i byen. Byrommet er utformet for å håndtere store mengder med vann fra nedbør, men også fungere som en møteplass for beboere i området. Et av formålene med plassen blir beskrevet som at det skal holde tilbake mest mulig vann fra nedbør. Det er beregnet at 1000 m² er gjort om til ett grøntområde (Klimakvarter, i. d.).



Figur 17 Bilde av blågrønn overvannsløsning ved Tåsinge Plads. Foto hentet fra Klimakvarter (Klimakvarter, i. d.)

Mesteparten av plassen har grønnstruktur for å kunne ta opp vannet som havner på området. Videre er området bygget med en helning med ulike regnbed som er beregnet til å holde igjen ulike mengder vann i løpet av et år. Høydepunktet på området er laget for å være tørt og hjelpe med å lede vannet videre mot de andre punktene på området, se **Figur 18**. De neste punktene for området er forklart med halvtørt, halvfuktig og til slutt fuktig, sett i rekkefølge fra høydepunktet. På denne måten er også grønnstrukturen i området plantet i henhold til hvor vått den enkelte delen av området vil være (Klimakvarter, i. d.).



Figur 18 Illustrasjon av forskjellig høydepunkt ved Tåsinge Plads (Klimakvarter, i. d.)

4 Caseområde

Det utvalgte studieområdet er Kjelvene park i byen Stavanger i Rogaland, Norge. Kjelvene park ligger i bydelen Storhaug og delområdet Kjelvene, se **Figur 19**. Parken kan beskrives som en aktivitetspark med en ballbane, skateanlegg og lekeplass. Det er valgt å se på hvordan overvannet kan bli håndtert bedre innenfor dette området markert med rød avgrensning i **Figur 20**. Det er også valgt å se på et nærliggende område, markert med gul avgrensning i **Figur 20**, i kombinasjon med valgt område for å se hvordan valgt område kan hjelpe med ekstra overvannshåndtering. Området ligger ved det som blir kalt Stavanger øst, og ligger, som navnet tilsier, øst i Stavanger by. Størrelsen på studieområdet Kjelvene park er 5394m² og med tilleggsområde er det totale arealet på 7224,5m².



Figur 19 Lokasjon av caseområde, fra Google maps (Google Inc., 2005) og Wikipedia (Wikipedia, 2021). Redigert av Nikolai Øyan Kamffjord



Figur 20 Caseområde Kjelvene park med nærliggende tilleggsområde. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

4.1 Bakgrunn

Storhaug er et satsningsområde for Stavanger Kommune (Stavanger kommune, i. d.), og det var ønskelig å skrive om et område som befant seg innenfor dette området. Storhaug er en bydel i Stavanger by, og består av mye ulik bebyggelse. Området Kjelvene park ligger i et urbant område, og ved å se på løsninger for overvann i en slik park vil muligheten for å bruke tilsvarende type løsninger for parker være tilstede for lignende områder i Norge.

Ved Kjelvene park er det både nærliggende parkstruktur og bebyggelse. Kjelvene park kan sees som en del av en grønn lunge som stikker seg i området. Strukturen på byen rundt parken består av både ny og gammel bebyggelse, og nord for parken ved havet er det planlagt å bygge nye boligblokker. Parken gjennomgikk en endring av struktur i 2004 (Hoydal, 2021), hvor den fikk større andel tette flater i form av en skatepark og ballbane. Det vil derfor bli sett på i denne oppgaven hvordan Kjelvene park håndterte overvann før den eksisterende situasjonen, ved den eksisterende situasjonen og hvordan en fremtidig utvikling av parken kan bidra til bedre overvannshåndtering. Skateanlegget i parken kan sees på som utdatert og nedslitt, og er av denne grunnen lite i bruk, noe som gjør det

mer aktuelt å se på et forslag for ny struktur. Forslaget for fremtidig utvikling av parken vil prøve å føre flere naturlige elementer til parken, slik det var før den nåværende situasjonen.



Figur 23 Foto av eksisterende skatepark. Foto hentet fra skatesite (Skatesite, 2013)



Figur 22 Foto av ballbanen i Kjelvene park. Foto hentet fra skatesite (Skatesite, 2013)



Figur 24 Foto med blikk over Kjelvene park mot ballbane fra gangbru. Foto av Nikolai Øyan Kamfjord



Figur 21 Foto av nordsiden til Kjelvene park. Foto hentet fra Lufteturen (Lufteturen, 2021)

4.1.1 Arealavgrensning

Avgrensningene i **Figur 20** viser valgt studieområde Kjelvene park, med ett tilleggsområde. Valgt avgrensning ble gjort etter en inspeksjon av området, for å få et helhetlig inntrykk av hvor grensene til selve parken går. Tilleggsområdet er valgt for å kunne se påvirkningen dette har når det kommer til håndteringen av overvann.

4.2 Gjeldene planer

Det er blitt sett på planer, lover og forskrifter som er aktuelle for Kjelvene park. Disse er listet opp i dette delkapittelet, og de viktigste vil få en mer detaljert forklaring.

Lover og forskrifter:

- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008)
- Lov om kommunale vass- og avløpsanlegg (vass- og avløpsanleggslova) (Klima- og miljødepartementet, 2012)
- Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Miljøverndepartementet, 2006)
- Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) (Klima- og miljødepartementet, 2004)

Nasjonale utredninger:

- «NOU 2004:28 Lov om bevaring av natur, landskap og biologisk mangfold (Naturmangfoldloven)» (NOU 2004:28, 2004)
- «NOU 2010:10 Tilpassig til eit klima i endring» (NOU 2010:10, 2010)
- «NOU 2013:10 Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester» (NOU 2013:10, 2013)
- «NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder» (NOU 2015:16, 2015)

Planer og veiledere:

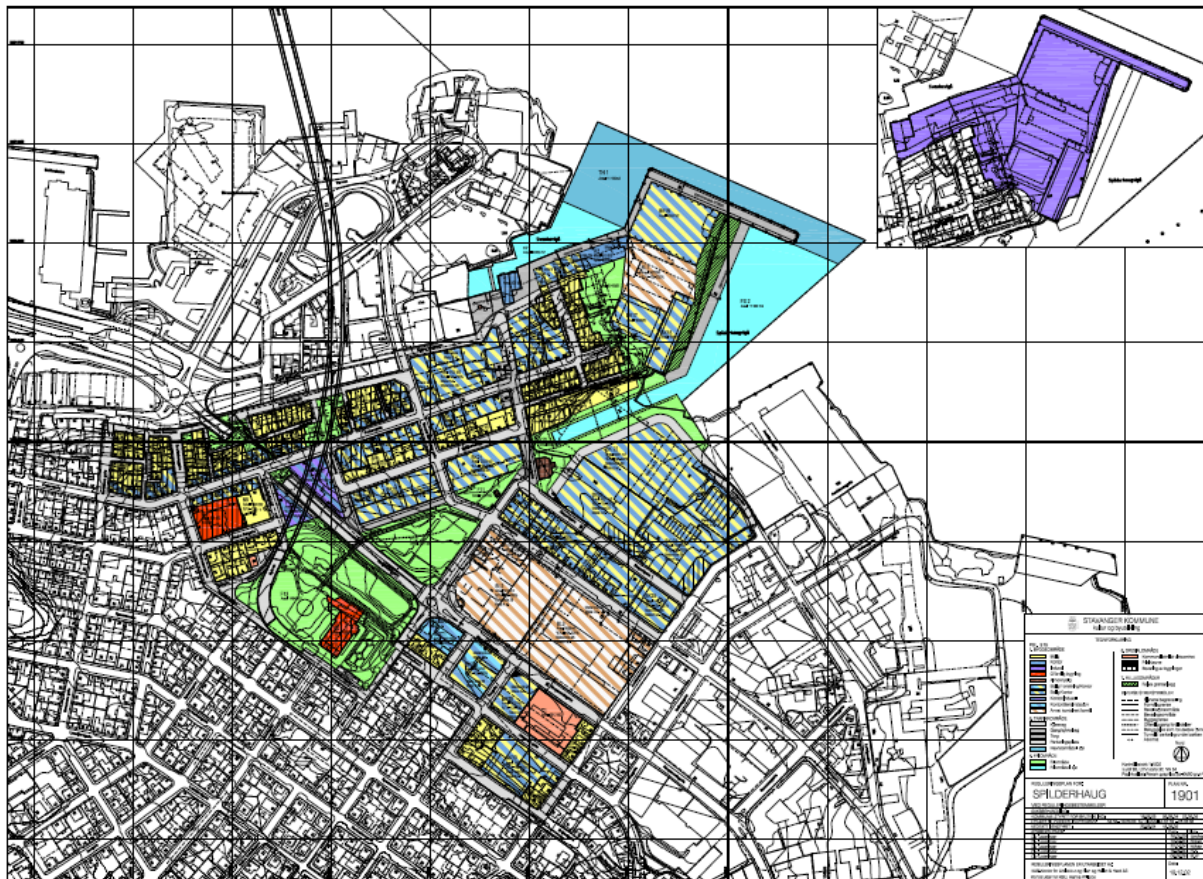
- Kommuneplan for Stavanger 2019–2034, Bestemmelser og retningslinjer (Stavanger kommune, 2019)
- Kommuneplan for Stavanger 2019-2034, Planbeskrivelse (Stavanger kommune, 2019)
- Kommuneplanens samfunnsdel 2020–2034 (Stavanger kommune, 2020)
- Fortetting og transformasjon med bykvalitet i bybåndet, Oslo og Akershus (WSP og OsloMet, 2015)
- Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering (Rogaland fylkeskommune, 2020)
- Regional plan for vannforvaltning i vannregion Rogaland 2016 – 2021 (Rogaland fylkeskommune, 2017)
- Regionalplan for Jæren og Søre Ryfylke (Rogaland fylkeskommune, 2020)
- Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder (Miljødirektoratet, 2014)

Stavanger kommune ble i 2020 slått sammen med tidligere Stavanger kommune, Rennesøy kommune, Finnøy kommune og Ombo-delen av Hjelmeland (Stavanger kommune, 2021). Nåværende Stavanger kommune har derfor utarbeidet en felles samfunnsdel for kommuneplanen, men tidligere arealdel for hver enkelt kommune vil gjelde fram til neste kommuneplanregulering. Av den årsaken er de nåværende tilgjengelige dokumentene angående arealplanen sin del, som ble vedtatt desember 2019 (Stavanger kommune, 2021), altså Bestemmelser og retningslinjer og Høringsutkast for arealdelen, Planbeskrivelse, gjeldene videre for det som var tidligere Stavanger kommune. Videre ligger Kjelvene park innenfor det som omtales som Bysone A, som er beskrevet som den sentrale byen. Fra dette følges det videre hva som gjelder for en blågrønn faktor i «1.16 Retningslinjer om blågrønn faktor ved regulering» (Stavanger kommune, 2019) fra Kommuneplanen sine bestemmelser og retningslinjer, hvor den blågrønne faktoren vil være 0,7. Disse planene ligger videre da til grunn for hva som omhandler overvann og blågrønn struktur for Stavanger kommune. Et utkast fra Kommuneplanen sin planbeskrivelse lyder som følger:

«I forbindelse med forrige rullering av kommuneplanen ble det satt sterkere fokus på overvannshåndtering, blågrønne løsninger og klimatilpasning. Basert på erfaringer med bestemmelsene og retningslinjene i gjeldende kommuneplan, og i forlengelse av kommunens arbeid med klimatilpasning og arbeidet i EU-prosjektet UNaLab, er det behov for å forsterke og presisere dagens bestemmelser, slik at vi oppnår det vi ønsker: god overvannshåndtering og klimatilpasning.» (Stavanger kommune, 2019)

Som hjelp i forhold til det viktigste av beregninger for overvannshåndtering i denne oppgaven er «Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering» brukt (Rogaland fylkeskommune, 2020). Herav kommer flere av formlene brukt videre i oppgaven også fram, og vedlegget beskriver at det skal settes en klimafaktor på 1,2 som tilsvarer 20%, og utover dette er det satt nye avrenningskoeffisienter som er strengere enn tidligere. Videre har Stavanger kommune et nettsted med navn «Krav ved påslipp av overvann til offentlig nett» (Stavanger kommune, 2020), og henviser også videre til bruk av «Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering». Videre er «Fortetting og transformasjon med bykvalitet i bybåndet, Oslo og Akershus» (WSP og OsloMet, 2015) undersøkt for forståelse av forbedring gjeldene bykvalitet. Og fra Stavanger kommune er det som blir framlagt i «4.16 Om attraktivitet» (Stavanger kommune, 2018) fra «Kommuneplan for Stavanger 2019-2034, Høringsutkast for arealdelen, Planbeskrivelse» (Stavanger kommune, 2018), lagt til grunn for hva som sees på som relevant innenfor bykvalitet i Stavanger kommune.

Kjelvene park ligger innenfor det som er regulert til Spilderhaug ut fra gjeldene reguleringsplan (Stavanger kommune, 2006). Denne reguleringsplanen ble iverksatt i 2006, og ble utarbeidet i 2002. Fra reguleringsplanen er Kjelvene park regulert til Friområde, se **Figur 25**.



Figur 25 Reguleringsplan for Spilderhaug, og derunder Kjelvene park (Stavanger kommune, 2006)

Området har en lekeplass med grøntområde som er regulert til friområde rett nordøst som kan sees i **Figur 25**, og nordøst for denne igjen, ved vannkanten, skal det nå utvikles nytt boligområde bestående av blokkbebyggelse, kalt Støperigata 18 (Stavanger kommune, 2019). Med disse boligblokkene skal det utformes en naturlig grønn elv som kan bringe vann ned til resipienten for dette området illustrert i **Figur 26**. Ved å se på blågrønne løsninger for Kjelvene park kan det utvikles en sammenhengende blågrønn sone i Kjelvene området.

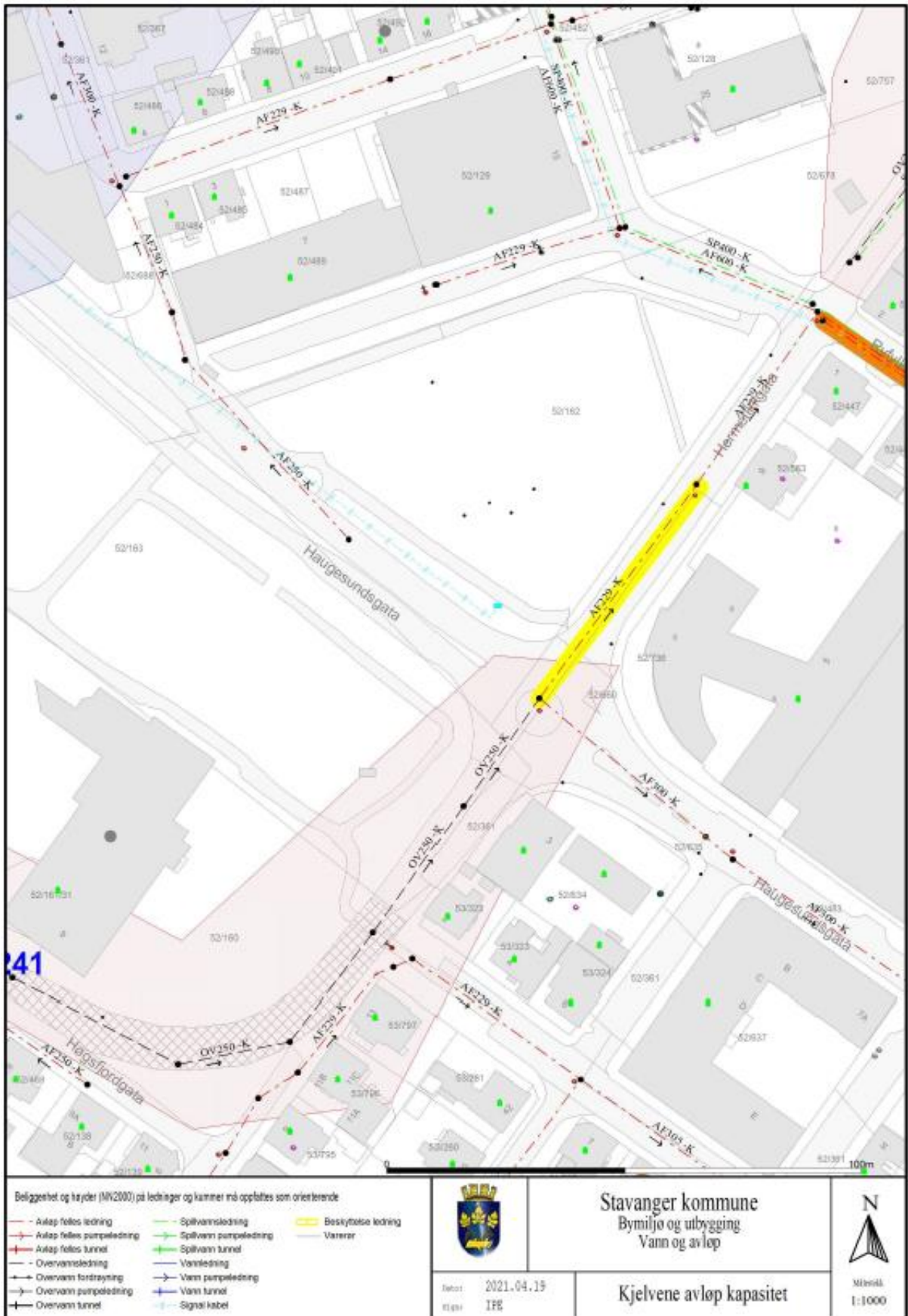


Figur 26 Illustrasjon av boligblokk område som er planlagt nord for Kjelvene park, hentet fra Stavanger kommune plandokumenter (Stavanger kommune, 2019)

4.3 Områdeanalyse

4.3.1 Kommunalt avløpssystem

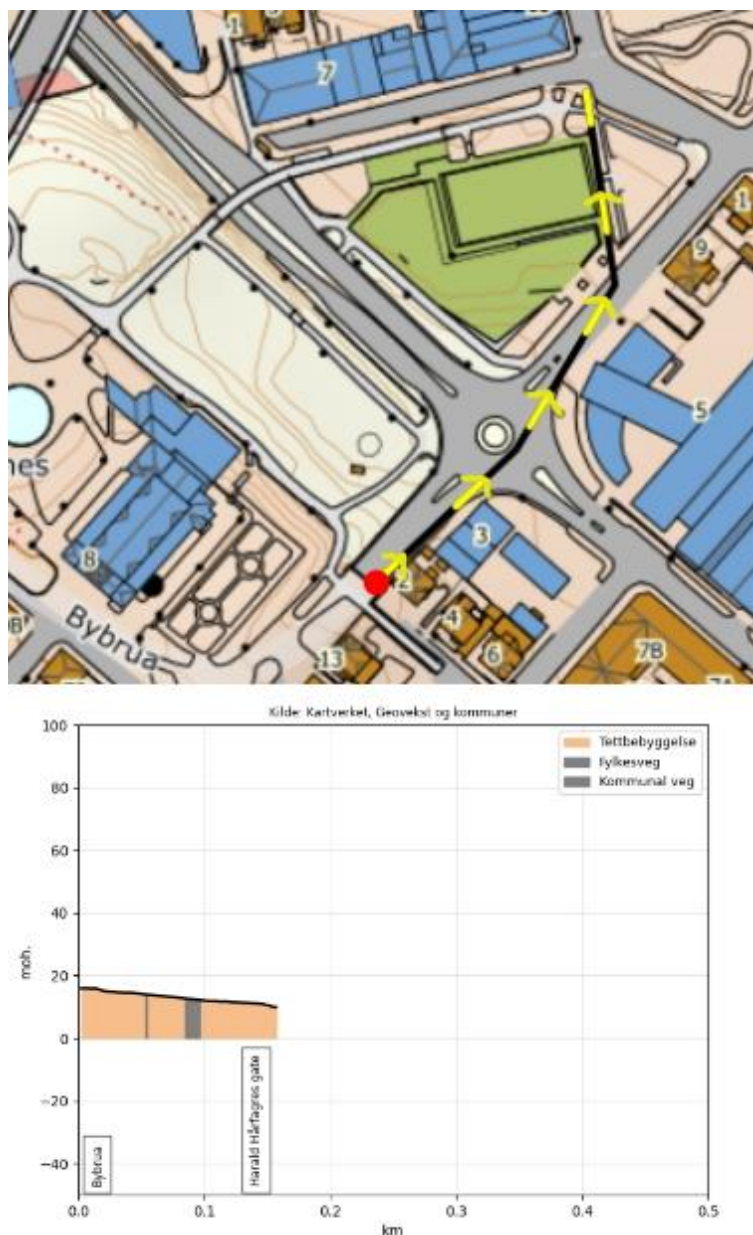
Det eksisterende kommunale avløpssystemet for Kjelvene park er illustrert i **Figur 27** og denne illustrasjonen er tilsendt fra Stavanger kommune på mail. Av kartet i **Figur 27** kommer det fram at det ikke er noen avløpsledninger lagt i grunnen under Kjelvene Parken. Det kommunale avløpssystemet rundt Kjelvene park har ifølge illustrasjonen felles avløpsledning, og det gule feltet i kartet viser at det kan bli overvannsproblemer for dette feltet. Det er ingen tegnforklaring på hva det gule feltet betyr, men dette er forklart i en rapport tilsendt på mail fra Stavanger kommune (Stavanger kommune, 2019). Ved slike felt har kommunen ytret at det er ønskelig med en blågrønn overvannsløsning for å holde igjen vannet.



