

Det tekniske-naturvitenskapelige fakultet

Forfatter(e): Ole Andreas Mydland og Vilde Johansen Nilsen

Veileder(e): Benjamin pettersen



Bacheloroppgave

BYSAM

Overvannshåndtering i urbane rom:
En studie av grønne vegger og deres
multifunksjonelle fordeler

Stormwater managment in urban spaces:
A study of green walls and their multi-
functional benefits

Sider: 64

Vedlegg: 2

Vår 2024

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på vår bachelor innen Byplanlegging og Samfunnssikkerhet ved Universitetet i Stavanger. Hensikten er å få et innblikk i hvordan en kan ta i bruk naturbaserte løsninger for overvannshåndtering i byplanleggingen.

Temaet for oppgaven ble valgt etter å ha tatt faget BYG125- Vann og Avløp, som åpnet interessen innenfor VA-sektoren. Samarbeidet ble etablert ettersom vi hadde liknende tanker om tema til bacheloroppgaven.

Vildes interesse og ferdigheter for bruk av dataprogrammer og design, sammen med Ole Andreas` ferdigheter innen skriving og research utgjorde en vellykket kombinasjon, egnet for denne type oppgave. Til tross for våre varierende ferdigheter på de ulike områdene av oppgaven, utfordret vi oss selv ved å ta tak i oppgaver som strakte seg ut over våre ferdighetsområder. Denne tilnærmingen bidro til å utvide våre kunnskaper og erfaringer, og styrke vårt samarbeid gjennom gjensidig læring og utforskning av nye ferdigheter.

Vi vil takke våre forelesere og medstudenter for en lærerik, interessant og minnerik studietid, og en spesiell takk til vår veileder, Benjamin Pettersen, for gode innspill, hjelp, konstruktiv kritikk, tips, støtte og motivasjon underveis i oppgaven.

Stavanger, 15.05.2024

Ole Andreas Mydland & Vilde Johansen Nilsen

Sammendrag

Oppgaven undersøker bruk av naturbaserte løsninger, særlig grønne vegger, for effektiv overvannshåndtering i urbane områder. Målet er å vurdere hvordan slike løsninger kan integreres i byplanlegging for å håndtere utfordringer knyttet til økt nedbør og klimaendringer. Ofte er det kun den grønne kvaliteten til grønne vegger som blir tatt hensyn til, men denne studien viser at de også kan ha betydelige praktiske fordeler for overvannshåndtering, i kombinasjon med et blågrønt tak.

En sentral del av prosjektet er å utforske nye metoder for å møte vannbehovene til grønne vegger. Studien viser at disse metodene er spesielt effektive når de kombineres med blågrønne tak, som forsinker og håndterer overvann på en bærekraftig måte. Prosjektet inkluderer også et redesign av et parkområde der tradisjonell overvannshåndtering ikke er nødvendig på grunn av de grønne veggens kapasitet. Videre brukes Jan Gehls 12 kvalitetskriterier for å skape et område som oppfyller menneskelige behov for opphold, lek, aktivitet, universell utforming og estetisk kvalitet.

Oppgaven sammenligner naturbaserte løsninger med tradisjonelle infrastrukturelle tiltak som fordrøyningsskammer og offentlige overvannsnett. Naturbaserte løsninger viser seg å ha flere fordeler, inkludert lavere vedlikeholds- og konstruksjonskostnader, økt biologisk mangfold, forbedret estetikk og bærekraftige fordeler. De bidrar også til å nå flere av FNs bærekraftsmål, spesielt mål relatert til bærekraftige byer og samfunn, bekjempelse av klimaendringer, og beskyttelse av økosystemer. Studien belyser også noen ulemper med bruken av naturbaserte løsninger.

Grønne vegger og blågrønne tak er effektive for å håndtere overvann, redusere flomrisiko og forbedre miljøkvaliteten i byområder. De gir også sosiale og estetiske fordeler som kan øke livskvaliteten for byens innbyggere. Ved å integrere disse løsningene i byplanlegging, viser studien hvordan urbane områder kan bli mer motstandsdyktige mot klimaendringer og samtidig oppnå en høyere grad av bærekraft og trivsel.

Abstract

The assignment examines the use of nature-based solutions, particularly green walls, for effective stormwater management in urban areas. The goal is to assess how such solutions can be integrated into urban planning to address challenges related to increased precipitation and climate change. Often, only the green quality of green walls is considered, but this study shows that they can also have significant practical benefits for stormwater management, especially when combined with a blue-green roof.

A key aspect of the project is to explore new methods to meet the water needs of green walls. The study shows that these methods are particularly effective when combined with blue-green roofs, which delay and manage stormwater in a sustainable manner. The project also includes a redesign of a park area where traditional stormwater management is not necessary due to the capacity of the green walls. Furthermore, Jan Gehl's 12 quality criteria are used to create an area that meets human needs for stay, play, activity, universal design, and aesthetic quality.

The assignment compares nature-based solutions with traditional infrastructural measures such as detention chambers and public stormwater networks. Nature-based solutions have several advantages, including lower maintenance and construction costs, increased biodiversity, improved aesthetics, and sustainable benefits. They also contribute to achieving several of the UN's Sustainable Development Goals, especially goals related to sustainable cities and communities, combating climate change, and protecting ecosystems. The study also highlights some disadvantages of using nature-based solutions.

Green walls and blue-green roofs are effective in managing stormwater, reducing flood risk, and improving environmental quality in urban areas. They also provide social and aesthetic benefits that can enhance the quality of life for city residents. By integrating these solutions into urban planning, the study demonstrates how urban areas can become more resilient to climate change while achieving a higher degree of sustainability and well-being.

Innholds fortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Innholdsfortegnelse	IV
Figur- og tabelliste	VII
Forklaringer og forkortelser	1
Innledning	2
1. Planområdet	3
1.1 Beliggenhet	3
1.2 Eksisterende situasjon	5
2. Teori	5
2.1 Nedbør og klima	5
2.2. Generell overvannshåndtering	6
2.2.1 Overvannshåndtering	6
2.2.2 Under bakken	6
2.2.3 Naturbaserte løsninger	6
2.2.4 Lokal overvannshåndtering	6
2.2.5 Tretrinnsstrategien	7
2.2.6 Blågrønn faktor	7
2.3 Naturbaserte Overvannstiltak	7
2.3.1 Permeable dekker	7
2.3.2 Regnbed	8
2.3.3 Grønne vegger	8
2.3.4 Grønne tak	9
2.3.5 Blå Tak	9
2.3.6 Blågrønne Tak	9

2.4 Bærekraftig fordeler med grønnstruktur	10
2.4.1 Forurensninger i overvann	10
2.4.2 Rensing av overvann i regnbed	10
2.4.3 Rensing av overvann i grønne tak	10
2.4.4 Helsemessige fordeler med grønnstruktur	11
2.5 Jan Gehl - Generelt	12
2.6 Arealregnskap	12
2.7 Stavanger kommune sine fire grunnprinsipper for grønnstruktur	13
2.8 FN's bærekraftsmål	15
2.9 Parisavtalen	15
3. Metode	16
3.1 Oppgavens struktur	16
4. Resultater	17
4.1 Illustrasjonsplan - Versjon 1	17
4.2 Illustrasjonsplan - Versjon 2	17
4.3 Jan Gehl - Versjon 0	18
4.4 Jan Gehl - Versjon 1	19
4.5 Jan Gehl - Versjon 2	20
5. Utrekninger	21
5.1 Utrekninger - Versjon 0	21
5.2. Utrekninger og fremgang - Versjon 1	21
5.2.1 Nedslagsfelt 1	22
5.2.2 Nedslagsfelt 2	22
5.2.3 Nedslagsfelt 3	23
5.3 Utrekninger og fremgang - Versjon 2	24
5.3.1 Vanningsbehov- grønn fasade	24
5.3.2 Nedslagsfelt 1 og 2	25
5.3.3 Nedslagsfelt 3, 4 og 5	26

6. Diskusjon og analyse	27
6.1 Jan Gehl - Versjon 0	27
6.2 Versjon 1	29
6.2.1 Nedslagsfelt 1	29
6.2.2 Nedslagsfelt 2	29
6.2.3 Nedslagsfelt 3	30
6.2.4 Jan Gehl- 12 kvalitetskriterier	31
6.3 Versjon 2	32
6.3.1 Nedslagsfelt 1	32
6.3.2 Nedslagsfelt 2	32
6.3.3 Nedslagsfelt 3	33
6.3.4 Jan Gehl- 12 kvalitetskriterier	33
6.4 Generell diskusjon av området	34
6.4.1 Oppbygging av grønn vegg	34
6.4.2 Styrker til designforslaget	34
6.4.3 Klimatilpasning	39
6.4.4 Svakheter til designforslaget	39
6.4.5 Styrker med naturbaserte løsninger	39
6.4.6 Svakheter med naturbaserte løsninger	39
6.4.7 Implikasjoner med oppgaven	40
6.4.8 Feilkilder	40
7. Konklusjon	41
7.1 Fortolkning av funn	41
7.2 Avsluttende tanker	41
8. Referanser	42
8.1 Tekst	42
8.2 Figurer	45
8.3 Tabeller	45
9. Vedlegg	46
9.1 Vedlegg 1	46
9.2 Vedlegg 2	52

Figur- og tabelliste

Figurliste

Figur 1.1. Illustrasjoner av området i ulike skala.	3
Figur 1.2. Kart av ulike bygg og elementer.	4
Figur 2.1. Nedbørsmengder målt på Sola i 2014.	5
Figur 2.2. Illustrasjon av tretrinnsstrategien.	7
Figur 2.3. Illustrasjon av permeable dekker.	8
Figur 2.4. Illustrasjon av oppbygging av grønn vegg med butong.	8
Figur 2.5. Illustrasjon av oppbyggingen på blågrønt tak.	9
Figur 2.6. Illustrasjon av effekten av grønnstruktur.	11
Figur 2.7. De fire grunnprinsippene for grønnstruktur i Stavanger kommune.	13
Figur 2.8. Sammenhengende.	14
Figur 2.9. Nær.	14
Figur 2.10. Variert.	14
Figur 2.11. Naturbasert.	14
Figur 2.12. Illustrasjon av relevante bærekraftsmål.	15
Figur 3.1. Illustrasjon av Jan Gehl sine 12 kvalitetskriterier.	16
Figur 4.1. Illustrasjonsplan versjon 1.	17
Figur 4.2. Illustrasjonsplan versjon 2.	17
Figur 5.1 Temakart- Nedslagsfelt.	21
Figur 6.1. Bilde av lekeplass ved misjonskirken.	27
Figur 6.2. Bilde av gjennomgang i parken.	28
Figur 6.3. Illustrasjon av nedslagsfelt 1.	29
Figur 6.4. Illustrasjon av nedslagsfelt 2.	29
Figur 6.5. Illustrasjon av nedslagsfelt 3.	30

Figur 6.6. Illustrasjon av nedslagsfelt 1.	32
Figur 6.7. Illustrasjon av nedslagsfelt 2.	32
Figur 6.8. Illustrasjon av nedslagsfelt 3.	33
Figur 6.9. Illustrasjon av planlagt grønn vegg.	34
Figur 6.10. Sammenhengende.	36
Figur 6.11. Nær.	36
Figur 6.12. Variert.	36
Figur 6.13. Naturbasert.	36
Figur 6.14. Illustrasjon av bærekraftsmål 3.	38
Figur 6.15. Illustrasjon av bærekraftsmål 11.	38
Figur 6.16. Illustrasjon av bærekraftsmål 13.	38
Figur 6.17. Illustrasjon av bærekraftsmål 15.	38

Tabelliste

Tabell 1. Avrenningskoeffesient i før situasjon for nedslagsfelt 1 og 2.	21
Tabell 2. Viser beregninger av nedslagsfelt 1, gjennomført av Teknaconsult.	22
Tabell 3. Viser beregninger av nedslagsfelt 2, gjennomført av Teknaconsult.	22
Tabell 4. Viser beregninger av nedslagsfelt 3, gjennomført av Teknaconsult.	23
Tabell 5. Viser beregninger av behovet for vann sammenlignet med nedbørsmengden i Stavanger.	24
Tabell 6. Viser avrenningskoeffesienten for nedslagsfelt 1 og 2 etter utbygging av tiltak.	25
Tabell 7. Viser beregning for kapasiteten til det blågrønne taket.	25
Tabell 8. Viser beregning for fordrøyningsvolum når $Q_{etter} = 40,7\text{l/s}$.	26
Tabell 9. Viser beregning for fordrøyningsvolum når $Q_{etter} = 2,6\text{l/s}$.	26

Forklaringer og forkortelser

Forklaringer:

Assimilasjon – Gjøre om et stoff til et annet («assimilering – biologi», 2023).

Utfelling – Danne bunnfall i en løsning (Pedersen, 2023).

Sorpsjon – Absorbering av stoffer («sorpsjon», 2023).

Forkortelser:

BGF – Blågrønn faktor

K8 – Den nye bygningen som blir bygd på Knud Holms Gate 8 i Stavanger

LOD – Lokal overvannsdiskonering

LOH – Lokal overvannshåndtering

OV – Overvann

Innledning

I en verden preget av stadig økende klimaendringer, er håndteringen av overvann blitt et stadig mer relevant tema. Den økende globale oppvarminger har ført til endringer i nedbørsmønstre, med markante økninger i mengder, intensitet og hyppighet av kraftig nedbør. Dette fenomenet har resultert i utfordringer knyttet til overvannshåndtering i byene, og det viser seg nødvendig å utforske bærekraftige løsninger for å minimere negative konsekvenser.

I denne oppgaven vil vi rette fokus mot naturbaserte løsninger for overvannshåndtering i byrommet med hovedfokus på bruken av grønne vegger, som er et relativt nytt tema, som ikke bare bidrar miljømessig, men som også bidrar til estetikken og standarden i urbane områder. Ved å utforske fordeler og nytteverdien av slike løsninger, ønsker vi å belyse hvordan de kan bidra til å håndtere konsekvenser av klimaendringer på en bærekraftig måte.

Oppgavens mål er todelt; for det første vil vi presentere de ulike aspektene ved naturbaserte løsninger og deres miljømessige fordeler. For det andre vil vi illustrere hvordan slike løsninger kan være estetisk tiltalende og integreres i urbane omgivelser og hvilke utfordringer integreringen kan medføre.

Som et konkret eksempel vil vi bruke det nye høyhus prosjektet på Knud Holms gate 8 i Stavanger sentrum for å vise eksempler på hvordan naturbaserte løsninger, i form av grønne vegger, kan implementeres for å effektivt håndtere overvann, samt fungere som et uteareal for lek, opphold, sosialisering og andre bruksområder. Det vil bli laget et nytt design av parkområdet, med fokus på å skape en inviterende og brukervennlig atmosfære.

Gjennom denne oppgaven håper vi å kaste lys over potensialet og viktigheten av grønne vegger og andre naturbaserte overvannshåndteringstiltak i en tid preget av klimaendringer. Problemstillingen for oppgaven blir da; Hvordan kan Jan Gehls 12 kvalitetskriterier anvendes for å skape et parkområde av høy kvalitet? Hvordan kan bruken av grønne vegger optimaliseres for å redusere behovet for arealbruk innen overvannshåndtering, og samtidig ta hensyn til Jan Gehls kvalitetskriterier?

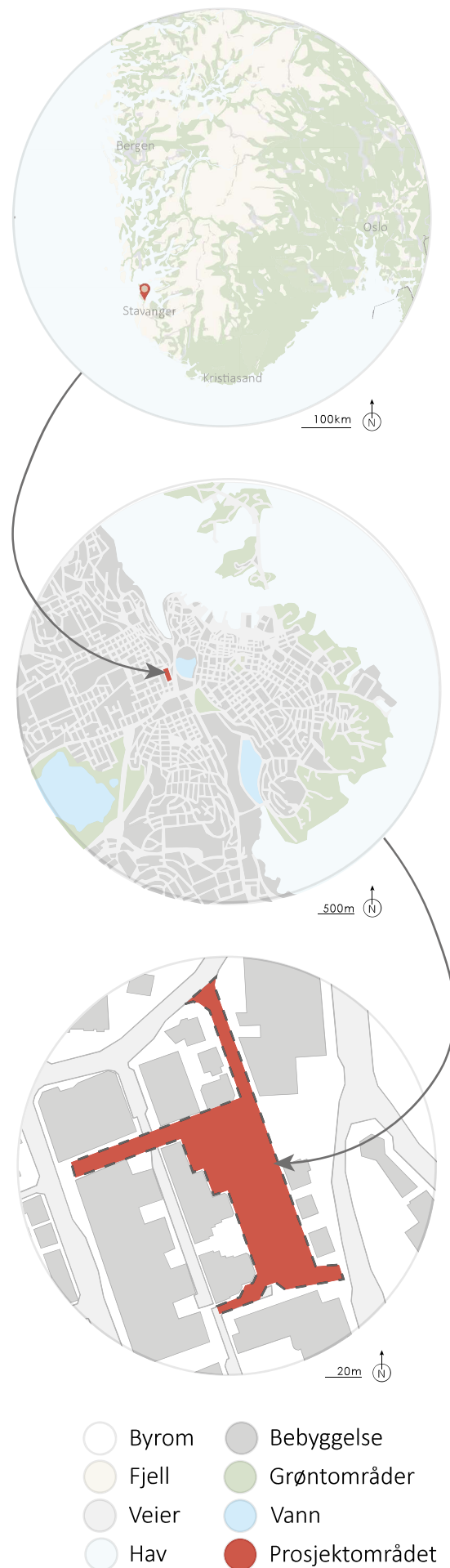
1. Planområdet

1.1 Beliggenhet

Prosjektområdet ligger langs vestkysten av Norge, og som følge av plasseringen, er det utsatt for både kraftig vind og store nedbørsmengder. Grunnet nærhet til havet, gjør det området ekstra sårbart for værphenomener som storm og flom, som kan ha betydelig innvirkning på planlegging, konstruksjoner og drift av infrastruktur og bygninger i området.

Området ligger i sentrum av Stavanger, omtrent to minutters gange fra bystasjonen. Dette bidrar til en eksepsjonell tilgjengelighet både for virksomhetene i bygget og for besøkende. Den sentrale beliggenheten gjør det enkelt for bedrifter å etablere seg, og gjør det enkelt å velge kollektive løsninger for å komme seg til og fra jobb.

