




DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTETET

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/studieretning: Byggingeniør – Teknisk Planlegging	Vår semesteret, 2021 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Lise Chiem	 (signatur forfatter)
Fagansvarlig ved UiS: Ari Krisna Mawira Tarigan Veileder: Ari Krisna Mawira Tarigan, UiS Ekstern veileder: Steinar Sund, Multiconsult	
Tittel på oppgaven: Overvannshåndtering med naturbaserte løsninger på Mosvangen Engelsk tittel: Stormwater management with nature-based solutions at Mosvangen	
Studiepoeng: 20	
Emneord: Overvannshåndtering Naturbaserte løsninger VA-rammeplan	Sidetall: 69 + vedlegg/annet: 19 Stavanger, 15.05.2023

1 FORORD

Denne oppgaven markerer slutten av bachelorprogrammet byggingeniør – teknisk planlegging ved Universitetet i Stavanger.

Valget å skrive om naturbaserte løsninger kommer fra interessen min for forberedelser til klimatilpasning. Samt et stort ønske om å utdype meg i faget vann og avløp.

Først og fremst ønsker jeg å takke alle ansatte fra Multiconsult AS. Dere har alle sammen vært til stor hjelp, og deres kunnskap og veiledning har vært grunnleggende for å skrive oppgaven.

En spesiell takk til alle mine klassekamerater som alltid har klart å oppmuntre meg på tunge dager. Deres uendelige støtte har gitt meg mot og selvtillit til å håndtere utfordringene gjennom studiet.

Til slutt vil jeg rette en takk til alle som har hjulpet meg gjennom dette prosjektet. Fra veiledere, lærere og kollegaer som har inspirert meg med sine ideer og bidrag. Deres innsikt og engasjement har vært avgjørende for min vekst og utvikling.

1.1 SAMMENDRAG

Det er økende befolkningsutvikling, og behov for utbygging. Det skal bygges barnehage, dagsenter og avlastningshjem i Stavanger på Mosvangen. En av de største årsakene til urban vannforurensning er overvannet som renner av tak, veier, parkeringsplasser og andre tette overflater. Etter hvert som områder fortsetter å urbanisere, blir forurensningsproblemer knyttet til dårlig administrert overvann mer og mer uttalt.

Økende mengder med nedbør fører til betydelige utfordringer for avløpsrør og renseanlegg, da store mengder overvann på avløpsnettene kan føre til at unødvendig mye vann går gjennom renseanlegget, noe som reduserer renseeffekten. I tillegg kan ledningsnettene for drikkevann bli utsatt for økt forurensningsrisiko. Samfunnet opplever store skadevirkninger som følge av at overvann ikke håndteres godt nok via det eksisterende avløpsnettene. Skadevirkningene skyldes ofte at mengdene overvann er langt større enn nettet er dimensjonert for.

For å forhindre at intense nedbørhendelser, flommer og stormflo fører til ytterligere skadevirkninger fra overvann, må det legges til rette for at kommunene i større grad kan håndtere overvann ved hjelp av lokale tiltak.

Ved å ta i bruk naturbaserte løsninger i små og store prosjekter, forbereder vi oss på klimaendringer samtidig blir Stavanger en grønnere og triveligere by. Når det bygges nytt i Stavanger, skal regnvannet håndteres i åpne løsninger inspirert av naturen. I stedet for at regnvannet renner til nærmeste resipient kan det i stedet brukes som en ressurs.

1.2 ABSTRACT

There is an increased population growth and need for development. A kindergarten, daycare center and auxiliary housing are planned to be built in Stavanger at Mosvangen. One of the major causes of urban water pollution is stormwater runoff from roofs, roads, parking lots, and other impervious surfaces. As areas continue to urbanize, pollution problems related to poorly managed stormwater become more pronounced.

Increasing amounts of precipitation pose significant challenges for sewage pipes and treatment plants, as excessive stormwater in the sewage system can reduce the treatment effectiveness. Additionally, the drinking water network may be exposed to increased pollution risks. Society experiences significant damage when stormwater is not adequately managed through the existing sewage system. This damage often occurs because the volume of stormwater exceeds the capacity of the network.

To prevent intense rainfall events, floods, and storm surges causing further damage from stormwater, it is necessary to enable municipalities to handle stormwater more effectively through sustainable drainage system (SUDS). By implementing nature-based solutions in small and large projects, we are preparing for climate change while making Stavanger a greener and more pleasant city. When constructing new buildings in Stavanger, rainwater will be managed through open nature-based solutions. Instead of flowing into the nearest recipient, rainwater can be utilized as a resource.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Forord	2
1.1	Sammendrag	3
1.2	Abstract.....	4
	Innholdsfortegnelse	5
2	Innledning.....	1
1.1	Problemstilling.....	2
1.2	Oppgavens formål.....	2
2	Planområdet.....	3
2.1	Beliggenhet.....	3
2.2	Eksisterende situasjon.....	3
2.3	Planområdets terreng	4
2.4	Geotekniske forhold	5
2.5	Infiltrasjonspotensialet.....	6
2.6	Fare for flom.....	7
2.7	Flomvei og nedslagsfelt.....	8
2.8	Bestemmelser og retningslinjer	9
2.9	Planbeskrivelse	10
3	Teori.....	12
3.1	Klima	12
3.1.1	Nedbør.....	12
3.1.2	Klimadata	13
3.1.3	Nedbørsdata.....	14
3.2	Overvannshåndtering.....	15
3.2.1	Tre-trinns strategien	16
3.2.2	Lokal overvannshåndtering	17
3.2.3	Permeable dekker	18

3.2.4	Blågrønn faktor	19
3.2.5	Utrekning av BGF	19
3.2.6	Regnbed.....	20
3.2.7	Grønne tak.....	21
3.3	Beregningsmetoder.....	22
3.3.1	Den rasjonelle metode.....	22
3.3.2	Fordrøyning.....	27
3.3.3	Regnbed.....	28
3.3.4	Vannbehov	29
3.4	Digitale verktøy	31
3.4.1	Excel.....	31
3.4.2	AutoCAD	31
3.4.3	Scalگو Live.....	31
4	Resultat og metoder.....	32
4.1	Utrekning av den rasjonelle metoden.....	32
4.1.1	Eksisterende situasjon	32
4.1.2	Fremtidig situasjon.....	34
4.2	Fordrøyning	36
4.2.0	Beregning av fordrøyningsmagasin eksisterende situasjon	36
4.2.1	Beregning av fordrøyningsmagasin framtidig situasjon	38
4.3	Utrekning av vannbehov.....	39
4.3.0	Vannbehov	39
4.3.1	Totalt vannbehov.....	40
4.3.2	Utrekning av minimum og maksimum vannbehov:.....	40
4.4	Regnbed.....	41
4.5	Grønne tak	44
4.6	Ledningsnett	46

4.6.0	Eksisterende VA-anlegg:.....	46
4.6.1	Fremtidig ledningsnett:	47
4.6.2	Eksisterende brannkummer	48
4.6.3	Framtidige brannkummer	49
4.7	Nye flomveier	50
4.7.1	Vannrenne	50
4.8	Blå grønn faktor.....	51
4.8.1	Beregning av BGF.....	51
4.9	Kostnader.....	52
5	Konklusjon	53
	Referanseliste	56

2 INNLEDNING

Stavanger Kommune har vedtatt at det skal bygges ny barnehage, dagsenter og avlastningshjem på Mosvangen i Stavanger. Oppdraget har blitt tildelt Link Arkitekter som arkitekt, interiørarkitekt og landskapsarkitekt. Mens Multiconsult har fått oppdraget for prosjekteringsledelse og rådgivende ingeniørfag. I tillegg utfører Multiconsult BREEAM-rådgivning og miljøkartlegging gjennom rammeavtale med Stavanger Kommune.

Prosjektområde har fått navnet Poppeltunet. Ordet *poppel* stammer fra det latinske ordet *populus*, som betyr folk/felleskap. Det skal være et område med flotte uteområder med tilrettelegging av universell utforming. Mosvannsparken har utviklet seg fra å være en park på utkanten av byen til å bli en park omringet av stadig tettere bebyggelse. Økende utbygging forsterker behovet til innbyggerne for grønne områder.

I 2011 måtte forsikringselskapene utbetale over 2 milliarder kroner i erstatninger for skader knyttet til vanninntrengning i bygg. Med flere og mer intense nedbørsmengder stilles det stadig større krav til håndtering av overvann i byområder, hvor det er mange tette flater på veier og hustak. (Regjeringen)

Når det planlegges utbygging av nye områder, er det viktig å ta stilling til de kommende klimaendringene. Det skal tas hensyn til om det er behov for åpne vannveier, blågrønne strukturer og forsvarlig overvannshåndtering. Det er også viktig å vurdere bevaring eller restaurering eller etablering av naturbaserte løsninger som kan bidra til å håndtere overvann og redusere skader fra ekstremvær. Dersom andre løsninger velges, må det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort. (Lovdata, 2018)

Stavanger kommune har ambisjoner om å være i front når det gjelder utviklingen av nye, bærekraftige løsninger. Kommunen ønsker å utnytte eksisterende vegetasjon på en attraktiv måte, samtidig som ny vegetasjon skal brukes til å skape variasjon, romfølelse, avgrensninger og ulike habitater. I framtiden er målet å sikre at det grønne og frodige blir en overordnet kvalitet i hele parkområdet, samtidig som karakteren til de eksisterende områdene i stor grad skal bevares og fremheves. (Stavanger kommune, 2020)

1.1 PROBLEMSTILLING

Hvordan løse overvannshåndtering ved hjelp av naturbaserte løsninger på et område med tre nybygg?