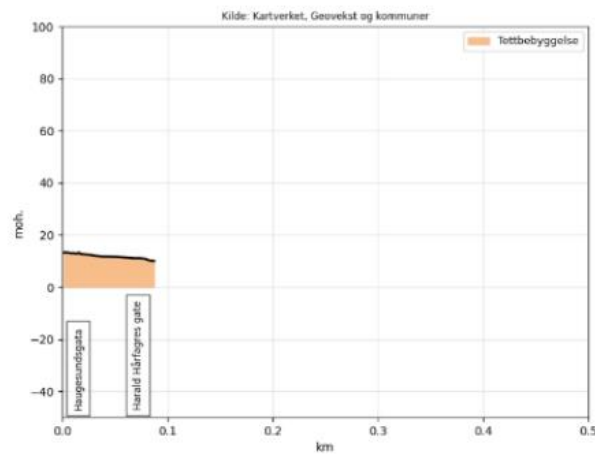
Figur 27 Kapasitet og kommunalt avløpssystem ved Kjelvene Park, utviklet av Stavanger kommune. Tilsendt på e-post fra Stavanger kommune

4.3.2 Topografi

Kjelvene park ligger i en slak bakke på andre siden av vegen Havneringen fra St. Johannes kirke. Helningen for valgt og nærliggende område er regnet ut fra åpningen til Bybrutunnelen, da denne ligger i en bakke som er påtenkt at skal kunneføre med seg vann til området, grunnet ett separatsystem i tunnelen. Høyeste punkt (vist i **Figur 28** med rød prikk) valgt ligger på 16moh og laveste punkt valgt ligger på 12moh, se **figur 28**. Dette gir området en helning på 2,5% med en lengde for høydeprofilen på 160 meter. For selve området blir helningen også 2,5%, se **Figur 29**. For kun området er lengen på høydeprofilen 80 meter, høyeste punkt 14moh og laveste punkt 12moh.

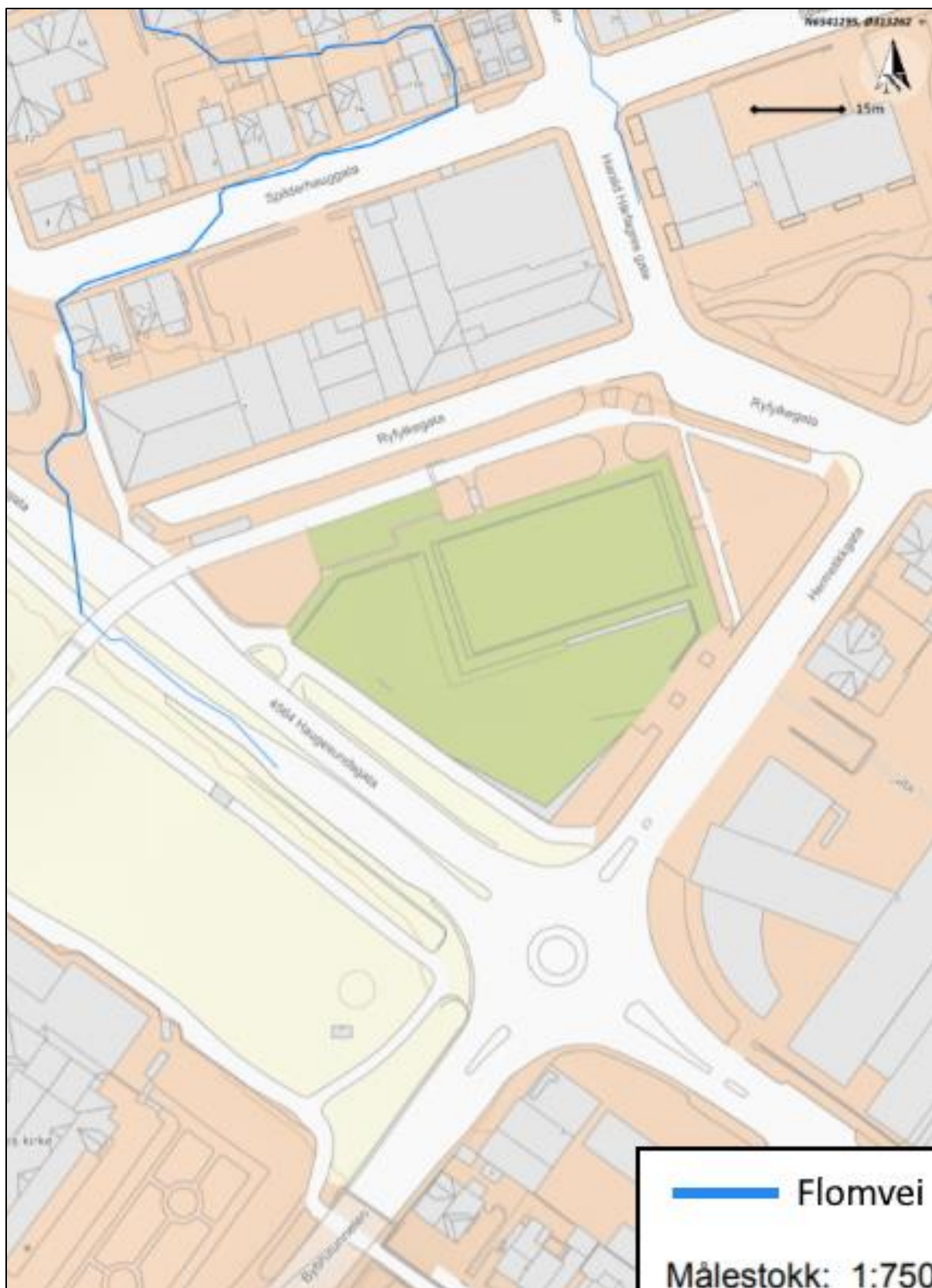


Figur 28 Helning av området med nærliggende område. Gul og svart linje illustrerer lengden målt, med høyeste punkt markert med rød prikk. Kartgrunnlag og kartfunksjoner i Norgeskart.no (Kartverket, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord



Figur 29 Helning av området uten nærliggende område. Gul og svart linje illustrerer lengden målt, med høyeste punkt markert med rød prikk. Kartgrunnlag og kartfunksjoner i Norgeskart.no (Kartverket, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

Flomveier tar utgangspunkt i naturlige avrenningsveier i området ut ifra helningen på stedet. Risikoen for kapasitet på avløpsnettet vist i **Figur 27** med gult felt viser at risikoen for mye overvann er tilstede, og dette kan føre til kapasitetsproblemer på avløpsnettet. Fra **Figur 30** kan de naturlige avrenningslinjene avleses, og ingen av disse går igjennom Kjelvene park, selv om det er risiko for kapasitetsproblemer på det kommunale avløpsnettet og området ligger i helning. Derfor antas det at overvann i området vil inntreffe for Kjelvene park og nærliggende område.



Figur 30 Flomveier i nærheten av Kjelvene park. Kartgrunnlag fra Temakart Rogaland (Rogaland fylkeskommune, 2021). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord



Figur 31 Caseområde med eksisterende grøntareal. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord

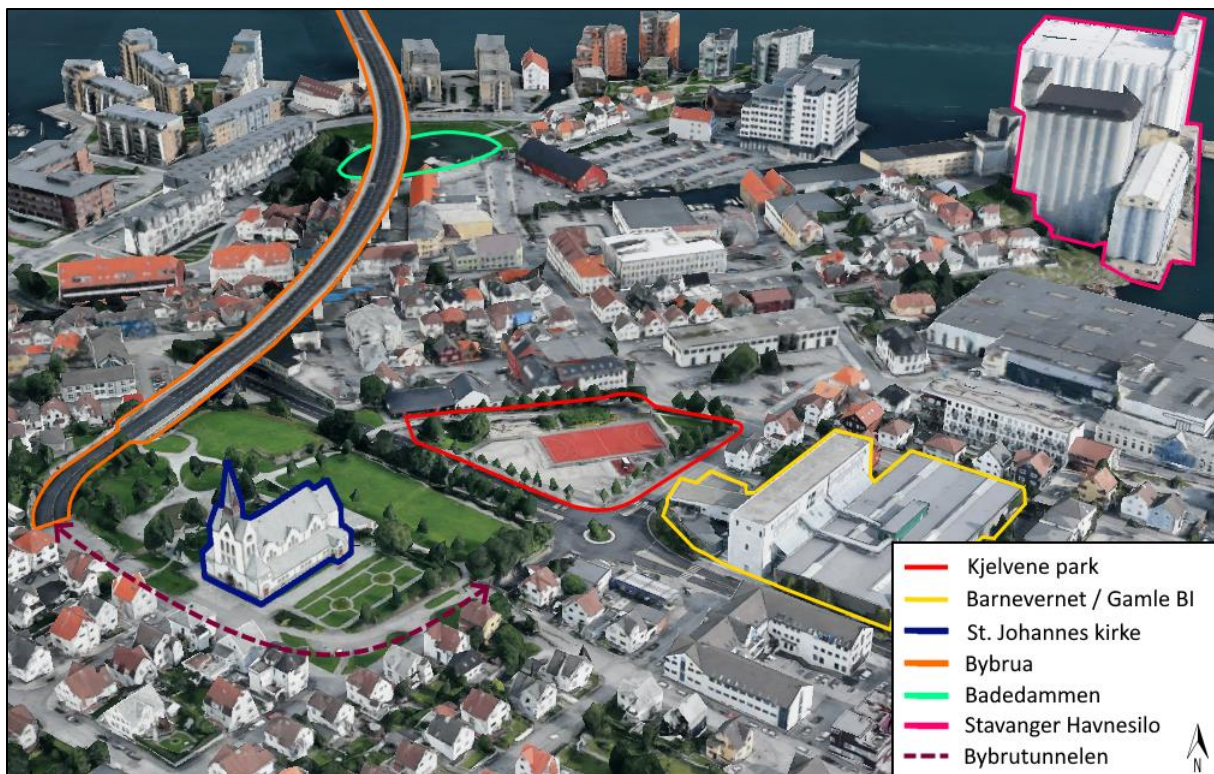
Området har en total grønnstruktur på 1439 m² som kan sees på **Figur 31**. Utenom denne grønnstrukturen er området preget av mye betong over en nedslitt skatepark, asfaltbelagte gangstier, betongbelagte områder og en basket- og fotballbane ilagt gummidekke (se **Figur 40**).

Rett nordøst for valgt område, Kjelve park, ligger en nylig anlagt lekeplass med et grønt preg rundt omliggende, se **Figur 32**. Videre nord for denne lekeplassen er det planlagt nye boligblokker, med en blågrønn passasje for å hjelpe med overvann direkte til resipienten, **Figur 26**.



Figur 32 Fotografi av lekeplass nordøst for Kjelve park. Foto av Nikolai Øyan Kamfjord

Kjelvene er et område innenfor Storhaug og er preget av mange forskjellige bygninger, se **Figur 33**. Mot sør kan man finne boligområde på Storhaug og sør-vest fra Kjelve parken ligger St. Johannes kirke. Nordover på området ligger noen forretninger, noe gjenværende industri med store siloer, boligstruktur og boligblokkstruktur. Det kan også legges merke til fra illustrasjonen i **Figur 33** at ingen av den omkringliggende strukturen på Kjelve har grønne tak.

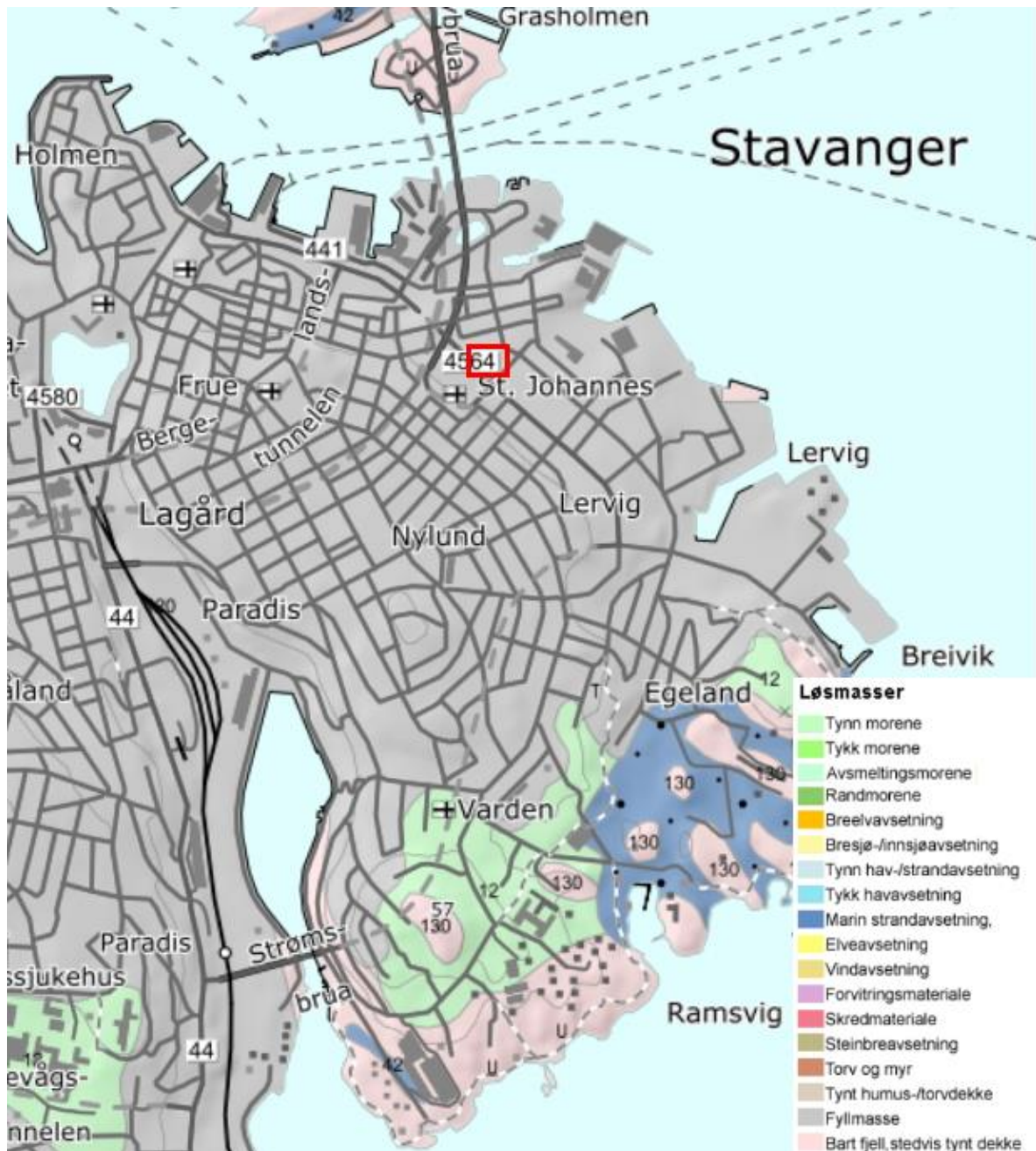


Figur 33 Infrastruktur på Kjelvene og rundt Kjelvene park. Kartgrunnlag fra Google maps (Google Inc., 2005). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord.

4.3.3 Landmasser

Løsmassene på Storhaug er illustrert i kartet for løsmasser i **Figur 34**. Kjelvene park er markert til å ligge innenfor det røde rektangelet. Området er kvalifisert med å ha «Fyllmasse», som også store deler av hele Storhaug ser ut til å være. «Fyllmasse» er definert som «Løsmasser tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet.» (NGU, 1991).

Mesteparten av storhaug ser ut til å være preget av «Fyllmasse», utenom den sørlige delen. Den sørlige delen av Storhaug ser ut til å ha preg av «Tynn morene», «Marin strandavsetning» og «Bart fjell, stedvis tynt dekke». Av dette kan det tyde på at landmassene over hele Storhaug tidligere har hatt den samme løsmassen som sørsiden før menneskelige inngrep har blitt gjort. Fra inspeksjon av Kjelvene park så ligger den i dag for det meste under asfalt, betong eller gummidekke. Selv om parken har en del grønt areal, er det tydelig etter inspeksjon at en god del av dette har mistet sin funksjon og ligger i grus.