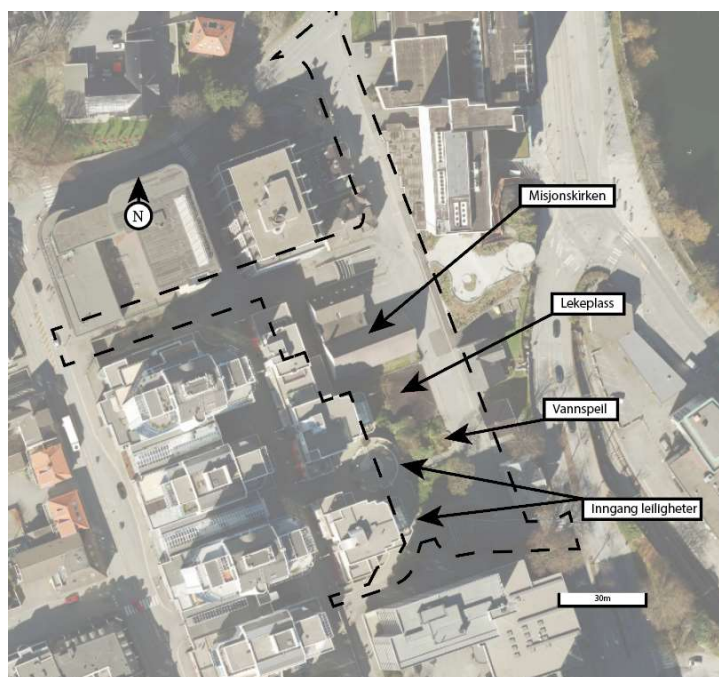
Prosjektområdet ligger i St. Olavs-området, nyter det godt av sin nærhet til gågater, kulturinstitusjoner, restauranter og det pulserende bylivet. Noe som skaper en levende atmosfære og et attraktivt miljø for ulike aktiviteter og opplevelser (Base Property, u.å.).



Figur 1.1. Illustrasjoner av området i ulike skala.

1.2 Eksisterende situasjon

Området består i hovedsak av to deler: parkområdet og misjonskirken. Inne i parken finner vi en lekeplass, beplantning og et vannspeil, som er ment å være estetisk tiltalende. På grunn av mangelfullt vedlikehold og slitasje har disse elementene dessverre en liten positiv innvirkning på området. Det er også to stier som fører fra Knud Holms gate opp til to leilighetskomplekser i St. Olavs gate.



Figur 1.2. Kart av ulike bygg og elementer.

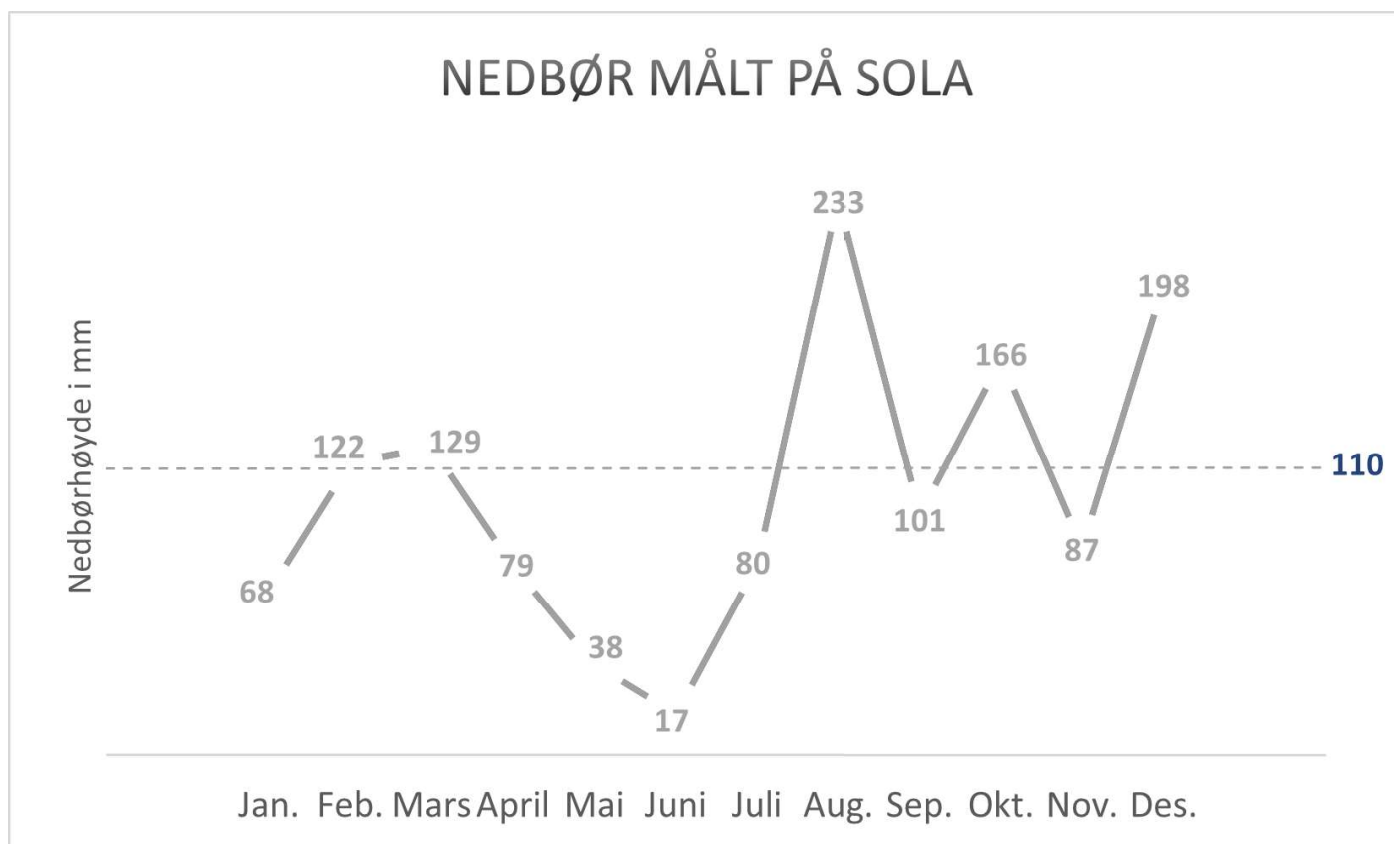
2. Teori

2.1 Nedbør og klima

Norge får i gjennomsnitt omtrent 1400 millimeter nedbør årlig, hvorvidt vestkysten og fjellområder bidrar med å trekke opp snittet. Antall nedbørsdager varierer fra 100 dager i året for innlandet til over 200 dager på vestkysten. Stavanger som region ligger på omtrentlig 200 regndager årlig, med gjennomsnittsnedbør på 1318 millimeter, basert på historiske data (Dannevig & Harstveit, 2024; SSB, u.å.).

Ifølge Gangstø et al. (2024, s. 8), falt det 5% mer nedbør enn det som blir regnet som normalen, samt en gjennomsnittstemperatur på 0,1 grad under målinger fra normalperioden. Fra og med 2021, blir alle år sammenliknet med årene 1991-2020, som legger grunnlag for gjennomsnittet av nedbør og temperatur. Særlig sommersesongen blir regnet som en meget våt periode, med 10% over normalen. Totalt i Norge, sank gjennomsnittstemperaturen med 0,8 grader fra 2022 (0,7 grader i gjennomsnitt), samt 1% mer nedbør sammenliknet med 2022, som hadde 4% mer nedbør i forhold til normalen (Gangstø et al., 2024, s. 8; Grinde et al., 2023, s. 8). Dette viser at nedbørsmengden øker på nasjonal basis.

Basert på tall fra året 2014 hentet fra SSB (u.å.), vises fordelingen av nedbørsmengden per måned. Gjennomsnittet er på omtrent 110 millimeter nedbør. Utrekningene videre i oppgaven baserer seg på august måned, hvor nedbørsmengden ble målt høyest, med totalt 233 millimeter.



Figur 2.1. Nedbørsmengder målt på Sola i 2014, data hentet fra SSB (u.å.).

2.2. Generell overvannshåndtering

2.2.1 Overvannshåndtering

Overvann er hovedsakelig et resultat av nedbør, inkludert smeltende snø. Dette utgjør generelt ingen umiddelbar trussel mot bebyggelse og konstruksjoner. Vannet følger overflatekonturene frem til det støter på en flate med infiltrasjonskapasitet som leder vannet ned til grunnvannet. utfordringer kan oppstå når overvannsmengden overskrider kapasiteten til overflatens og grunnens infiltrasjon, hvilket resulterer i dannelsen av midlertidige bekker av varierende omfang. Vann som strømmer inn i bekker eller avløpsrør anses ikke lenger som overvann når det er fullstendig adskilt fra overflatene og transporteres vekk via andre veier (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2021).

2.2.2 Under bakken

Den tradisjonelle tilnærmingen til overvannshåndtering involverer opprettelse av overvannsnett, bestående av blant annet overvannsrør, sluker, og fordrøyningsanlegg under bakken. Denne metoden fokuserer på å dirigere overflatevann til sluker for påfølgende transport gjennom rørrnettverket. Ved overskridelse av kapasiteten til denne infrastrukturen blir overvannet fordøyd ved hjelp av vannmagasiner, tilpasset til de stedlige behovene. Dette gir muligheten for akkumulering av vann, med den hensikt å forhindre overbelastning av kapasiteten til det kommunale avløpssystemet. Det sistnevnte systemet sørger for videreføring av vannet til nærmeste hydrologiske resipient, eksempelvis bekker, innsjøer eller renseanlegg (Sintef, u.å.).

2.2.3 Naturbaserte løsninger

Naturbaserte løsninger er blitt et tema som får stadig større oppmerksomhet, ettersom det er allment anerkjent at verden står overfor betydelige utfordringer knyttet til klimaendringer, ledsaget av blant annet forventede økninger i nedbørsmengder. Denne kategorien av løsninger utnytter naturbaserte ressurser, herunder økosystemer og andre naturlige prosesser, som et alternativ til tradisjonelle avløpssystemer for å gjennomføre lignende oppgaver (Miljødirektoratet, 2023).

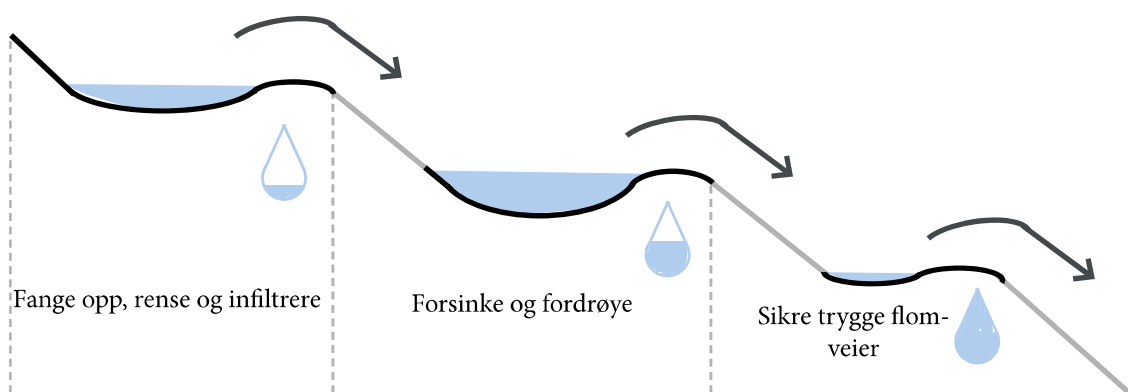
I henhold til uttalelser fra Miljødirektoratet er kjennetegnet ved naturbaserte løsninger deres evne til å inneha flere funksjoner, samtidig som de kan generere en rekke positive tilleggseffekter for samfunnet. Disse effektene inkluderer, men er ikke begrenset til, bidrag til luftrensing, mulig gjøring av fritidsaktiviteter, bevaring av kulturminner og-miljø, landskapspleie, helsefordeler, økt velvære, og fremmer biologisk mangfold. Naturbaserte løsninger baseres på naturens egne prinsipper, og Miljødirektoratet understreker at slike løsninger bør prioriteres når det er mulig å tilrettelegge for deres implementering (Miljødirektoratet, 2023).

2.2.4 Lokal overvannshåndtering

Lokal overvannshåndtering omfavner prinsippet om å la vannet følge naturlige veier, enten det er gjennom infiltrasjon i bakken eller gjennom åpne vannløp og dammer. Ved å redusere bruken av tette overflater, og unngå rask avledning til rør, kan vi minske risikoen for skader forårsaket av oversvømmelser. Derfor er det viktig med gode muligheter for overvannshåndtering, som det vil komme eksempler på videre (Ødegaard et al., 2021, s. 352).

2.2.5 Tretrinnsstrategien

Tretrinnsstrategien representerer en form for lokal overvannsforvaltning som i hovedsak baserer seg på å infiltrere og fordrøye nedbør og flom gjennom implementeringen av regnbed, grønne tak og lignende løsninger. Denne metodologien er strukturert i tre påfølgende trinn som dikterer varigheten og intensiteten av nedbøret. Det første leddet er lagt opp til å håndtere kortvarig nedbør. De påfølgende to trinnene, er strukturert for å håndtere mer langvarige og intense nedbørsforhold. Om nedbørsmengden skulle overstige kapasiteten til et slikt system, vil overvannet ledes videre ved bruk av flomveier til eksisterende sluker, bekker eller vassdrag (Ødegaard et al., 2021, s. 353).



Figur 2.2. Illustrasjon av tretrinnsstrategien.

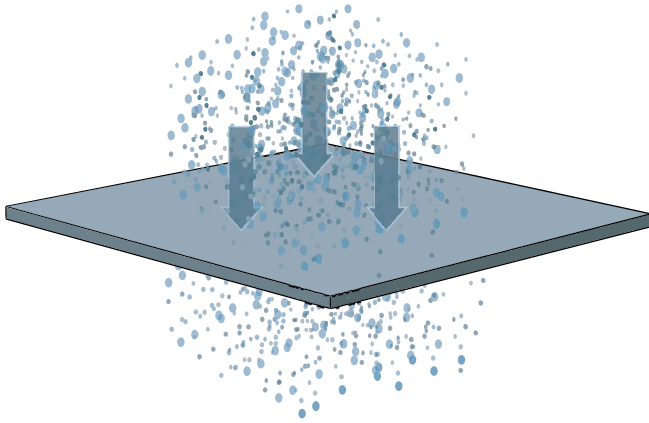
2.2.6 Blågrønn faktor

Veilederen om blågrønn faktor er utarbeidet for Oslo og Bærum kommune i 2014 som en veileder for programmet; fremtidens byer (Dronninga Landskap et al., 2014). Blågrønn infrastruktur er en vesentlig faktor som fører til flere samfunnsmessige fordeler og spiller en avgjørende rolle for å redusere en rekke utfordringer som å redusere klimatiske påvirkninger på kloden, forbedringen av jordkvalitet, bevaring av mikroklima, samt vern av natur og økosystemer. Lokal overvannshåndtering som utøves gjennom effektiv styring av overflatevannet, bevarer den naturlige syklusen og opprettholder den selvrensende evnen i miljøet. Den tilpasningsdyktige karakteren og designfleksibiliteten til blågrønn infrastruktur muliggjør skreddersydde løsninger som samsvarer med de spesifikke krav og geografiske særtrekk (Regjeringen, 2012, s. 3). Transformasjoner i byggevirksomheten antas å være av betydelig betydning, spesielt i områder preget av økende tetthet, ettersom intensivering av utnyttelsen av tomtearealene er uunngåelige. Denne tette utbyggingen fremkaller utfordringer for implementeringen av naturbasert overvannshåndtering, slike løsninger er avhengig av tilstrekkelig plass over bakkenivå for å realisere funksjonalitet (Leivestad & Skogvold, 2017, s. 148).

2.3 Naturbaserte Overvannstiltak

2.3.1 Permeable dekker

Denne typen belegning er konstruert med formålet å lede nedbør til grunnen, og reduserer fordrøyning behovet. Denne løsningen er i stand til å integreres med ulike elementer for å øke infiltreringsegenskapene til området. Den forsinkede avrenningstoppen som realiseres gjennom permeable dekker, reduserer risikoen for flom betraktelig og antas derfor som en avgjørende rolle prosjekter med fokus på naturbaserte løsninger. Det påpekes at løsningen er enkel å administrere, krever minimalt vedlikehold og har muligheter til og kombineres med andre infrastrukturelle tiltak, inkludert regnbed, grønne tak og vegger (Vannfakta, 2021, s. 4-6).



Figur 2.3. Illustrasjon av permeable dekker.

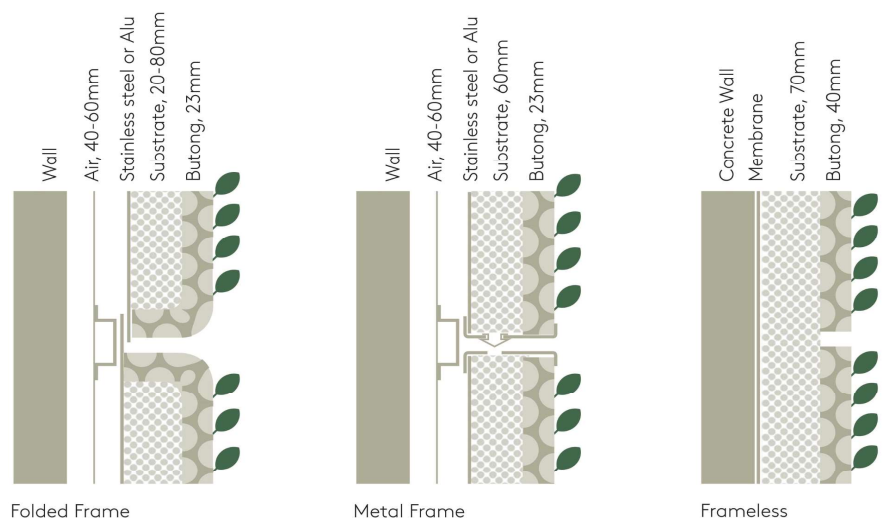
2.3.2 Regnbed

Regnbed samler, fordrøyer og renser overvann. Regnbed ligger lavt i terrenget, for å optimalisere oppsamlingen av overvann, og tar i bruk planter som kan samle opp mye vann om gangen (Bakke, 2012; Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-b). I et typisk regnbed, er det plass til vann med en dybde på omtrent 20 centimeter, vannet blir holdt igjen, før det blir sendt videre ned i grunnen (Bakke, 2012). En annen fordel med regnbed, er at det kan bidra til å lage estetisk finere byrom, samt være mer bærekraftige og rimeligere i pris sammenliknet med vanlige fordrøyningsmetoder med rør (Bakke, 2012). For å finne ut av regnbedets damhøyde, brukes byggt teknisk forskrift (TEK17), som en veileder for regnbed. Om et regnbed har en vanddybde på over 20 centimeter, må det tilrettelegges for tiltak som reduserer risikoen for drukning (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.).

2.3.3 Grønne vegger

Grønne vegger bidrar på fire ulike områder. På samme måte som regnbed, bidrar grønne vegger estetisk, samtidig som de håndterer overvann og fremmer naturmangfoldet. I tillegg gir bruk av grønne vegger isolasjon som bidrar til mulighet for kostnadsbesparelser til både oppvarming og kjøling av bygninger (Bergknapp, u.å.-b; Dæhlen, 2021). Grønne vegger kan både monteres i etterkant på eksisterende fasader og inkluderes i prosjekteringen av nye bygg (Bergknapp, u.å.-b).