Delproblemstillinger:

- Finne gode løsninger som håndterer regnvannet på overflaten på en trygg og effektiv måte.
- Fusjonere naturbaserte overvannsløsninger med eksisterende vegetasjon på Mosvannet/Poppeltunet. Samt bevare estetikk og bruke regnvann som en ressurs.
- Lage VA-rammeplan for prosjektområdet, og tegne prinsippskisse.
- Gjøre utregninger for vannbehov, fordrøyning og dimensjonere regnbed

1.2 OPPGAVENS FORMÅL

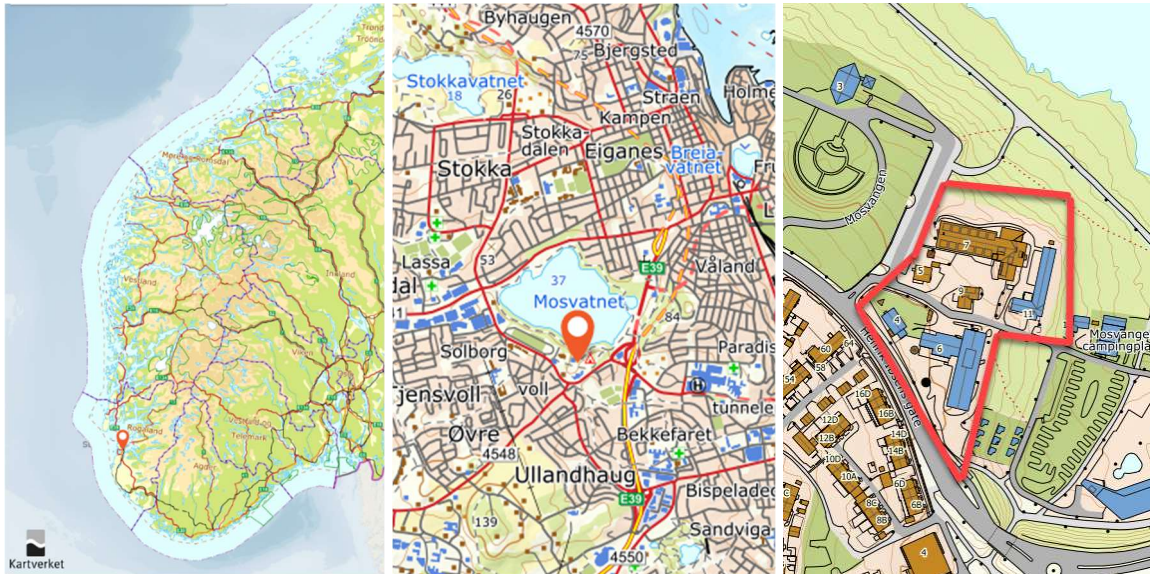
Formålet med oppgaven er å se på ulike løsninger for overvannshåndtering, samt utnytte overvann på en effektiv måte som forbedrer det estetiske, og tar vare på eksisterende vegetasjon. I følge Skybruddsplanen til Stavanger kommune er det primært ønskelig at flomsikring skal oppnås ved å ta i bruk tiltak som håndterer flomvann på overflaten. (Cowi, 2022). Oppgaven vil også hensyn til målene i kommuneplanens samfunnsdel 2020-2034, hvor det er lagt fokus på sosial bærekraft og håndtering av klimaendringer som ekstremvær og havnivåstigning. (Stavanger kommune, 2020)

Ved utbygging av rørsystemer med store betongrør under bakken som opptar vann, vil det over tid være utfordrende å drifte og vedlikeholde et system som er nedgravd. Er det tilstrekkelig kapasitet i avløps- og overvannssystemene i byen og i tettsteder til å håndtere de økende nedbørmengdene? Finnes det bebyggelse i nærheten som kan bli truet av flom, skred eller erosjon? Kan økt utbygging og manglende overvannshåndtering øke risikoen for uønskede hendelser? (Norsk Vann Rapport 190/2012)

2 PLANOMRÅDET

2.1 BELIGGENHET

Planområdet befinner seg på sørsiden av Mosvatnet i Tjensvoll bydel. Omtrent 2,4 km sørvest fra Stavanger sentrum. Området har bilatkomst fra Henrik Ibsens gate via Mosvangen (Se figur 1)

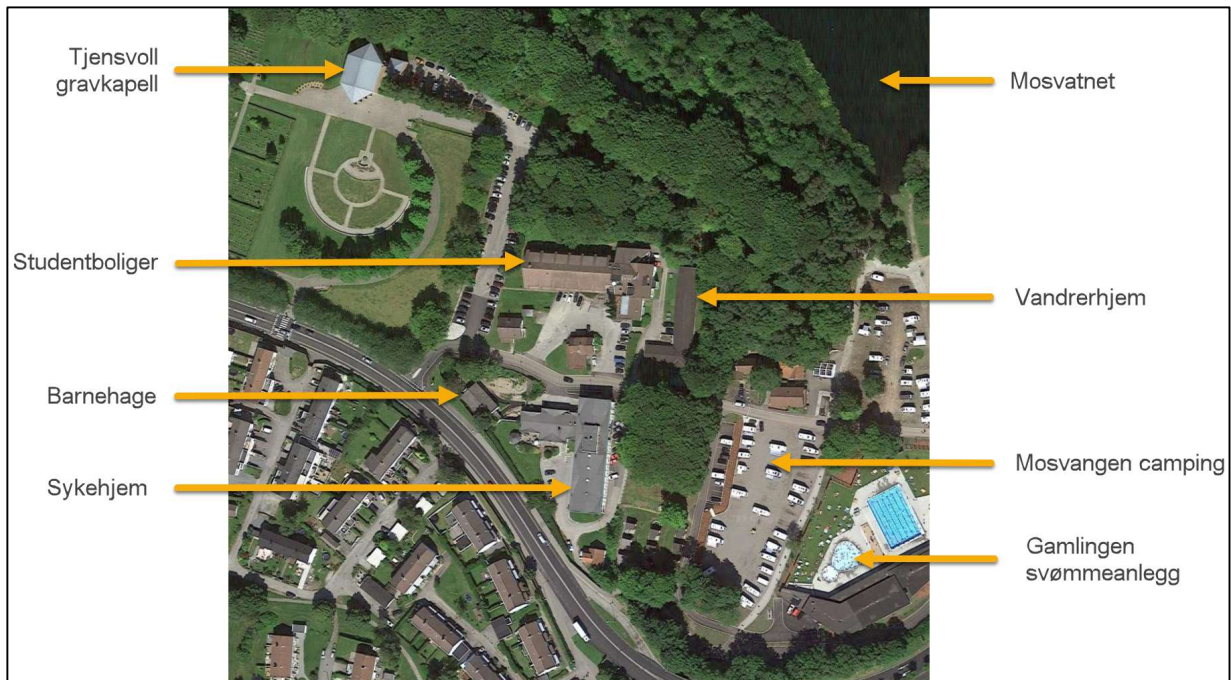


Figur 1: Planområdets beliggenhet (Kilde: Norgeskart)

2.2 EKSISTERENDE SITUASJON

Dagens situasjon består området av bygninger, tette flater og grøntområder. Planområdet for detaljreguleringen består i dag av et sykehjem, en barnehage, et studenthjem og Mosvangen camping.

Området består av forskjellige delområder med ulik karakter. Noen områder har et kultivert parkpreg med plener, prydbusker og blomster, mens andre områder har en naturlig karakter med tett kratt og skogvegetasjon. Campingområdet på tomten består hovedsakelig av plener med noen store trær. Tomta ligger nær en frodig skog med høye, bevaringsverdige bøketrær på den østlige delen.



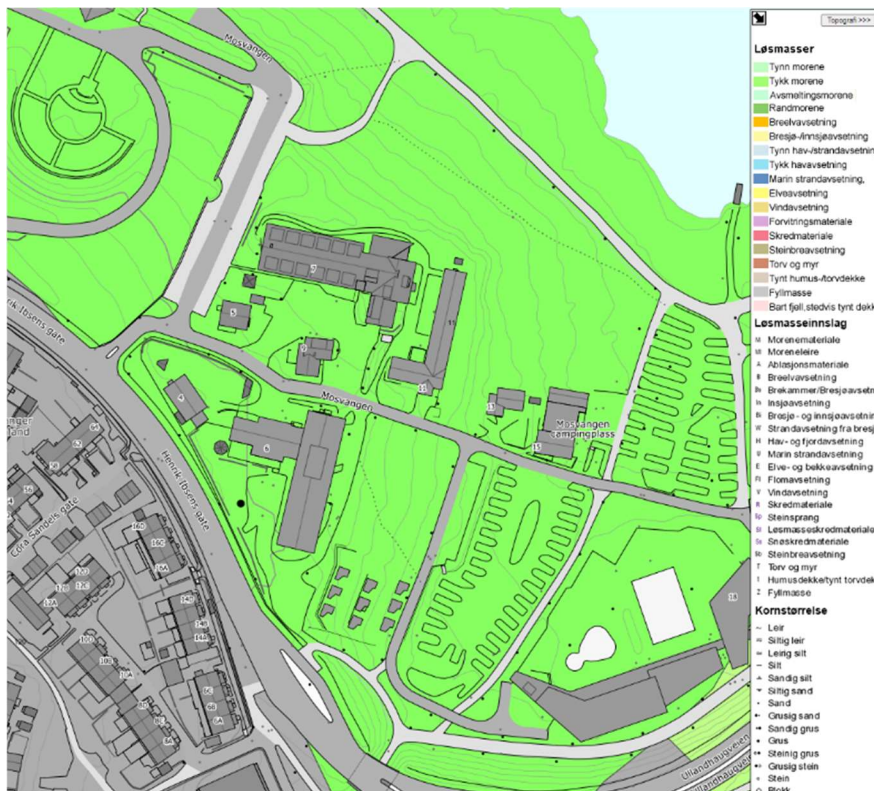
Figur 2: Dagens situasjon. (Kilde: Satellitt foto fra Google Maps)