Figur 34 Løsmasser på Storhaug i Stavanger. Kjelvene park er markert til å ligge innenfor rødt rektangel. (NGU, i. d.)

Infiltrasjonsevnen til de forskjellige løsmassene varierer, som kan sees i **Figur 35**. Ut fra kartet i **Figur 35**, der Kjelvene park er markert med et rødt rektangel, kan man se at Kjelvene park har som mesteparten av Storhaug ikke klassifisert infiltrasjonsevne. Dette kommer nok av løsmassen som er klassifisert for området, tatt i betraktning at området tidligere har hatt samme stand som sør på Storhaug, vil Kjelvene park sannsynlig ha infiltrasjonsevne «Lite egnet».



Figur 35 Infiltrasjonsevne kart over Storhaug. Kjelvene park er markert med rødt rektangel. (NGU, i. d.)

4.3.4 Eksisterende naturbaserte løsninger

Ut fra fremviste kart og bilder i dette kapittelet, kommer det fram at ingen naturbaserte løsninger for område er tilrettelagt med intensjon. Området bærer selvfølgelig preg av grønnstruktur og grøntareal, derav plener, trær og blomsterbed, men ingen av disse ser ut til å være plassert med intensjon for å håndtere overvann. Den eksisterende grønnstrukturen i området vil selvfølgelig hjelpe noe med overvann, i motsetning til om området kun hadde hatt harde flater. Likevel har området mye harde flater, og en grønnstruktur som ikke ser ut til å kompensere for å håndtere overvannet som vil avrenne disse flatene.

4.3.5 Blågrønn faktor

Den eksisterende parken på Kjelvene, som er det valgte hovedområde for denne oppgaven, har under dagens omstendigheter en blågrønn faktor på 0,41, se **Vedlegg 3**. Dette gjelder for kun det røde område markert i **Figur 20**. Mye av grunnen til at det eksisterende område ikke oppnår Stavanger kommune sine krav om en blågrønn faktor på minimum 0,7 innenfor byggesone A (Stavanger kommune, 2019, s. 14), er nok at store deler av området er ilagt asfalt eller betong. Blomsterbedene i området er heller ikke beregnet som regnbed, da det ikke er funnet noe informasjon om tilstanden til de eksisterende bedene annet enn utført inspeksjon av området.

5 Analyse og beregninger

Under analysen vil det bli sett på tre situasjoner for området for å gi uttrykk for hvordan et slikt område kan bli påvirket av endringer som er gjort, og hva som kan gjøres for å forbedre overvannshåndteringen. Det er derfor valgt å se på tidligere situasjon for området før det ble bygget skatepark og ballbane, dagens situasjon som tar utgangspunkt i data fra 2020 da det er dette som ligger tilgjengelig for offentligheten, og til slutt et eksempel på en eventuell fremtidig situasjon på hvordan blågrønn overvannshåndtering kan påvirke området. Innenfor de tre situasjonene vil det derfor bli sett på avrennings situasjonene, før det vil bli gjort beregninger for implementering av nødvendig størrrelse på regnbed. De ulike situasjonene er:

- Før utvikling av parken i 2004
- Eksisterende situasjon
- Forslag for fremtidig situasjon

Alle utregninger for avrenning er utført med den rasjonelle formelen (Ødegaard, 2014), se **Formel 4**, og konsentrasjonstidene er beregnet med formelen til «Berg et al. (1992) – urbane felt» fra Statens Vegvesen Håndbok V240 (Vegdirektoratet, 2020), se **Formel 3**. Intensiteten er lest av i IVF kurver tilsendt på e-post av Stavanger kommune, og kan sees i **Vedlegg 1**. Videre for beregning av areal og volum av regnbed, er regnvelopmetoden brukt (Norsk Vann, i. d.), se **Formel 6-9**.

$$t_k = 0,02 \times L_F^{1,15} \times \Delta h^{-0,39}$$

t_k = Konsentrasjonstiden i minutter
 L_F = Feltlengden i meter [m]
 Δh = Feltet sin høydeforskjell i meter [m]

Formel 3 «Berg et al. (1992) – urbane felt» formel for konsentrasjonstid (Vegdirektoratet, 2020)

$$Q = I \times C \times A \times K_f$$

Q = Dimensjonerende vannføring [l/s]
 I = Nedbørintensitet [l/(s*ha)]
 C = Avrenningskoeffisient
 A = Totalt feltareal [ha]
 K_f = Klimafaktor

Formel 4 Rasjonelle formel for dimensjonerende vannføring (Ødegaard, 2014)

$$C_{midl} = \frac{\sum A_n \times C_n}{\sum A}$$

C_{midl} = Midlere avrenningskoeffisient

A_n = Areal for delareal [ha]

C_n = Koeffisient for delareal

A = Totalt feltareal [ha]

Formel 5 Formel for midlere avrenningskoeffisient (Ødegaard, 2014)

$$A_{regnb} = \frac{V_{inn}}{h_{maks} + K_h \times t_r}$$

A_{regnb} = Overflateareaet på regnb [m²]

V_{inn} = Tilrenningsvolumet fra feltet [m³]

h_{maks} = Maksimale vannstand [m]

K_h = Filtermedium [m/min]

t_r = Regnvarigheten [min]

Formel 6 Formel for overflateareaet på regnb (Norsk Vann, i. d.)

$$V_{inn} = A \times I \times C \times t_r \times K_f$$

V_{inn} = Tilrenningsvolumet fra feltet [m³]

A = Totalt feltareal [ha]

I = Nedbørintensitet [l/(s*ha)]

C = Avrenningskoeffisient

t_r = Regnvarigheten [min]

K_f = Klimafaktor

Formel 7 Formel for tilrenningsvolum fra feltet (Norsk Vann, i. d.)

$$V_{ut} = Q_{mid.} \times t_r$$

V_{ut} = Utløpsmengde fra regnbed [m^3]

$Q_{mid.}$ = Konstant vannføring [l/s]

t_r = Regnvarigheten [min]

Formel 8 Formel for utløpsmengde fra regnbed (Norsk Vann, i. d.)

$$V_{mag.} = V_{inn} - V_{ut}$$

$V_{mag.}$ = Magasinvolument for regnbed [m^3]

V_{inn} = Tilrenningsvolumet fra feltet [m^3]

V_{ut} = Utløpsmengde fra regnbed [m^3]

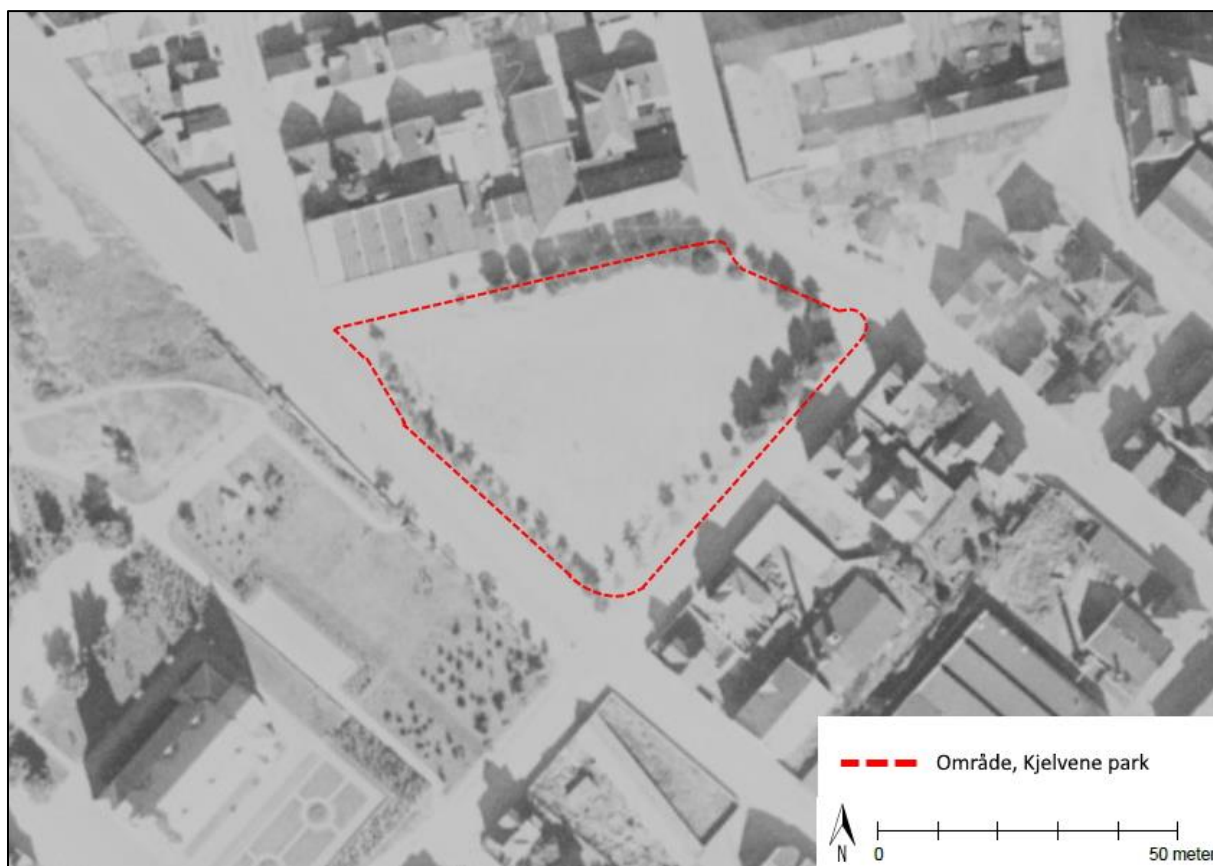
Formel 9 Formel for magasinvolument for regnbed (Norsk Vann, i. d.)

5.1 Avrenning fra nærliggende område

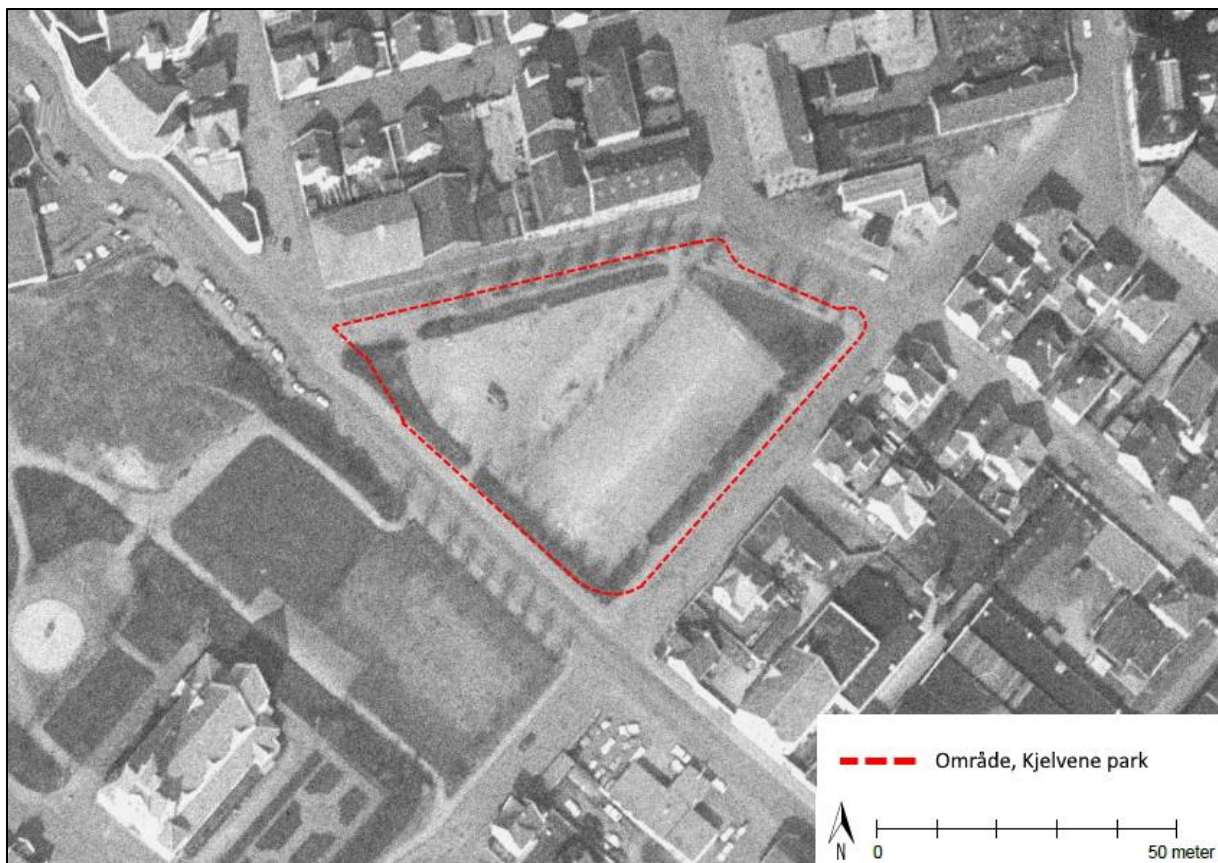
Avrenning fra nærliggende område er valgt med et gult felt som kan sees i **Figur 20**. Ut ifra situasjonen avgitt i **Figur 27**, som viser at det kan bli kapasitetsproblemer på avløpsnett, er det valgt å se på hvordan Kjelveve park kan hjelpe med dette. Det er videre gjort beregninger for dette vedliggende område kun i eksisterende situasjon og eksempel på fremtidig situasjon med blågrønn struktur innlagt. Utrekninger er gjort også uten vedliggende område for å videre gi en sammenlignende forståelse på hvordan blågrønn struktur kan hjelpe et avløpsnett som kan utvikle belastningsproblemer.

5.2 Avrennings situasjon før utvikling av Kjelvene park

For å utvikle en forståelse av hvordan området så ut før utbygging med blant annet skatepark og ballbane, men også i tillegg av mye betong og asfalt, er det tatt utgangspunkt i hvordan området fremstår i gamle flyfotografier fra 1937 og 1968. Flyfoto fra 1937 kan sees i **Figur 36** hvor området er markert i rød stiplet linje. Flyfotoet fra 1937 er ikke av beste kvalitet og det er vanskelig å vite hva som befinner seg innad i området, men det er derfor tatt høyde for at det er en park med gressplen. På flyfoto fra 1968, **Figur 37**, hvor område også er markert i rødt, kommer det bedre fram hva som befinner seg innad i området. Her kan det minne om en park som har fått fotballbaner i grus.

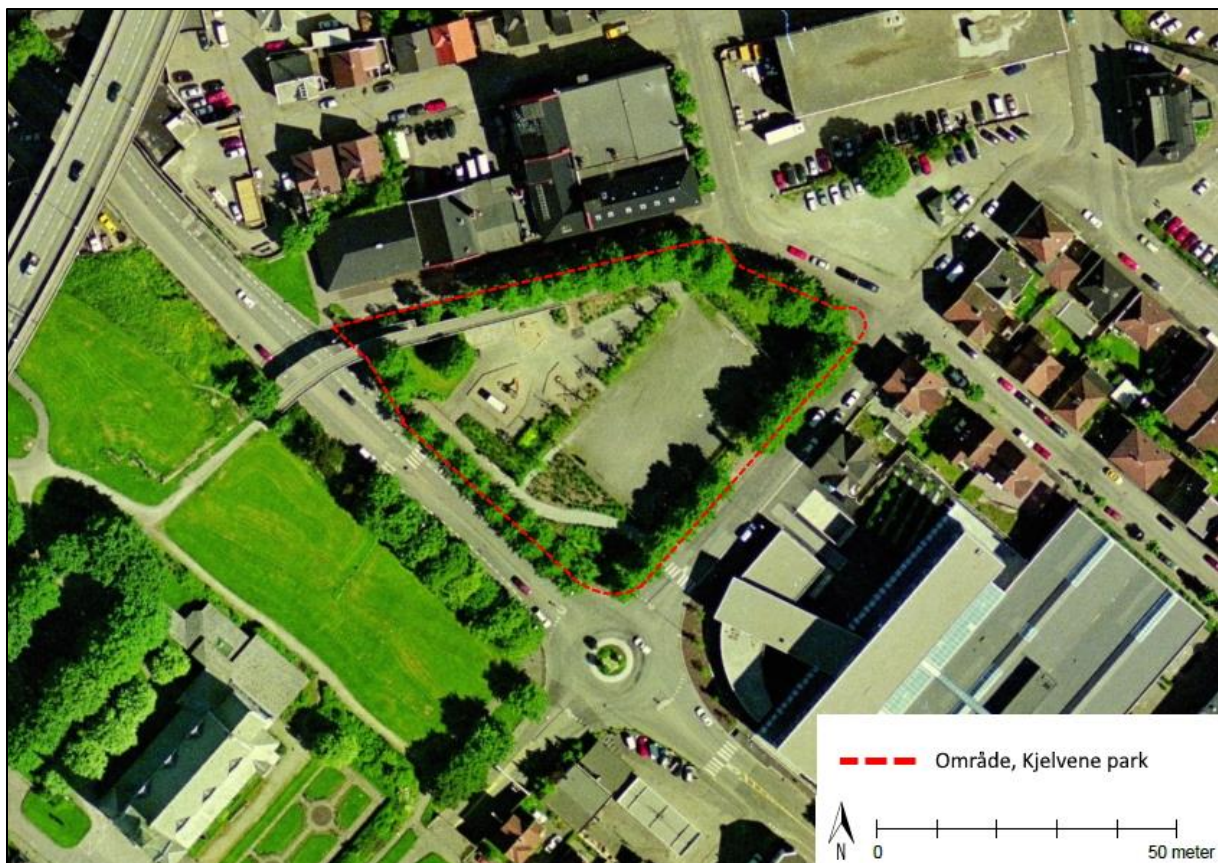


Figur 36 Flyfoto fra 1937. Kjelvene park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord



Figur 37 Flyfoto fra 1968. Kjelvene park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

For å få bedre oversikt over hvordan området var før total ombygging i 2004 (Hoydal, 2021), er det også valgt å ta med flyfoto fra 2003, som kan sees i **Figur 38**. Her kommer det tydeligere fram at området for det meste består av grus, sand og grønstruktur.



Figur 38 Flyfoto fra 2003. Kjelvene park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

Flyfotoene fra 1937, 1968 og 2003 har alle vært med på å påvirke beslutningen om valg av avrenningskoeffisient for området før utbyggingen som skjedde i 2004. Ut ifra **Tabell 2** som er framlagt på Stavanger Kommune sine sider som omhandler krav ved utregninger for overvann i kommunen for opprinnelig påslipp, er det valgt en avrenningskoeffisient på 0,2. Denne avrenningskoeffisienten er for parker og åpne plasser som tilsvarer hva som fremtrer i flyfotoene fra 1937, 1968 og 2003.