Oppbygningen av en grønn vegg kan se slik ut: hvor en først har 4-6 centimeter med luft mellom bygningen og den grønne veggen, dermed et lag med rustfritt stål eller aluminium til vannings-systemet etterfulgt av substrat, plantekasse og til slutt vegetasjon. Tykkelsen på veggen blir omtrent 10-20 centimeter (Bergknapp, u.å.-b).



Figur 2.4. Illustrasjon av oppbygning av grønn vegg med butong (Bergknapp, u.å.- b).

2.3.4 Grønne tak

Fordelene med grønne tak er mange, da de kan installeres både på nye og eksisterende bygg, forutsatt at taket ikke er for bratt, og at strukturen tåler den ekstra belastningen (Ødegaard et al., 2021, s. 366). Det finnes to hovedtyper grønne tak; intensive tak, som har et vegetasjonslag på 15-40 centimeter, med flere forskjellige typer plantearter, og som krever regelmessig vedlikehold; og ekstensive tak, som også blir kalt for sedumtak, med tykkelse på omtrent 3-4 centimeter. Sedumtak tåler næringsfattig jord og lange perioder med tørke, og krever lite vedlikehold sammenliknet med intensive tak (Hanslin & Johannessen, 2018, s. 10-11; Ødegaard et al., 2021, s 366).

Grønne tak klarer effektivt å holde igjen overvann fra små nedbørsbyger, men blir fort fylt opp ved nedbør som er mer intense og langvarige. Over et års periode, vil grønne tak klare å samle opp omtrent halvparten av nedbøren, og bidrar effektivt til overvannshåndteringen til høybygg (Hanslin & Johannessen, 2018, s. 10-11; Ødegaard et al., 2021, s. 366). I tillegg til overvannshåndtering, bidrar grønne tak til biologisk mangfold, renere luft i byrom, estetikk, fanger opp svevestøv og bidrar med å kjøle og isolere bygninger (Hanslin & Johannessen, 2018, s. 10-11; Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-a).

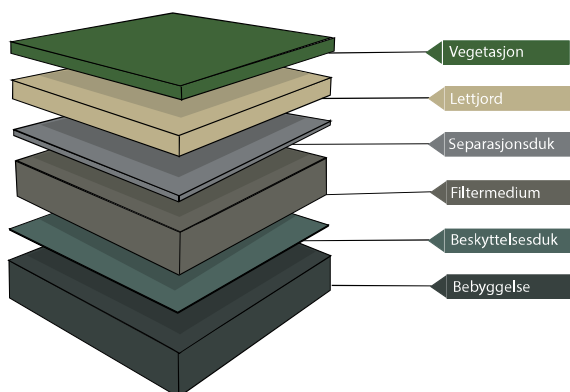
2.3.5 Blå Tak

For å effektivisere overvannshåndteringen på taket, kan en legge opp til blå eller blågrønne tak. Blå tak er designet for å fordrøye overvannet med for eksempel å ha et basseng på taket, med en vanntett membran. Tiltaket bidrar med å løse problemer om arealbruk for overvannshåndtering. Taket dimensjoneres ofte for 50 års regn, med sluker som styrer vannmengden for å hindre overløp på taket. Her er det også nødvendig med nød overløp, for å hindre overbelastning ved intense nedbørsperioder (Protan AS, u.å.).

2.3.6 Blågrønne Tak

Blågrønne tak kombinerer grønne og blå tak. I prinsippet er det et blått tak, med grønt på toppen (Bergknapp, u.å.-a). En løsning på blågrønne tak er å legge en beskyttelses duk mellom takflaten og et lag med lavastein, og videre bygge på med en separasjonsduk, lett jord og vegetasjon på toppen. En slik oppbygning kan være like lett som snø. Dette gir dermed muligheten til å montere blågrønne tak på ferdig konstruerte

bygninger, uten å ta forbehold til ekstra belastning. Lavastein kan holde omtrent 50% vann i forhold til sitt eget volum, og egner seg dermed bra som et fordrøyningsanlegg, med en vanlig tykkelse på 20 centimeter (Bergknapp, u.å.-a).



Figur 2.5. Illustrasjon av oppbygningen på blågrønt tak.

2.4 Bærekraftig fordeler med grønnstruktur

2.4.1 Forurensninger i overvann

Klimaendringer kan resultere i hyppigere perioder med kraftig nedbør, som videre fører til erosjon og mobilisering av miljøgifter og tungmetaller på overflaten og i grunnen (Miljødirektoratet, 2024). Miljøgifter og tungmetaller kan komme fra ulike kilder, som for eksempel kjøretøy, forbrenning av organisk materiale, industri, nedslitning og korrosjon av kjøretøy og bygninger og atmosfærisk nedfall (Ødegaard et al., 2021, s. 362).

Tiltak for rensing av overvann krever ofte stor plass, og er ikke alltid lett å få til i byområder (Skår, 2022). Ifølge Miljødirektoratet (2024), er overvann forurensset og bør renses om ett av følgende krav blir oppnådd:

1. Overvann som vasker ut miljøfarlige stoffer fra industri- og anleggsområder
2. Overvann som renner fra bykjerner med mer enn 50% tette flater
3. Overvann som renner fra veier med mer enn 15 000 årlige trafikkdøgn.

2.4.2 Rensing av overvann i regnbed

Regnbedet utmerker seg som en effektiv resemekanisme for overvann, spesielt når det gjelder fjerning av løste metaller og organiske miljøgifter (Paus, 2016, s. 2; Ødegaard et al., 2021, s. 367). Den store kapasiteten til regnbedet gir det muligheten til å håndtere og rense betydelige mengder overvann. Fjerning av partikulære forurensninger fra overvann skjer gjennom ulike prosesser som sedimentering og filtrasjon. Disse mekanismene bidrar til å fange opp og fjerne faste partikler fra vannet. I tillegg til disse fysiske metodene benyttes også andre teknikker som assimilasjon, biologisk nedbrytning, utfelling og sorpsjon for å fjerne forurensninger i overvannet (Ødegaard et al., 2021, s. 367-368).

Tilstrekkelig vegetasjon spiller en sentral rolle i å opprettholde regnbedets funksjonalitet. Vegetasjonen bidrar til å forhindre finstoffer i å tette regnbedet, samt fremmer infiltrasjon og oksygenførsel til filtermediet (Ødegaard et al., 2021, s. 367-368).

2.4.3 Rensing av overvann i grønne tak

Grønne tak viser seg å være mindre effektive når det gjelder å forbedre luftkvaliteten sammenliknet med grønnstruktur på bakkeplanet. Dette skyldes i stor grad deres plassering, som ofte er lengre unna utslippskildene som primært befinner seg på bakkenivå (Hanslin & Johannessen, 2018, s. 13). Videre fungerer grønne tak effektivt til reduksjon av tungmetaller i form av fordrøyning; med 99% for bly, 96% for sink, 92% for kadmium og 97% for kobber (Jusic et al., 2019, s. 59).

2.4.4 Helsemessige fordeler med grønnstruktur

Grønne tak evner til å fange opp svevestøv og bidrar med å nøytralisere surt nedbør (Jusic et al., 2019, s. 59; Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-a). Beplantning bidrar med å øke temperaturer ved et kaldt klima, og senker temperaturen ved varmt klima (Dæhlen, 2021; Miljødirektoratet, 2014, s. 46). Andre fordeler en kan benytte seg av ved bruk av grønnstruktur, er rensing av luften, demping av vind og skjerming for støy (Miljødirektoratet, 2014, s. 46-48).

Grønnstruktur gir ikke bare miljømessige fordeler. Verdens helseorganisasjon (2021, s. 7-9) viser til flere studier som peker på de positive virkningene grønnstruktur har på menneskers fysiske og mentale helse. Begrunnelsen er at virkningen av fysisk aktivitet og nærkontakt med naturen bidrar til å redusere stress, slappe av og opprettelse av møteplasser, som dermed bidrar med å forbedre menneskers mentale helse (World Health Organization, 2021, s. 7).



Figur 2.6. Illustrasjon av effekten av grønnstruktur.

2.5 Jan Gehl - Generelt

Jan Gehl legger vekt på at et byrom skal tilfredsstillende behov for mennesket, og fokuserer på områdene mellom bygningene. Han har kommet frem til 12 ulike kriterier som byrom må oppfylle for å være byrom av god kvalitet. Disse 12 kriteriene blir delt inn i 3 ulike kategorier, trygghet, komfort og nytelse (Gehl, 2010, s. 248-249).

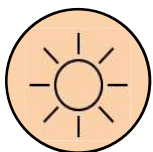
Jan Gehl er en anerkjent arkitekt, og hans teori er fundamentert i over 50 års forskning på byer og byrom i København. Hans samarbeid med hans ektefelle, en utdannet psykolog, også bidrar til et inntrykk av en dyp forståelse for mennesker og deres behov. Gehl sitt arbeid har blitt brukt i byplanleggingen, også av regjeringen i Norge (Regjeringen, u.å., s. 101). På bakgrunn av dette, blir hans teori brukt til å bedømme kvalitetene til de ulike forslagene for parkområdet videre i oppgaven.



Trygghet er avgjørende på grunn av økende urbanisering, samt de ulike sikkerhetsutfordringene som kriminalitet, trafiksikkerhet og beredskapssituasjoner. I fokus står nødvendigheten av å fremme trivsel, skape sosial sammenheng og sikre bærekraftig utvikling (Gehl, 2010, s. 242).



Det å skape **komfort** er essensielt på grunn av den stadig mer hektiske livsstilen som innbyggerne opplever. Det er derfor viktig å tilrettelegge for avslapning, rekreasjon og velvære i det urbane miljøet for å sikre en høy livskvalitet (Gehl, 2010, s. 248).



Nytelse er viktig på grunn av behovet for å skape et stimulerende og engasjerende bymiljø som oppmuntrer til positive sanseopplevelser og tilfredshet blant innbyggerne, og dermed bidrar til å fremme trivsel og livsglede i det urbane miljøet (Gehl, 2010, s. 248).

2.6 Arealregnskap

Stavanger sin kommuneplan utreder at utvikling av grønnstruktur er essensiell, og skal være naturbasert, variert, nærliggende og sammenhengende. Grønnstrukturen skal fungere til både bruks- og rekreasjonsområder (Stavanger kommune, 2023, s. 11). Det legges vekt på fire grunnprinsipper innen grønnstruktur: sammenhengende, nært, variert og naturbasert (Stavanger kommune, 2022, s. 96).

Parkene skal være av god kvalitet og inneholde en høy andel av kultivering (Stavanger kommune, 2022, s. 80). Det vil si at den største delen av parkområdet skal bli brukt til lek, aktivitet og rekreasjon. Dermed er det viktig at tiltak som lekeplasser, sitteplasser, gangster og liknende skal oppta den største delen av området. Dette inkluderer også tiltak som fremmer den estetiske kvaliteten av området, som for eksempel beplantning, vann elementer og skjerming for klima. Dette finner man igjen i Jan Gehl sine 12 kvalitetskriterier for byrom.

Når det gjelder vurderingen av de 12 kvalitetskriteriene, kan det diskuteres om hvilke kriterier som bør få mest vekt. Noen argumenterer for en rettferdig fordeling med lik vekt på alle kriteriene, andre argumenterer for at noen må prioriteres mer enn andre. Alt kommer an på behov, å gi overvannshåndtering høy prioritet kan bety at det blir tildelt mer areal, og dette kan i sin tur gå på bekostning av andre kvalitetskriterier, for eksempel estetikk eller rekreasjonsområder. Ut fra Stavanger sin kommuneplan (2022, s. 98), er det essensielt at kriteriene som havner under komfort ligger høyt på prioriteringslisten. Tiltak som reduserer mulighetene til rekreasjon og aktiviteter, bør holdes til et minimum. For eksempel kan overvannhåndteringstiltak implementeres slik at dets bruksområde ikke bare fordrøyer og kvitter seg med overvann, men også bidrar til aktiviteter med vann og estetikk.

2.7 Stavanger kommune sine fire grunnprinsipper for grønnstruktur:

Hovedmålet for grønnstrukturen i Stavanger kommune er at «grønnstrukturen skal bevares og videreutvikles som bruks- og rekreasjonsområder for mennesker, for naturmangfold og for å bidra til klimatilpasning» (Stavanger kommune, 2022, s. 96). Stavanger kommune har implementert fire grunnprinsipper som skal bidra til å få til dette på en optimal måte:



Figur 2.7. De fire grunnprinsippene for grønnstruktur i Stavanger kommune (Sømme, 2022).

Sammenhengende:

Det er viktig å ha gode sammenhenger både innad i grøntområder, langs kystlinjen og mellom områder hvor byen møter natur- og kulturlandskapet. Slike sammenhenger er avgjørende for å oppfordre til friluftsliv og fysisk aktivitet, samtidig som de gir viktige leveområder for planter og dyr. Kravene til hvordan disse områdene bør utformes, størrelse, innhold og bredde, kan variere avhengig av tilgjengelig areal og hvilke behov ulike grupper har, enten om det er spesifikke dyrearter eller ulike aldersgrupper blant mennesker (Stavanger kommune, 2022, s. 97).



Figur 2.8. Sammenhengende (Sømme, 2022).

Nær:

De grønne områdene skal være tilgjengelige og i nærheten av boligområdene i Stavanger, slik at det er praktisk å bruke dem i hverdagen. For ulike dyr og planter er det viktig at habitatene deres er nærme nok til hverandre, slik at de kan vandre og spre seg. Derfor er det nødvendig med tilstrekkelig med grøntarealer av god kvalitet over hele kommunen for å sikre en god dekning i nærmiljøet (Stavanger kommune, 2022, s. 97).



Figur 2.9. Nær (Sømme, 2022).

Variert:

Forskjellige typer områder, landskapselementer og naturtyper over hele kommunen skal gi et mangfold av levesteder for både planter og dyr, samtidig som de skal være attraktive og funksjonelle for menneskene. Grønnstrukturen bør inkludere en variasjon av ulike typer områder, med hensyn til størrelse, naturlige elementer, grad av tilrettelegging, opplevelsesmuligheter og aktiviteter (Stavanger kommune, 2022, s. 97).



Figur 2.10. Variert (Sømme, 2022).

Naturbasert:

Når grønnstrukturen utvikles, bør det tas hensyn til de naturlige forholdene og kvalitetene på stedet, som terreng, eksisterende vegetasjon, natur og vann. I nyutviklede områder bør det legges vekt på bruken av naturbaserte løsninger for å tilpasse seg klimaendringer, fremme biologisk mangfold og øke kvaliteten i grøntområdene (Stavanger kommune, 2022, s. 97).



Figur 2.11. Naturbasert (Sømme, 2022).

2.8 FN`s bærekraftsmål

FNs bærekraftsmål, også kjent som Agenda 2030, utgjør en ambisiøs og omfattende plan for å adressere verdens største utfordringer og sikre en bærekraftig fremtid for kommende generasjoner. FNs bærekraftsmål består av 17 mål og 169 delmål, som omfatter alt fra å utrydde fattigdom og sult, fremme god helse og utdanning, til å bekjempe klimaendringer og bevare livet under vann og på land. Gjennom samarbeid på tvers av landegrensener, sektorer og samfunn, søker FNs bærekraftsmål å skape en verden som er rettferdig, fredelig og bærekraftig. Oppnåelsen av disse målene krever handling på alle nivåer, fra individuell innsats til internasjonalt samarbeid, og representerer et felles løfte om å bygge en bedre fremtid for alle. Målene er gjeldende for alle verdens land (FN-Sambandet, 2024).



Figur 2.12. Illustrasjon av relevante bærekraftsmål.

2.9 Parisavtalen

Parisavtalen, som ble vedtatt i 2015, er en internasjonal avtale i regi av FN, som går ut på at alle verdens land skal bidra med å bekjempe global oppvarming. Hovedmålet går ut på å holde temperaturstigningen på under 2,0 grader, men helst ikke overgå 1,5 grader. I tillegg er målet at all utslipp skal ned til 0 innen år 2100. Alle land har forpliktelser, og skal komme med egne nasjonale klimatilpasningsplaner, og komme med metoder for å håndtere følger av klimaendringer, slik som flom og tørke. En annen forpliktelse er at fattige land skal få støtte av rikere land for å klare å holde seg til målene og planene (FN-Sambandet, 2023).

3. Metode

3.1 Oppgavens struktur

For å systematisere analysen av de to forslagene og den eksisterende situasjonen, har vi valgt å kategorisere dem i tre versjoner, som presenteres som versjon 0, versjon 1 og versjon 2. Disse versjonene blir formidlet innenfor rammene av resultatkapittelet, hvor versjon 1 og versjon 2 etterfølgende blir drøftet i diskusjonsdelen. Versjon 0 tar for seg den eksisterende oppbyggingen av planområdet før situasjonen. Det er verdt å bemerke at denne versjonen ikke lenger er eksisterende, ettersom implementeringen av nye planer allerede er igangsatt. Versjon 1 representerer Teknaconsult sitt eget forslag, som er blitt godkjent av utbyggeren og for tiden er under utførelse. Versjon 2 presenterer det alternativet som vi har foreslått og videreutviklet.

I den videre analysen av parken brukes Jan Gehl sine 12 kvalitetskriterier som et vurderingsgrunnlag for å bedømme kvaliteten til de ulike versjonene. De blir dermed rangert og diskutert med hensyn til i hvilken grad disse kriteriene blir oppfylt. Videre blir versjon 1 og 2 vurdert med tanke på deres evne til å håndtere overvann og arealeffektiviteten for LOH-tiltakene, basert på utregninger og teori.