2.3 PLANOMRÅDETS TERRENG

Området har et totalt areal på: 24 000 m². Tomta er forholdsvis flat med en jevn og slak helning fra sør-vest til nord-øst. Barnehagetomta skrår fra kote +51 moh. i det nordvestlige hjørnet til kote +47,5 mot øst. Landskapsplanen viser at fremtidig terrengnivå vil være tilnærmet det samme som dagens terreng. (Multiconsult, 2023)

2.4 GEOTEKNISKE FORHOLD

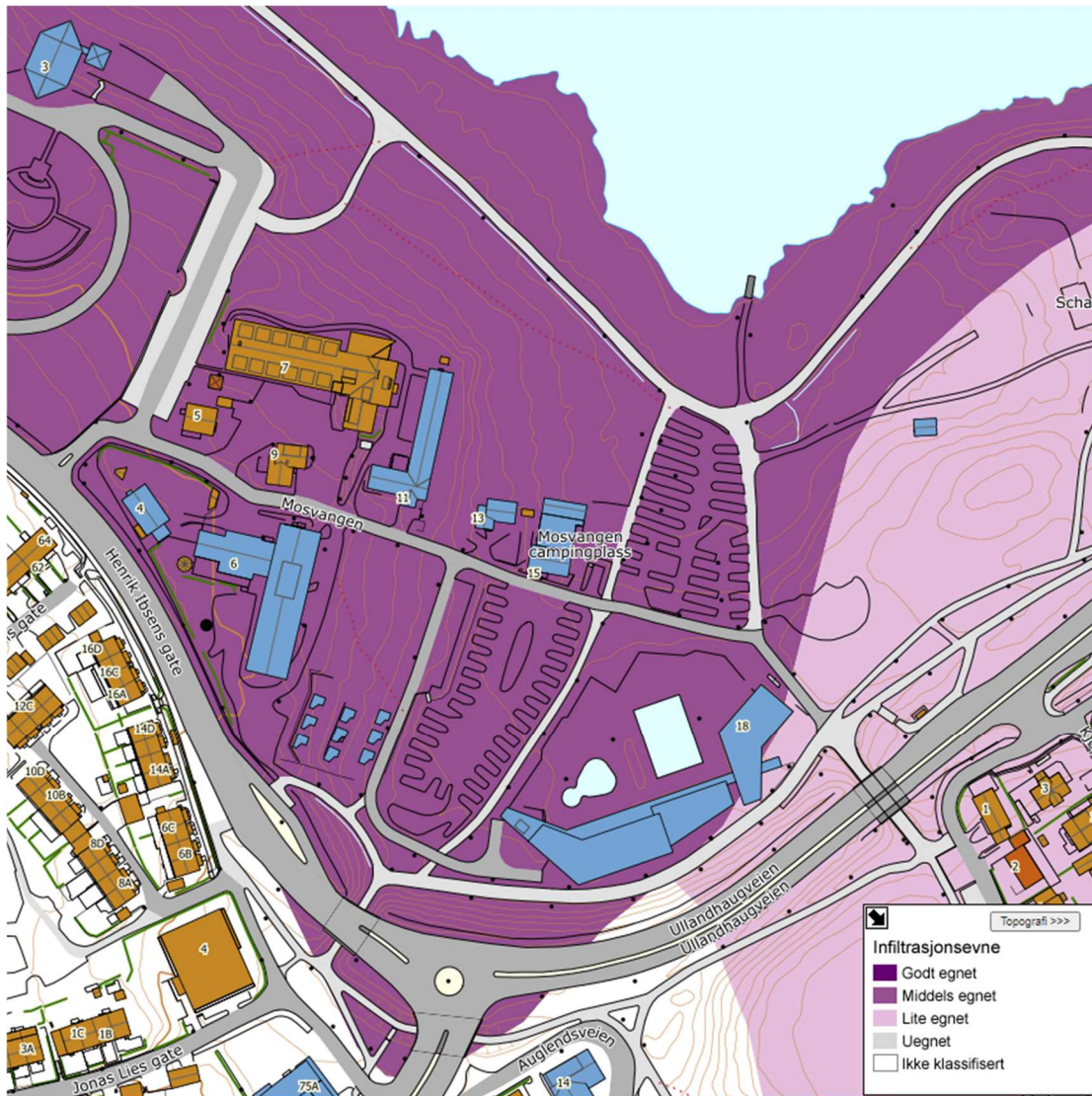
Kartet fra NGU (figur 3) viser at grunnen i området består av en tykk avsetning av morenemateriale. Det er vanligvis hardt pakket sammen, dårlig sortert og kan inneholde en blanding av leire, stein og blokker. Multiconsult har gjennomført grunnundersøkelser og utarbeidet en geoteknisk rapport. Resultatene av grunnundersøkelsene viser at grunnen hovedsakelig består av faste silt- og sandmasser ned til ca. 5 meters dybde, og at det er registrert svært faste masser. Det er også funnet berg i ca. 18 meters dybde under planområdet. (Multiconsult, 2023)



Figur 3. Løsmasse kart. (Kilde NGU)

2.5 INFILTRASJONSPOTENSIALET

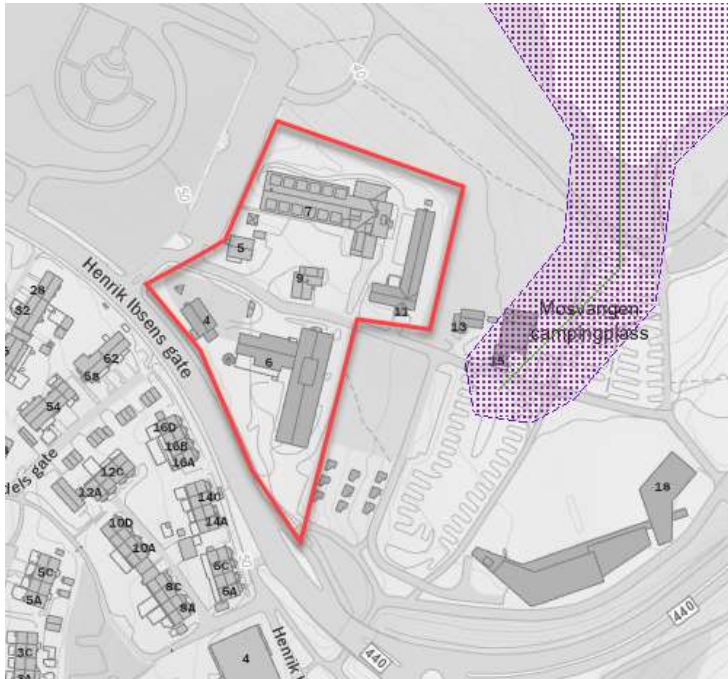
Kartet under viser infiltrasjonsevnen i området. Området er relativt jevnt og har en godt egnet infiltrasjonsevne. Ifølge grunnundersøkelsene som ble utført så er grunnvannstanden nord for det nye avlastningssenteret 3,6 meter under terrengnivå, som tilsvarer en kote på 40,4.



Figur 4: Kart over infiltrasjonspotensiale for området. (Kilde NGU)

2.6 FARE FOR FLOM

Informasjon fra NVEs karttjenester (se figur 5) viser at øst for planområdet er det fare for flom, men ingen fare for flom fra på planområdet. I skybruddsplanen til Stavanger kommune får man informasjon om at det går en flomvei øst for området, men som ikke vil påvirke planområdet. (Se figur 6)



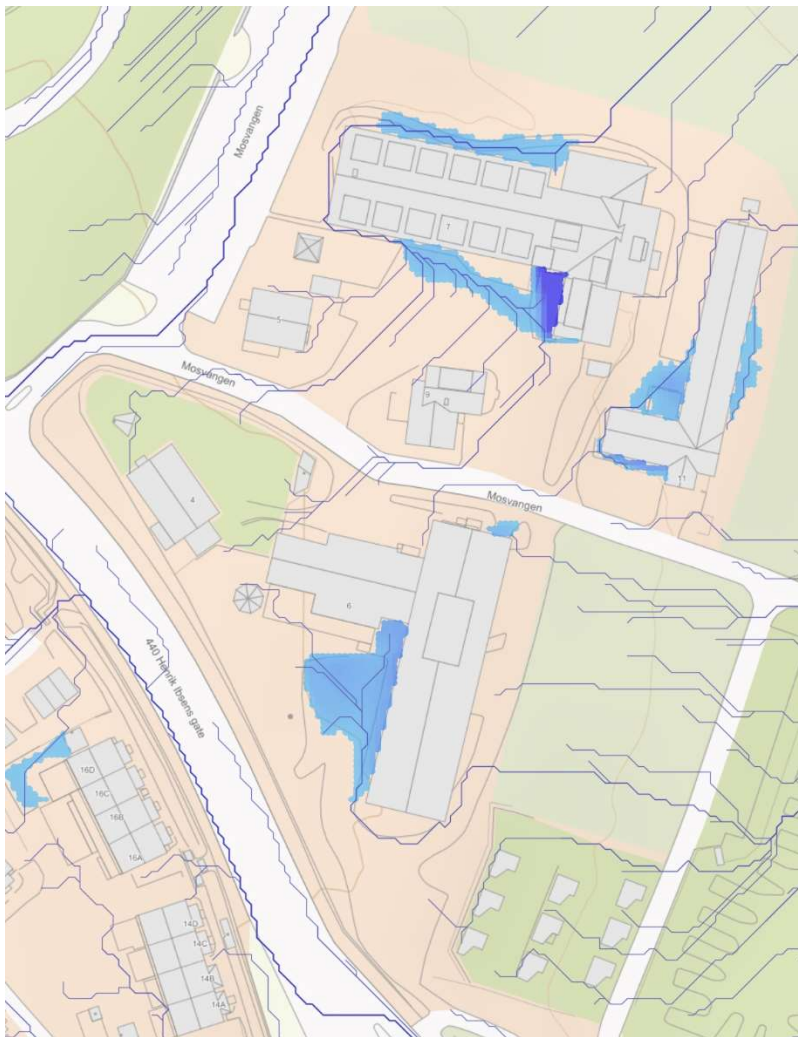
Figur 5: NVE aktsethetskart for flom (Kilde: NVE)



Figur 6: Flomrisikoanalyse. (Kilde: COWI). Planområdet er markert i rødt.