Tabell 2 Tabell for koeffisienter utviklet av Stavanger kommune for å bergne opprinnelig påslipp (Stavanger kommune, 2020)

Type areal	koeffisient (c)
Takflater, gater og gårds-plasser med permanente dekker, fjell i dagen	0,80-0,90
Sterkt hellende parkområder med noe fjell og uten særlig vegetasjon	0,40 – 0,50
Grusete veier og gater	0,20 – 0,30
Parker og åpne plasser	0,10 – 0,20
Dyrket mark og eng	0,05 – 0,10
Skogsterreng	0,01 – 0,10
<i>Disse ca. verdiene brukt på et byområde:</i>	
Åpen villabebyggelse med store tomter	0,20 - 0,25
Tett villabebyggelse	0,25 - 0,35
Rekkehus med hager	0,35 - 0,40
Åpen blokkbebyggelse	0,50 - 0,55
Halvåpen høybebyggelse	0,60 - 0,75
Tett høybebyggelse i bysentra	0,75 - 0,90

Det er videre valgt å ta utgangspunkt i en 50års flom, som gjelder alle situasjonene i dette kapittelet, da det er forbeholdt å kunne sikre området mot en så krevende som mulig situasjon. Dette er valgt ut ifra **Tabell 3** fra Rogaland fylkeskommunes «*Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering*» (Rogaland fylkeskommune, 2020), dette er for å gi et mest mulig helhetlig bilde av hvordan utviklingen av området har påvirket avrenningssituasjonen, som også er påvirket av klimaendringer. Intensiteten er hentet fra IVF kurver som kan sees i **Vedlegg 1**, og konsentrasjonstiden for å velge intensitet er beregnet ut ifra Berg et al. (1992) – urbane felt (Vegdirektoratet, 2020), **Formel 3**. Feltet har en lengde på 80 meter og en høydeforskjell på 2 meter. Videre er det ikke tatt med en klimafaktor for denne situasjonen da den regnes for før utbygging i 2004, så klimafaktor er derfor satt til 1. Den rasjonelle formelen er valgt for å regne ut avrenningen, **Formel 4**.

Tabell 3 Tabell for valg av gjentakelses intervall. Tabell hentet fra «Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering» (Rogaland fylkeskommune, 2020)

Gruppe	Plassering	Frekvens
1	Landbruksområder og utmark med svært liten fare for skader ved eventuelle oversvømmelser.	10 år
2	Alle områder som ikke omfattes av gruppe 1 eller 3.	20 år
3	Områder der oversvømmelse gir spesielt store økonomiske og/eller samfunnsmessige ulemper.	50 år

$$t_k = 0,02 \times L_F^{1,15} \times \Delta h^{-0,39} = 0,02 \times 80^{1,15} \times 2^{-0,39} = 2,6977 \text{ min} \approx 3 \text{ min}$$

Nå som konsentrasjonstiden er regnet ut til å være 3 minutter kan intensiteten bli bestemt til å være 426,9 l/s*ha ut ifra IVF kurven i **Vedlegg 1**. Arealet av parken er anslått til å være 5394 m², eller 0,5394 ha. Ved denne informasjonen kan avrennings situasjonen for område regnes ut med den rasjonelle formelen:

$$Q = I \times C \times A \times K_f = 426,9 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,2 \times 0,5394 \text{ ha} \times 1 = 46,05 \text{ l/s}$$

Dette viser at parken tidligere hadde stor påvirkning i hvor mye vann som ble infiltrert i området. Denne parken kan derfor sees på som sentral for en ellers urban bystruktur, før den ble utviklet til å også bli en mer urban park i 2004.

5.3 Eksisterende situasjon

Dagens situasjon er preget av mye tette flater etter ombyggingen av parken i 2004, som inkluderer en skatepark og en ballbane med gummidekke. Beregninger for eksisterende situasjon er basert på kartdata fra 2020, da dette er det mest tilnærmet tilgjengelige i forhold til hvordan området ser ut.

Det er i mai 2021 observert at den eksisterende skateparken er under renovasjon, men ingen planer eller grunn for dette er funnet på nett. Derfor tar all utregning for eksisterende situasjon utgangspunkt i hvordan Kjelvene park var før denne reoveringen. Videre er beregningene delt i to grupper, en med og en uten et tilleggfelt for avrenning fra nærliggende område. Området valgt som nærliggende er vegen som strekker seg fra bybro tunellen og langs Kjelvene park, også markert i

Figur 20. Dette delkapittelet tar derfor for seg to situasjoner, delt inn i underkapitler, for å senere gi en bedre diskusjon om hvorfor blågrønne løsninger kan være nyttig.

For begge beregninger vedrørende eksisterende situasjon er midlere avrenningskoeffisient for dagens situasjon tatt utgangspunkt i **Tabell 4**. Denne tabellen er bestemt fra Stavanger kommune å brukes for felt den dag i dag, da denne tabellen har faktorer mer tilrettelagt klimaendringer (Stavanger kommune, 2020). Utover dette er det også bestemt av Rogaland fylkeskommune å bruke en klimafaktor på 1,2, som tilsvarer 20% (Rogaland fylkeskommune, 2020).

Tabell 4 Avrenningskoeffisienter fra «Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering» (Rogaland fylkeskommune, 2020)

Type Areal	Koeffisient ©
Tette flater	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

5.3.1 Kjelvene park uten nærliggende område.



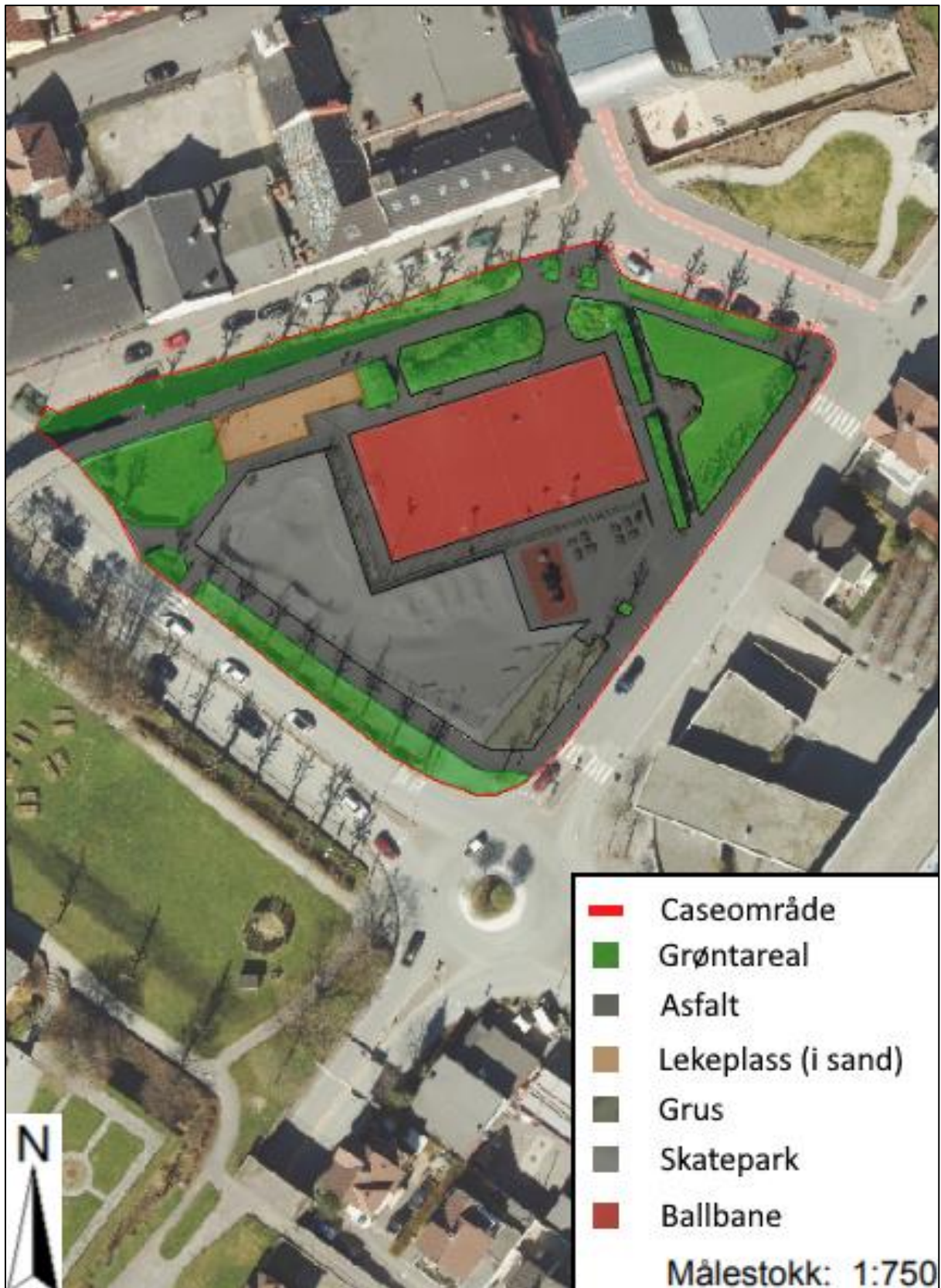
Figur 39 Flyfoto fra 2020. Kjelvene park markert med rød stiple linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

Dagens situasjon for parken kan sees i **Figur 39**, markert rødt. For området er midlere avrenningskoeffisient regnet ut fra den rasjonelle metoden for dette, og kan sees i **Tabell 5**, som også inkluderer størrelsen på området med enkeltvis størrelse på forskjellige felt. Disse feltene kan sees i **Figur 40**.

$$C_{midl} = \frac{\sum An \times Cn}{\sum A} = 0,75$$

Tabell 5 Avrenningskoeffisienter Kjelvene park uten nærliggende område

	Areal i m ²	Areal i ha	Koeffisient
Totalt areal (m ²):	5394	0,5394	0,75
Grøntareal:	1439	0,1439	0,3
Lekeplass (i sand)	130	0,013	0,5
Ballbane	805	0,0805	0,85
Betong flate	985	0,0985	0,95
Grus	113	0,0113	0,7
Asfalt	1922	0,1922	0,95



Figur 40 Eksisterende situasjon med område avgrensninger. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord

Konsentrasjonstiden er beregnet ut ifra Berg et al. (1992), og denne konsentrasjonstiden ble den samme som før utvikling. Denne formelen gjelder urbane felt, og er valgt brukt i alle beregninger for konsentrasjonstiden. Derfor er konsentrasjonstiden for eksisterende situasjon også valgt til å være 3 minutter. Da det også er valgt å se på en gjentakelse med 50år i dette tilfellet også, blir intensiteten fra IVF kurven valgt til å være 426,9 l/s*ha, se **Vedlegg 1**. Avrenningen for det eksisterende feltet i dagens situasjon kan da bli beregnet:

$$Q = I \times C \times A \times K_f = 426,9 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,75 \times 0,5394 \text{ ha} \times 1,2 = 207,24 \text{ l/s}$$

Utbyggingen av området som skjedde i 2004 har ført til at området fikk en økt avrenning på 161,19 l/s sammenlignet med hvordan området var før utbyggingen og beregningene gjort for den situasjonen.

5.3.2 Kjelvene park med nærliggende område



Figur 41 Flyfoto fra 2020. Kjelvene park markert med rød stiple linje og nærliggende område markert med gul stiple linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord

Det nærliggende området som er tatt med i denne beregningen kan sees som markert gult i **Figur 41**. Dette tilleggsområdet er valgt for å løse mulige kapasitetsproblemer innenfor dette området, og beregning av avrenning totalt for begge områder må da utføres. Ny midlere avrenningskoeffisient for hele området må nå beregnes, se **Tabell 6**.

Tabell 6 Avrenningskoeffisienter for Kjevene parken med nærliggende område

	Areal i m ²	Areal i ha	Koeffisient
Totalt areal (m ²):	7224,5	0,72245	0,79
Grøntareal:	1470,41	0,147041	0,3
Lekeplass (i sand)	130	0,013	0,5
Ballbane	805	0,0805	0,85
Betong flate	985	0,0985	0,95
Grus	113	0,0113	0,7
Asfalt	3721,09	0,372109	0,95

$$C_{midl} = \frac{\sum A_n \times C_n}{\sum A} = 0,79$$

Grunnet at området er større med angitt tilleggsområde, så må også ny konsentrasjonstid beregnes. Ny konsentrasjonstid er beregnet ut i fra Berg et al. (1992) sin formel for urbane felt, med informasjon om at feltet har en lengde på 160 meter og en høyde forskjell på 4 meter, se **Figur 28**.

$$t_k = 0,02 \times L_F^{1,15} \times \Delta h^{-0,39} = 0,02 \times 160^{1,15} \times 4^{-0,39} = 3,99 \text{ min} \approx 4 \text{ min}$$

Med denne konsentrasjonstiden beregnet, er det ut ifra IVF kurven i **Vedlegg 1** satt en intensitet til 383,7 l/s*ha. Ved å fortsatt ha en klimafaktor satt på 20%, så blir ny avrenning for hele dette området beregnet:

$$Q = I \times C \times A \times K_f = 383,7 \text{ l/s} \times ha \times 0,79 \times 0,72245 ha \times 1,2 = 262,79 \text{ l/s}$$

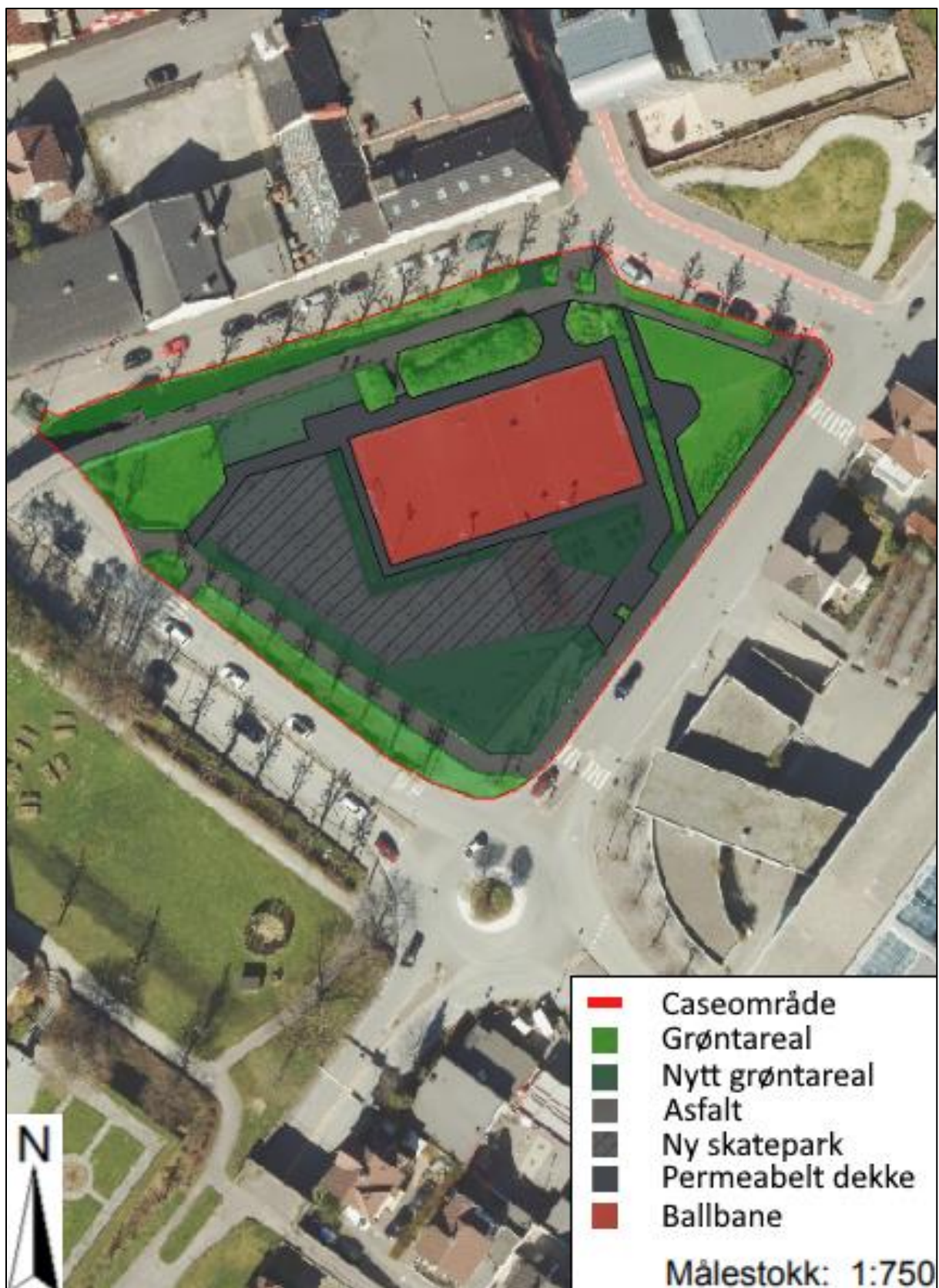
Denne avrenningen for området kan sees på som ganske høy for et slikt lite område, og med tanke på at avløpsnettet kan få dreneringsproblemer som vist i **Figur 27**.

5.4 Kjelvene park med blågrønn overvannshåndtering

Formålet med forslaget er å få Kjelvene park til å bli et område med en blågrønn faktor på 0,7, etter Stavanger kommune sine krav (Stavanger kommune, 2019). I tillegg til dette er formålet å omgjøre området godt nok til å kunne håndtere en avrenning ved et 50 års tilfelle, også med valgt nærliggende område. Videre er det naturligvis ønskelig at en ny løsning kan være med på å bedre bykvaliteten.

5.4.1 Implementering av grønnstruktur for området

Det er valgt å prøve å redusere det tette arealet mest mulig for Kjelvene park. Dette kan gjøres ved å redusere skateparkens størrelse, implementere flere grøntarealer og gjøre gangstiene innad det indre av området til permeabelt dekke. Det som vil bli beholdt av asfalt i dette forslaget er gangstien som er langs ytterlinjen av området. Se **Figur 42**.



Figur 42 Illustrasjon av området etter implementering av ny grønstruktur. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord

For å øke den blågrønne faktoren for området er valg av struktur tatt på bakgrunn av å gi området den tilhørigheten og preg det har under eksisterende situasjon. Derfor er ballbanen valgt å beholde, og skateparken vil få en oppgradering, selv om den blir mindre, for å implementere mer grøntareal. Skateparken er tenkt å ha en svak helning for å føre overvann mot vannrenner som vil lede videre til fordøying.