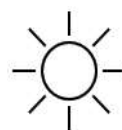
TRYGGHET



KOMFORT



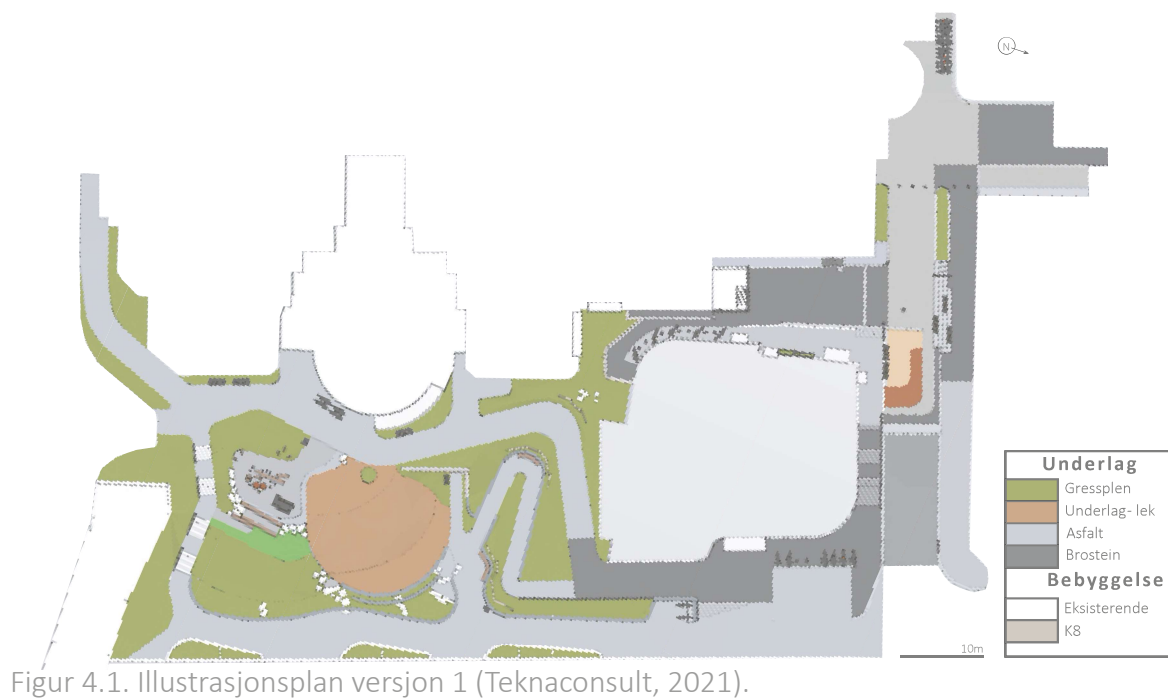
NYTELSE



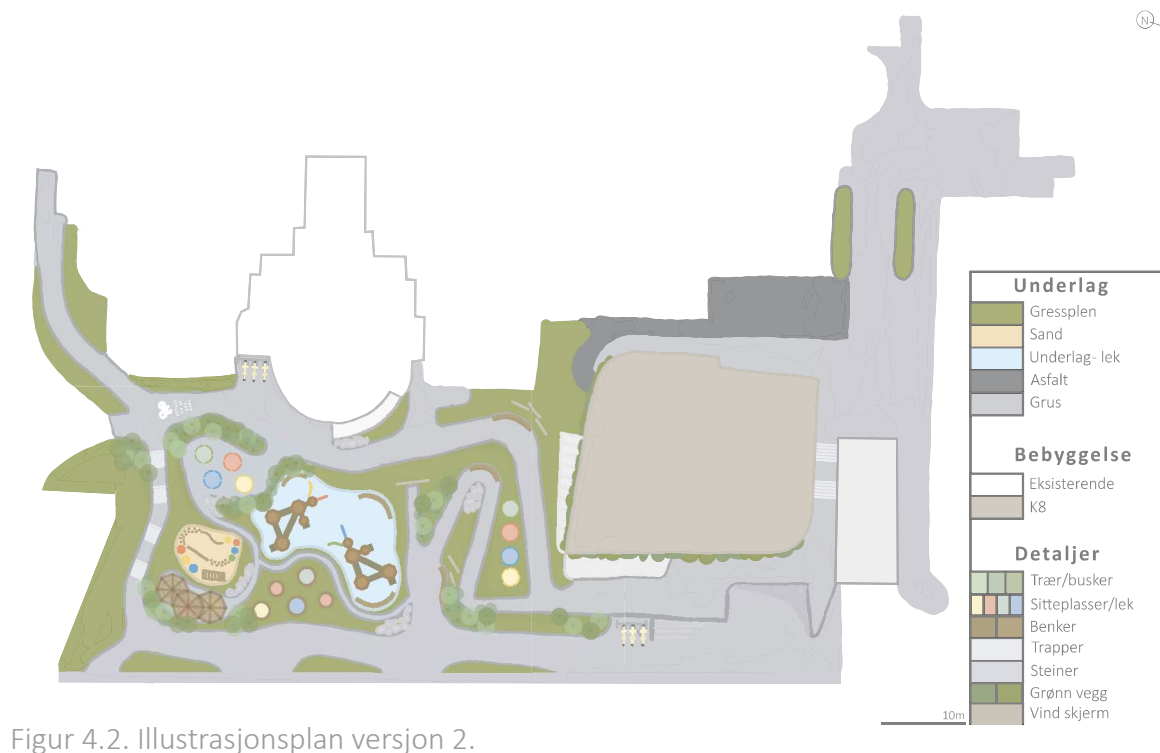
Figur 3.1. Illustrasjon av Jan Gehl sine 12 kvalitetskriterier.

4. Resultater

4.1 Illustrasjonsplan - Versjon 1



4.2 Illustrasjonsplan - Versjon 2





4.3 Jan Gehl - Versjon 0

Beskyttelse mot trafikk

Går en kjørevei ved siden av området, som innehar en lav risiko for ulykker. Veien er ikke særlig trafikkert, og det er lav fartsgrense.

Beskyttelse mot ubehagelige klimatiske opplevelser

Omkringliggende bebyggelse og beplantning kan virke beskyttende, men det er ingen spesifikke tiltak som har blitt implementert.

Beskyttelse mot kriminalitet og vold

Hærverk, lite belysning og dårlig vedlikehold gir tegn på at området er lite brukt, og kan fungere som et sted hvor en ikke nødvendigvis føler seg trygg.

Muligheter for å gå

Området brukes som gjennomgang fra Knud Holms gate til St. Olavs gate, men kunne vært tilrettelagt for turgåere.

Muligheter for opphold

Grått, trangt og trist inntrykk gjør at området fungerer mer som en gjennomgang og er lite inviterende til opphold.

Sittemuligheter

Det er to benker på området, men fremstår som lite brukt.

Utsiktsmuligheter

Det er ingen sikt fra området ettersom alle omkringliggende bygninger blokkerer for utsikten. Det er heller ingenting å se på selve området.

Muligheter for å kommunisere

Grunnet mangelen på sittemuligheter, og tilretteleggelse for opphold, virker dette negativt på mulighetene til kommunikasjon.

Muligheter for lek og aktivitet

Det er et klatrestativ og en sklie plassert i senter av området, men blir lite eller ingenting brukt grunnet manglende vedlikehold.

Skalaen

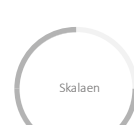
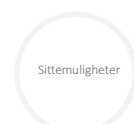
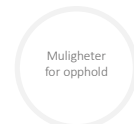
Nærliggende bygninger bidrar til å gjøre skalaen menneskelig. Dette er grunnet den lave konstruksjonen på bygningene.

Nytelse og trivsel i omgivelsene

Manglende vedlikehold og hærverk i området skaper en negativ atmosfære som påvirker trivselen.

Estetisk kvalitet/positive inntrykk

Områdets estetiske kvalitet mangler, og den begrensede bruken har ikke bidratt til å forbedre inntrykket.



4.4 Jan Gehl - Versjon 1

T
R
Y
G
G
H
E
T

Beskyttelse mot trafikk

Trafikkerte veier er belagt med brostein og gir naturlig fartsdempende effekt. Andre veier for myke trafikanter er skjermet for biltrafikk.

Beskyttelse mot ubehagelige klimatiske opplevelser

Området er prosjektert for å løse ubehagelige klimatiske opplevelser, men kan i noen tilfeller utvikles til flere funksjoner.

Beskyttelse mot kriminalitet og vold

Parken er stor, åpen og regnes ikke som høy sannsynlig for kriminalitet og vold. Parken kunne hatt mer belysning.



Mulighet for å gå

Parken er prosjektert med gangstier i alle retninger og sørger for lett forflytning. Området er også tilpasset myke trafikanter.

Muligheter for opphold

Noen oppholdsmuligheter i form av lekeplass, sittegrupper o.l. Savner muligheter for opphold.

Sittemuligheter

Det er noen få sitteplasser i parken. Sitteplassene utenfor bygningen antas å tilhøre cafeen og kan derfor bare brukes av betalende kunder.

Utsiktsmuligheter

Parken er prosjektert med ulike høyder, men ligger omringet av høy bebyggelse som kan utfordre utsiktsmulighetene. Imidlertid skaper høydeforskjellene en form for utsiktsgløtt.

Muligheter for å kommunisere

Planene for parken inneholder ingenting som tilsier at det vil bli vanskeligheter for kommunikasjon. Det forventes lite forstyrrende støy.

Muligheter for lek og aktivitet

Planene inneholder mye lek og aktivitet, men det er imidlertid muligheter for aktivitet med større variasjon og omfang.



K
O
M
F
O
R
T

Skalaen

Parken er planlagt i passe størrelse i forhold til forventet funksjon og bruk. Skalaen gir mulighet til varierte løsninger på kvalitetskriteriene.

Nytelse og trivsel i omgivelsene

Parken er designet med vindskjerm, benker, lekeplasser osv. som gir mulighet for å nyte været. Dette skaper nytelse og trivsel.

Estetisk kvalitet/positive inntrykk

Det er brukt mye trær og planter for å skape gode inntrykk. Det er også planlagt vannspeil som øker inntrykket. K8 er designet moderne, men med lite grønnsstruktur.



N
Y
T
E
L
S
E

4.5 Jan Gehl - Versjon 2

T
R
Y
G
G
H
E
T

Beskyttelse mot trafikk

Identisk til versjon 1, naturlig fartsdempende tiltak og god skjerming mellom veier for myke og harde trafikanter.



Beskyttelse mot ubehagelige klimatiske opplevelser

Vindskjermer, trær og benker med tak bidrar til å beskytte mot regn og vind. Dette gir mulighet for opphold i all slags vær.



Beskyttelse mot kriminalitet og vold

Vektleggingen på aktivitet og lek skaper åpen følelse på området og dermed oppleves som lite tilrettelagt for eventuelle kriminelle handlinger.



Mulighet for å gå

Stier som strekker seg på kryss og tvers gjennom området gir gode muligheter for å gå. Hellinger og underlag er tilpasset universelt bruk.



Muligheter for opphold

Parken fokuserer på lek og aktivitet hvor opphold i form av sitteplasser er prioritert. Området inviterer til korte og langvarige opphold.



Sittemuligheter

Det er lagt opp til sittemuligheter flere steder på området, hvor noen befinner seg under tak, noen har ryggstøtte og andre har ikke.



Utsiktsmuligheter

Området er omringet av høy bebyggelse som naturligvis blokkerer for utsikten, men den åpne parken skaper noe bedre utsikt.



Muligheter for å kommunisere

Det er tilrettelagt med sittegrupper i ulike størrelser, samt bred gangsti for enkel ferdsel ved siden av hverandre.



Muligheter for lek og aktivitet

Det er varierte lekeapparater på området tilpasset flere aldre med forskjellige funksjoner som kan brukes av flere personer.



Skalaen

K8-bygget på 16 etasjer svekker skalaen, men de åpne fasadene, sammen med den grønne veggen, gir en følelse av åpenhet og tilgjengelighet.



Nytelse og trivsel i omgivelsene

Det nye designet skaper en positiv atmosfære på lik linje som versjon 1 og er universelt utformet for maksimal nytelse og trivsel.



Estetisk kvalitet/positive inntrykk

Parken er designet med mye planter som øker livligheten til området. Det er brukt farger på forskjellige elementer som gir et mer lekent inntrykk.



K
O
M
F
O
R
T

N
Y
T
E
L
S
E

5. Utregninger



Figur 5.1 Temakart- Nedslagsfelt (Vedlegg 1, s. 2).

5.1 Utregninger - Versjon 0

Tabell 1. Avrenningskoeffesient i før situasjon for nedslagsfelt 1 og 2.

Underlag	ϕ	areal (m2)	$\phi * A$
Park	0,15	726	108,9
tette flater	0,9	1818,1	1636,29
Sum		2544,1	1745,19

$\phi_{f\ddot{o}r}$	0,69
$Q_{f\ddot{o}r}$	24,4

Tabell 1 viser utregning av $\phi_{f\ddot{o}r}$ for nedslagsfelt 1 og 2. Beregningen brukes videre i utregninger for ettersituasjon.

5.2 Utregninger og fremgang - Versjon 1

Versjon 1 tilsvarer den prosjekterte og gjennomførte versjonen av K8-bygget. Videre vil det bli lagt fokus på hvordan den prosjekterte overvannshåndteringen er lagt opp i de ulike nedslagsfeltene på området. Nedslagsfelt fire og fem blir ikke tatt med, da det ikke stilles krav til fordrøyning. For mer detaljerte beregninger se vedlegg fra Teknaconsult.

5.2.1 Nedslagsfelt 1

Nedslagsfelt 1 består av den offentlige parken som ligger i området. Her er det fokus på naturbaserte løsninger som LOH. Tiltakene som har blitt foreslått er bruken av regnbed, nedsenket belegg med tett bunn, tette renner og lokale forsenkninger. På grunn av krav 6.1 i reguleringsbestemmelsen om vannelementer i parken, er det lagt til grunn for et permanent vannspeil på området. Området oppfyller krav fra Stavanger sin kommuneplan om lek, opphold og rekreasjon (Vedlegg 1, s. 3).

Tabell 2. Viser beregninger av nedslagsfelt 1, gjennomført av Teknaconsult (Vedlegg 1, s. 3).

Areal nedslagsfelt 1	1658,6	m ²
Krav til videreført mengde	14,9	l/s
Beregnet regnbedsareal*	93,5	m ²
Planlagt regnbedsareal*	94	m ²
Videreført mengde regnbed	2,6	l/s
* Forutsatt at regnbedene har damhøyde på 20 cm		

Den videreførte vannmengden, basert på planlagte tiltak, er beregnet til å være 2,6 l/s. Dette er mindre enn det fastsatte kravet for videreført vannmengde på 14,9 l/s (Vedlegg 1, s. 3). For mer detaljerte beregninger henvises det til vedlegg 2.

5.2.2 Nedslagsfelt 2

Nedslagsfelt 2 består av den nye K8 bygningen. Her er forslaget til tiltak lagt opp til regnbed og lukket anlegg, en kombinasjon av naturbasert og tradisjonell overvannshåndtering. Vannet vil ledes fra taket og ned til regnbed, som befinner seg innenfor offentlig eiendom. Videre vil vannet føres, via et overløp, til et lukket fordrøyningsanlegg (Vedlegg 1, s. 4).

Det er også tatt hensyn til nedbør som treffer bygningen ved vind fra sør, hvor det vil samles opp i drengrofter og bruk av permeable flater. På denne måten vil overvannet bli ledet bort fra bygget og videre til grøntarealet og overvannsanlegget (Vedlegg 1, s. 4).

Tabell 3. Viser beregninger av nedslagsfelt 2, gjennomført av Teknaconsult (Vedlegg 1, s. 4).

Areal nedslagsfelt m ²	885,50	m ²
Krav til videreført mengde	10,7	l/s
Beregnet regnbedsareal*	27,4	m ²
Planlagt regnbedsareal*	25,1	m ²
Areal som sogner til regnbed	298,8	m ²
Areal som sogner til lukket anlegg	586,7	m ²
Videreført mengde regnbed	0,8	l/s
Videreført mengde lukket anlegg	7,1	l/s
Total videreført mengde	7,9	l/s
Beregnet regnbedareal forutsetter at overvann fra en flate på ca. 298,8 m ² ledes til regnbed, og 20 cm damhøyde.		

Den planlagte videreførte vannmengden, basert på gjennomførte tiltak, er beregnet til å være 7,9 l/s. Dette ligger under det fastsatte kravet til videreført vannmengde på 10,7 liter per sekund. For å se nærmere på beregningene, vises det til vedlegg 2 for fordrøyningsberegninger (Vedlegg 1, s. 4).

Det er viktig å merke seg at takområdet som bidrar til regnbedet er 298,8 m², mens området til det lukkede anlegget er 586,7 m², totalt blir arealet 885,5 m². Ifølge beregningene mangler det omtrent 2,4 m² med regnbed. Denne mangelen vil føre til en ekstra overvannsmengde på omtrent 0,1 l/s, som vil ledes i overløpet under dimensjonerende nedbør. Dette er akseptabelt på bakgrunn av stor differanse på den videreførte vannmengden og påslippskravet (Vedlegg 1, s. 4).

Ved betydelig nedbør fra sør vil dette fanges på fasaden til K8. Dette vil medføre større overvannsmengder nær fasaden og på gangstien rundt bygget. Det er planlagt å ta i bruk permeable dekker nær bygningen, i kombinasjon med drengrofter blir vannet effektivt ledet bort fra bygningen, som bidrar med å lede vannet mot grønnstrukturen og overvannsanlegget. Forholdene i grunnfjellet gjør at mulighetene for drenering er bedre enn antatt (Vedlegg 1, s. 4-5).

5.2.3 Nedslagsfelt 3

Ved nedslagsfelt 3, som består av den sørlige delen av Knud Holms gate, er det foreslått bruk av naturbaserte løsninger i form av regnbed langs veien. I tillegg vil regnbed ved parkeringskjelleravkjørselen til Olav Vs gate, ta opp overvann fra den sørlige delen av Knud Holms gate (Vedlegg 1, s. 5).

Tabell 4. Viser beregninger av nedslagsfelt 3, gjennomført av Teknaconsult (Vedlegg 1, s. 5).

Areal nedslagsfelt	634,20 m ²
Ørt mengde	8 l/s
Beregnet regnbedsareal*	50,1 m ²
Planlagt regnbedsareal*	37,6 m ²
Videreført mengde regnbed	1,4 l/s
* Forutsatt at regnbedene har damhøyde på 20 cm.	

Den videreførte vannmengden, basert på planlagte tiltak, er beregnet til å være 1,4 l/s. Dette er mindre enn det fastsatte kravet for videreført vannmengde på 8,0 l/s (Vedlegg 1, s. 5). For mer detaljerte beregninger henvises det til vedlegg 2.

Ifølge beregningene mangler det omtrent 12,5 m² med regnbed. Denne mangelen vil resultere i en ytterligere overvannsmengde på cirka 0,7 l/s som vil bli ledet i overløpet under dimensjonerende nedbørsmengder. Til tross for denne mangelen, vurderes forholdet som akseptabelt på grunn av den betydelige differansen på den videreførte vannmengden (Vedlegg 1, s. 5).

5.3 Utrengninger og fremgang - Versjon 2

Fokuset har vært på å skape et område som inviterer til både kortvarig og langvarig opphold. Hvor en finner varierte sittemuligheter med både ryggstøtte, uten ryggstøtte, med og uten tak. En annen viktig faktor, har vært satsing på lek og aktivitet, hvor barn er hovedfokusgruppen. Elementer som har blitt implementert her har vært flere ulike typer lekeapparater, som gir muligheter til variert lek og aktiviteter.

I tillegg til å imøtekomme Gehls kvalitetskriterier, oppfyller området også kravene til overvannshåndtering. Dette er en viktig faktor, spesielt i en by som Stavanger, hvor værforholdene kan være utfordrende. Ved å integrere løsninger for overvannshåndtering bidrar området til å redusere risikoen for flom og andre vannrelaterte problemer, samtidig som det opprettholder et attraktivt og funksjonelt utemiljø. Ved å lede alt overflatevann fra parken til K8 gjennom kanaler under bakken, vil fokuset på parkens areal og design kunne rettes mer mot å oppfylle Jan Gehls 12 kvalitetskriterier, i stedet for å bruke store deler av arealet til overvannshåndteringsløsninger. Overvannet vil føres i vannsluker fordelt utover parken.