2.7 FLOMVEI OG NEDSLAGSFELT

Det tas i bruk Scalgo Live verktøy for kartlegging av flomveier og områder utsatt for flomfare fra overvann. Figur 7 viser resultatet fra Scalgo Live, som viser at det er en flomvei som starter sør-vest for barnehagen, deretter går den videre nord gjennom planområdet mot studentboligene. Denne flomveien forårsaker fare for oppstuvning av flomvann særlig på framsiden av bygget. I tillegg er det en flomvei som går fra barnehagetomten og øst mot Mosheim sykehjem, og en mindre flomvei som går fra Mosheim sykehjem til vandrerhjemmet.



Figur 7: Flomvei og nedslagsfelt (Kilde ScalGO Live)

2.8 BESTEMMELSER OG RETNINGSLINJER

Utdrag fra Stavanger sin kommuneplan arealdel:

1.20 Bestemmelser og retningslinjer for blågrønn faktor

Bestemmelser:

- 1. Blågrønn faktor (BGF)*
- 2. Blågrønn faktor skal fastsettes i områdereguleringer, detaljreguleringer eller byggesaker.*
- 3. For dokumentasjon av BGF-tiltak skal skjema i Stavanger kommunens til enhver tid gjeldende norm for blågrønn faktor anvendes.*

Retningslinjer:

Ved fastsetting av blågrønn faktor bør følgende norm legges til grunn:

- a. Innenfor bysone A, B og C: minimum 0,7*
- b. I alle andre områder: minimum 0,8*
- c. Allment tilgjengelige gater og plasser: minimum 0,3*

(Stavanger kommune, 2022, s. 28)

Utdrag fra Stavanger Kommunes skybruddsplan:

5.1 Type tiltak for å redusere risiko

For å sikre trygge flomveier vurderes det at følgende tiltak er mest aktuelle for Stavanger kommune:

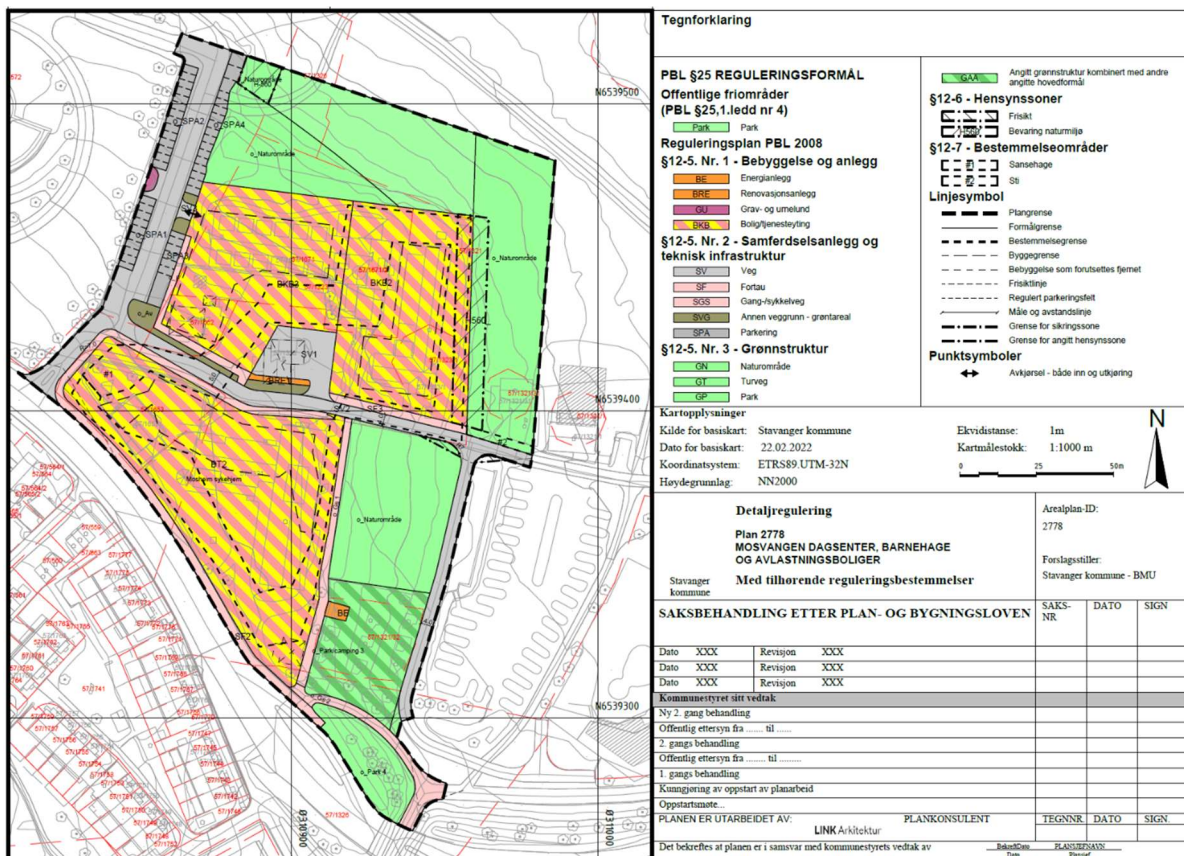
- 1. Blågrønne løsninger i offentlige områder, avskjære flomvann og lede det til grøntstruktur, idrettsanlegg etc. for kontrollert magasinering eller utledning til sjø.*
- 2. Tilrettelegge gater og veier som flomvei*
- 3. Oppgradering/gjenåpning av bekker*
- 4. Flomvern rundt bygning, bortledning av flomvann*
- 5. Sikre kapasitet i ledningsnett*

(COWI, 2022. s. 31)

2.9 PLANBESKRIVELSE

Formålet med planarbeidet er å legge til rette for oppføring av et nytt dagsenter og avlastningsboliger på BT1-området, samt en ny barnehage med 8 avdelinger på BT2-området, som er regulert i gjeldende områdereguleringsplan plan 2478 (Se Figur 8). Som en del av planen vil det være nødvendig å rive eksisterende bygninger innenfor planområdet. (Multiconsult, 2022)

Se vedlegg C for illustrasjonsplan.



Figur 8: Detaljregulering (Kilde: Multiconsult)



Figur 9: Illustrasjon som viser de tre nye byggene. (Kilde: Multiconsult)

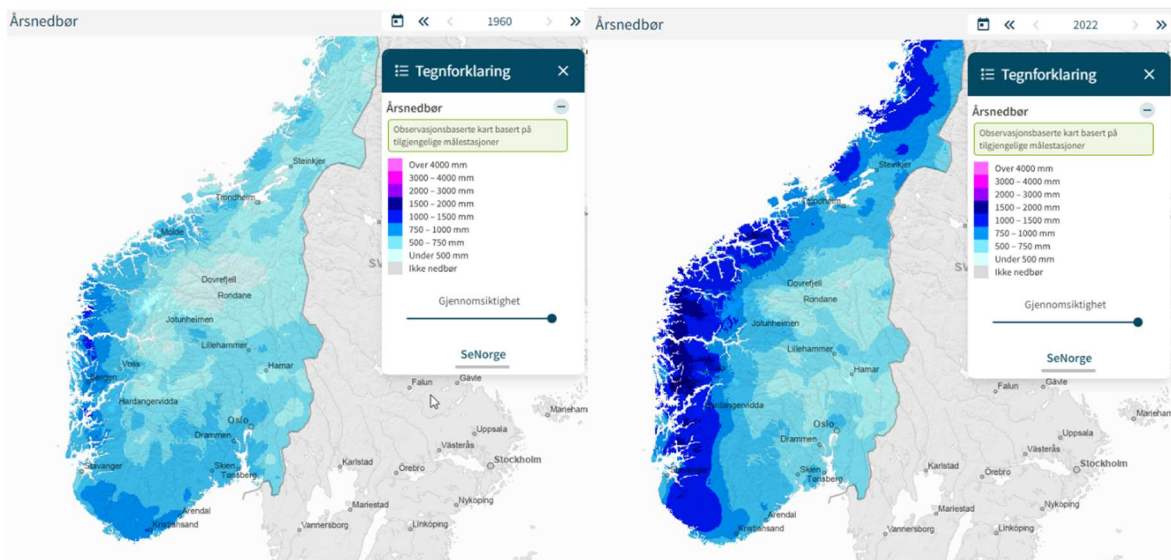
3 TEORI

3.1 KLIMA

3.1.1 Nedbør

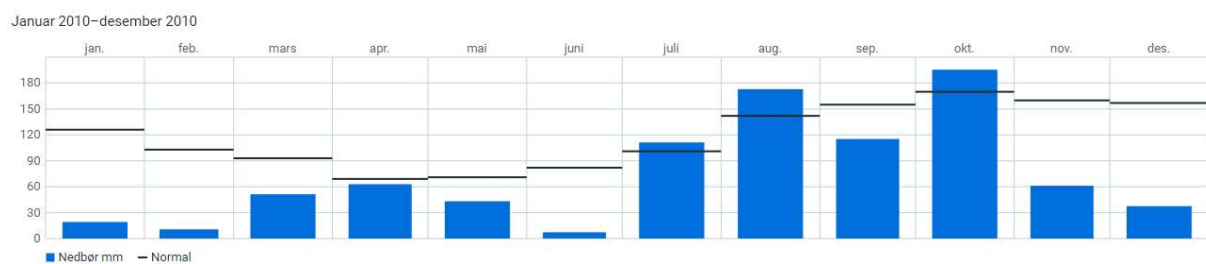
Nedbøren i Norge har økt med 20 prosent siden 1900, og foreløpige estimater antyder at den kommer til å øke med ytterligere 10 til 20 prosent mot slutten av århundret. (Meteorologisk Institutt, 2021)

Det forventes at denne utviklingen med økende nedbørsmengder vil fortsette, noe som resulterer i økt avrenning og større overvannsmengder som må håndteres (Miljødirektoratet).