5.4.1.1 Fremtidig avrenning med valgt struktur, uten nærliggende område

En fremtidig avrenning med valgt struktur kan nå regnes ut for området. Ny midlere avrenningskoeffisient er derfor beregnet med den rasjonelle metoden og kan sees i **Tabell 7**.

$$C_{midl} = \frac{\sum An \times Cn}{\sum A} = 0,56$$

Tabell 7 Fremtidig avrenningskoeffisienter med valgt struktur, uten nærliggende område

	Areal i m ²	Areal i ha	Koeffisient
Totalt areal	5394	0,5394	0,56
Grøntareal:	2281,687	0,2281687	0,3
Ballbane	805	0,0805	0,85
Betong flate	772,6134	0,07726134	0,95
Permeabelt dekke	586,7683	0,05867683	0,7
Asfalt	947,9313	0,09479313	0,95

Konsentrasjonstiden ved hjelp av Berg et al. (1992) sin formel for urbane felt er den samme som før utvikling av Kjelvepark og den eksisterende situasjonen. Dette er grunnet at helningen og lengden for området står uendret. Konsentrasjonstiden er derfor også i dette tilfellet satt til 3 minutter. Ut ifra denne konsentrasjonstiden bli intensiteten valgt til å være den samme som tidligere, da det også her er valgt å se på en 50 års gjentakelsesperiode. Intensiteten er derfor satt til å være 426,9 l/s*ha, se **Vedlegg 1**, og det er fortsatt tatt forbehold med en klimafaktor på 20%. Dermed kan fremtidig avrenning for område kan nå beregnes:

$$Q = I \times C \times A \times K_f = 426,9 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,56 \times 0,5394 \text{ ha} \times 1,2 = 153,85 \text{ l/s}$$

Med foreslåtte tiltak for en fremtidig struktur av området vil avrenningen til området bli redusert med 53,39 l/s. Sammenlignet med situasjonen før utbyggingen av området, vil forskjellen på avrenning være 107,8 l/s.

5.4.1.2 Fremtidig avrenning med valgt struktur, med nærliggende område

Det er valgt å beregne fremtidig avrenning med valgt struktur også med valgt nærliggende område. En ny midlere avrenningskoeffisient er derfor beregnet for hele dette området og kan sees i **Tabell 8**.

$$C_{midl} = \frac{\sum An \times Cn}{\sum A} = 0,65$$

Tabell 8 Fremtidig avrenningskoeffisienter med valgt struktur, med nærliggende område

	Areal i m ²	Areal i ha	Koeffisient
Totalt areal	7224,5	0,72245	0,65
Grøntareal:	2313,097	0,2313097	0,3
Ballbane	805	0,0805	0,85
Betong flate	772,6134	0,07726134	0,95
Permeabelt dekke	586,7683	0,05867683	0,7
Asfalt	2747,0213	0,27470213	0,95

Konsentrasjonstiden i dette tilfellet er også valgt til å være 4 minutter, som tidligere beregnet med Berg et al. (1992) sin formel for urbane felt. Beregningen for konsentrasjonstiden vil i dette tilfellet forbli den samme for Kjelvene park med nærliggende område, da helning og høyde ikke er endret. Intensiteten kan da avleses fra IVF kurven til å være den samme, da det også i dette tilfellet sees på en 50års gjentagelsesperiode, og er satt til 383,7 l/s*ha, se **Vedlegg 1**. Det er videre valgt å beholde klimafaktoren, som er satt av Stavanger kommune på 20%. Med dette bestemt, kan ny avrenning for området med valgt struktur sammen med nærliggende område beregnes:

$$Q = I \times C \times A \times K_f = 383,7 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,65 \times 0,72245 \text{ ha} \times 1,2 = 217,41 \text{ l/s}$$

Med valgte omgjøringer på strukturen til området og det nærliggende området i betraktning for avrenningen, vil avrenningen reduseres 48,71 l/s sammenlignet med eksisterende situasjon med nærliggende område.

5.4.2 Beregning av regnbed

For å kunne løse denne høye avrenningen på området ved en 50 års gjentakelsesperiode er det valgt å se på beregning av regnbed. For å finne ut av hvor store regnbed som er nødvendig er det satt noen forhåndskriterier til regnbedene som ønskes implementert. Regnbedene sin infiltrasjon for filtermedium tar utgangspunkt i et pilotprosjekt fra Oslo fra 2009 (Paus & Braskerud, Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold, 2013), og filtermedium som er valgt vil være på 0,37 m/t som tilsvarer 0,006 m/min. Vannet vil altså bli opphold i regnbedet, som har en dybde på 0,25 meter, likt som regnbedene i Deichmans gate. Ved å ha valgt disse kriteriene for regnbedene kan nødvendig areal og nødvendig volum for regnbedene beregnes.

Etter eksisterende situasjon med beregninger gjort så tillates det en avrenning på 207,24 l/s uten nærliggende område og en avrenning på 266,12 l/s med nærliggende område, til kommunalt avløp. Avrenningen for situasjonen før utbyggingen som skjedde i 2004 er beregnet til 46,05 l/s, og denne beregningen er gjort med hensyn til å gi en mest mulig lik beregning for alle tilfeller i denne oppgaven. Videre er det sagt av Stavanger kommune at maksimalt tillatt påslipp av overvann til offentlig nett er å beregne ut ifra timinuttersregn med en nedbørintensitet på 140 l/s*ha (Stavanger kommune, 2020).

Om denne grensen tas hensyn til for å regne ut maksimal tillatt påslipp til eksisterende avløpsnett, blir avrenningen for dette avgitt med krav gitt for Kjelveve park før eksisterende situasjon:

$$Q = I \times C \times A \times K_f = 140 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,2 \times 0,5394 \text{ ha} \times 1 = 15,1 \text{ l/s}$$

Denne avrenningen på 15,1 l/s som grense til kommunalt avløp, vil bli satt som krav i videre analyseberegninger vedrørende maksimalt volum av regnbed.

5.4.2.1 Beregning av nødvendig areal for regnbed, uten nærliggende område

Nødvendig areal er beregnet for regnbed i området og kan sees i **Tabell 9**.

Tabell 9 Beregning av areal for regnbed, uten nærliggende område

					$V_{inn} = A * C * I * t_r * K_f$			$A_{regnbed} = V_{inn} / (h_{maks} + K_h * t_r)$
t_r [min]	I [l/(s*ha)]	A [ha]	C	K_f	V_{inn} [m ³]	K_h [m/min]	h_{maks} [m]	$A_{regnbed}$ [m ²]
1	560,9	0,5394	0,55678042	1,2	12,12866031	0,006	0,25	47,37757933
2	484,6	0,5394	0,55678042	1,2	20,95756387	0,006	0,25	79,99070178
3	426,9	0,5394	0,55678042	1,2	27,69330586	0,006	0,25	103,3332308
5	340,5	0,5394	0,55678042	1,2	36,81412761	0,006	0,25	131,4790272
10	232,9	0,5394	0,55678042	1,2	50,3612941	0,006	0,25	162,4557874
15	188,9	0,5394	0,55678042	1,2	61,27038507	0,006	0,25	180,2070149
20	183,4	0,5394	0,55678042	1,2	79,31525408	0,006	0,25	214,3655516
30	144,5	0,5394	0,55678042	1,2	93,73817515	0,006	0,25	217,9957562
45	100	0,5394	0,55678042	1,2	97,30606417	0,006	0,25	187,1270465
60	80,8	0,5394	0,55678042	1,2	104,8310665	0,006	0,25	171,8542073
90	62,9	0,5394	0,55678042	1,2	122,4110287	0,006	0,25	154,9506693
120	61,5	0,5394	0,55678042	1,2	159,5819452	0,006	0,25	164,5174693
180	45,7	0,5394	0,55678042	1,2	177,8754853	0,006	0,25	133,7409664

Det største arealet i **Tabell 9**, også markert grønt, er det nødvendige arealet området må ha for å kunne håndtere overvannet. Som sett ut av tabellen er dette arealet 218 m², og det maksimale volumet i henhold til dette vil da være 218m² * 0,25m = 54,5m³.

5.4.2.2 Beregning av nødvendig areal for regnbed, med nærliggende område

For å se på den nødvendige arealberegningen for regnbed for området med det nærliggende området er en ny tabell utredet, **tabell 10**.

Tabell 10 Beregning av areal for regnbed, med nærliggende område

					$V_{inn} = A * C * I * tr * K_f$			Aregnbet = $V_{inn} / (h_{maks} + Kh * tr)$
tr [min]	I [l/(s*ha)]	A [ha]	C	Kf	Vinn [m ³]	Kh [m/min]	hmaks [m]	Aregnbet [m ²]
1	560,9	0,72245	0,653586	1,2	19,06902433	0,006	0,25	74,48837627
2	484,6	0,72245	0,653586	1,2	32,95007733	0,006	0,25	125,7636539
3	426,9	0,72245	0,653586	1,2	43,54020227	0,006	0,25	162,4634413
5	340,5	0,72245	0,653586	1,2	57,88021735	0,006	0,25	206,715062
10	232,9	0,72245	0,653586	1,2	79,1794574	0,006	0,25	255,4176045
15	188,9	0,72245	0,653586	1,2	96,33104016	0,006	0,25	283,3265887
20	183,4	0,72245	0,653586	1,2	124,7016959	0,006	0,25	337,0316105
30	144,5	0,72245	0,653586	1,2	147,3778222	0,006	0,25	342,7391213
45	100	0,72245	0,653586	1,2	152,9873586	0,006	0,25	294,2064589
60	80,8	0,72245	0,653586	1,2	164,818381	0,006	0,25	270,1940673
90	62,9	0,72245	0,653586	1,2	192,4580972	0,006	0,25	243,6178445
120	61,5	0,72245	0,653586	1,2	250,8992682	0,006	0,25	258,6590394
180	45,7	0,72245	0,653586	1,2	279,6608916	0,006	0,25	210,2713471

Som tidligere er også her det største nødvendige arealet for håndtering av overvann i regnbed markert grønt, som sees i **Tabell 10**. Ut ifra denne tabellen kommer det fram av dette arealet er 342,74 m², videre vil det maksimale volumet i henhold til dette da bli 342,74m²*0,25m = 85,69m³.

5.4.2.3 Beregning av nødvendig volum for regnbed etter satte krav, uten nærliggende område

Det satte kravet for påslipp til kommunalt avløp fra regnbed er som tidligere nevnt satt til 15,1 l/s.

For å finne nødvendig volum for regnbed der en konstant vannføring til kommunalt avløp vil være på 15,1 l/s er dette blitt gjort i en tabell, **Tabell 11**:

Tabell 11 Beregning av volum for regnbed, uten nærliggende område

tr [min]	I [l/(s*ha)]	A [ha]	C	Kf	$V_{inn} = A * C * I * tr * Kf$ $V_{inn} [m^3]$	KRAV Q_{mid}	$V_{ut} = Q_{mid} * tr$ $V_{ut} [m^3]$	$V_{mag} = V_{inn} - V_{ut}$ $V_{mag} [m^3]$
1	560,9	0,5394	0,55678042	1,2	12,1286603	15,1	0,906	11,2226603
2	484,6	0,5394	0,55678042	1,2	20,9575639	15,1	1,812	19,1455639
3	426,9	0,5394	0,55678042	1,2	27,6933059	15,1	2,718	24,9753059
5	340,5	0,5394	0,55678042	1,2	36,8141276	15,1	4,53	32,2841276
10	232,9	0,5394	0,55678042	1,2	50,3612941	15,1	9,06	41,3012941
15	188,9	0,5394	0,55678042	1,2	61,2703851	15,1	13,59	47,6803851
20	183,4	0,5394	0,55678042	1,2	79,3152541	15,1	18,12	61,1952541
30	144,5	0,5394	0,55678042	1,2	93,7381752	15,1	27,18	66,5581752
45	100	0,5394	0,55678042	1,2	97,3060642	15,1	40,77	56,5360642
60	80,8	0,5394	0,55678042	1,2	104,831066	15,1	54,36	50,4710665
90	62,9	0,5394	0,55678042	1,2	122,411029	15,1	81,54	40,8710287
120	61,5	0,5394	0,55678042	1,2	159,581945	15,1	108,72	50,8619452
180	45,7	0,5394	0,55678042	1,2	177,875485	15,1	163,08	14,7954853

Ut fra **Tabell 11**, kan maksimale nødvendig volum, markert i grønt, for regnbedene med de satte kravene leses av til å være 66,56m³.

5.4.2.4 Beregning av nødvendig volum for regnbed etter satte krav, med nærliggende område

Med samme kravet for et jevnt påslipp fra regnbed på 15,1 l/s til kommunalt avløp er nødvendig volum for område med nærliggende område beregnet i **Tabell 12**:

Tabell 12 Beregning av volum for regnbed, med nærliggende område

					$V_{inn} =$ $A * C * I * tr * Kf$	KRAV	$V_{ut} = Q_{mid} * tr$	$V_{mag} = V_{inn} -$ V_{ut}
tr [min]	I [l/(s*ha)]	A [ha]	C	Kf	V_{inn} [m ³]	Q_{mid}	V_{ut} [m ³]	V_{mag} [m ³]
1	560,9	0,72245	0,653586	1,2	19,0690243	15,1	0,906	18,1630243
2	484,6	0,72245	0,653586	1,2	32,9500773	15,1	1,812	31,1380773
3	426,9	0,72245	0,653586	1,2	43,5402023	15,1	2,718	40,8222023
5	340,5	0,72245	0,653586	1,2	57,8802174	15,1	4,53	53,3502174
10	232,9	0,72245	0,653586	1,2	79,1794574	15,1	9,06	70,1194574
15	188,9	0,72245	0,653586	1,2	96,3310402	15,1	13,59	82,7410402
20	183,4	0,72245	0,653586	1,2	124,701696	15,1	18,12	106,581696
30	144,5	0,72245	0,653586	1,2	147,377822	15,1	27,18	120,197822
45	100	0,72245	0,653586	1,2	152,987359	15,1	40,77	112,217359
60	80,8	0,72245	0,653586	1,2	164,818381	15,1	54,36	110,458381
90	62,9	0,72245	0,653586	1,2	192,458097	15,1	81,54	110,918097
120	61,5	0,72245	0,653586	1,2	250,899268	15,1	108,72	142,179268
180	45,7	0,72245	0,653586	1,2	279,660892	15,1	163,08	116,580892

Maksimale nødvendig volum for regnbedene med satte krav i område med nærliggende område er ut ifra **Tabell 12** beregnet til å være 120,2m³, markert i grønt i tabellen.

5.4.2.5 Beregning av volum uten påslipp til kommunalt avløpssystem, uten nærliggende område

Det er valgt å se på hvor stort nødvendig volum må være når det i tillegg er satt 0 l/s som krav for påslipp til kommunalt avløp. Altså er det beregnet volum ved ingen videre påslipp fra regnbedene. Først er det da sett på nødvendig volum med null påslipp kun i Kjelvene park området, se **Tabell 13**.

Tabell 13 Beregning av volum for regnbed ved null påslipp til kommunalt avløpssystem, uten nærliggende område

tr [min]	I [l/(s*ha)]	A [ha]	C	Kf	$V_{inn} = A * C * I * tr * Kf$ $V_{inn} [m^3]$	KRAV Q_{mid}	$V_{ut} = Q_{mid} * tr$ $V_{ut} [m^3]$	$V_{mag} = V_{inn} - V_{ut}$ $V_{mag} [m^3]$
1	560,9	0,5394	0,55678042	1,2	12,1286603	0	0	12,1286603
2	484,6	0,5394	0,55678042	1,2	20,9575639	0	0	20,9575639
3	426,9	0,5394	0,55678042	1,2	27,6933059	0	0	27,6933059
5	340,5	0,5394	0,55678042	1,2	36,8141276	0	0	36,8141276
10	232,9	0,5394	0,55678042	1,2	50,3612941	0	0	50,3612941
15	188,9	0,5394	0,55678042	1,2	61,2703851	0	0	61,2703851
20	183,4	0,5394	0,55678042	1,2	79,3152541	0	0	79,3152541
30	144,5	0,5394	0,55678042	1,2	93,7381752	0	0	93,7381752
45	100	0,5394	0,55678042	1,2	97,3060642	0	0	97,3060642
60	80,8	0,5394	0,55678042	1,2	104,831066	0	0	104,831066
90	62,9	0,5394	0,55678042	1,2	122,411029	0	0	122,411029
120	61,5	0,5394	0,55678042	1,2	159,581945	0	0	159,581945
180	45,7	0,5394	0,55678042	1,2	177,875485	0	0	177,875485
360		0,5394	0,55678042	1,2	0	0	0	0

Med null påslipp satt som krav vil nødvendig volum på regnbedene, kan det leses av i **Tabell 13** at det nødvendige volumet for regnbedene vil være 93,74m³, markert i grønt.

5.4.2.6 Beregning av volum uten påslipp til kommunalt avløpssystem, med nærliggende område

Med samme kravet om null påslipp til kommunalt avløpssystem videre fra regnbedene, er nødvendig volum for dette beregnet for området med nærliggende område, se **Tabell 14**.

Tabell 14 Beregning av volum for regnbed ved null påslipp til kommunalt avløpssystem, med nærliggende område

					$V_{inn} = A * C * I * tr * Kf$	KRAV	$V_{ut} = Q_{mid.} * tr$	$V_{mag} = V_{inn} - V_{ut}$
tr [min]	I [l/(s*ha)]	A [ha]	C	Kf	$V_{inn} [m^3]$	Qmid	$V_{ut} [m^3]$	$V_{mag} [m^3]$
1	560,9	0,72245	0,653586	1,2	19,0690243	0	0	19,0690243
2	484,6	0,72245	0,653586	1,2	32,9500773	0	0	32,9500773
3	426,9	0,72245	0,653586	1,2	43,5402023	0	0	43,5402023
5	340,5	0,72245	0,653586	1,2	57,8802174	0	0	57,8802174
10	232,9	0,72245	0,653586	1,2	79,1794574	0	0	79,1794574
15	188,9	0,72245	0,653586	1,2	96,3310402	0	0	96,3310402
20	183,4	0,72245	0,653586	1,2	124,701696	0	0	124,701696
30	144,5	0,72245	0,653586	1,2	147,377822	0	0	147,377822
45	100	0,72245	0,653586	1,2	152,987359	0	0	152,987359
60	80,8	0,72245	0,653586	1,2	164,818381	0	0	164,818381
90	62,9	0,72245	0,653586	1,2	192,458097	0	0	192,458097
120	61,5	0,72245	0,653586	1,2	250,899268	0	0	250,899268
180	45,7	0,72245	0,653586	1,2	279,660892	0	0	279,660892
360		0,72245	0,653586	1,2	0	0	0	0

Ut ifra **Tabell 14**, markert i grønt, kan det leses av at nødvendig volum for regnbedene når det er satt krav om null påslipp til kommunalt avløpssystem for området med nærliggende område være 147,38m³.

6 Resultat av beregninger

I dette kapittelet vil det bli gitt et helhetlig bilde av hvordan en fremtidig situasjon og utvikling av Kjelvene park kan være. Det vil bli gitt en sammenligning av analysen sine beregninger for å kunne framlegge valgt resultat for å løse avrenningssituasjonen med en blågrønn løsning. Videre vil ny blågrønn faktor for Kjelvene park bli beregnet og lagt fram.