5.3.1 Vanningsbehov - grønn fasade

Basert på tall om året 2014 hentet fra SSB (u.å.), vises fordelingen av nedbørsmengden per måned. Gjennomsnittet er på omtrent 110 millimeter nedbør. Utrekningene i oppgaven baserer seg på gjennomsnittsnedbøren i løpet av ett år. Mengden vann som er fordrøyd vil være på 88.55m³ på taket, og vil bli sluppet ut til de grønne veggene med 5076l/s pr døgn. Skulle nedbørsmengden overstige kapasiteten på taket, vil det gå i et overløp til bakkeplanet, videre i en sluk og deretter påført det offentlige overvannsnett. som kan ta imot opp til omtrent 23,52l/s, som vil være langt over det nødvendige fra bygningen som kommer på omtrent 2,6 l/s beregnet på 20 års styrt regn med varighet på 720 minutter.

Tabell 5 presenterer beregningene for veggens vannbehov og gjennomsnittlig årlig nedbør i Stavanger. Det er valgt å regne med klimafaktor for kvalitetssikring for fremtidig bruk. Resultatene viser at behovet for vanning vil overstige den årlige nedbørsmengden. Ettersom nedbøren varierer fra måned til måned, planlegges det å holde tilbake vann under store nedbørshendelser eller tilføre ekstra vann fra bygningen om nødvendig.

Tabell 5. Viser beregninger av behovet for vann sammenlignet med nedbørsmengden i Stavanger.

Gjennomsnittsnedbør	1318	mm/å
Klimafaktor	1,2	
Årlig gjennomsnittsnedbør	1 581 600	l/å
Vannbehov	3	l/m ² /d
Areal av fasade sør	940	m ²
Areal av fasade øst	940	m ²
% vinduer pr fasade	10	%
Totalt areal grønn vegg	1692	m ²
Totalt areal vinduer	188	m ²
Veggens vannbehov	1852740	l/å
1852740 l/å > 1581600 l/å Veggens vannbehov > Årlig nedbørsmengde		

5.3.2 Nedslagsfelt 1 og 2

Tabell 6. Viser avrenningskoeffesienten for nedslagsfelt 1 og 2 etter utbygging av tiltak.

Underlag	ϕ	areal (m ²)	$\phi * A$
Park	0,5	1658,6	829,3
K8	0,9	885,5	796,95
Sum		2544,1	1626,25

ϕ_{etter}	0,64
Q_{etter}	40,7

Beregningene av videreført vannmengde er forutsatt tallene som viser i tabell 6. Disse indikerer volumet på det blå-grønne taket. Kammeret prosjekteres med strupt overløp ved eventuelle oversvømmelser av bassenget.

Tabell 7. Viser beregning for kapasiteten til det blågrønne taket.

Areal Tak (antas som helt flatt)	885,5 m ²
Høyde lavastein	20 cm

Volum lavastein	177,1 m ³
-----------------	----------------------

Volum vann (50%)	88,55 m ³
------------------	----------------------

Ved å bruke Qetter på 40,7 l/s vil videreført mengde være <0. Tabell 7 viser at løsningen vil sikre håndtering av overvannet uansett varighet og intensitet. Tabell 8 viser løsningens effektivitet ved å sette lavere verdi for Qetter, som kan være reelt i fremtiden ved økt nedbør i mengde og varighet. Løsningen vil i dette tilfelle kunne håndtere alle varigheter og intensiteter dersom Qetter = >2,6 l/s.

Tabell 8. Viser beregning for fordrøyningsvolum når Qetter= 40,7l/s.

Varighet	Intensitet (l/s*ha)	Qmax,inn (l/s)	Volum inn (m3)	Volum ut (m3)	Fordrøyningsvolum (m3)
1	451,4	88,09	5,29	8,06	-2,78
2	371,5	72,50	8,70	8,80	-0,10
3	338,5	66,06	11,89	9,53	2,36
5	303,0	59,13	17,74	10,99	6,74
10	208,7	40,73	24,44	24,44	0,00
15	168,0	32,79	29,51	18,32	11,18
20	137,3	26,79	32,15	21,99	10,16
30	93,8	18,31	32,95	29,32	3,63
45	69,5	13,56	36,62	40,31	-3,69
60	56,4	11,01	39,62	51,31	-11,69
90	47,0	9,17	49,53	73,30	-23,77
120	40,5	7,90	56,91	95,29	-38,38
180	33,5	6,54	70,61	232,15	-161,54
360	23,2	4,53	97,79	271,20	-173,41
720	17,2	3,36	145,00	891,94	-746,93
1440	10,3	2,01	173,67	1771,66	-1597,99

Tabell 9. Viser beregning for fordrøyningsvolum når Qetter= 2,6l/s.

Varighet	Intensitet (l/s*ha)	Qmax,inn (l/s)	Volum inn (m3)	Volum ut (m3)	Fordrøyningsvolum (m3)
1	451,4	88,09	5,29	0,86	4,43
2	371,5	72,50	8,70	0,94	7,76
3	338,5	66,06	11,89	1,01	10,88
5	303,0	59,13	17,74	1,17	16,57
10	208,7	40,73	24,44	1,56	22,88
15	168,0	32,79	29,51	1,95	27,56
20	137,3	26,79	32,15	2,34	29,81
30	93,8	18,31	32,95	3,12	29,83
45	69,5	13,56	36,62	4,29	32,33
60	56,4	11,01	39,62	5,46	34,16
90	47,0	9,17	49,53	7,80	41,73
120	40,5	7,90	56,91	10,14	46,77
180	33,5	6,54	70,61	14,82	55,79
360	23,2	4,53	97,79	28,86	68,93
720	17,2	3,36	145,00	56,94	88,06
1440	10,3	2,01	173,67	113,10	60,57

5.3.3 Nedslagsfelt 3, 4 og 5

Identisk til versjon 1

6. Diskusjon og analyse

Byrommets kvalitetsverdier

6.1 Jan Gehl - Versjon 0



Grøntområdet og lekeplassen preges av en nedslitt og gammel atmosfære, der hærverk har satt tydelige preg. Veggene er dekket av tagging, som forsterker inntrykket av forsømmelse. Manglende vedlikehold bidrar til å forverre situasjonen, og lekeplassen virker både trist og kjedelig. Utstyret er slitt, og det er lite som tyder på at det blir tatt hensyn til brukernes trivsel. Grøntområdet fremstår som lite tilrettelagt for opphold, men mer som en passasjevei. Det er tydelig behov for en oppgradering for å skape et mer tilrettelagt området for lek og opphold, for både barn og voksne.

Kort oppsummert så strekker ikke området til, basert på Jan Gehl sine 12 kvalitetskriterier. Spesielt dårlig er området med tanke på: (3) beskyttelse mot kriminalitet og vold (5) opphold, (6) sittemuligheter, (7) utsiktsmuligheter, (9) lek og aktivitet, (11) nytelse og trivsel i omgivelsene og (12) estetisk kvalitet/positive inntrykk.

Området består i hovedsak av to deler: parkområdet og misjonskirken. Inne i parken finner vi en lekeplass, beplantning og et vannspeil, som er ment å være estetisk tiltalende. På grunn av mangelfullt vedlikehold og slitasje har disse elementene dessverre en liten positiv innvirkning på området. Det er også to stier som fører fra Knud Holms gate opp til to leilighetskomplekser i St. Olavs gate.



Figur 6.1. Bilde av lekeplass ved misjonskirken (Google Maps, 2020.- a).



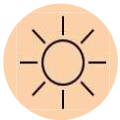
Trygghet

Området er godt beskyttet mot trafikken, ettersom det ikke ligger i nærheten av noen farlige trafikkerte områder. Det gir ikke inntrykk for å gi beskyttelse i særlig stor grad for klimatiske forhold, som regn og vind. Området er nedslitt og lite inviterende, noe som kan gi inntrykk om muligheter for kriminelle handlinger.



Komfort

Før-situasjonen legger ikke opp til muligheter for opphold, kommunikasjon eller sitteplasser. En kan finne noen få benker mot den ene veggen. Det er totalt to elementer for lek og aktivitet på området, en sklie og et klatrestativ, noe som gir liten grad av variasjon. Mulighetene til å gå er minimale, ettersom en kun kan benytte seg av dem for å komme seg fra gate til gate. Det er mer tilrettelagt som en gjennomgang. Utsiktsmulighetene er ikke mange, en har mye bebyggelse rundt, og et ellers slitt og gammelt leke og oppholdsområde å benytte seg av.



Nytelse

Dårlig vedlikehold og hærverk har mye skyld i områdets dårlige estetikk, nytelse og trivsel i omgivelsene. En har et stort forbedrings potensial, og mye arbeid som bør legges inn for å gjøre området mer inviterende, og estetisk tiltalende.

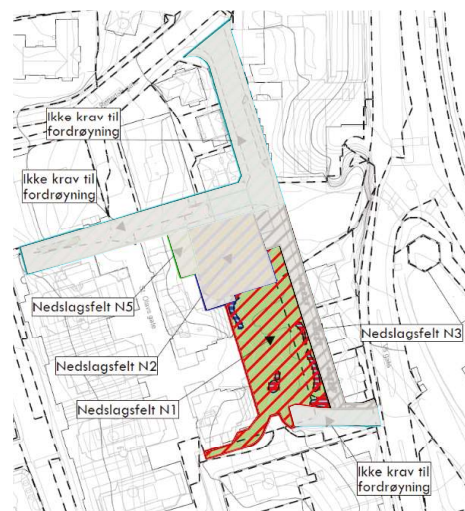


Figur 6.2. Bilde av gjennomgang i parken (Google Maps, 2020.- b).

6.2 Versjon 1

6.2.1 Nedslagsfelt 1

Planen for nedslagsfelt 1 søker å adressere overvannshåndtering gjennom en naturbasert tilnærming, som ikke bare tar sikte på å forsinke vannet, men også å berike miljøet og skape en interaktiv arena for både mennesker og dyreliv. De foreslåtte tiltakene omfatter etablering av regnbed, nedsenket områder med tett bunn, lukkede renner og lokale fordypninger i terrenget. På den ene siden vil disse løsningene tiltrekke seg dyr og insekter, øke opplevelsesverdi og skape en arena for lek og læring. Og på den andre siden vil disse løsningene dominere området og redusere muligheten for flere og mer varierte apparater for barn og unge.



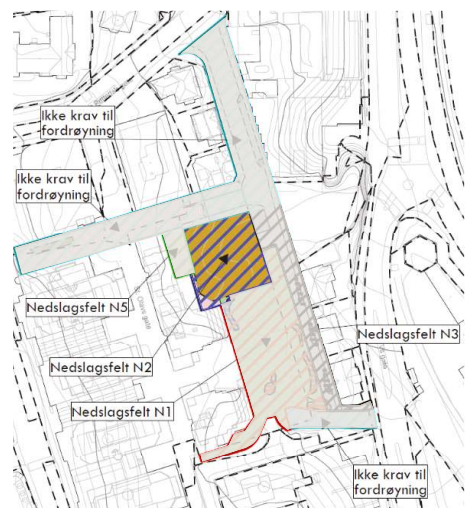
Figur 6.3. Illustrasjon av nedslagsfelt 1.

Nedsenket områder med tett bunn åpner opp for muligheten til å integrere et vannspeil av varierende størrelse, som kan fungere som et stabilt vannelement i parken. Det understrekes i reguleringsbestemmelse 6.1 at parken skal inneholde slike vannelementer, og at overvannshåndtering kan integreres i disse. Dette danner grunnlaget for valget av naturbaserte løsninger for overvannshåndtering i nedslagsfelt 1, samtidig som det tilfredsstillende kravene til parkens funksjonalitet og estetikk.

6.2.2 Nedslagsfelt 2

Overvannshåndteringen for nedslagsfelt 2 presenteres gjennom to hovedmetoder: fordrøyning i et lukket anlegg og etablering av regnbed. Mens disse tiltakene har potensiale til å redusere overvannsproblemer, fremkommer det også potensielle ulemper og utfordringer som må vurderes nøye.

På den ene siden har fordrøyning i et lukket anlegg og regnbed potensiale til å redusere belastningen på det eksisterende overvannssystemet, bidra til å forbedre vannkvaliteten og skape et attraktivt og funksjonelt miljø. Ved å forsinke vannets fremdrift og tillate naturlig infiltrering, kan disse løsningene bidra til å minimere risikoen for oversvømmelser og forbedre vannets renhetsgrad.



Figur 6.4. Illustrasjon av nedslagsfelt 2.

På den andre siden reiser disse løsningene også noen bekymringer. Etablering av lukkede anlegg kan kreve betydelige investeringer og infrastrukturtilpasninger, og kan føre til utfordringer i forbindelse med vedlikehold og drift. Det er også et mål om å gjøre overvannshåndtering 100% naturbasert dersom det lar seg gjøre.

Det planlegges at takvann skal ledes på frostsikker måte til nærliggende regnbed med overløp til overvannsanlegg. Det planlagte regnbedet, som er ment å håndtere overvannet fra det private bygget, befinner seg innenfor de offentlige grensene. Dette reiser spørsmål om ansvarsfordelingen for vedlikehold av anlegget når et offentlig anlegg blir utnyttet av private. Det er derfor viktig å etablere klare avtaler og retningslinjer mellom de ulike partene som er involvert, inkludert kommunen og de private aktørene. Dette kan omfatte utarbeidelse av avtaler om deling av kostnader og ansvarsområder, samt etablering av rutiner for regelmessig vedlikehold og oppfølging. En grundig juridisk gjennomgang og en dialog mellom de berørte partene vil være avgjørende for å sikre en smidig og effektiv drift av regnbedet, samtidig som man ivaretar de ulike partenes interesser og ansvarsområder på en rettferdig måte. Denne situasjonen kan skape usikkerhet omkring hvilken part som skal være ansvarlig for drift og vedlikehold av regnbedet. Mens det offentlige normalt har ansvar for vedlikehold av infrastruktur innenfor sine grenser, kan bruken av regnbedet av private bygg legge til ekstra ansvarsområder som må avklares.

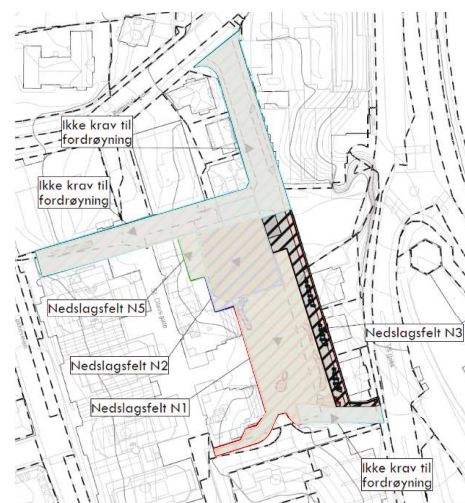
Det er også viktig å vurdere spørsmål om plassering og estetikk. Plasseringen av det lukkede anlegget i deler av kjelleren til Knud Holms gate 8 betinger sannsynligvis etablering av privat anleggseiendom.

Samlet sett krever disse naturbaserte løsningene en grundig vurdering av både fordeler og ulemper. Mens de kan bidra til å adressere overvannsproblemer på en bærekraftig måte, må de også håndteres med forsiktighet for å sikre deres langsiktige effektivitet og aksept i samfunnet.

6.2.3 Nedslagsfelt 3

Overvannshåndteringen for nedslagsfelt 3 foreslås å løses gjennom naturbaserte løsninger som inkluderer regnbed. I tillegg til å adressere fordrøyningsfunksjonen for overvann, ønskes det å legge til rette for tiltak som fremmer biologisk mangfold og øker opplevelsesverdien for lokalbefolkningen.

De foreslåtte tiltakene tar sikte på å skape en helhetlig løsning som ikke bare håndterer overvannet effektivt, men også bidrar til å tiltrekke seg dyr og insekter, samt skape en arena for lek og næring for lokalsamfunnet. Dette er i tråd med kravene fastsatt



Figur 6.5. Illustrasjon av nedslagsfelt 3.

i reguleringsbestemmelse 5.2, som krever at gaten skal ha en parkmessig opparbeidelse.

Regnbedene representerer en bærekraftig tilnærming til overvannshåndtering, samtidig som de gir mulighet for å integrere grønne elementer i det urbane miljøet. Ved å skape grønne lunger langs gatene, vil disse tiltakene ikke bare bidra til å redusere risikoen for oversvømmelser, men også forbedre estetikken og levekvaliteten i nærområdet.

Det er viktig å sikre at disse naturbaserte løsningene ikke bare oppfyller kravene til overvannshåndtering, men også tar hensyn til de ulike interessene og behovene til lokalsamfunnet. Gjennom en helhetlig tilnærming som integrerer både funksjonalitet og estetikk, kan nedslagsfelt 3 nyte godt av en effektiv og attraktiv overvannshåndtering som beriker miljøet og skaper en mer levende og bærekraftig by.

6.2.4 Jan Gehl - 12 kvalitetskriterier

Byrommets kvalitetsverdier



Selv om Misjonskirkens bygning skal rives, er det planlagt at misjonen skal benytte underetasjen, 1. etasje og 3. etasje i den nye K8 bygningen. Underetasjen blir forbeholdt forsamlinger og gudstjenester, 1. etasje blir leid ut som kantine til resten av bygget, og 3. etasje blir kontorer for misjonskirken.



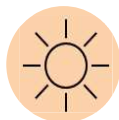
Trygghet

Området blir til et tryggere miljø ved å tilby effektiv beskyttelse mot omkringliggende trafikk, dempe ubehagelige klimatiske forhold og redusere mulighetene for kriminalitet og vold. Prosjektbildene og den gjennomførte planleggingen gir et inntrykk av et allerede trygt og tiltalende område, men det er også muligheter for forbedringer som kan ytterligere styrke området.



Komfort

Området er nøye tilrettelagt for universell utforming, med spesiell vekt lagt på å imøtekomme behovene til syklister, fotgjengere og rullestolbrukere. Til tross for at det er planlagt for en rekke aktiviteter, oppleves utvalget som noe ensformig og mangler variasjon. Det er også begrensede muligheter for opphold og utsikt. Imidlertid, gjennom en effektiv bruk av vindskjerming, godt tilrettelagte gangveier og strategisk plasserte sitteplasser, oppfordres det til variert samhandling og kommunikasjon blant besøkende.



Nytelse

Parken er designet i en passe størrelse, som holder til menneskelig skala. Åpne løsninger på K8 bidrar med å senke skalaen til høybygget, og åpner seg opp til parken. Det er lagt opp til elementer på området som bidrar med å øke trivselen i omgivelsene, som beplantning og vindskjermer, lek og aktivitet. Den universelle utformingen av området bidrar med å få mennesker til å føle seg mer velkomne, og at deres behov er tatt forbehold til. Den estetiske kvaliteten øker med de varierte naturbaserte elementene, som beplantningen og vannspeil. K8-bygningen har forbedringspotensialer til å gjøre estetikken bedre og mer integrert i omgivelsene.