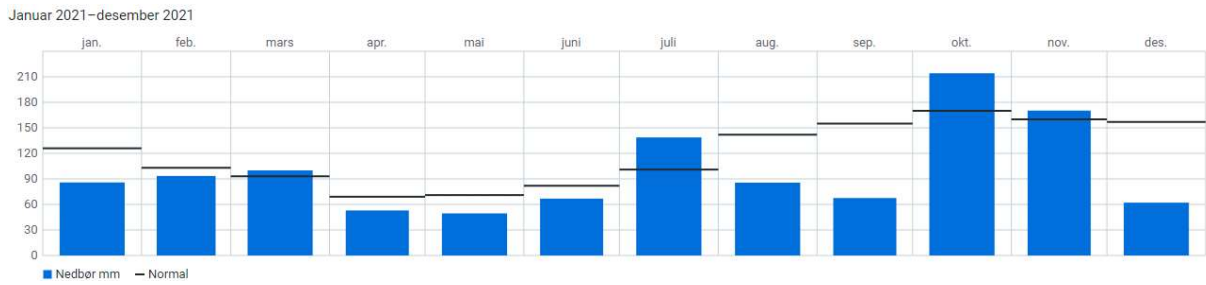


Figur 10: Til venstre: årsnedbør i 1960. Til høyre: årsnedbør i 2022 (Kilde: SeNorge.no)

Stavanger får moderat nedbør gjennom hele året. I tillegg ligger Stavanger ved kysten og er omgitt av fjell, så nedbørsmønstre kan påvirkes av lokal geografi. I 2021 var det 151 nedbørsdøgn og årlig nedbør på 1186 mm. Dette er en ganske stor økning sammenlignet med 2010. Da var det 108 dager med nedbør, og årlig nedbør var 888 mm. (Yr)



Figur 11: Nedbør i Stavanger 2010 (Kilde yr.no)



Figur 12: Nedbør i Stavanger 2021 (Kilde yr.no)

Klimatisk representerer Stavanger et område med mildt kystpreget klima, der mesteparten av nedbøren kommer som frontnedbør knyttet til lavtrykksaktivitet. Om høsten er normalnedbøren over 100 mm i måneden, mens vårmånedene og forsommeren normalt har mindre nedbør. Normal årsnedbør er 1180 mm (Meteorologisk målestasjon Stavanger - Våland, ca. 2 km fra Mosvangen camping).

Vekstsesongen strekker seg normalt fra april til ut oktober. Det innebærer at stauder må tåle perioder i vekstsesongen med svært lite nedbør slik som i april 2021.

3.1.2 Klimadata

Kommune		Temperatur (°C)				Frostmengde (h°C)					H ₀ m
		θ _{1d}	θ _{3d}	θ _m	θ _a	F _N	F ₁₀	F ₂₀	F ₅₀	F ₁₀₀	
1101	Eigersund	-16,9	-14,9	7,6	11,0	1 000	3 000	3 000	4 000	5 000	0,7
1102	Sandnes	-16,1	-14,9	7,6	11,5	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	0,8
1103	Stavanger	-14,2	-12,8	7,8	10,7	1 000	2 000	3 000	3 000	4 000	0,6

Figur 13: Klimadata for perioden 1971-2000. (Kilde: Byggforskserien)

θ_{1d} = Laveste gjennomsnittlige uteluftstemperatur i døgnet (°C)

θ_{3d} = Laveste gjennomsnittlige uteluftstemperatur i en tredøgnsperiode (°C)

θ_m = Årsmiddeltemperatur

θ_a = Temperaturvariasjon

F_N = Frostmengden for et normalår

F_n = Frostmengden som statistisk overskides en gang i løpet av n år

H₀ = Frostdybde

Årsmiddeltemperaturen ute er 7,8 °C (Byggforskserien, 2018). Det innebærer at det sjelden er lengre perioder med tele og snø, og mesteparten av årsnedbøren kommer som regn.

3.1.3 Nedbørsdata

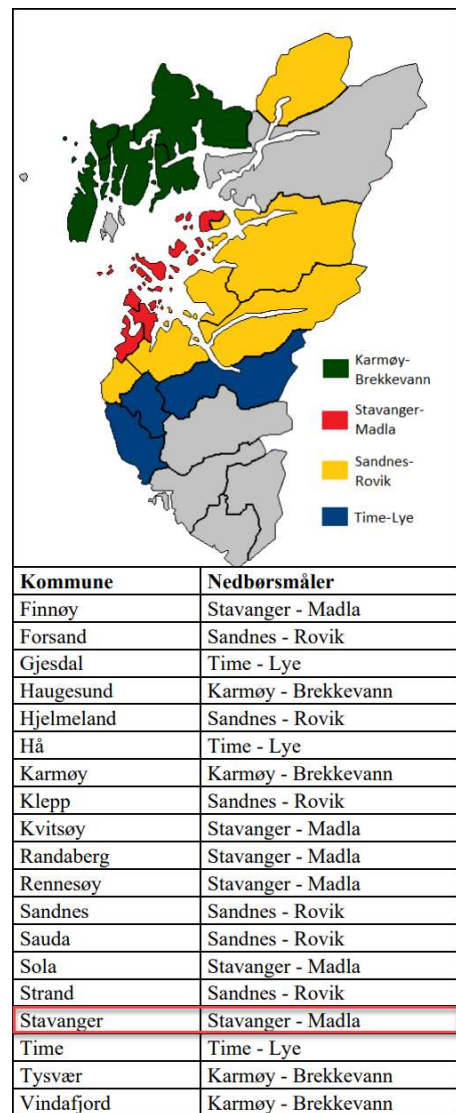
Nedbørsdata i form av IVF-verdier (Intensitet-Varighet-Frekvens) hentes fra Norsk klimaservicesenter. Det er avgjørende å velge rett nedbørstasjon for beregningene.

To kriterier bør være oppfylles for å velge en stasjon:

1. Stasjonen ligger geografisk nært og ha samme klimatype (kyst/innland) som området du skal analysere.
2. Stasjonen bør ha lang måleserie (over 20 år).

I en del tilfeller vil kommunens VA-norm eller andre kilder gi føringer for valg av nedbørstasjon. I andre tilfeller skal man alltid rådføre med en meteorolog ved valg av nedbørstasjon. (Multiconsult)

For denne oppgaven blir målestasjonen Stavanger – Madla, i henhold til VA-norm vedlegg 9 overvannshåndtering for Stavanger kommune.



Figur 14: Nedbørsmålere med tilhørende område (Kilde Stavanger kommune VA-norm)

3.2 OVERVANNSHÅNTERING

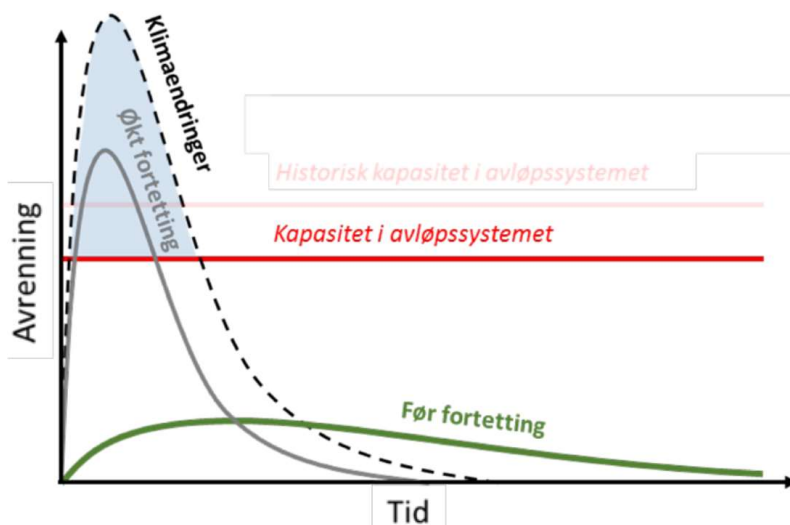
Overvannshåndtering handler om hvordan håndtere mengden og kvaliteten på overvannsavrenning som følge av nedbørshendelser. Avrenning fra nedbør kan forårsake ulike miljøproblemer som jorderosjon, flom og vannforurensning, noe som kan påvirke helsen og sikkerheten til lokalsamfunn og økosystemer. (NVE, 2023)

Overvannshåndtering involverer vanligvis en rekke strategier og praksiser, inkludert design og konstruksjon av overvannshåndteringsinfrastruktur, implementering av naturbaserte løsninger, og utvikling av retningslinjer og forskrifter for å minimere overvannspåkjenninger.

Målet med overvannshåndtering er å minimere de negative virkningene av overvannsavrenning og å fremme fordelaktig bruk av overvann som en ressurs for landskapsvanning, grunnvannsfylling og annen bruk.

Avløpssystemet er utformet slik at store mengder overvann ledes til avløpsreanseanlegg gjennom felles avløpssystemer, utette ledningsanlegg og feilkoblinger. Studier viser at mer enn halvparten av vannet som kommer inn i norske avløpsreanseanlegg, er uønsket og burde ikke vært der. (Paus, 2018)

I tillegg til de tidligere nevnte utfordringene, fører også tette flater i kombinasjon med tradisjonelle, lukkede avløpssystemer til at nedbør ikke kan absorberes i vegetasjonen, fordampe eller infiltrere i jorden. Dette betyr at de lukkede avløpssystemene endrer den naturlige vannbalansen. Avrenning fra trafikkerte områder og bysenter kan også inneholde forurensninger som i begrenset grad blir holdt tilbake i tradisjonelle lukkede avløpssystemer. (Paus, 2018).