6.1 Avrenning og ny struktur

Avrenningssituasjonen har hatt en tydelig økning etter området ble utviklet i 2004, se **Tabell 15**. Avrenningen hadde en økning fra tidligere situasjon til eksisterende situasjon på 161,19 l/s, med kravene satt ved beregning av avrenningen tatt i betraktning. Det er senere i beregningen regnet fram en avrenning for den tidligere situasjonen på 15,1 l/s for å beregne volum av regnbed, men denne avrenningen ville gitt et for drastisk bilde av avrenningen sin sammenligning. Derfor er gjeldene krav ved beregningen satt. For beregning av volum er det også gjort beregning for nødvendig volum ved ingen påslipp, altså 0 l/s, til kommunalt avløpssystem for å se utfallet av dette.

Tabell 15 Sammenligning av beregning for de forskjellige avrenningssituasjonene

Situasjon	Tidligere (Før 2004)		Eksisterende		Forslag	
	Uten	Med	Uten	Med	Uten	Med
Med eller uten nærliggende område						
Avrenning	46,05 l/s	Ikke aktuelt	207,24 l/s	262,79 l/s	153,85 l/s	217,41 l/s
Konsentrasjonstid	3 min	Ikke aktuelt	3 min	4 min	3 min	4 min

Forslaget klarer å redusere avrenningen til en viss grad, se **Tabell 15**, men dagens urbane tilstand for Kjelvene park gjør det vanskelig å legge fram et forslag som kan føre til kraftig reduksjon. Derfor er det sett på hvordan overvannet kan løses med å bli håndtert lokalt i området. Løsningen har endt med å prøve å håndtere overvannet med implementering av regnbed, som gir en endring i området sin struktur. Fra analysen med beregninger for størrelse av regnbed ble største nødvendige volum som trengtes for regnbed $85,69\text{m}^3$ når nødvendig areal ble $342,74\text{m}^2$, men $120,2\text{m}^3$ når kravet om påslipp var satt til 15,1 l/s. Ved et krav om null påslipp til kommunalt avløpssystem, ble nødvendig volum beregnet til å være $148,38\text{m}^3$. Ved å analysere området er det valgt å plassere regnbed som til sammen får et areal på $609,2\text{m}^2$, og resulterer i et volum på $152,3\text{m}^3$. Dette arealet vil kunne ta opp all nødvendig avrenning av overvann i Kjelvene park og valgt nærliggende område. Ved å ha et slikt

større areal enn beregningene, vil regnbedene også ha en ekstra kapasitet som kan avlaste helheten av håndtering for overvannet i området og tilleggsområdet.

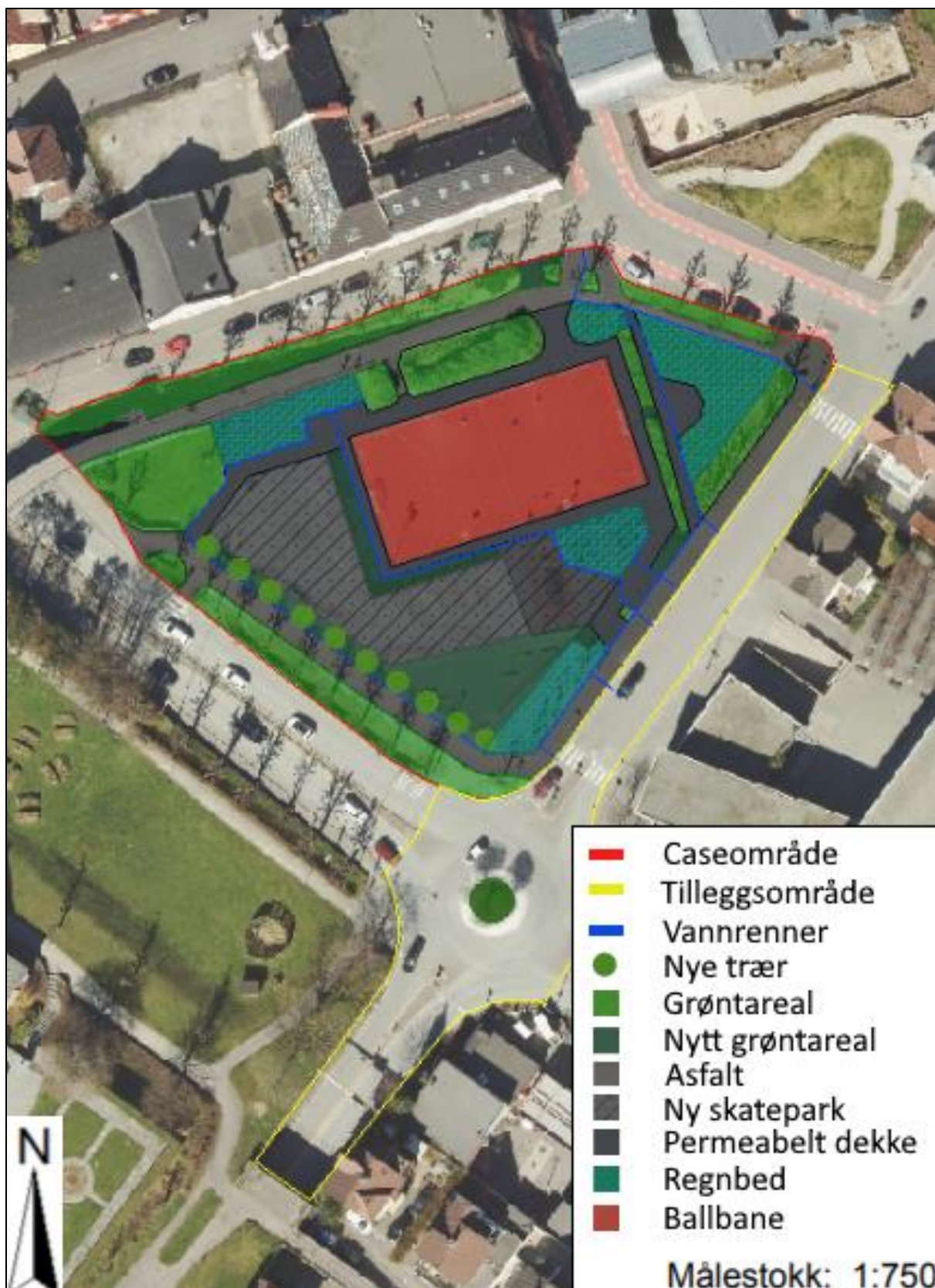
De nye arealstørrelsene i framlagt eksempel for Kjelvene park kan sees i **Tabell 16 og med nærliggende område i Tabell 17**. Videre er et helhetlig kart av forslaget på en mulig fremtidig struktur lagt fram i **Figur 43**. Dette eksempelet på en fremtidig situasjon vil bestå av mer grøntareal, oppusset skatepark, permeabelt dekke inne på området og regnbed med tilhørende vannrenner for å kunne håndtere alt overvann.

Tabell 16 Nye delareal, med totalarealet for Kjelvene park, uten nærliggende område

	Areal i m ²	Areal i ha
Totalt areal	5394	0,5394
Regnbed	609,2008	0,06092008
Grøntareal	1672,4862	0,16724862
Ballbane	805	0,0805
Betong flate	772,6134	0,07726134
Permeabelt dekke	586,7683	0,05867683
Asfalt	947,9313	0,09479313

Tabell 17 Nye delareal, med totalarealet for Kjelvene park, med nærliggende område

	Areal i m ²	Areal i ha
Totalt areal	7224,5	0,72245
Regnbed	609,2008	0,06092008
Grøntareal	1703,8962	0,17038962
Ballbane	805	0,0805
Betong flate	772,6134	0,07726134
Permeabelt dekke	586,7683	0,05867683
Asfalt	2747,0213	0,27470213



Figur 43 Illustrasjon av eksempel på en fremtidig situasjon. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord

6.2 Ny blågrønn faktor

Først ble ny blågrønn faktor beregnet ut av tabellen fra "*Fremtidens byer*" (Ardila & Caprona, 2014), se **Vedlegg 3**. En blågrønn faktor på 0,68 holder nesten opp til kravet satt av kommunen på minimum 0,7 (Stavanger kommune, 2019). Det kunne nesten vært godtatt at det ikke skulle gjøres noen forbedring, og bestemt at en blågrønn faktor på 0,68 ville holdt for området. Denne blågrønne faktoren er da verdt å nevne med at det var før det ble vurdert å ha 10 nye trær på området. Da disse trærne ble lagt til i skjemaet for blågrønn faktor ble den nye blågrønne faktoren for området 0,7, se **Vedlegg 4**.

7 Diskusjon av valgte løsninger

I dette kapittelet vil det bli framlagt og diskutert valg og anbefalinger som er blitt gjort for forslaget for området.

7.1 Det som forblir

Enkelte deler av området kunne blitt byttet ut med en ny funksjon, men det er valgt å forsøke å beholde preget til området i størst mulig grad. Eksempelvis er ballbanen som ligger i midten av området beholdt. Denne ballbanen sees på som noe som ofte blir brukt av ulike aldersgrupper, da den består av fotballmål og basketballkurver på sidene. Med ulike funksjoner for ballbanen vil det vært ugunstig for bymiljøet å bytte denne ut med for eksempel en plen. En plen i stedet for ballbanen kunne kommet den grønstrukturen til området godt til nytte, og vært med å bedre den blågrønne faktoren. Videre er det vært å nevne av området vil i større grad sees på som en god møteplass i byrommet da det har ulike funksjoner, derfor er ballbanen valgt beholdt.

Fortauet kunne vært omformet til permeabelt dekke, da det i det eksisterende området består av asfalt. Det er her kun snakk om fortauet rundt ytterlinjen av området. Dette fortauet er uendret, da alt av nærliggende gatestruktur har lignende asfalterte fortau. Å bytte ut fortauet med permeabelt dekke ville selvfølgelig ha hjulpet med håndtering av overvannet, men istedenfor å bytte dette ut vil det bli lagt vannrenner som vil føre vannet over fortauet og inn i området hvor det kan fordøyas. Fortauet vil på denne måten ikke miste preget av å binde nærliggende gatestruktur sammen.

7.2 Permeabelt dekke

For de indre gangarealene er det besluttet å bytte ut all eksisterende asfalt med permeabelt dekke. Området kunne ha beholdt asfalten, men dette ville da ført til at mindre overvann kunne bli tatt opp og infiltrert til grunnen. Ved å bruke permeabelt dekke for alle interne gangstier i området, altså innenfor fortauet langs ytterlinjen, vil området få en bedre flate for håndtering av det overvannet som også vil bli ekstra for området regnet med det nærliggende området. Det er også tenkt at enkelte vannrenner innad i området kan også være av permeabelt dekke som enkelte andre steder i gamlebyen i Stavanger. Med slike vannrenner vil området kunne lede vann til regnbedene, og i tillegg kan noe av vannet infiltreres til grunnen - samtidig som det blir ført i vannrenne.

7.3 Ny skatepark

Skateparken kunne vært beholdt og utviklet til å få en bedre funksjon som fordøyingsbasseng. Denne skateparken ble bygget i 2004 og er omtalt som udatert av den lokale skateklubben. Betongen i parken har begynt å smuldre, som kan ødelegge dens funksjon for å lede vann. Dessuten kan man stille spørsmål ved sikkerheten rundt å bruke den for aktivitet. Denne burde kanskje renoveres uavhengig av overvannhåndtering, er den derfor foreslått å gjøres noe smalere og få en ny struktur som vil være med på å lede overvannet mot regnbed og grønnstruktur. I forslaget vil det være en svak helning på skateparken slik at vannet lett kan ledes derfra og fordøyes i grønnstrukturen. Skateparken kunne derimot fortsatt hatt store basseng i enden av skateparken, men for at vann ikke skal ligge og ødelegge en nyrenovering av skateparken vil det være mer gunstig at den får en ny form i denne situasjonen. Bassengene i skateparken kunne vært satt til fordrøyningsbasseng ved flomsituasjoner, men det er heller valgt å se på hvordan blågrønne løsninger kan løse denne utfordringen og derfor se hvordan skateparken kan bidra til dette ved også å holde best mulig kvalitet for aktivitet over tid. Å ha en skatepark i området er valgt for å holde det eksisterende preget for parken, selv om den vil bli noe mindre. Se **Figur X og X**.

7.4 Grøntområder

Grøntområder er plassert der det er mulighet for mer grøntareal, se **Figur X**. Områdene som bestod av grøntareal tidligere beholdes eller gjøres om til regnbed, som sees på som en del av den grønne strukturen til området. Mer grøntareal er implementert i området da dette vil bidra til å øke den blågrønne faktoren. Det kunne på den andre siden blitt valgt å ikke implementere noe ny grønnstruktur, men da ville det blitt vesentlig vanskeligere å nå kravet fra Stavanger kommune på 0,7 (Stavanger kommune, 2019).

De nye grønntområdene som blir satt inn i området vil bestå av både plen og blomsterbed i samme struktur som området allerede har. Alt det nye grøntarealet kunne vært kun plen, men for å gi området mer naturlig preg så burde noe av det også bli avsatt til å være blomsterbed. Arealet for ny plen sør i området ved skateparken kunne også vært satt av til å forbli en del av skateparken, men dette er en gunstig plassering for en noe større plen for flerbruk. Samtidig vil en plen her være gunstig for alle som vil sitte og nyte solen eller bruke den til annen aktivitet, i tillegg til at det åpner for bedre sikt i og gjennom parken.

Nye trær plasseres i grøntarealet langs fortauet og skateparken på sør-vest siden av området. Dette grøntarealet kan brukes til blomsterbed ved siden av trærne, eller det kan være plen mellom trærne. Ved å plassere nye trær her vil det også bidra til å skjerme for eventuell vind for brukerne av

skateparken, da dette er et areal for sport der vind kan gjøre utslag på manøvrene i aktiviteten. Videre vil også trær plassert her gi noe skygge til folk i aktivitet på en varm solskinsdag. Det kunne altså vært valgt å ikke bli plassert trær her, og området ville fortsatt ha hatt grøntareal der, men for å øke den blågrønne faktoren så er det valgt å plassere 10 nye trær i området. Disse 10 nye trærne vil også bidra positivt for overvannshåndtering.

7.5 Valg av regnbed

For regnbedene er det gjort en beregning for nødvendig areal og et nødvendig volum ved et krav på en konstant vannføring til kommunalt avløp. Denne beregningen ble gjort både uten og med valgt nærliggende område for denne oppgaven. Ut av beregningene er det kommet fram til et nødvendig fordrøyningsareal med 218m^2 , som videre gir et nødvendig fordrøyningsbehov på $54,5\text{m}^3$ dersom dybden til regnbedet er $0,25\text{m}$, for området uten nærliggende område. For arealet med nærliggende område er det beregnet ett nødvendig areal på $342,74\text{m}^2$, som gir ett volum på $85,69\text{m}^3$ med $0,25\text{m}$ dybde.

Videre ble det gjort en beregning av nødvendig volum på regnbed som ønskes å ha i forslaget for en fremtidig situasjon. Her ble det satt et krav på konstant vannføring til kommunalt avløp på $15,1\text{ l/s}$. Med dette kravet ble det nødvendige volumet for området uten nærliggende område beregnet til $66,56\text{m}^3$, og med det nærliggende området ble det beregnet til $120,2\text{m}^3$. I tillegg er det gjort beregninger for å se på situasjonen med null påslipp til kommunalt avløpssystem. Ved beregninger uten påslipp fra regnbed så ble det nødvendige volumet for regnbed $93,74\text{m}^3$ for området uten nærliggende område, og med nærliggende område $147,38\text{m}^3$.

Ut fra alle disse kravene er det valgt å plassere fem regnbed i området, som hver for seg har noe forskjellig areal, men til sammen har ett areal på $609,2\text{m}^2$. Regnbedene er plassert der det tidligere var bestemt for å være grønnstruktur for forslaget, og vil av den grunn bli en del av grønnstrukturen til området, se **Figur 43**. Det er tatt i betraktning at disse områdene vil fungere bra som regnbed ettersom det er en lav helning mot dem i området. Det vil også bli lagt opp til å ha vannrenner som kan føre vann til regnbedene, og ny skatepark vil ha en helning som vil hjelpe med dette. Dette arealet gir et volum på $609,2\text{m}^2 \cdot 0,25\text{m} = 152,3\text{m}^3$ som dekker alle beregningene tatt i betraktning i analysen. Med dette ekstravolumet vil regnbedene også ha noe ekstra kapasitet, så området kan forhåpentligvis klare å fordøye overvannet på egenhånd uten å måtte belage seg på å sende det videre til kommunalt avløp.

7.6 Infiltrasjon

Infiltrasjonen er tatt til høyde for at den er god nok i henhold til at framleggingen av den fremtidige situasjonen vil være god nok. Den eksisterende situasjonen for Kjelvene park har, ifølge avløpskartet tilsendt av kommunen (se **Figur 27**), ingen rør igjennom parken. Av denne årsaken er det tatt høyde for at infiltrasjonsevnen i grunnen er god nok. Det kunne derimot blitt lagt fram et eksempel med avrenningsrør, men da eksisterende situasjon ikke har dette sees dette på som en unødvendig løsning. Forslaget fokuserer på blågrønne løsninger da infiltrasjonen er forutsettes å være god nok.

7.7 Biologisk mangfold

Det biologiske mangfoldet i Kjelvene park vil bli bevart og muligheten for utvikling i mangfoldet er tilstede. Med implementering av ny grønnstruktur kan området by på ny og utvidende formering av biologisk mangfold. Derimot om denne oppgaven hadde fokusert på en annen strategi for håndteringen av overvann, kunne noe av det biologiske mangfoldet blitt ødelagt. Det biologiske mangfoldet i Kjelvene park under dagens situasjon ville også blitt borte om hele området hadde blitt ilagt harde flater. Ved å håndtere overvann med blågrønne løsninger byr området på mer biologisk mangfold. En del av nytt biologisk mangfold som kan oppstå vil være i de nye regnbedene som kan inneholde nye plantearter for området.

7.8 Bykvalitet

Bykvaliteten for Kjelvene park kan ved situasjonen framlagt i **Figur 43** bidra til en forbedring for nærområdet. Flexibiliteten for aktiviteter i området vil øke, noe som er et ønske fra Stavanger kommune sin side, om skateparken får en oppussing. Ved å håndtere overvannet lokalt og implementere mer grønnstruktur vil dette bidra til en forbedring innenfor ramme av «Natur og lokalt særpreg» fra «Kvalitetssirkelen», se **Figur 11**. Innenfor samme ramme så vil «Biodiv» få en oppgradering med tanke på både implementering av mer grøntareal, men også da regnbedene vil bidra til biologisk mangfold. Disse rammene innenfor «Natur og lokalt særpreg» ville ikke vært tilstede om løsningen brukt for håndtering av overvann ble lagt til i grunnen. Derfor kan det tyde på at naturbaserte overvannsløsninger bidrar til en økning av bykvalitet.