6.3 Versjon 2

6.3.1 Nedslagsfelt 1

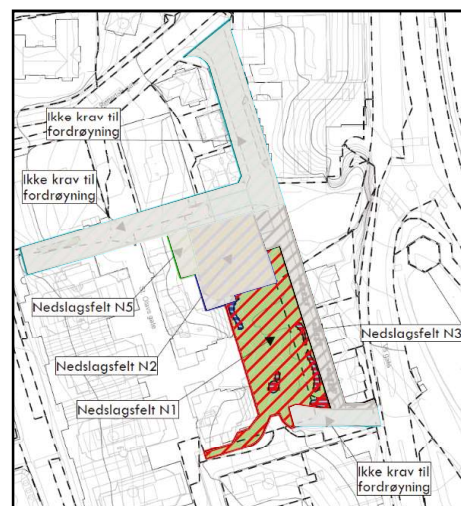
Resultatene fra utregningene ved nedslagsfelt 2, viser at hele bygget dekker behovene for overvannshåndteringen, også til nedslagsfelt 1. Ut fra dette, vil det ikke bli implementert tiltak for overvannshåndtering innenfor nedslagsfelt 1, noe som bidrar med at området kan bli fullstendig brukt til andre behov, som lek, aktivitet og opphold. Det vil bli lagt opp til flomveier og kummer som fører vannet bort til K8-bygningen for fordrøyning og bruk. Dette kan også bli problematisk, ved mulige større, langvarige og mer intense nedbørsintervaller: 20 års regn med en varighet på mer enn 720 minutter. Da må området føre overskuddet av vann inn på det offentlige nettet, og i verstefall ta i bruk flomveier.

6.3.2 Nedslagsfelt 2

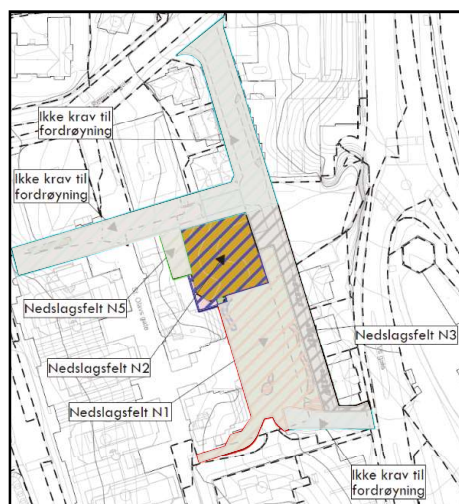
Nedslagsfelt 2 tar hånd om overvannet ved hjelp av grønne vegger på to av fasadene, samt et blågrønt tak bestående av lavastein og grønt dekke. Utregningene viser at taket alene dekker behovene til området, opp til 20 års regn i 720 minutter. Varer regnet mer enn dette, vil det være behov til å føre overskuddet av overvann på det offentlige overvannsnettet. Den videreførte vannmengden vil være langt under påslippskravet, noe som ikke vil belaste overvannsnettet.

Lagring vil skje på toppen av taket, og overvannet vil bli brukt til å vanne de grønne veggene, som krever totalt 3 liter vann til dagen pr kvm. Dette vil under perioder vise seg å være et større behov enn det vil forekomme regn, og i slike tilfeller vil det bli nødvendig å bruke drikkevannsforsyningen eller eventuell lagret vann som kilde til vanning. Det vil bli iverksatt et pumpesystem, hvor vannet blir pumpet opp til taket for lagring.

Negative sider med denne løsningen, er mye tid og midler på vedlikehold og variasjon og usikkerhet av været. Det vil ikke være situasjoner som krever påslipp til det offentlige overvannsnettet, men er koblet til med overløp ved uforutsette hendelser. Ved lengre perioder med tørke må også veggene vannes av oppsamlet vann, eller ved bruk av drikkevannsnettet, alt etter hva som er tilgjengelig.



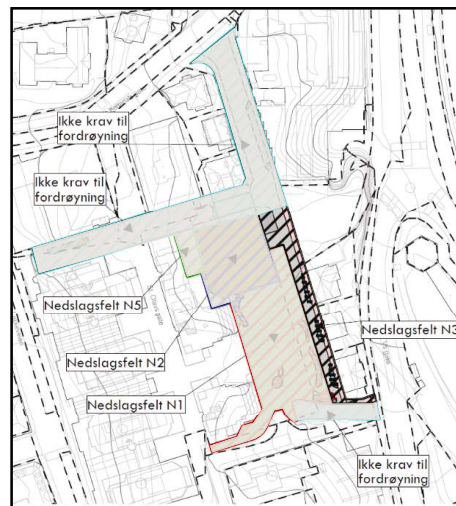
Figur 6.6. Illustrasjon av nedslagsfelt 1.



Figur 6.7. Illustrasjon av nedslagsfelt 2.

6.3.3 Nedslagsfelt 3

Holdes slik det har blitt prosjektert av Teknaconsult i versjon 1, med tre regnbed som fanger opp overvannet langs veien.



Figur 6.8. Illustrasjon av nedslagsfelt 3.

6.3.4 Jan Gehl - 12 kvalitetskriterier

Byrommets kvalitetsverdier



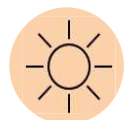
Trygghet

Området skal minimere forstyrrelser fra trafikken rundt, hvor de ulike naturbaserte tiltakene samt vindskjermer bidrar med å senke støynivået fra bylivet rundt. Området åpner seg mer opp, og vil dermed også minke bruken av området til kriminalitet og vold. Hvorav det også er lagt opp til tiltak som demper vind, og begrenser regn.



Komfort

Fokuset har vært på å skape et område som inviterer til både kortvarig og langvarig opphold. Hvor en finner varierte sittemuligheter, både med og uten ryggstøtte og med og uten tak. En annen viktig faktor, har vært satsing på lek og aktivitet, hvor barn er prioritert. Elementer som har blitt implementert her har vært flere ulike typer lekeapparater, som gir muligheter til variert lek og aktiviteter. Området er universelt utformet, og legger til rette for bruk uansett hvilke behov som trengs. Det er sittegrupper som ikke bare inviterer til opphold, men også inviterer til mulighetene til å kommunisere, og gir varierte utsiktsmuligheter.



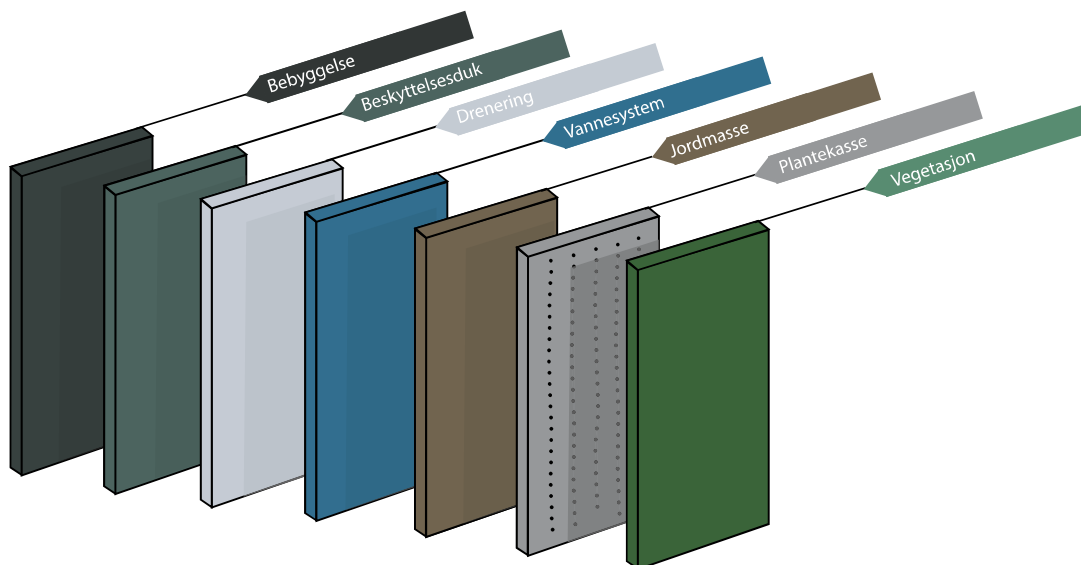
Nytelse

Parken er utformet med ulike tiltak som fremhever de positive aspektene uavhengig av værforhold. Blant tiltakene som er implementert, finner man tak, vindskjermer, benker og bord som bidrar positivt til nytelse og trivsel i omgivelsene. Selv om K8-bygningen ikke har endret skalaen sin vesentlig, vil den grønne veggen integrere bygningen i omgivelsene og gi inntrykk av en mindre skala. Variasjon i elementene på området, som ulike typer sitteplasser, beplantning, farger og lekeapparater bidrar med å fremme de positive inntrykkene av området.

6.4 Generell diskusjon av området

6.4.1 Oppbygging av grønn vegg

Veggen er designet med inspirasjon fra Bergknapp. Designet er illustrert i figur 6.9 og består av beskyttelsesduk mot byggverk, drenering for regnvann, vanningsystem for vanntilførsel til vegetasjon, jordmasse for næring, plantekasser av butong og valgfri vegetasjon etter ønske.



Figur 6.9. Illustrasjon av planlagt grønn vegg.

6.4.2 Styrker til designforslaget

Resultatene til versjon 2 demonstrerer at implementeringen av grønne vegger resulterer i redusert behov for overvannshåndtering i parken sør-vest for bygget, og åpner dermed opp for økt aktivitet, rekreasjon og lek i parken i tråd med Jan Gehls kriterier. Gehl, en anerkjent urban designer og arkitekt, fremhever betydningen av funksjonelle og flerbruksområder i byplanlegging for å skape levende og bærekraftige bymiljøer. I tråd med disse prinsippene blir parker med et bredt spekter av aktiviteter og funksjoner prioritert i fremtidens byutvikling.

K8-bygningen som strekker seg 16 etasjer høyt, trekker ned skalaen på området. Gehl mener at alt over fem etasjer, blir for mye og ekskluderer seg fra gatenivået (Gehl, 2010, s. 40-41). De åpne fasadene i første etasje, sammen med den grønne veggen, bidrar til å gi bygningen en følelse av åpenhet og tilgjengelighet. Dette bidrar med å forbedre skalaen, på tross av bygningens høyde.

Området oppfyller Jan Gehl sine kvalitetskriterier relativt bra, som vil si at menneskelige behov er tatt i betraktning. Hvor fokuset har vært å gjøre området attraktivt og som folk vil benytte seg av. Området er universelt utformet, og tilrettelagt slik at flest mulig kan ta seg nytte av det. Det er implementert elementer som vindskjermer og tak som kan beskytte mot vær og vind, som er et stort problem med klimaet i Stavanger. I tillegg til dette, oppfyller området kravene til overvannshåndtering.

Denne tilnærmingen fokuserer på å maksimere bruken av tilgjengelig areal ved å integrere ulike funksjoner på en effektiv måte. Resultatene fra versjon 2 fremhever tydelig et økt antall funksjoner i parkområdet sammenlignet med versjon 1, som allerede er under utvikling. Dette viser hvordan grønne vegger ikke bare har miljøfordeler, men også bidrar til å skape attraktive og livlige offentlige rom som oppfyller behovene til byens befolkning.

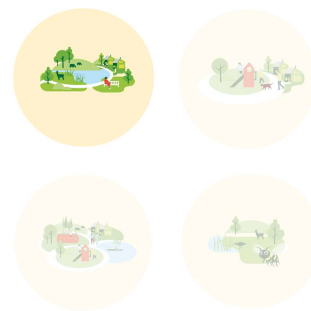
Gjennom å følge Gehls prinsipper for byplanlegging og ved å integrere bærekraftige løsninger som grønne vegger, kan vi skape byrom som ikke bare er estetisk tiltalende, men også funksjonelle, inkluderende og livlige. Dette fremmer trivsel og helse for innbyggerne samtidig som det reduserer byens økologiske fotavtrykk.

Parken er tilpasset lange og kortvarige opphold og kan derfor brukes av alle, enten av ansatte i byggningene i lunsjpauser eller av småbarnsfamilier på dagstur i Stavanger sentrum. Variasjonen i benker kommuniserer mellom kort og langvarige opphold. Utformingen med sitteplasser med og uten tak skaper mulighet for opphold i all slags vær. Parkens utforming er slik at det kan benyttes året rundt og skal ikke begrenses av klimafaktorer.

Inspirasjonen av utformingen ligger også i Stavanger kommune sine fire grunnprinsipper om grønnstruktur, nemlig at det skal være sammenheng, nært, variert og naturbasert.

Sammenhengende

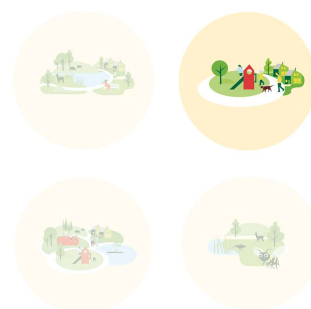
Parkområdet er designet for å bryte den standard bystrukturen, og skal sørge for at innbyggerne blir oppfordret til friluftsliv og fysisk aktivitet. Den dominerende grønnstrukturen vil være tiltrekkende til forskjellige insekter og dyrearter, noe som Stavanger kommune ønsker.



Figur 6.10. Sammenhengende (Sømme, 2022).

Nær

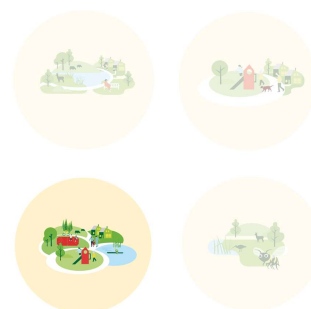
Ved å plassere den prosjekterte parken i versjon 2 midt i bykjernen åpner muligheter for nærliggende boligområdene til å bruke den i hverdagen. Plasseringen åpner også opp for nærliggende byrom til å utvikle grøntområder slik at planter og dyrearter kan spre seg utover. Fra tidligere er det bevisstgjort viktigheten av grønnstruktur for et trivelig og velfungerende byrom.



Figur 6.11. Nær (Sømme, 2022).

Variert

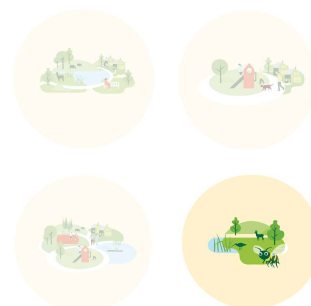
Parken er prosjektert med forskjellige typer områder og inneholder dermed variert bruk, tilpasset områdets funksjon. Sitteområder, sykkelparkering og mange forskjellige aktiviteter skaper varierte funksjoner for mennesker. Det er trær og grøntområder jevnt fordelt i parken og gir også dyrelivet mange muligheter for bosted og opphold.



Figur 6.12. Variert (Sømme, 2022).

Naturbaserte

Versjon 2 er prosjektert med mål om maksimert bruk av naturbaserte løsninger og har resultert med løsninger som tilpasses blant annet klimaendringer, fremmer biologisk mangfold og øker kvaliteten i grøntområdet.



Figur 6.13. Naturbasert (Sømme, 2022).

6.4.3 Klimatilpasning

Naturbaserte løsninger hjelper også i retningen med å begrense den globale oppvarmingen til 2 grader, som er fastsatt i Parisavtalen, samtidig som de styrker mulighetene for å oppnå flere av FNs bærekraftsmål. Eksempler på slike løsninger inkluderer grønne tak og vegger, som ikke bare bidrar til å redusere utslipp, men også til å styrke økosystemer og fremme dyre- og planteliv. Gjennom å fremme naturbaserte løsninger øker vi ikke bare sjansene for å oppnå klimamålene, men legger også grunnlaget for å fremme mål som god helse og livskvalitet og bærekraftige byer og lokalsamfunn. Dette understreker hvordan naturen selv kan være et hjelpemiddel i kampen mot klimaendringer, og for en mer bærekraftig fremtid.

3) God helse og livskvalitet

Parken spiller en viktig rolle når det kommer til å fremme god helse og livskvalitet i bymiljøet. Det er implementert lekeplasser og aktivitetssområder, som gir parken muligheter for barn og voksne i å engasjere seg i fysisk aktivitet. Grønnstrukturen i parken bidrar også med å skape muligheter for pusterom og avbrekk fra den hektiske bylivsstilen, og gir muligheter for avslapning og rekreasjon. Videre legger parkene til rette for fotgjengere og syklister ved å tilby trygge gangveier og sykkelstier.



Figur 6.14. Illustrasjon av bærekraftsmål 3.

11) Bærekraftige byer og lokalsamfunn

De grønne veggene på K8-bygningen bidrar med en naturlig måte å dempe behovet for oppvarming og nedkjøling av bygget. Dette skjer gjennom veggens egenskap til å absorbere temperaturen fra varme dager, men også fungere som isolasjon og holder kulden ute på kaldere dager. Gjenbruk av overvann til et vanningsystem av den grønne veggen, gir overvannet et formål, slik at en slipper å bruke drikkevannsmidler til vanning, med mindre det oppstår tørkeperioder og andre behov. Videre ligger området sentralt, og har kort vei til bystasjonen, noe som gjør det enkelt å ta i bruk offentlig transport. Disse tiltakene bidrar med å gjøre parken og bygningen mer bærekraftig, og hjelper lokalmiljøet.



Figur 6.15. Illustrasjon av bærekraftsmål 11.

13) Stoppe klimaendringene

Grønnstrukturen spiller en viktig rolle ved å forbedre luft- og vannkvaliteten samtidig som den reduserer støyforurensning. De tidligere nevnte tiltakene bidrar til å gjøre området mer bærekraftig og spiller sin rolle i å dempe effektene av klimaendringer. Ved å redusere forurensende elementer som svevestøv, klimagasser og avfall, som tidligere nevnt, bidrar disse tiltakene til å opprettholde ren luft og et miljøvennlig område. Valget med naturbaserte løsninger bidrar også med å redusere utslipp, sammenliknet med å legge til rette for infrastrukturelle løsninger.



Figur 6.16. Illustrasjon av bærekraftsmål 13.

15) Livet på land

Parken tilbyr et naturlig habitat, i form av trær, busker og annen grønnstruktur, og gir muligheter for utbredelse av et variert plante- og dyreliv, inkludert fugler, insekter og andre smådyr. Ved å tilby slike leveområder opprettholder og bidrar parken til å skape nye økosystemer, som fremmer det biologiske mangfoldet i byen. Denne økningen i biodiversitet bidrar også til å skape et mer variert og livlig miljø i byen.



Figur 6.17. Illustrasjon av bærekraftsmål 15.