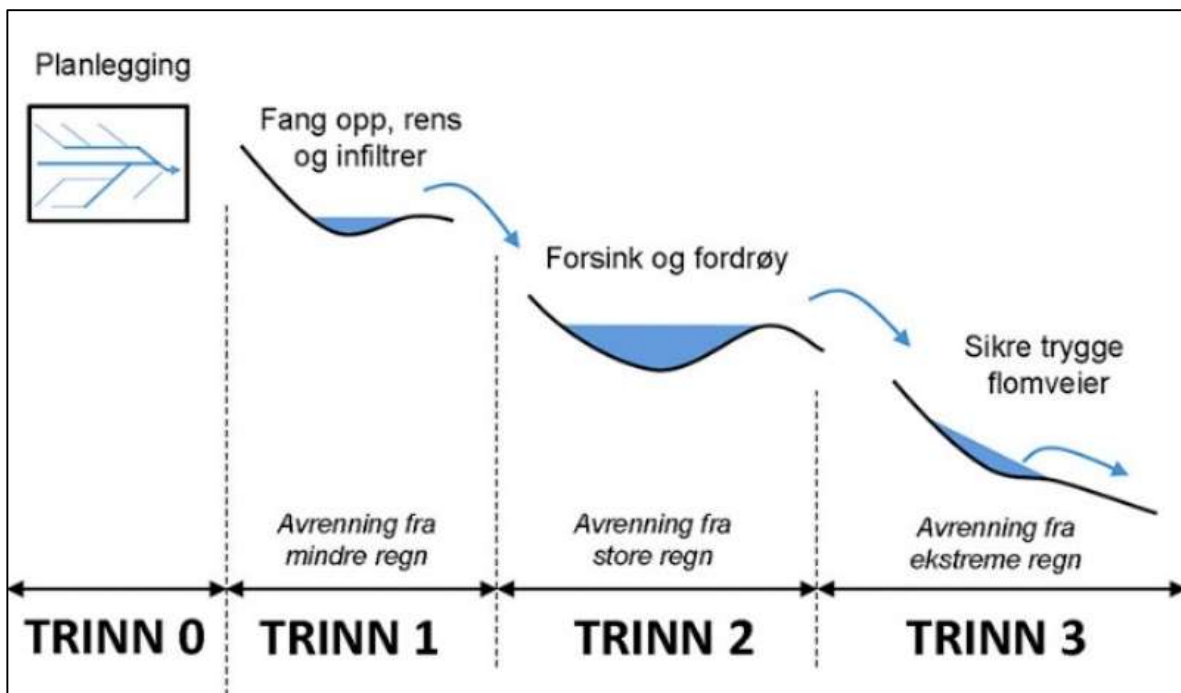
Figur 15: Kapasitet i avløpssystemet. (Kilde: Paus, 2018)

3.2.1 Tre-trinns strategien

Norsk Vann anbefaler å benytte en tre-trinns strategi for håndtering av overvann. I artikkelen «*Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1*» blir funksjonene og mulighetene til tiltak i trinn 1 tydeliggjort, og det blir foreslått grenser som kan brukes ved dimensjonering.

Ved å benytte tiltak i trinn 1 kan man oppnå en rekke fordeler, som å bidra til en naturlig vannbalanse, redusere belastningen på avløpsrenseanlegg og bidra til økt estetikk og økologisk mangfold. Det er derfor viktig å ta hensyn til disse mulighetene og grensene som er foreslått ved dimensjonering av tiltakene i trinn 1 for å oppnå en effektiv og bærekraftig håndtering av overvann.

Hovedfunksjonene til trinn 2 og 3 er å begrense skader som kan oppstå på grunn av overvann, mens funksjonene til trinn 1 inkluderer å sikre en naturlig vannbalanse gjennom infiltrasjon, fordampning og opptak av vann i vegetasjon (Se figur 16). Tiltakene i trinn 1 kan også rense forurenset overvann, redusere mengden uønsket vann som tilføres avløpsrenseanlegget, utnytte vannets estetiske eller økologiske potensial, samt gjenbruke overvann. (Paus, 2018)



Figur 16: Tre-trinns strategi for overvannshåndtering (Kilde: Lindholm m.fl. 2008)

3.2.2 Lokal overvannshåndtering

Lokal overvannsdiskonering (LOD) er en praksis der vann blir behandlet og håndtert på lokalt nivå. For å sikre effektiv og trygg håndtering av vannet, må tiltakene dimensjoneres nøye. Tretrinnsstrategien innebærer å redusere og forsinke avrenning ved å infiltrere mindre mengder nedbør med regnbed. Fordrøye vannet med grønne tak eller fordrøyningsbasseng ved større mengder nedbør. Dersom de tidligere nevnte tiltakene ikke er tilstrekkelige vil overvannet ledes videre til vassdrag som kan håndtere vannmengdene ved gjenåpning av bekker og trygge flomveier. (Miljødirektoratet, 2022)

Det anbefales å håndtere og infiltrere overvann på lokalt nivå i stedet for å transportere det ut av området gjennom rør, da dette vanligvis ikke er en effektiv løsning. Ved å utnytte og opprettholde områdets naturlige evne til å distribuere overvann, vil det som regel ikke være nødvendig å installere et eget overvannsnett. (Byggforsk, 2012)



Figur 17: Løsning for lokal håndtering av overvann. (Kilde: Byggforskerien)

3.2.3 Permeable dekker

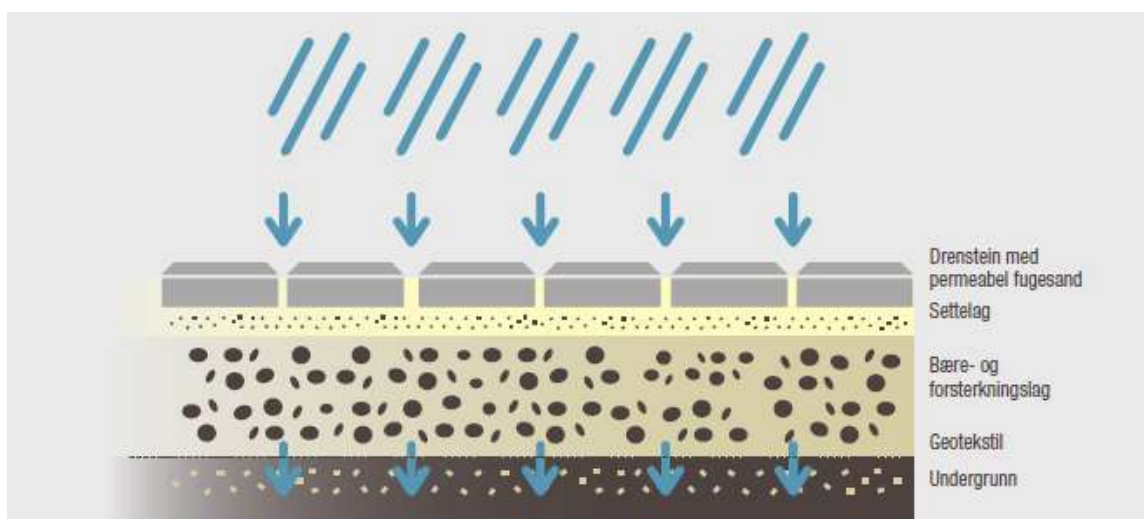
Permeable dekker har som formål å redusere overflateavrenning i forbindelse med infiltrasjon. Permeable dekker har mange av de samme kvalitetene som tradisjonelle belegningssteinsdekker, inkludert:

- Høy slitestyrke
- Evnen til å tåle punktbelastning
- Lang levetid
- Fleksibilitet
- Motstandsdyktighet mot varme

(Asak, 2021)

Effektiviteten til permeable dekker vil variere avhengig av design og lokale forhold. Det kan variere fra fullstendig infiltrasjon, der alt vannet trenger ned i grunnen, til en situasjon der alt vannet samles opp under det permeable dekket og deretter dreneres til det overordnede overvannssystemet med en betydelig forsinkelse. I tillegg har permeable dekker vanligvis en avrenningskoeffisient på nivå med vanlig gress. (Sintef, 2018)

Konstruksjonen består av flere lag med forskjellige materialer. Øverst ligger en spesialdesignet drenstein med grovkornet fugesand, som bidrar til drenering gjennom fugene. Under drensteinen er det et settelag med grovkornet stein og sand, som videre drenerer vannet ned i fordrøyningslaget. Fordrøyningslaget består av grovere masser og fungerer som et reservoar før vannet enten ledes ut i overvannssystemet eller infiltreres i bakken gjennom vanngjennomtrengelige masser. (Asak, 2021)



Figur 18: Illustrasjon av konstruksjonen til permeabelt dekke. (Kilde: Asak)

3.2.4 Blågrønn faktor

Den blågrønne faktoren er et begrep som brukes i byplanlegging og arkitektur for å beskrive i hvilken grad en utbygging omfatter grønne og blå rom. Grønne områder refererer til parker, hager og andre vegetasjonsområder, mens blå områder refererer til vannforekomster som innsjøer, elver og dammer.

Den blågrønne faktoren kan ha betydelig innvirkning på livskvaliteten for innbyggerne. Grønne områder kan gi en rekke fordeler, inkludert forbedret luftkvalitet, redusere varmeøyer og muligheter for fysisk aktivitet og rekreasjon. Blå områder kan også gi en rekke fordeler, inkludert forbedret mental helse og velvære, redusert stress og muligheter for vannbasert rekreasjon. (Byggforsk, 2016)

3.2.5 Utrekning av BGF

Tomten befinner seg innenfor kategorien «tett by», noe som tilsier at det stilles krav om normtall 0,7 i blågrønn faktor. (Stavanger kommune, [d])

I våren 2013 inngikk Oslo og Bærum kommune et samarbeid med Dronninga landskap AS, Cowi AS og CF Møller AS for å utvikle en metode og verktøy for å beregne blågrønn faktor. Som en del av dette har det blitt utarbeidet en veiledning, en samling av eksempler og et regneark. (Bærum kommune, 2014)

For utregning av BGF brukes veilederen *Blågrønn faktor – veileder byggesak*.