Ved å oppgradere skateparken og tilføre mer grøntareal, vil også Kjelvene park åpne opp for å lage naturlige møteplasser for nærmiljøet. Denne løsningen bidrar da til en økning i kvaliteten innenfor «sosiale fellesskap». Kjelvene park vil ha gode muligheter for aktiviteter i forskjellige grener, noe som bidrar videre til en økning i det «sosiale fellesskap». Det kunne på en side vært valgt å beholde

eksisterende skatepark, og ikke implementere forslag om mer grøntareal, noe som ville ført til en mindre god bedring av bykvaliteten.

Strukturen i forslaget kunne vært annerledes. Bruken av tilkomst igjennom området kunne vært mer problematisk for befolkningen om strukturen hadde hatt drastiske endringer i gangstiene. Men ved å kun bytte ut asfalten innenfor området med permeabelt dekke, og ikke ødelegge gangstiene igjennom området, vil dette bidra til bykvalitetsaspektet innen «Grønn mobilitet» fra "Kvalitetssirkelen" i **Figur 11**. Område vil også ved mer grøntareal knyttes bedre til parken ved Johannes kirke og parken nord-øst for området, noe som vil bidra til en forbedring innenfor overgangen mellom områdene. Alle disse aspektene kunne nok vært løst på andre måter eller ikke blitt implementert i det hele tatt, men ved å løse problematikken med overvann i området som framlagt i **Figur 43**, vil dette også kunne bidra til en økning i bykvaliteten.

7.9 Vedlikehold

Det vil i dette forslaget være enklere å vedlikeholde området for at det kan håndtere overvann enn hvis løsningen var å legge rør i grunnen. Ved å ha blågrønne løsninger på bakkeplan så kan dette vedlikeholdes lett, og det blir lettere med tilsyn om det er nødvendig med vedlikehold. Det er også viktig å holde alle valgte tiltak for fremlagt forslag vedlike slik at det ikke gror igjen. Ved at den implementerte blågrønne strukturen gror igjen, kan infiltrasjonsevnen i området forandres. Det kan også forekomme perioder med tørke, som kan gjøre at vegetasjonen i grøntområdene og regnbedene må vannes. Så om vedlikeholdet ikke er tilstede kan området få seg en påkjenning og avrenningen for området kan øke.

8 Konklusjon

Problemstillingen lyder som følger:

«Hvordan kan blågrønne overvannsløsninger i offentlige byrom bidra til bedre bykvalitet og redusere belastningen fra overvann i en eksisterende bystruktur?»

For å svare på problemstillingen overordnet kan konklusjonen være at ulike blågrønne overvannsløsninger i offentlig byrom vil bidra til bedring av aspekter innenfor bykvalitet, som vist med Kjelvene park. Blågrønne løsninger vil i tillegg redusere belastningen av avrenningen fra overvann i en eksisterende bystruktur, og det finnes ulike måter å gjøre dette på, hvorav Kjelvene

park har blitt brukt som eksempel på hvordan dette kan gjøres. For å besvare problemstillingen mer utdypende er det valgt å komme med konklusjoner som svarer på forskerspørsmålene;

- Hvordan kan naturbaserte løsninger forbedre avrenningen av overvann i bystruktur?
- Hvilke utfordringer for overvannshåndtering er det i aktivitetsparker?
- Hvilke fordeler vil naturbaserte løsninger gi bortsett fra å hjelpe med overvannshåndtering?

Naturbaserte løsninger i seg selv vil alltid hjelpe noe med avrenningen av overvann i bystruktur. Hvilke naturbaserte løsninger som blir valgt har mye å si for hvor mye forskjellen i avrenning vil bli. Derfor er det flere faktorer som spiller inn ved at naturbaserte løsninger skal hjelpe mot avrenning av overvann i bystruktur. Strukturen av området som skal utvikles med naturbaserte løsninger har mye å si for hvor mye naturbaserte løsninger som kan implementeres. Hvilke typer naturbaserte løsninger som implementeres har videre noe å si, og kombinasjonen av struktur og typer løsninger vil gi ulike forbedringer på utslaget. Implementeringen av naturbaserte løsninger vil også variere ut ifra strukturen til valgt område, for det kan hende at ønsket naturbasert løsning ikke har plass i valgt område. Det finnes derimot mye ulike naturbaserte løsninger, og BGF beregning kan hjelpe med at området får en god løsning etter stilte krav fra gjeldene kommune. Valgte tiltak av implementering av naturbaserte løsninger for Kjelvene park viser at avrenningssituasjonen i bystruktur kan forbedres ved utvikling av et slikt parkområde. Den blågrønne faktoren for Kjelvene park ville også nådd opp til kravet satt av Stavanger kommune på 0,7 ved å implementere valgt struktur.

Eksempelområdet for denne oppgaven kan kategoriseres som en aktivitetspark. Kjelvene park inneholder i eksisterende situasjon flere harde flater, derav ballbane og skatepark. Ved overvannshåndtering i en aktivitetspark kan det oppstå ulike utfordringer. Dette kan som nevnt være harde flater, og man må vurdere om disse flatene skal beholdes eller utvikles for å forbedre eksisterende situasjon. Ved å beholde harde flater, så vil nok nærliggende harde flater vurderes å gjøres en endring med. I denne oppgaven er ballbanen beholdt, men skateparken er valgt renoveret og forbedres i kvalitet. Grunnet valget av å beholde ballbanen i Kjelvene park, så er all nærliggende asfalt innad i området byttet ut med permeabelt dekke. En ballbane og skatepark er begge delareal for en aktivitetspark som fungerer best med harde flater. Videre når det skal sees på overvannshåndtering i aktivitetsparker så må det påses å ikke ødelegge delarealene for aktivitetene i området. Det kan derimot være at det vil gå ut over aktivitetsarealet noe, slik som skateparken ved Kjelvene park er foreslått å minskes noe. Derimot vil implementering av grønnstruktur rundt ny skatepark hjelpe med overvannshåndtering, og tenkte trær i grønnstrukturen vil hjelpe mot vindkast.

Ved utvikling av overvannshåndtering i en aktivitetspark må områder som er lite brukt vurderes først, og videre om enkelte områder kan omformes for å bedre eksisterende situasjon på ulike aspekter.

Naturbaserte løsninger kan gi flere fordeler enn kun overvannshåndtering. Aspektet av grønnstruktur for den naturbaserte løsningen har noe å si på hvordan området sitt naturlige preg fremstår. Ved å forbedre et område med naturbaserte løsninger kan dette bidra til å forbedre enkelte aspekter innenfor kvalitetssirkelen for bykvalitet. En løsning av struktur valgt ved Kjelvene park vil bidra til økning i bykvaliteten innenfor rammene «Grønn mobilitet», «Sosiale felleskap» og «Natur og lokalt særpreg». Ulike forbedringer som vil bidra til bedring i bykvalitet vil variere noe for ulike områder, men ved implementering av naturbaserte løsninger vil kvalitetene som er nevnt være de som blir mest påvirket.

Avslutningsvis er det viktig å nevne hvor mange forskjellige måter valg av en slik problemstilling kan besvares på. Både valg av ulike blågrønne overvannsløsninger og et annet valg av område kunne vært annerledes, men likevel endt opp med å besvare problemstillingen i samme grad. Kravene for beregningene kan bli vektlagt annerledes og hvilke løsninger som ønskes brukt kan variere. Det kan også innføres andre fremgangsmåter og andre formler kan brukes for overvannshåndtering, noe som kan være med på å skape et annerledes utfall. Derfor har en slik problemstilling ingen endelig fasit, og valgt fremgangsmåte for å besvare problemstillingen er en av mange måter.

9 Referanser

- Archtoolbox. (2021, Mai 29). *Green Roof Systems: Intensive, Semi-Intensive, and Extensive*. Hentet fra Archtoolbox: <https://www.archtoolbox.com/materials-systems/site-landscape/green-roofs.html>
- Ardila, P., & Caprona, M. d. (2014, Januar 28). *Framtidens byer, BLÅGRØNN FAKTOR, Veileder byggesak, Hoveddelen*. Hentet fra Regjeringen.no: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2014/bgf_veileder_byggesakhoveddelen2014.01.28.pdf
- Asak Miljøstein AS. (2021, i. d. i. d.). *Heller*. Hentet fra Asak Miljøstein: <https://www.asak.no/Produkter/Heller>
- Asplan Viak. (2017, i. d. i. d.). *Gatetun i Deichmans gate*. Hentet fra asplan viak: <https://www.asplanviak.no/prosjekter/gatetun-i-deichmans-gate/>
- Benestad, R., Mamen, J., Harstveit, K., & Fuglestvedt, J. (2021, Mai 7). *klimaendringer*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/klimaendringer>
- COWI. (2020, i. d. i. d.). *ÅPENT (TØRT) FORDRØYNINGSBASSENG*. Hentet fra Tønsberg kommune: https://www.tonsberg.kommune.no/_f/p1/i3ebbbba55-a435-4b16-80a7-4fa8f16b6980/temablad-05_apent-fordroyningsbass.pdf
- EPA. (2003, i. d. i. d.). *Urban Surface Water Management Solutions - Relationship between impervious surfaces and surface water runoff*. Hentet fra EPA: <https://www.mysteinbach.ca/blogs/8351/urban-surface-water-management-solutions/>
- Fantoft, S. (2017, Mai 4). *Du vil ikke tro hva dette blomsterbedet får til*. Hentet fra Klima Oslo: <https://www.klimaoslo.no/2017/05/04/blomsterbed-til-overvann/>
- FN-sambandet. (2019, Desember 3). *Befolkning, migrasjon og urbanisering*. Hentet fra FN-sambandet: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/befolkning>
- Google Inc. (2005, February 8). *Google Maps*. Retrieved from Google Maps: <https://www.google.com/maps>
- Grape Architects. (2019, i. d. i. d.). *Kongens Hage*. Hentet fra Grape: <https://www.grape.no/prosjekter/kongenshage>
- Haraldsen, S. (2017, November 6). *Separering av eldre avløpsledninger i tettbebyggelse*. Hentet fra Vannforeningen: <https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2018/02/1.-Haraldsen.pdf>

- Haugland, V. S., & Fredheim, A. (2021, Januar 1). *Arealforvaltning*. Hentet fra Statsforvalteren.no: <https://www.statsforvalteren.no/nb/portal/Plan-og-bygg/Arealforvaltning/>
- Heggstad, R., & Rosvold, K. A. (2019, Desember 19). *nedbørfelt*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/nedb%C3%B8rfelt>
- Hoydal, H. (2021, Januar 23). *Oppgradering av skatepark på Storhaug satt på vent*. Hentet fra Stavanger Aftenblad: <https://www.aftenbladet.no/lokalt/i/EpRw35/oppgradering-av-skatepark-paa-storhaug-satt-paa-vent>
- Kairos Future. (2012). *Husqvarna Global Garden Report 2012*. Stockholm: Husqvarna Group. Hentet fra <https://www.dom.pl/wp-content/uploads/2012/08/Husqvarna-Global-Garden-Report-2012.pdf>
- Kartverket. (i. d., i. d. i. d.). *Norgeskart*. Hentet fra Norgeskart: <https://www.norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=3&lat=7197864.00&lon=396722.00>
- Klima- og miljødepartementet. (2004, Juni 24). *Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften)*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931>
- Klima- og miljødepartementet. (2012, Mars 16). *Lov om kommunale vass- og avløpsanlegg (vass- og avløpsanleggslova)*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2012-03-16-12>
- Klimakvarter. (i. d., i. d. i. d.). *Københavns første klimatilpassede byrum*. Hentet fra Klimakvarter: <https://klimakvarter.dk/projekt/tasinge-plads/>
- Klimakvarter. (i. d., i. d. i. d.). *TÅSINGE PLADS*. Hentet fra Klimakvarter: http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/06/T%C3%A5singeplads_pixi_2015_DK_WEB.pdf
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2008, Juni 27). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Luftturen. (2021, i. d. i. d.). *Kjelvene*. Hentet fra Luftturen: <https://www.luftturen.no/kjelvene>
- Magnussen, K., Wifstad, K., Seeberg, A. R., Stålhammar, K., Bakken, S., Banach, A., . . . Sandsbråten, K. (2017). *NATURBASERTE LØSNINGER FOR KLIMATILPASNING*. i. d.: MENON-PUBLIKASJON. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m830/m830.pdf>

- Meteorologisk institutt. (2017, September 4). *vannskille*. Hentet fra Store norske leksikon:
<https://snl.no/vannskille>
- Meteorologisk institutt. (2021, April 6). *Klima fra 1900 til i dag*. Hentet fra Meteorologisk institutt:
<https://www.met.no/vaer-og-klima/klima-siste-150-ar>
- Miljødirektoratet. (2014, i. d. i. d.). *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder*. Hentet fra Miljødirektoratet:
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M100/M100.pdf>
- Miljødirektoratet. (2020, Februar 27). *Hvordan håndtere overvann*. Hentet fra Miljødirektoratet:
<https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/vannforvaltning/overvannshandtering/>
- Miljødirektoratet. (2021, Februar 2). *Våtmarker*. Hentet fra Miljøstatus:
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/naturomrader-pa-land/vatmarker/>
- Miljøverndepartementet. (2006, Desember 19). *Forskrift om rammer for vannforvaltningen*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2006-12-15-1446>
- Moen, T. O. (2017, Oktober 10). *Grønn overvannshåndtering*. Hentet fra Tekna:
<https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/gronn-overvannshandtering/>
- NCCS. (2015). *Klima i Norge 2100*. Oslo: Miljødirektoratet. Hentet fra https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/rapporter-og-publikasjoner/_attachment/6616?_ts=14ff3d4eeb8
- NGU. (1991, i. d. i. d.). *Bunnsedimenter - dannelsesmåte (jordart)*. Hentet fra Norges Geologiske Undersøkelse: <https://ngu.no/Mareano/Jordart.html>
- NGU. (i. d., i. d. i. d.). *L ø s m a s s e r - Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra Norges Geologiske Undersøkelse: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- Norge i bilder. (i. d., i. d. i. d.). *Norge i bilder*. Hentet fra Norge i bilder: <https://www.norgeibilder.no/>
- Norsk Vann. (i. d., i. d. i. d.). *DEN RASJONALE FORMEL OG FORDRØYNING*. Hentet fra Norsk Vann:
https://norskvann.no/images/gjertrude/pdf/Vedlegg_04_-_Eksempler_-_Den_rasjonale_formel_og_fordr%C3%B8yning.pdf
- NOU 2004:28. (2004, Desember 7). *Lov om bevaring av natur, landskap og biologisk mangfold (Naturmangfoldloven)*. Hentet fra Regjeringen.no:

- <https://www.regjeringen.no/contentassets/149bde12e1e24fe983663d38ec6d41e0/no/pdfs/nou200420040028000dddpdfs.pdf>
- NOU 2010:10. (2010, November 15). *Tilpassing til eit klima i endring*. Hentet fra Regjeringa.no: <https://www.regjeringen.no/contentassets/01c4638b3f3e4573929f3b375f4731e0/nn-no/pdfs/nou201020100010000dddpdfs.pdf>
- NOU 2013:10. (2013, August 29). *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*. Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/no/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf>
- NOU 2015:16. (2015, Desember 2). *Overvann i byer og tettsteder*. Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/contentassets/e6db8ef3623e4b41bcb81fb23393092b/no/pdfs/nou201520150016000dddpdfs.pdf>
- Olsen, S. (2015, September 28). *Ny type asfalt sluker 4000 liter vann på 60 sekunder*. Hentet fra Teknisk Ukeblad: <https://www.tu.no/artikler/ny-type-asfalt-sluker-4000-liter-vann-pa-60-sekunder/275718>
- Paus, K. H. (2017, Mai 5). *Kurs i klimatilpassning og overvann*. Hentet fra Norsk Vann: https://norskvann.no/images/gjertrude/pdf/Dag_2_-_05_-_Virkemidler_Paus.pdf
- Paus, K. H. (2017, Mai 4). *Løsninger: Overordnede strategier*. Hamar, Innlandet, Norge.
- Paus, K. H., & Braskerud, B. C. (2013, Januar i. d.). *Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold*. Hentet fra Vannforeningen: https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2013_872571.pdf
- Regjeringen. (2017, Februar 21). *Grønnstruktur*. Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/gronnstruktur/id685512/>
- Regjeringen. (2019, Mai 27). *Fortetting og knutepunktsutvikling*. Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/fortetting-ny/id2363894/>
- Regjeringen. (2020, November 13). *Gode bymiljø og bærekraftige byer*. Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/bymiljo-og-barekraftige-byer/id2344800/>

Rogaland fylkeskommune. (2017, Januar 27). *Regional plan for vannforvaltning 2016-2021*. Hentet fra Rogaland fylkeskommune: <https://www.rogfk.no/vare-tjenester/planlegging/gjeldende-planer-og-strategier/vann-og-naturforvaltning/regional-plan-for-vannforvaltning-2016-2021/>

Rogaland fylkeskommune. (2020, Desember 1). *Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg Vedlegg 9 Overvannshåndtering*. Hentet fra VA-Norm: <https://www.va-norm.no/wp-content/uploads/2020/12/Vedlegg-9-Overvannshandtering.pdf>

Rogaland fylkeskommune. (2020, Oktober 20). *Regionalplan for Jæren og Søre Ryfylke*. Hentet fra Rogaland fylkeskommune: <https://www.rogfk.no/vare-tjenester/planlegging/gjeldende-planer-og-strategier/areal-og-transport/regionalplan-for-jaren-og-sore-ryfylke/>

Rogaland fylkeskommune. (2021, i. d. i. d.). *Temakart Rogaland*. Hentet fra Temakart Rogaland: <https://www.temakart-rogaland.no/klimatilpasning>

SINTEF Byggforsk. (2012). *Vann i by – håndtering av overvann i bebygde områder*. Oslo: SINTEF.