6.4.4 Svakheter til designforslaget

Området er planlagt under forutsetning at all overvannshåndteringen blir tatt opp av de naturbaserte løsningene som har blitt implementert på K8-bygningen. For at veggen skal klare å ta opp store nok mengder vann, er det avhengig av et pumpesystem, som pumper overvannet fra parken opp for å lagres på taket. Dette kan medføre risikoer for pumpehavari, strømbrudd eller annen svikt i systemet. Ved slike uforutsette hendelser vil det være nødvendig med overløpsløsninger som leder til trygge flomveier.

Det kan oppstå flere utfordringer med løsningen. Risikoen rundt plassering av bassenget på taket kan være en slik utfordring, med potensiale for lekkasjer eller overbelastning under store regnfall. Selv om LOD endres, som følge av den grønne veggen og det blågrønne taket, vil det fortsatt være nødvendig med flomveier i parkområdet. Dette for å klare å håndtere eventuelle nedbørmengder som overskrider kapasiteten til veggen og det blågrønne taket og ved eventuelle uforutsette hendelser.

En slik overvannshåndteringsmetode, vil kreve store investeringskostnader, i montering og vedlikehold. Samt kan det oppstå konflikter om hva som er estetisk fint. Selv om grønne vegger har mange bærekraftige fordeler, vil det ikke alltid falle i smak hos arkitekter og andre aktører i prosjekteringen.

Interessekonflikter vil være et tema, som mulig kan skape utfordringer med et slikt LOH-system. Dersom det skulle skje uforutsette hendelser og uhell med overvannsløsningene, kan det oppstå konflikter mellom den offentlige parken, og det private K8 bygget.

6.4.5 Styrker med naturbaserte løsninger

Styrker med bruk av naturbaserte løsninger, er at det kan ha en estetisk virkemåte, og gir grøntarealet et formål, nemlig overvannshåndtering. Dette bidrar med å gi grønnstrukturen et bruksområde. Naturbaserte løsninger klarer mer effektivt å kvitte seg med overvann etter oppsamling, enn det tradisjonelle metoder klarer. Dette fører til en mye mindre belastning på overvannsnett. Det gir også flere bærekraftige og miljømessige fordeler, som rensing av luft, overvann, regulering av varme og skjerming mot regn og vind.

Følgelig eksisterer det få negative grunner til å avstå fra implementeringen av blågrønne faktorer i planlegging og utvikling (Regjeringen, 2012, s. 4-7). Transformasjoner i byggevirksomheten antas å være av vesentlig betydning, spesielt i områder preget av økende tetthet, ettersom utnyttelsen av tomtearealene bør maksimeres. Denne tette utbyggingen fremkaller utfordringer for implementeringen av naturbasert overvannshåndtering, slike løsninger er avhengig av tilstrekkelig plass over bakkenivå for å realisere funksjonalitet (Leivestad & Skogvold, 2017, s. 148).

6.4.6 Svakheter med naturbaserte løsninger

Svakheter med naturbaserte løsninger består av mye bruk av tid og midler til vedlikehold. Det tar stor plass i området, som kunne ha blitt brukt til andre prioriteringer som for eksempel flere sittemuligheter, lekeapparater, trimapparater og liknende.

6.4.7 Implikasjoner med oppgaven

Implikasjoner som har dukket opp under datainnsamlingen, har vært om grønne vegger. Her har det ikke vært stort, og det har vært lite å basere løsningene på. Dette har skapt utfordringer som har blitt forsøkt å løse. Dette går stort sett under konkrete tall og data til hvor stor kapasitet en grønn vegg har med tanke på overvannshåndtering. I planleggingen tidligere, har grønne vegger kun blitt sett på som en bonus, og ofte ikke tatt høyde for i utregninger og spesifikk planlegging.

Et annet aktuelt tema som måtte bli tatt i betraktning var interessekonflikter mellom kommune og utbygger. For å oppsummere, ble det planlagt å bruke en del av parkområdet til overvannshåndtering for det private høyhuset K8. Dette gikk kommunen med på, selv om eiendomsloven tilsier at egne behov, skal løses innenfor egne eiendomsgrenser. Dette var i fokus når planleggingen av K8 bygningens lokale overvannshåndtering skulle løses.

6.4.8 Feilkilder

Ut fra beregningene i kapittel 5, vil ikke disse være helt nøyaktige på grunn av eldre målinger, antakelser og endringer i klimaet, og det vil derfor være behov for å ta i bruk det offentlige vannettverket ved intense og langvarige nedbørsintervaller, hvor kapasiteten vil bli besteget. Selv om kombinasjonen av det blågrønne taket og de grønne veggene gir muligheten til å ta opp store mengder vann, vil det være behov for nødløsninger. Tallene er basert på historiske data, og det vil være endringer med årene som kommer, det vil da altså bety at det kan komme mer regn som må tas hensyn til.

I månedene med lite nedbør, vil fordrøyd overvann bli brukt til vanning av veggen, og om det skulle bli brukt opp, vil drikkevannet bli tatt i bruk. Dersom det skulle oppstå perioder med for mye nedbør, vil det som kan bli fordrøyd tatt opp, mens det resterende vil gå i overløp. Mengdene vil ikke bestige det kommunen har gitt lov til på 23,52l/s, med god margin. Dette er på grunn av volumet på det blågrønne taket er mye større enn nødvendig og vil dermed ikke bli noe problem å ta hånd om.

7. Konklusjon

7.1 Fortolkning av funn

Resultatene i oppgaven har basert seg på teori og funn om tidligere naturbaserte løsninger. Det finnes mange kilder som viser til effektiviteten og evnen til naturbaserte overvannshåndterings tiltak, både OV-relatert og miljømessig. Hvor det derimot finnes svært lite data, er grønne vegger, og kapasiteten til å håndtere overvann. På bakgrunn av dette, ble oppgaven også litt eksperimentell, hvor det ble forsøkt å finne ut av et estimat på dette. I motsetning, så har tiltakene implementert i området, som regnbed, vannspeil, grønne- og blågrønne tak, har tidligere vist å være effektive og fungerer.

Utover overvannshåndtering, krever parkområder mye mer. I designprosessen ble Jan Gehl sine 12 kvalitetskriterier til byrom brukt mye. Etter en analyse av før-situasjonen, ble det oppdaget behov for forbedringer. Kvalitetskriteriene til Gehl bygger på forskning om menneskelige behov, og er vist å være effektiv og nyttig i planleggingen av byrom.

Designet av parken er sterkt preget av forskningen til Jan Gehl, hvor det er forsøkt å oppfylle alle 12 av hans kriterier så godt som mulig. Det er fokus på opphold og aktivitet, i tillegg til estetikk.

Ut fra innsamlet data, har det blitt justert slik at det passer inn til klimaet i Stavanger. Utrekningene som har blitt gjort viser at både K8, og parken oppfyller krav til overvannshåndteringen.

Funnene i oppgaven som kan bli brukt til videre forskning er utrekninger om grønne vegger. Hvor det har blitt forsøkt å finne et svar til hvordan en kan visualisere hvor mye overvann en grønn vegg har kapasitet til å samle opp.

7.2 Avsluttende tanker

I lys av de presenterte punktene, er det tydelig at naturbaserte løsninger spiller en avgjørende rolle i å møte utfordringene knyttet til urban utvikling, overvannshåndtering og bærekraft. Grønne vegger har vist seg å være et effektivt tiltak for å integrere natur inn i bymiljøet og skape positive miljømessige og estetiske fordeler. Ut fra utregninger og teori, har blågrønne tak vist seg å være effektive, særlig på flate tak, når det gjelder håndtering av overvann og forbedring av lokalt klima.

Jan Gehls forskning viser tydelig at grønne løsninger har en positiv innvirkning på både mennesker og miljø, og det er derfor viktig å implementere slike tiltak i stadig større grad. Dette kan oppnås gjennom strengere og mer konkrete krav til grønnstruktur i nye prosjekter, for eksempel ved å kreve installasjon av grønne vegger eller tak.

I tillegg er det positivt å se at Stavanger kommune tar skritt i riktig retning ved å omfavne grønne løsninger i byplanlegging og utvikling. Dette viser en forpliktelse til å skape mer bærekraftige og livlige bymiljøer for fremtiden. Samlet sett bør vi fortsette å støtte og fremme bruken av naturbaserte løsninger i byplanlegging og arkitektur for å sikre varierte og bærekraftige bymiljøer.

8. Referanser

8.1 Tekst

- Assimilering – biologi. (2023). I Store norske leksikon. https://snl.no/assimilering_-_biologi
- Bakke, H. (2012, september 22). Regnbed kan stoppe vannet. <https://www.forskning.no/planteverden-vaer-og-vind-nve/regnbed-kan-stoppe-vannet/683520>
- Base Property. (u.å.). Det høye huset med de fleksible løsningene. Høyhuset i Stavanger. Hentet 9. april 2024, fra <https://kh8.no/>
- Bergknapp. (u.å.-a). Blågrønt tak. Bergknapp- Sedum og grønne løsninger. Hentet 6. mars 2024, fra <https://www.bergknapp.no/blagrønt>
- Bergknapp. (u.å.-b). Grønne vegger med Buton. Bergknapp- Sedum og grønne løsninger. Hentet 18. mars 2024, fra <https://www.bergknapp.no/butong>
- Dannevig, P., & Harstveit, K. (2024). Klima i Norge. I Store norske leksikon. https://snl.no/klima_i_Norge
- Direktoratet for byggkvalitet. (u.å.). Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Direktoratet for byggkvalitet. Hentet 6. mai 2024, fra <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>
- Dronninga Landskap, COWI, & CF Møller. (2014). Blågrønn faktor—Regneark. [https://www.google.com/search?q=bgf+oslo+og+b%C3%A6rum&rlz=1C5GCEM_en&oq=bgf+oslo+og+b%C3%A6rum&aqs=chrome..69i57j33i160l2.4203j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#:~:text=Bl%C3%A5gr%C3%B8nn%20faktor%20\(BGF,Media%20%E2%80%BA%20bl%C3%A5gr%C3%B8nn%20faktor%2D...](https://www.google.com/search?q=bgf+oslo+og+b%C3%A6rum&rlz=1C5GCEM_en&oq=bgf+oslo+og+b%C3%A6rum&aqs=chrome..69i57j33i160l2.4203j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#:~:text=Bl%C3%A5gr%C3%B8nn%20faktor%20(BGF,Media%20%E2%80%BA%20bl%C3%A5gr%C3%B8nn%20faktor%2D...)
- Dæhlen, M. (2021, desember 10). Kan vi spare strøm med grønne vegger i iskalde Norge? <https://www.forskning.no/arkitektur-energi-klima/kan-vi-spare-strom-med-grønne-vegger-i-iskalde-norge/1949545>
- FN-Sambandet. (2023, juli 7). Parisavtalen. <https://fn.no/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>
- FN-Sambandet. (2024, februar 1). FNs bærekraftsmål. <https://fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Gangstø, R., Grinde, L., Mamen, J., Tajet, H. T. T., Tunheim, K., & Aaboe, S. (2024). Været i Norge—Klimatologisk oversikt året 2023. Meteorologisk institutt. https://www.met.no/publikasjoner/met-info/met-info-2023/_/attachment/inline/1685d809-9e70-4559-ab9a-755509c94560:4fcca-820c33a9e1b5352ed851ec956f43a8e7172/MET-info-13-2023.pdf

Gehl, J. (2010). Byer for mennesker (1. utgave). Bogværket.

Grinde, L., Heiberg, H., Mamen, J., Skaland, R. G., Tajet, H. T. T., Tunheim, K., & Aaboe, S. (2023). Været i Norge—Klimatologisk oversikt året 2022. Meteorologisk institutt. <https://www.met.no/publikasjoner/met-info/met-info-2022>

Hanslin, H. M., & Johannessen, B. G. (2018). Grønne tak som LOD- og miljøtiltak.

Jusic, S., Hadžić, E., & Milisic, H. (2019). Stormwater Management by Green Roof. *Acta Scientific Agriculture*, 3, 57–62. <https://doi.org/10.31080/ASAG.2019.03.0516>

Leivestad, V., & Skogvold, T. (2017). Blågrønn faktor – Et nyttig verktøy i byggesaksbehandlingen. <https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2017/11/Leivestad.pdf>

Miljødirektoratet. (2014). Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M100/M100.pdf>

Miljødirektoratet. (2023, januar 17). Vurdere naturbaserte løsninger. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpasning/vurdere-naturbaserte-losninger/>

Miljødirektoratet. (2024). Fare for forurensning fra overvann—Miljødirektoratet. Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/for-myndigheter/overvannshandtering/kartlegg-fare-for-forurensning-og-tiltaksbehov/>

Norges Geologiske Undersøkelse. (u.å.-a). Grønne tak | NGU. Hentet 24. januar 2024, fra <https://www.ngu.no/geologiske-ressurser/gronne-tak>

Norges Geologiske Undersøkelse. (u.å.-b). Regnbed | NGU. Hentet 22. januar 2024, fra <https://www.ngu.no/geologiske-ressurser/regnbed>

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2021, april 28). Lær om overvann. <https://www.nve.no/naturfare/laer-om-naturfare/laer-om-overvann/>

Paus, K. H. (2016). Regnbed som renseløsning for forurenset vann.

Pedersen, B. (2023). Utfelling. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/utfelling>

Protan AS. (u.å.). Overvannshåndtering på tak. Hentet 14. mai 2024, fra <https://www.protan.no/taklosninger/overvannshandtering/>

Regjeringen. (u.å.). 8 Byrommene. <https://www.regjeringen.no/contentassets/721f973973d-c44fb9b77d47f6ff656b8/k08sk021.pdf>

Regjeringen. (2012). Fra grønn arealfaktor til blågrønn faktor. Regjeringen. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2013/fagdag/blgrnnarealfaktormarianndecapronaoslo.pdf

Sintef. (u.å.). Overvann. <https://www.sintef.no/ekspertise/community/overvann/>

Skår, F. (2022, april 5). Forurenset overvann i byer. Norsk Vann. <https://norskvann.no/forurenset-overvann-i-byer/>

Sorpsjon. (2023). I Store norske leksikon. <https://snl.no/sorpsjon>

SSB. (u.å.). Tabell—Nedbør (SÅ 26). Hentet 26. april 2024, fra <https://www.ssb.no/233220/nedb-or-sa-26>

Stavanger kommune. (2022). Grønn plan. <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/ny-kpa-2020/horingsdokumenter-juni-2022/vedlegg-8a-gronn-plan-tekstdokument.pdf>

Stavanger kommune. (2023). Planbeskrivelse. <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/kpa-2023-2040/vedlegg-2-planbeskrivelse-kpa-2023-2040-27.6.2023.pdf?iri=http://data.einnsyn.no/da0b94bc-1a9c-479f-b944-1e533b329d96>

Vannfakta. (2021). Permeable dekker hvorfor, hva, hvordan, og hvor versjon 2. Vannfakta. <https://vannfakta.no/wp-content/uploads/2022/03/Permeable-dekker-hvorfor-hva-hvordan-og-hvor-versjon-2.pdf>

World Health Organization. (2021). Green and blue spaces and mental health: New evidence and perspectives for action. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://iris.who.int/handle/10665/342931>

Ødegaard, H., Thorolfsson, S. T., Lindholm, O., Østerhus, S. W., Sægrov, S., Mosevoll, G., Heistad, A., & Vann, N. (2021). Vann- og Avløpsteknikk (3. utgave). Norsk Vann.

8.2 Figurer

Figur 2.4: Bergknapp. (u.å.-b). Illustrasjon av oppbygning av en grønn vegg med Butong, [Illustrasjon]. Bergknapp. <https://www.bergknapp.no/butong>

Figur 2.7-2.11 og 6.10-6.13: Sømme, B. Grønnstrukturen skal være:, (2022). [Illustrasjon]. Stavanger kommune. <https://www.stavanger.kommune.no/stavanger2040/nyhetsutlisting/gronn-plan/>

Figur 4.1: Teknaconsult. (2021). Illustrasjonsplan. Hentet 15. januar 2024 fra Teknaconsult.

Figur 5.1: Teknaconsult. (2022). Temakart – nedslagsfelt. Hentet 15. januar 2024 fra Teknaconsult.

Figur 6.1: Google Maps. (2020-a). Bilde av lekeplass ved Misjonskirken. Hentet 18. februar 2024 fra <https://www.google.com/maps/@58.9671436,5.7304877,3a,75y,261.86h,93.77t/data=!3m6!1e1!3m4!1sE7u3Fhg9E9WE1eIS0So5Ag!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu>

Figur 6.2: Google Maps. (2020-b). Bilde av gjennomgang i parken. Hentet 18. februar 2024 fra https://www.google.com/maps/@58.9669845,5.7306327,3a,75y,262.36h,95.33t/data=!3m6!1e1!3m4!1sDZsRwTcLLJ2_GketTqMAw!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu

8.3 Tabeller

Tabell 2-4: Teknaconsult. (2022). Notat—Overvannshåndtering. Teknaconsult.

Alle figurer og tabeller som ikke er referert til, er laget av forfatter.

9. Vedlegg

9.1 Vedlegg 1



NOTAT - OVERVANNSHÅNDBLING

Prosjekt: Gnr. 56 Bnr. 860, 1350 m.fl., Knud Holms gate 8, Stavanger kommune
Sak: Teknisk Bistand
Oppdragsgiver: Knud Holms Gate Utbygging AS
Dato: 27.05.2022
Status: Detaljprosjekt

Bakgrunn

I forbindelse med detaljprosjektering har Teknaconsult utarbeidet et notat som beskriver overvannshåndtering for Knud Holms gate 8-prosjektet. Notatet er revidert ifm. revidert landskapsplan og ny innsendelse av tekniske planer til Stavanger kommune.

Forutsetninger

Eksisterende situasjon

1. Eldre og lave avrenningskoeffisienter
2. Nedbørintensitet på 140 l/s*ha
3. Avrenningskoeffisienter:
 - a. Tette flater 0,90
 - b. Grønne flater 0,15

Planlagt situasjon

1. Nedbørintensitet hentet fra IVF-kurve – Vedlegg 9 - Overvannshåndtering
2. 20 % klimafaktor
3. Gjentakintervall 20 år
4. 10 minutters regn for dimensjonerende overvannsmengde
5. 20 cm damhøyde i regnbed
6. Avrenningskoeffisienter fra Vedlegg 9 - Overvannshåndtering:
 - a. Tette flater 0,9
 - b. Park 0,5
 - c. Permeable flater 0,7
 - d. Grøntanlegg 0,4

Nedslagsfelt



Figur 1 Kartutsnitt fra temakart - nedslagsfelt

Figur 1 illustrerer planlagt overvannshåndtering med tilhørende nedslagsfelt.