Figur 19: Illustrasjonsbilde av blågrønnfaktor på et område. (Kilde: Bærum Kommune. Foto: Dronninga landskap)

3.2.6 Regnbed

En fleksibel måte å håndtere overvann lokalt er gjennom bruk av regnbed. Dette er et anlegg som er bygget som en fordypning i terrenget, og er beplantet. Overvann lagres på overflaten og infiltreres gradvis til grunnen eller overvannsnett. Regnbedet bidrar til å redusere hastigheten på overvannet og forhindre skadelige oversvømmelser gjennom å forsinke og redusere avrenningen. Regnbed er et bra tiltak for en mer bærekraftig overvannshåndtering. Fordeler med regnbed er at overvannet håndteres lokalt og det er gir god forurensningskontroll. (VA/Miljø Blad nr. 106, 2013)

Regnbed vil i tillegg ha en rensende effekt på forurenset overvann fra veiarealer. Dilemmaet en står overfor når en skal konstruere regnbed er at de både skal fungere hydraulisk og gi muligheter for god plantevekst av flerårige arter som gras og stauder. (NGU [b])



Figur 20: Illustrasjonsbilde av regnbed. (Kilde: NGU, Foto: Johannes de Beer)

3.2.7 Grønne tak

Grønne tak er tak på bygninger som er dekket med ulike typer beplantning i et vekstlag øverst på taket. Formålet med et grønne tak er å redusere effektene av regnvann, ved at beplantningen tar opp en del av vannet, og det resterende vannet fordamper og forsinkes før det kommer ned fra taket. Dette fører til en langsommere avrenning av overskuddsvann fra taket sammenlignet med andre taktyper.



Figur 21: Illustrasjon av grønt tak. (Kilde: Fremtidensby.no, Foto: Jostein Sundby)

I tette byområder kan grønne tak også bidra til å skape et mer variert og interessant bybilde, samtidig som det gir bedre muligheter for biologisk mangfold. Grønne tak kan også føre til bedre lokale klimaforhold, ettersom de bidrar til økt luftfuktighet og fotosyntese i plantene.

Avrenningskoeffisient for ulike taktyper:

Beplantning	Tykkelse på vekstlag, mm	Avrenningskoeffisient
Mose og bergknapp	20 - 40	0,60
Mose, bergknapp og andre mindre planter	60 - 100	0,50
Gress og mindre planter	150 - 200	0,40
Gressplen og større planter / mindre trær	> 500 mm	0,10

Figur 22: Avrenningsfaktor for grønne tak fra VA-miljøblad 10

3.3 BEREGNINGSMETODER

3.3.1 Den rasjonelle metode

Egner seg til dokumentasjon av utførte beregninger av vannmengde før og etter tiltak. Det velges nedbørsintensitet i henhold til dimensjonerende gjentaksintervall og nedbørsfeltets konsentrasjonstid. Valg av gjentaksintervall og klimafaktor samt innhenting av nedbørsdata. (Multiconsult, 2020)

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

Q: Avrenning

C: Avrenningsfaktor

A: Areal (hektar)

I: Nedbørsintensitet

K_f: Klimafaktor

Rasjonelle metode formel, (kilde: (Ødegaard, et al., 2014))

Avrenningskoeffisient, *C_{midl}*

Avrenningsfaktor angir hvor stor del av nedbøren som faller på en gitt overflate man antar at vil renne av overflaten. Faktoren oppgis som et tall mellom 0 og 1 (benevningsløst). I overvannsberegninger med bruk av den *rasjonelle formel* vil valg av avrenningsfaktor gjøre store utslag i resultatet. (Multiconsult, 2020)

Type Areal	Koeffisient ©
Tette flater	0,85 – 0,95
Bykjerne	0,70 – 0,90
Rekkehus-/ leilighetsområde	0,60 – 0,80
Eneboligområde	0,50 – 0,70
Grusvei/ -plasser	0,70 – 0,80
Industriområde	0,70 – 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark etc.	0,30 – 0,50
Grønne tak	0,40 – 0,70

Figur 23: Avrenningskoeffisienter (Kilde; Stavanger kommune. VA-norm)

Overflate	Helning		
	< 2 %	2 – 10 %	> 10 %
Veg			
Asfaltert/brolagt vegoverflate (impermeabel)	0,90	0,90	0,90
Gruslagt vegoverflate (impermeabel)	0,85	0,85	0,85
Skulder - kompakterte løsmasser	0,50	0,50	0,50
Skulder - gress	0,25	0,25	0,25
Sideterreng/median – kompakterte løsmasser	0,60	0,60	0,60
Sideterreng/median – gress	0,30	0,30	0,30
Arealbruk - generell			
Lite tettbygd boligområde (< 750 boliger/km ²)	0,35	0,40	0,45
Moderat tettbygd boligområde (750 – 1500 boliger/km ²)	0,50	0,55	0,60
Svært tettbygd boligområde (> 1500 boliger/km ²)	0,70	0,75	0,80
Næringsområder i tettbygd strøk	0,80	0,85	0,85
Lite tettbygd industriområde	0,50	0,70	0,80
Svært tettbygd industriområde	0,60	0,80	0,90
Skogsområder	0,10	0,15	0,20
Åpne naturområder og dyrket mark	0,25	0,30	0,35
Arealbruk - detaljert			
Takoverflater (tett)	0,90	0,90	0,90
Gressplen og parkområder	0,17	0,22	0,35
Dyrket mark (leirig og siltig grunn)	0,50	0,55	0,60
Dyrket mark (sandig og grusig grunn)	0,25	0,30	0,35

Figur 24: Avrenningsfaktor for forskjellige overflater (Kilde: Stavanger kommune – Skybruddsplan 2022)

Formel for å finne C_{midl} for hele området:

$$C_{midl} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Valg av gjentaksintervall

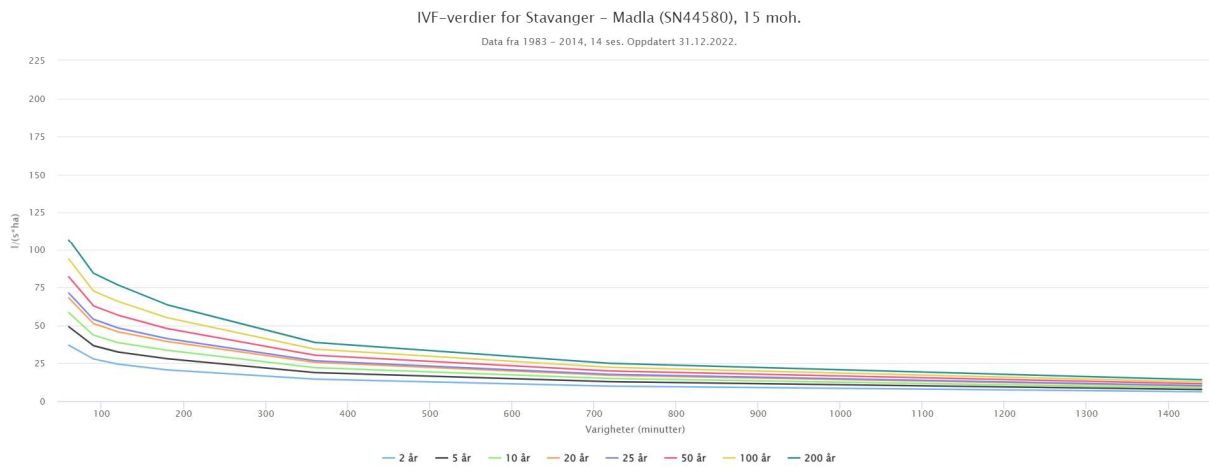
Noen oppdragsgivere krever at det skal brukes et bestemt gjentaksintervall. Dersom det ikke er stilt krav om det, anbefales det å følge retningslinjene fra Norsk vann som er angitt i figur 25. I henhold til Tek 17 §7-2 er det krav til gjentaksintervall for flom for byggverk som er plassert i flomutsatte områder. Enkelte kommuner har også egne bestemmelser i sine VA-normer. (Multiconsult, 2020)

Dimensjonerende regnskyllhyppighet (1 i løpet av "n" år)*	Plassering	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet ** (1 i løpet av "n" år)
1 i løpet av 5 år	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landbrukskommuner)	1 i løpet av 10 år
1 i løpet av 10 år	Boligområder	1 i løpet av 20 år
1 i løpet av 20 år	Bysenter /industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30 år
1 i løpet av 30 år	Unganger/ områder med meget høyt skadepotensial	1 i løpet av 50 år

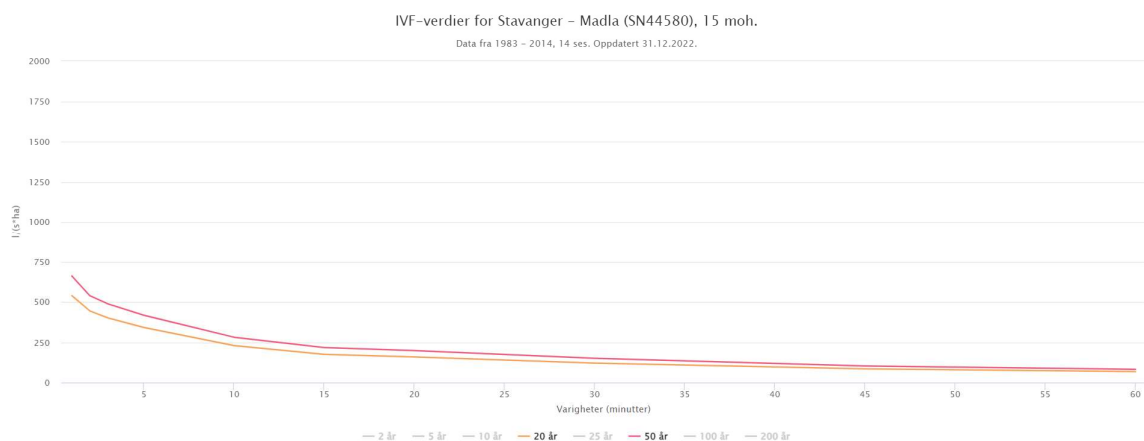
*) Ledningsnett skal bare fylles til topp av rør ved dimensjonerende regnskyllhyppighet.