Skatesite. (2013, August 13). *Kjelvene*. Hentet fra Skatepark og skatehall i Norge: https://skatesite.no/sites/stavanger_kjelvene.html

Stavanger kommune. (2006, September 18). *1103_1901*. Hentet fra GISLINE WebPlan Stavanger kommune: https://webhotel3.gisline.no/Webplan_1103/gl_planarkiv.aspx?planid=1901

Stavanger kommune. (2018, Oktober 5). *Kommuneplan for Stavanger 2019-2034 Høringsutkast for arealdelen Planbeskrivelse*. Hentet fra Stavanger kommune: https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/arealdel-pa-horing/vedlegg-01-planbeskrivelse-kp-2019-2034_horingsutkast.pdf

Stavanger kommune. (2019, September 30). *1103_2631*. Hentet fra GISLINE WebPlan Stavanger kommune: https://webhotel3.gisline.no/Webplan_1103/gl_planarkiv.aspx?planid=2631

Stavanger kommune. (2019, Desember 9). *Kommuneplan for Stavanger 2019–2034 Bestemmelser og retningslinjer*. Hentet fra Stavanger kommune: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/arealdel-stavanger-2020/kpa-2019-2034-bestemmelser-og-retningslinjer.pdf>

Stavanger kommune. (2019, August 15). *Kommuneplan for Stavanger 2019-2034 Planbeskrivelse*. Hentet fra Stavanger kommune: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/arealdel-stavanger-2020/vedlegg-01-planbeskrivelse-kpa-versjon-for-vedtak.pdf>

- Stavanger kommune. (2019). *UNaLAB-workshop i Stavanger, 21.august 2019: Fra visjon til konkrete, naturbaserte løsninger for klimatilpasning frem mot 2050*. Stavanger: Stavanger kommune.
- Stavanger kommune. (2020, September 14). *Dette skal vi jobbe for de neste 15 årene*. *Kommuneplanens samfunnsdel 2020–2034*. Hentet fra Stavanger kommune: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/samfunnsdelen-2019/kommuneplanens-samfunnsdel-2020-2034.pdf>
- Stavanger kommune. (2020, September 11). *Krav ved påslipp av overvann til offentlig nett*. Hentet fra Stavanger kommune: <https://www.stavanger.kommune.no/bolig-og-bygg/vann-og-avlop/skjema-veiledere-og-regelverk/krav-til-overvannshandtering/#10850>
- Stavanger kommune. (2020, i. d. i. d.). *Norkart webklient*. Hentet fra Norkart: <https://kommunekart.com/klient/stavanger/stavangerkart>
- Stavanger kommune. (2021, April 15). *Kommuneplanens arealdel*. Hentet fra Stavanger kommune: <https://www.stavanger.kommune.no/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/arealdelen/>
- Stavanger kommune. (i. d., i. d. i. d.). *Områdesatsing på Storhaug*. Hentet fra Stavanger kommune: <https://www.stavanger.kommune.no/om-stavanger-kommune/bydeler-i-stavanger/storhaug-bydel/omradesatsing-storhaug/>
- Tollan, A. (2019, August 23). *vannets kretsløp i naturen*. Hentet fra Store norske leksikon: https://snl.no/vannets_kretsl%C3%B8p_i_naturen
- UNaLab. (2019, Februar i. d.). *Nature Based Solutions – Technical Handbook*. Hentet fra UNaLab: <https://unalab.eu/system/files/2020-02/unalab-technical-handbook-nature-based-solutions2020-02-17.pdf>
- Vegdirektoratet. (2020, i. d. i. d.). *Håndbok V240 Vannhåndtering Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering*. Hentet fra Statens Vegvesen: https://www.vegvesen.no/_attachment/2988797/binary/1371938?fast_title=H%C3%A5ndbok+V240+Vannh%C3%A5ndtering+-+Flomberegninger+og+hydraulisk+dimensjonering.pdf
- Wikipedia. (2021, Mai 12). *Stavanger*. Hentet fra Wikipedia: <https://no.wikipedia.org/wiki/Stavanger>
- WSP og OsloMet. (2015, i. d. i. d.). *FORTETTING OG TRANSFORMASJON MED BYKVALITET I BYBÅNDET OPPFØLGING AV REGIONAL PLAN FOR AREAL OG TRANSPORT I OSLO OG AKERSHUS*. Hentet fra Regjeringen.no: https://www.regjeringen.no/contentassets/6679bd7b7bcf475eb947c3f2d54e0029/fortetting_transformasjon_veileder_oa.pdf

Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk (2. utgave)*. Hamar: Norsk Vann.

10 Figurliste

Figur 1 Caseområde. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	10
Figur 2 Endring i nedbør for Norge fra 1900 til 2020 (Meteorologisk institutt, 2021).....	13
Figur 3 Illustrasjon av avrenningsintensiteten ved ulik urbanisering (SINTEF Byggforsk, 2012).....	14
Figur 4 Forskjellen mellom regnvannets kretsløp ved naturlig og urban situasjon (EPA, 2003)	14
Figur 5 Illustrasjon av Tre-trinnstrategien (Paus, Løsninger: Overordnede strategier, 2017)	15
Figur 6 Illustrasjon på separatsystem (Haraldsen, 2017)	16
Figur 7 Fordrøyningsbasseng skisse (COWI, 2020).....	18
Figur 8 Grønt tak i bystruktur (Moen, 2017)	19
Figur 9 Eksempel på permeablet dekke. Foto hentet fra Asak Miljøstein (Asak Miljøstein AS, 2021) .	21
Figur 10 Illustrasjon av regnbed (Paus & Braskerud, Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold, 2013)	22
Figur 11 Kvalitetssirkelen utviklet av OsloMet (WSP og OsloMet, 2015, s. 15)	23
Figur 12 Eksempel på grønstruktur. Foto av Nikolai Øyan Kamfjord	25
Figur 13 Vannrenne og regnbed i Deichmansgate. Foto av Åse Holte (Asplan Viak, 2017).....	28
Figur 14 Bilde fra Deichmans gate i Oslo. Foto av Fartein Rudjord (Fantoft, 2017).....	28
Figur 15 Vannrenne i Deichmansgate. Foto av Åse Holte (Asplan Viak, 2017)	28
Figur 16 Illustrasjon av Kongens Hage laget av Grape Architects (Grape Architects, 2019).....	29
Figur 17 Bilde av blågrønn overvannsløsning ved Tåsinge Plads. Foto hentet fra Klimavarter (Klimavarter, i. d.)	30
Figur 18 Illustrasjon av forskjellig høydepunkt ved Tåsinge Plads (Klimavarter, i. d.)	30
Figur 19 Lokasjon av caseområde, fra Google maps (Google Inc., 2005) og Wikipedia (Wikipedia, 2021). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	31
Figur 20 Caseområde Kjelvene park med nærliggende tilleggsområde. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	32
Figur 21 Foto av nordsiden til Kjelvene park. Foto hentet fra Lufteturen (Lufteturen, 2021).....	33
Figur 22 Foto av ballbanen i Kjelvene park. Foto hentet fra skatesite (Skatesite, 2013).....	33
Figur 23 Foto av eksisterende skatepark. Foto hentet fra skatesite (Skatesite, 2013)	33
Figur 24 Foto med blick over Kjelvene park mot ballbane fra gangbru. Foto av Nikolai Øyan Kamfjord	33
Figur 25 Reguleringsplan for Spilderhaug, og derunder Kjelvene park (Stavanger kommune, 2006)..	36
Figur 26 Illustrasjon av boligblokk område som er planlagt nord for Kjelvene park, hentet fra Stavanger kommune plandokumenter (Stavanger kommune, 2019).....	37

Figur 27 Kapasitet og kommunalt avløpssystem ved Kjelve Park, utviklet av Stavanger kommune. Tilsendt på e-post fra Stavanger kommune	38
Figur 28 Helning av området med nærliggende område. Gul og svart linje illustrerer lengden målt, med høyeste punkt markert med rød prikk. Kartgrunnlag og kartfunksjoner i Norgeskart.no (Kartverket, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	39
Figur 29 Helning av området uten nærliggende område. Gul og svart linje illustrerer lengden målt, med høyeste punkt markert med rød prikk. Kartgrunnlag og kartfunksjoner i Norgeskart.no (Kartverket, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	40
Figur 30 Flomveier i nærheten av Kjelve park. Kartgrunnlag fra Temakart Rogaland (Rogaland fylkeskommune, 2021). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	41
Figur 31 Caseområde med eksisterende grøntareal. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord.....	42
Figur 32 Fotografi av lekeplass nordøst for Kjelve park. Foto av Nikolai Øyan Kamfjord	43
Figur 33 Infrastruktur på Kjelve og rundt Kjelve park. Kartgrunnlag fra Google maps (Google Inc., 2005). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord.	44
Figur 34 Løsmasser på Storhaug i Stavanger. Kjelve park er markert til å ligge innenfor rødt rektangel. (NGU, i. d.).....	45
Figur 35 Infiltrasjonsevne kart over Storhaug. Kjelve park er markert med rødt rektangel. (NGU, i. d.).....	46
Figur 36 Flyfoto fra 1937. Kjelve park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	51
Figur 37 Flyfoto fra 1968. Kjelve park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	52
Figur 38 Flyfoto fra 2003. Kjelve park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	53
Figur 39 Flyfoto fra 2020. Kjelve park markert med rød stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord	57
Figur 40 Eksisterende situasjon med område avgrensninger. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord	59
Figur 41 Flyfoto fra 2020. Kjelve park markert med rød stiplet linje og nærliggende område markert med gul stiplet linje. Kartgrunnlag fra Norge i bilder (Norge i bilder, i. d.). Redigert av Nikolai Øyan Kamfjord.....	60
Figur 42 Illustrasjon av området etter implementering av ny grønnstruktur. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord.....	63

Figur 43 Illustrasjon av eksempel på en fremtidig situasjon. Kartgrunnlag fra Stavangerkart (Stavanger kommune, 2020). Redigert i Autocad av Nikolai Øyan Kamfjord..... 75

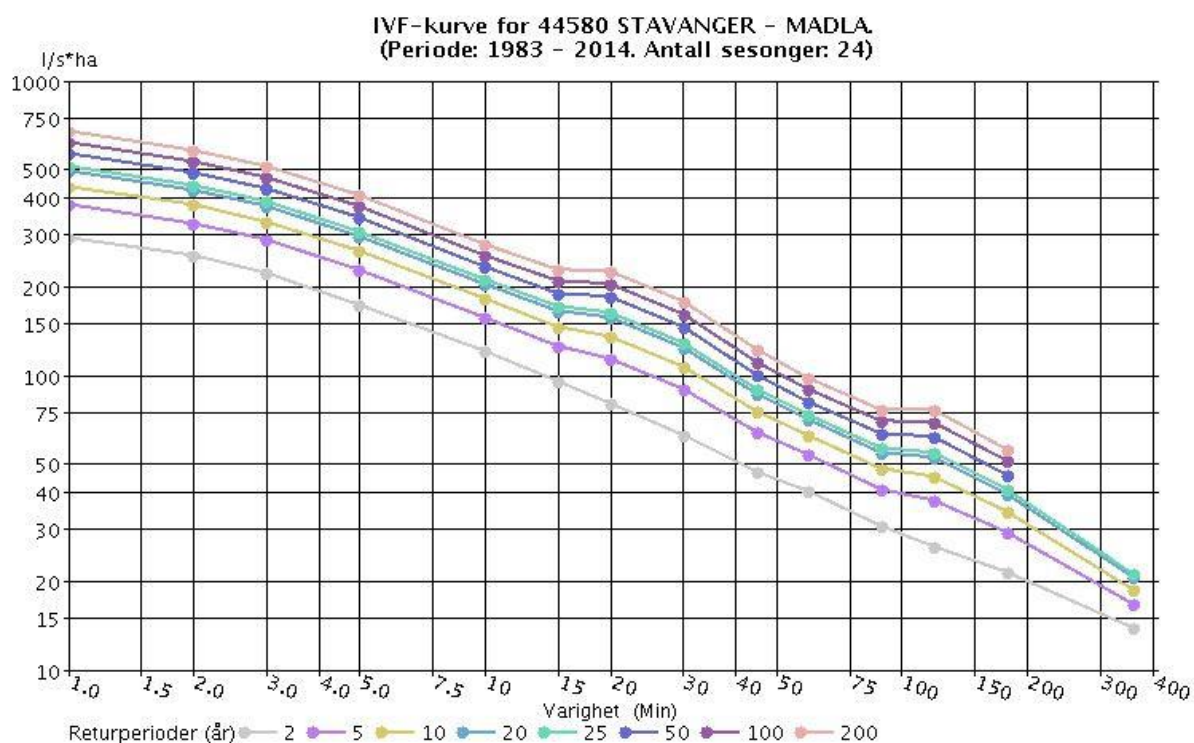
11 Tabelliste

Tabell 1 Anbefalt minimumsfaktor for BGF gitt område type (Ardila & Caprona, 2014).....	26
Tabell 2 Tabell for koeffisienter utviklet av Stavanger kommune for å bergne opprinnelig påslipp (Stavanger kommune, 2020)	54
Tabell 3 Tabell for valg av gjentagelses intervall. Tabell hentet fra «Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering» (Rogaland fylkeskommune, 2020).....	55
Tabell 4 Avrenningskoeffisienter fra «Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Rogaland, Vedlegg 9, Overvannshåndtering» (Rogaland fylkeskommune, 2020)	56
Tabell 5 Avrenningskoeffisienter Kjelvene park uten nærliggende område	58
Tabell 6 Avrenningskoeffisienter for Kjelvene parken med nærliggende område	61
Tabell 7 Fremtidig avrenningskoeffisienter med valgt struktur, uten nærliggende område.....	64
Tabell 8 Fremtidig avrenningskoeffisienter med valgt struktur, med nærliggende område	65
Tabell 9 Beregning av areal for regnbed, uten nærliggende område	67
Tabell 10 Beregning av areal for regnbed, med nærliggende område	68
Tabell 11 Beregning av volum for regnbed, uten nærliggende område	69
Tabell 12 Beregning av volum for regnbed, med nærliggende område	70
Tabell 13 Beregning av volum for regnbed ved null påslipp til kommunalt avløpssystem, uten nærliggende område	71
Tabell 14 Beregning av volum for regnbed ved null påslipp til kommunalt avløpssystem, med nærliggende område	72
Tabell 15 Sammenligning av beregning for de forskjellige avrenningssituasjonene	73
Tabell 16 Nye delareal, med totalarealet for Kjelvene park, uten nærliggende område	74
Tabell 17 Nye delareal, med totalarealet for Kjelvene park, med nærliggende område	74

12 Formelliste

Formel 1 Formel for beregning av BGF (Ardila & Caprona, 2014)	26
Formel 2 Formel for å beregne økologisk effektiv overflate (Ardila & Caprona, 2014).....	26
Formel 3 «Berg et al. (1992) – urbane felt» formel for konsentrasjonstid (Vegdirektoratet, 2020)	48
Formel 4 Rasjonelle formel for dimensjonerende vannføring (Ødegaard, 2014).....	48
Formel 5 Formel for midlere avrenningskoeffisient (Ødegaard, 2014)	49
Formel 6 Formel for overflatearealet på regnbed (Norsk Vann, i. d.).....	49
Formel 7 Formel for tilrenningsvolum fra feltet (Norsk Vann, i. d.).....	49
Formel 8 Formel for utløpsmengde fra regnbed (Norsk Vann, i. d.).....	50
Formel 9 Formel for magasinivolum for regnbed (Norsk Vann, i. d.)	50

Vedlegg 1. IVF-kurve for Stavanger - Madla



Intensitet (l/s*ha)

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	291,7	252,9	221,7	172,5	120,4	95,2	79,7	62,3	46,9	40,2	30,4	26,1	21,2	13,7
5	378,0	327,1	287,5	226,4	156,5	125,3	112,9	88,6	63,9	53,2	40,8	37,5	29,1	16,6
10	435,2	376,3	331,0	262,0	180,3	145,2	134,9	106,1	75,2	61,8	47,7	45,0	34,3	18,5
20	490,0	423,5	372,8	296,2	203,2	164,2	156,0	122,8	86,0	70,1	54,3	52,2	39,3	20,4
25	507,4	438,5	386,1	307,1	210,5	170,3	162,7	128,1	89,5	72,7	56,4	54,4	40,9	21,0
50	560,9	484,6	426,9	340,5	232,9	188,9	183,4	144,5	100,0	80,8	62,9	61,5	45,7	
100	614,1	530,4	467,4	373,7	255,1	207,4	203,8	160,7	110,5	88,8	69,3	68,4	50,6	
200	667,1	576,0	507,8	406,8	277,3	225,9	224,3	176,9	121,0	96,8	75,8	75,4	55,4	

Nedbørsum (mm)

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	1,8	3,0	4,0	5,2	7,2	8,6	9,6	11,2	12,7	14,5	16,4	18,8	22,9	29,6
5	2,3	3,9	5,2	6,8	9,4	11,3	13,5	15,9	17,3	19,2	22,0	27,0	31,4	35,9
10	2,6	4,5	6,0	7,9	10,8	13,1	16,2	19,1	20,3	22,2	25,8	32,4	37,0	40,0
20	2,9	5,1	6,7	8,9	12,2	14,8	18,7	22,1	23,2	25,2	29,3	37,6	42,4	44,1
25	3,0	5,3	6,9	9,2	12,6	15,3	19,5	23,1	24,2	26,2	30,5	39,2	44,2	45,4
50	3,4	5,8	7,7	10,2	14,0	17,0	22,0	26,0	27,0	29,1	34,0	44,3	49,4	
100	3,7	6,4	8,4	11,2	15,3	18,7	24,5	28,9	29,8	32,0	37,4	49,2	54,6	
200	4,0	6,9	9,1	12,2	16,6	20,3	26,9	31,8	32,7	34,8	40,9	54,3	59,8	

Vedlegg 2. Blågrønn faktor

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, CO/W 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 gressarmert 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 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.	0	0
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL 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 fjellkløuser 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 bunnsubstrat og kantsoner. 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.	0	0
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Ekisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.		0
0,8		EKISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Ekisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogtrær, 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		EKISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Ekisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apel, kirsebær, magnolia, paretre, 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 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.		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
0,3		STAUDER OG BUNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.		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
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05				0,05	
0,05		KOBLING TIL EKISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkåpning, 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)					###

Vedlegg 3. Blågrønn faktor av Kjelvene park

Eksisterende situasjon

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:	5394
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNPEIL 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.	243,9	73,17
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. Fordrøyingsmagasin 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 vannring av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyingsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	303,6	30,36
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 fjellkluser og svaberg.	1439	1439
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 VANNPEIL	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bekkensnivå og har naturlig bunnsubstrat og kantsoner. 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 fordrøyingsbasseng 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
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogtrær, 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
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 3-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks. spal, 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).	38	364,8
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
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 3-10 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 vern av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.	0	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.	580,9	58,09
					1965,4
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 bekkåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdstom med fri ferdsl mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0,05	0,05
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)					0,41

Vedlegg 4. Blågrønn faktor for Kjelvene park

Etter fremlagt situasjon

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:	5,394
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNPEIL SOM FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomta, 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 GIRUS, 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.	586,7683	176,03
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.	772,6134	154,52
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 fordrøyning og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vannring 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 fjellkluser og avsberg.	2305,6422	2305,6
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 VANNPEIL	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrukt og kantsone. F.eks. bekk, kanal og dem 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.	609,2008	182,76
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. apsel, kirsebær, magnolia, paretre, 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).	38	364,8
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).	10	80
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.	0	0
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 3 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.	2155,5583	215,56
					3479,3
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 bekkedpning, 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.	0,05	0,05
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)					0,70