Totalvurdering av planområdet – alle nedslagsfelt med krav til fordrøyning

Tabell 1 Avrenningskoeffisienter og arealer for alle nedslagsfelt

Flater	Eksisterende situasjon		Planlagt situasjon	
	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]
Grøntanlegg	0,1	0	0,4	52,7
Tette flater	0,9	2599,2	0,90	980,1
Plen, park, eng, skog	0,15	726,5	0,50	1658,7
Permeable flater	0,00	0,0	0,70	634,2
Sum		3325,7	Sum	3325,7

Tabell 2 Videreført mengde og dimensjonerende overvannsmengde

Areal alle nedslagsfelt	3325,7	m ²
Dimensjonerende overvannsmengde	53,1	l/s
Krav til videreført mengde	34,3	l/s

Tabell 3 Avrenningskoeffisienter

Avrenningskoeffisient $\phi_{\text{før}}$	0,74
Avrenningskoeffisient ϕ_{etter}	0,65

Tabell 1, 2 og 3 angir arealer, krav til videreført mengde, dimensjonerende overvannsmengde og avrenningskoeffisienter for fordrøyningsberegninger.

Nedslagsfelt 1 – Park

Overvannshåndtering for nedslagsfelt 1 foreslås løst i form av naturbaserte løsninger. I tillegg til fordrøyningsfunksjonen ønskes det å legge til rette for løsninger som tiltrekker seg dyr og insekter, øker opplevelsesverdi og skaper en arena for lek og læring. Foreslåtte tiltak er regnbed, nedsenket belegg med tett bunn, tette renner og lokale forsenkninger i terrenget. Nedsenkede arealer med tett bunn tilrettelegger for et vannelement med mer eller mindre permanent vannspeil. Det er krav i reguleringsbestemmelse 6.1 at parken skal inneholde vannelementer og at overvannshåndtering kan inngå i vannelementene. Dette er en forutsetning for valg av overvannshåndtering.

Tabell 4 Oppsummering av fordrøyningsberegninger – nedslagsfelt 1

Areal nedslagsfelt 1	1658,6	m ²
Krav til videreført mengde	14,9	l/s
Beregnet regnbedsareal*	93,5	m ²
Planlagt regnbedsareal*	94	m ²
Videreført mengde regnbed	2,6	l/s

* Forutsatt at regnbedene har damhøyde på 20 cm.

Videreført mengde basert på planlagte tiltak er 2,6 l/s og ligger under krav til videreført mengde på 14,9 l/s. For mer detaljerte beregninger henvises det til vedlegg 2 fordrøyningsberegninger.

Nedslagsfelt 2 – nytt byggverk

Overvannshåndtering for nedslagsfelt 2 foreslås løst i form av fordrøyning i lukket anlegg og regnbed.

Kvalitets- og funksjonskrav til naturbaserte løsninger for overvann skal sikres og oppfylles. Det planlegges at takvann skal ledes på frostsikker måte til nærliggende regnbed med overløp til overvannsanlegg.

Det lukkede anlegget plasseres i del av kjeller til Knud Holms gate 8, som ligger utenfor eiendomsgrense, og langs Knud Holms gate innenfor kommunal eiendom. Planlagt plassering betinger sannsynligvis etablering av privat anleggseiendom evt. endringsøknad for rammesøknad. Fordrøyningsvolum er planlagt med høyde som tilrettelegger for selvføll og overløp til overvannsanlegg. Pga. fordrøyningsmagasinets plassering faller det inn under grensesnitt til RIR. Dimensjonering av fordrøyningsmagasin baseres på dette notatets beregninger.

Fordeling av overvann til regnbed og lukket anlegg foreslås i form av overløpskum med strupt utløp til regnbed og overløp til fordrøyningsanlegg. Løsninger medfører hyppigere vannspeil i parkanlegget, da det i normalsituasjonen alltid ledes til regnbedet. Det er ved de større nedbørsmengdene overvann ledes til lukket fordrøyningsanlegg. Både regnbed og lukket fordrøyningsanlegg er planlagt med egne overløpsløsninger.

Tabell 5 Oppsummering av fordrøyningsberegninger - nedslagsfelt 2

Areal nedslagsfelt 2	885,5	m ²
Krav til videreført mengde	10,7	l/s
Beregnet regnbedsareal*	27,4	m ²
Planlagt regnbedsareal*	25,1	m ²
Areal som sogner til regnbed	298,8	m ²
Volum lukket anlegg	5,3	m ³
Areal som sogner til lukket anlegg	586,7	m ²
Videreført mengde regnbed	0,8	l/s
Videreført mengde lukket anlegg	7,1	l/s
Total videreført mengde	7,9	l/s

* Beregnet regnbedareal forutsetter at overvann fra en flate på ca. 298,8 m² ledes til regnbed, og 20 cm damhøyde

Videreført mengde basert på planlagte tiltak er 7,9 l/s og ligger under krav til videreført mengde på 10,7 l/s. For mer detaljerte beregninger henviser det til vedlegg 2 fordrøyningsberegninger. Merk at takareal som sogner til regnbed er 298,8 m² og 586,7 m² til lukket anlegg - Totalt 885,5 m².

Iht. beregninger mangler det ca. 2,4 m² med regnbed. Manglende regnbedsstørrelse medfører at det vil ledes en ytterligere overvannsmengde på ca. 0,1 l/s i overløpet ved dimensjonerende nedbørsmengde. Forholdet anses akseptabelt da det er en betydelig margin på videreført mengde.

Vurderinger knyttet til nedbør på fasade ved betydelig vind fra sør

En del av nedbør, som opptrer samtidig med vind fra sør, fanges på fasade til byggverk på Knud Holms gate 8. Dette vil medføre økt overvannsmengde nært fasadeliv og på gangsti. Landskapsarkitekt

planlegger natursteinsdekke nær byggverket. Dekket tilstrebes etablert med særskilt drenerende masser, romslige/permeable fuger, permeabelt dekke og tverrfall mot grøntområder og overvannsanlegg. Det informeres om at fjell ligger dypere i grunnen enn først antatt. Dette forholdet, sammen med ovennevnte forutsetninger, tilrettelegger for gode drenerende egenskaper. Det er i tillegg planlagt drenerende grøft mellom overlys til bygg og gangsti til park som fanger og leder overvannet bort fra byggverket. Drensgroften vil fungere som en ytterligere sikring for omtalt situasjon.

Nedslagsfelt 3 – Søndre del av Knud Holms gate

Overvannshåndtering for nedslagsfelt 3 foreslås løst i form av naturbaserte løsninger. I tillegg til fordrøyningsfunksjonen ønskes det å legge til rette for løsninger som tiltrekker seg dyr og insekter, øker opplevelsesverdi og skaper en arena for lek og næring. Foreslåtte tiltak er regnbed. Det er krav i reguleringsbestemmelse 5.2 at gata skal en parkmessig opparbeidelse langs parken. Dette er en forutsetning for valg av overvannshåndtering.

Tabell 6 Oppsummering av fordrøyningsberegninger – nedslagsfelt 3

Areal nedslagsfelt 3	634,2	m2
Krav til videreført mengde	8,0	l/s
Beregnet regnbedsareal*	50,1	m2
Planlagt regnbedsareal*	37,6	m2
Videreført mengde regnbed	1,4	l/s

* Forutsatt at regnbedene har damhøyde på 20 cm.

Videreført mengde basert på planlagte tiltak er 1,4 l/s og ligger godt under krav til videreført mengde på 8,0 l/s. For mer detaljerte beregninger henviser det til vedlegg 2 fordrøyningsberegninger.

Iht. beregninger mangler det ca. 12,5 m2 med regnbed. Manglende regnbedsstørrelse medfører at det vil ledes en ytterligere overvannsmengde på ca. 0,7 l/s i overløpet ved dimensjonerende nedbørmengde. Forholdet anses akseptabelt da det er en betydelig margin på videreført mengde, og medfører kvalitet i form av hyppigere vannføring i regnbedene. Det informeres om at søndre regnbed nær parkeringskjelleravkjørsel til Olav Vs gate, vil ta overvann fra søndre del av Knud Holms gate nedstrøms kjefstluk til nedstrøms regnbed innen nedslagsfelt 3.

Nedslagsfelt 4 – Nordre del av Knud Holms gate

Henviser til epost fra Stavanger kommune v/Ingerid Pegg datert 28.10.2020 (vedlegg 4). Omsøkte tiltak defineres som oppgradering av vei innenfor avgrensning til eksisterende vei. Dvs. at det ikke stilles krav til fordrøynings. Tidligere nedslagsfelt 4 utgår.

Nedslagsfelt 5 – Jens Zetlitz gate

Henviser til epost fra Stavanger kommune v/Ingerid Pegg datert 28.10.2020 (vedlegg 4). Omsøkte tiltak defineres som oppgradering av vei innenfor avgrensning til eksisterende vei. Dette har medført at tidligere nedslagsfelt 5 er redusert betraktelig.

Areal til redusert nedslagsfelt 5 er ca. 147,3 m2.

Forutsatt 20 års gjentakintervall, 10 minutters regn, avrenningskoeffisient på 0,9 (Tett flater, lav overdekning over eks. parkeringskjeller) og 20 % klimapåslag, blir dimensjonerende overvannsmengde ca. 3,2 l/s.

Nedslagsfelt 5 foreslås ufordrøyd.

Oppsummering og total regnskap

Tabell 7 Totalregnskap fordrøyning

Nedslagsfelt	Fordrøyningstiltak			Videreført mengde
	Regnbed	Lukket anlegg	Ufordrøyd	
Nedslagsfelt 1	X			2,6 l/s
Nedslagsfelt 2	X	X		7,9 l/s
Nedslagsfelt 3	X			1,4 l/s
Nedslagsfelt 5			X	3,2 l/s
Totalt				15,1 l/s
Krav til videreført mengde				34,3 l/s

Det stilles ikke krav til fordrøyning for nedslagsfelt 4, og nedslagsfelt tidligere definert som nedslagsfelt 4 utgår.

Beregninger viser at foreslått tiltak for overvannshåndtering medfører en videreført mengde på 15,1 l/s som ligger under krav til videreført mengde på 34,3 l/s. Ytterligere videreført mengde, som følge av manglende regnbedsareal, utgjør ca. 0,8 l/s ved dimensjonerende nedbørsmengde. Total videreført mengde blir dermed 15,9 l/s og ligger under krav til videreført mengde på 34,3 l/s.

Videre saksgang og justeringer ifm. detaljprosjektering

Prosjektet er nærmer seg avslutning av detaljprosjektering. Som følge av praktiske årsaker, ytterligere utredninger og merknader fra Stavanger kommune kan det komme justeringer av foreslåtte tiltak.

Det poengteres at beregnet videreført mengde ligger under krav til videreført mengde, og det er av den grunn rom for evt. justeringer.

Eventuelle merknader kan rettes til undertegnede.

Teknaconsult AS



Benjamin Pettersen
Tlf. 46 78 69 14
benjamin@tekniconsult.no

Vedlegg:

1. Temakart – nedslagsfelt
2. Fordrøyningsberegninger – Teknaconsult
3. Epost fra Stavanger kommune v/Ingerid Pegg



Fordrøyningsberegning for Nedslagsfelt N1 - Park

Knud Holms gate 8

Prosjektinformasjon	
Prosjektnummer	1625
Prosjektnavn	Knud Holms gate
GNR/BNR	56/860, 56/1350 m.fl.
Byggeadresse	Knud Holms gate 8
Tiltakshaver	Knud Holms Gate Utbygging AS
Nedslagsfelt	N1
Type fordrøyning	Regnbed

Flater	Eksisterende situasjon		Planlagt situasjon	
	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]
Grøntanlegg	0,15	569,828	0,40	0
Grøntanlegg over PK	0	0	0,55	0
Grusvei/ -plasser	0,25	0	0,75	0
Parkanlegg	0,9	0	0,50	1659
Tette flater (tak, asfalt etc.)	0,9	1088,756	0,90	0
Permeable flater	0,65	0	0,70	0
Takflater	0	0	0,90	0
Grønt tak	0	0	0,60	0
	0	0	0,70	0
Sum		1658,6	Sum	1658,7

Datagrunnlag for nedbørmengder	
Målestasjon	STAVANGER-MADLA
Intensitet [l/s*ha]	203,2
Klimafaktor [%]	20
Dimensjonerende intensitet [l/s*ha]	243,8

Avrenning	
φ _f []	0,64
φ _p []	0,50
Endring i andel tette flater [%]	-14,2 %

Overvannsberegninger	
Klimafaktor, K [%]	20
Gjentaksintervall, Z [år]	20
Videreført mengde [l/s]	14,9
Dimensjonerende overvannsmengde [l/s]	20,2
Konsentrasjonstid, t _c [min]	11,2

Regnbedsberegninger	
Damhøyde [m]	0,200
Mettede hydraulisk konduktivitet [m/h]	0,1
Videreført mengde, regnbed (drenert) [l/s]	2,6
Regnbedsareal [m ²]	93,5

Utført av Benjamin Pettersen	BP
Kontroll: Eirik Brødremoen Lund	EL



Fordrøyningsberegning for Knud Holms gate 8 Nedslagsfelt N2 - Del av takvann i lukket anlegg

Prosjektinformasjon	
Prosjektnummer	1625
Prosjektnavn	Knud Holms gate
GNR/BNR	56/860, 56/1350 m.fl.
Byggeadresse	Knud Holms gate 8
Tiltakshaver	Knud Holms Gate Utbygging AS
Nedslagsfelt	N2
Type fordrøyning	Lukket

Flater	Eksisterende situasjon		Planlagt situasjon	
	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]
Grøntanlegg	0,15	32,76	0,40	0
Grøntanlegg over PK	0	0	0,55	0
Grusvei/ -plasser	0,25	0	0,75	0
Parkanlegg	0,9	0	0,50	0
Tette flater (tak, asfalt etc.)	0,9	554,101	0,90	0
Permeable flater	0,65	0	0,70	0
Takflater	0	0	0,90	587
Grønt tak	0	0	0,60	0
	0	0	0,70	0
Sum		586,9	Sum	586,7

Datagrunnlag for nedbørmengder	
Målestasjon	STAVANGER-MADLA
Intensitet [l/s*ha]	203,2
Klimafaktor [%]	20
Dimensjonerende intensitet [l/s*ha]	243,8

Avrenning	
φfør []	0,86
φetter []	0,90
Endring i andel tette flater [%]	4,2 %

Overvannsberegninger	
Klimafaktor, K [%]	20
Gjentaksintervall, Z [år]	20
Videreført mengde [l/s]	7,1
Dimensjonerende overvannsmengde [l/s]	12,9
Tid i rør [min]	10
Konsentrasjonstid, tc [min]	11,0

Krav til fordrøyningsvolum	
Fordrøyningsvolum [m ³]	5,3
Forslag til rørdiameter [mm]	1000
Forslag til antall rør [stk.]	3,0
Total lengde rør [m]	7,75
Forslag til sandfangskumdiameter	1000
Høyde til overløp sandfang [m]	0,10
Volum av foreslått løsning [m ³]	5,1

Strupet utløp fra magasin	
Maks. videreført mengde [l/s]	7,1
Trykkehøyde / høyde til overløp [m]	0,1
Diameter av strupet utløp [mm]	103

Utført av Benjamin Pettersen	BP
Kontroll: Eirik Brødremoen Lund	EL



Fordrøyningsberegning for Nedslagsfelt N3 - Parkgate

Knud Holms gate 8

Prosjektinformasjon	
Prosjektnummer	1625
Prosjektnavn	Knud Holms gate
GNR/BNR	56/860, 56/1350 m.fl.
Byggeadresse	Knud Holms gate 8
Tiltakshaver	Knud Holms Gate Utbygging AS
Nedslagsfelt	N3
Type fordrøyning	Regnbed

Flater	Eksisterende situasjon		Planlagt situasjon	
	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]
Grøntanlegg	0,15	0	0,40	0
Grøntanlegg over PK	0	0	0,55	0
Grusvei/ -plasser	0,25	0	0,75	0
Parkanlegg	0,9	0	0,50	0
Tette flater (tak, asfalt etc.)	0,9	634,27	0,90	0
Permeable flater	0,65	0	0,70	634
Takflater	0	0	0,90	0
Grønt tak	0	0	0,60	0
	0	0	0,70	0
	Sum	634,3	Sum	634,2

Datagrunnlag for nedbørmengder	
Målestasjon	STAVANGER-MADLA
Intensitet [l/s*ha]	203,2
Klimafaktor [%]	20
Dimensjonerende intensitet [l/s*ha]	243,8

Avrenning	
$\varphi_{\text{før}}$ []	0,90
φ_{etter} []	0,70
Endring i andel tette flater [%]	-20,0 %

Overvannsberegninger	
Klimafaktor, K [%]	20
Gjentaksintervall, Z [år]	20
Videreført mengde [l/s]	8,0
Dimensjonerende overvannsmengde [l/s]	10,8
Konsentrasjonstid, t_c [min]	11,7

Regnbedsberegninger	
Damhøyde [m]	0,2
Mettede hydraulisk konduktivitet [m/h]	0,1
Videreført mengde, regnbed (drenert) [l/s]	1,4
Regnbedsareal [m ²]	50,1

Utført av Benjamin Pettersen	BP
Kontroll: Eirik Brødremoen Lund	EL



Fordrøyningsberegning for Nedslagsfelt N5 - Ufordrøyd

Knud Holms gate 8

Prosjektinformasjon	
Prosjektnummer	1625
Prosjektnavn	Knud Holms gate
GNR/BNR	56/860, 56/1350 m.fl.
Byggeadresse	Knud Holms gate 8
Tiltakshaver	Knud Holms Gate Utbygging AS
Nedslagsfelt	N5
Type fordrøying	Ufordrøyd

Flater	Eksisterende situasjon		Planlagt situasjon	
	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]	Avrenningskoeffisient []	Areal [m ²]
Grøntanlegg	0,15	0	0,40	0
Grøntanlegg over PK	0	0	0,55	0
Grusvei/ -plasser	0,25	0	0,75	0
Parkanlegg	0,9	0	0,50	0
Tette flater (tak, asfalt etc.)	0,9	147,2	0,90	147
Permeable flater	0,65	0	0,70	0,0
Takflater	0	0	0,90	0
Grønt tak	0	0	0,60	0
0	0	0	0,70	0
Sum		147,2	Sum	147,3

Datagrunnlag for nedbørmengder	
Målestasjon	STAVANGER-MADLA
Intensitet [l/s*ha]	203,2
Klimafaktor [%]	20
Dimensjonerende intensitet [l/s*ha]	243,8

Avrenning	
φ _{før} []	0,90
φ _{etter} []	0,90
Endring i andel tette flater [%]	0,0 %

Overvannsberegninger	
Klimafaktor, K [%]	20
Gjentaksintervall, Z [år]	20
Videreført mengde [l/s]	1,9
Dimensjonerende overvannsmengde [l/s]	3,2
Tid i rør [min]	10
Konsentrasjonstid, t _c [min]	10,02

Krav til fordrøyningsvolum	

Strupet utløp fra magasin	

Utført av Benjamin Pettersen	BP
Kontroll: Eirik Brødremoen Lund	EL