***) Oversvømmelsesnivået skal normal regne til et kjellernivå 90 cm over topp av rør i hovedledningsnett.

Figur 25: Norsk vanns anbefalte minimums dimensjonerende gjentaksintervall fra rapport 162/2008



Figur 26: IVF-verdier for Madla målestasjon med alle gjentaksintervall på 0-24 timer (Kilde: (Norsk Klimaservicesenter, u.d.))



Figur 27: IVF-verdier for Madla målestasjon med gjentaksintervall på 20 år og 50 år på 1-60 min. (Kilde: (Norsk Klimaservicesenter, u.d.))

Nedbørsintensitet, I:

For eksisterende beregninger bruker vi nedbørintensitet på 140 l/s. For fremtidig beregning bruker vi nedbørintensiteten 10 min, 20 år fra VA-Norm vedlegg 9. (Se figur 28)

Planområdet tilhører nedbørstasjonen ‘Stavanger – Madla’.

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	291,7	252,9	221,7	172,5	120,4	95,2	79,7	62,3	46,9	40,2	30,4	26,1	21,2	13,7
5	378	327,1	287,5	226,4	156,5	125,3	112,9	88,6	63,9	53,2	40,8	37,5	29,1	16,6
10	435,2	376,3	331	262	180,3	145,2	134,9	106,1	75,2	61,8	47,7	45	34,3	18,5
20	490	423,5	372,8	269,2	203,2	164,2	156	122,8	86	70,1	54,3	52,2	39,3	20,4
25	507,4	438,5	386,1	307,1	210,5	170,3	162,7	128,1	89,5	72,7	56,4	54,4	40,9	21
50	560,9	484,6	426,9	340,5	232,9	188,9	183,4	144,5	100	80,8	62,9	61,5	45,7	
100	614,1	530,4	467,4	373,7	255,1	207,4	203,8	160,7	110,5	88,8	69,3	68,4	50,6	
200	667,1	576	507,8	406,8	277,3	225,9	224,3	176,9	121	96,8	75,8	75,4	55,4	

Figur 28: Nedbørsdata Stavanger – Madla stasjon. (Kilde: Stavanger kommune - VA-norm vedlegg 9)

Klimafaktor, K_f

For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer justeres beregnede verdier med en klimafaktor (k_f) i beregningene. Hva denne faktoren er avhenger både av hvor i landet man er, oppdragsgivers føringer og planlagt levetid for anlegget som skal dimensjoneres.

Statens vegvesen, Bane NOR og mange kommuner har definerte krav til klimafaktor. Der det ikke er krav bør vi bruke Norsk Klimaservicesenter sine anbefalinger.

- Klimaservicesenteret har laget klimaprofiler for hvert fylke som gir anbefalinger for klimapåslag for korttidsnedbør.
- SVV har angitt krav til klimafaktor i håndbok N200.
- Mange kommuner har egne krav i VA-norm eller overvannsveileder

Klimafaktoren som oppgis av klimaservicesenter.no gjelder forholdet mellom framtidens (2071-2100) og dagens (1971-2000) dimensjonerende nedbørverdier, dvs. 100 år framskriving. En bør være bevisst måleperioden for nedbørdataene og levetiden for anlegget som prosjekteres ved vurdering av størrelsen på klimafaktoren. (Multiconsult, 2020)

For å ta hensyn til de kommende klimaendringene skal intensiteten fra IVF-kurvene multipliseres med en faktor på 1,2. (Stavanger kommune, [g])

3.3.2 Fordrøyning

For utregning av fordrøyning brukes *Regnenvelopemetoden* i henhold til VA-miljøblad nr. 69. Formlene er tatt fra kapittel 4.4A. *Regnenvelop med konstant utløp*. Denne formelen tar hensyn til gjennomsnittlig videreført vannmengde, og den beregner for alle varigheter.

$$A_{red} = A_{tett} \cdot C$$

A_{tett} = Tette flater (eks. hustak, asfalt, etc.)

C = Avrenningskoeffisient

$$V_{inn} = i_{z,tr} \cdot t_r \cdot A \cdot C$$

$i_{z,tr}$ = Regninntensiteten for et kasseregn med gjentaksintervall z

t_r = varighet

A = Areal

C = Avrenningskoeffisienten

$$V_{ut} = Q_{ut} \cdot t_r$$

$$V_{fordrøyn} = V_{inn} - V_{ut}$$

3.3.3 Regnbed

Dimensjonering av regnbed blir basert på anbefalinger gitt av Paus og Braskerud. Disse anbefalingene indikerer at størrelsen på regnbedet bør være i området 5-10% av nedbørfeltet som drenerer mot det. (Paus, K. & Braskerud, B.C. 2013)

Formel for dimensjonering av regnbed er fra rapporten: *Regnbed for lokal flomdemping*.

$$A_{\text{regnbed}} = \frac{A_{\text{felt}} \cdot C \cdot P}{(H_{\text{maks}} + K_h \cdot t_r)}$$

A_{regnbed} = Areal av regnbedet (m^2)

A_{felt} = Areal av nedbørsfeltet (m^2)

C = Nedbørsfeltets gjennomsnittlige avrenningskoeffesient

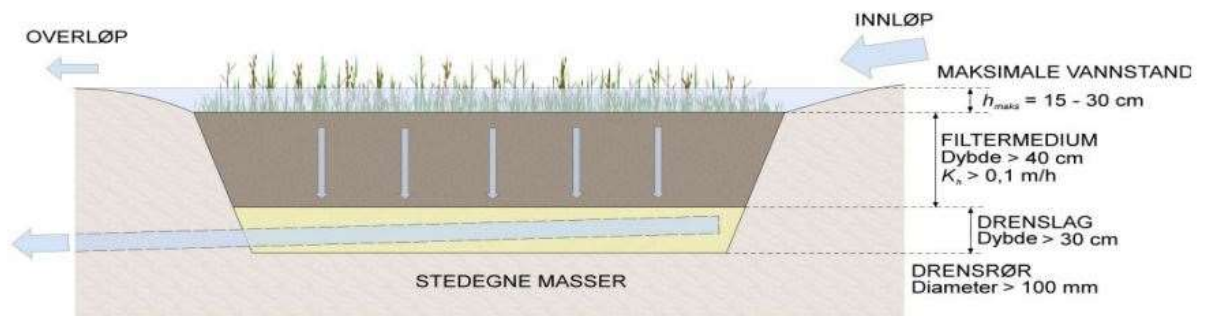
P = Dimensjonerende nedbørsmengde (m)

H_{maks} = Maksimal vannstand på overflaten (m)

K_h = Hydraulisk konduktivitet i mettet filtermedium [m/time]

t_r = Dimensjonerende varighet på tilrenning til regnbedet (time)

(Braskerud, B., Paus, K, 2016).



Figur 29: Oppbygging av regnbed. (Kilde: Paus, K. & Braskerud, B.C. 2013)

Beregning av kapasitet i regnbed:

$$V_{\text{infiltrasjon}} = A_{\text{regnbed}} \cdot h_{\text{maks}} + K_h \cdot t_r$$

$$V_{\text{infiltrasjon}} = \text{Kapasitet i regnbed (m}^3\text{)}$$

3.3.4 Vannbehov

Ved nye bygg kreves det at man gjør utregning for forventet vannforbruk av de nye beboerne. Antatt forbruk av de ulike byggene er hentet fra VA miljøblad nr. 115.

Aktivitet		Norsk Vann 193/2012	Afløbsteknik Dan- mark	P110 Svensk Vatten	Urban drainage
Sykehus uten vaskeri	l/(seng-dag)	625	300-450		
Sykehus med vaskeri	l/(seng-dag)		450-600	700	500-750
Pleiehjem	l/(seng-dag)	450	200-250 [l/p-d]		300-400
Skoler uten svømmehall	l/(elev-dag)	40	20		
Skoler med svømmehall	l/(elev-dag)		40	40	50-100
Kjøpesentre	l/(m ² -dag)		3 til 5		4
Fritidshjem og barnehager	l/(barn-dag)		20-40	50	
Politi- og brannstasjoner, fengsler, etc.	l/(p-dag)		50-120		
Kontorer, forretninger	l/(ansatt-dag)	80	30	60	7,5 [l/m ²]
Restauranter	l/(gjest-dag)	100 [l/stol]	15-25	500 [l/ansatt-d]	30-40
Pub, klubber, ect.	l/(gjest-dag)				10 til 20
Kino, teater, etc.	l/(sete-dag)				10
Hotell 1. klasse	l/(gjest-dag)	500	260-350		
Hotell 2. klasse	l/(gjest-dag)	275	170-260	300	150-300
Hotell 3. klasse	l/(gjest-dag)		130-170		
Jernbanestasjoner, flyplasser, etc.	l/(plass-dag)		10 til 30		
Svømmehaller	l/besøkende	100			
Forsamlingslokaler	l/sitteplass	6			
Campingplasser	l/(p-dag)		40-100		

Figur 30: Vannforbruk for ulike aktiviteter. (Kilde: VA miljøblad nr. 115)

Område	f_{maks}	f_{min}	k_{maks}
Byer med mer enn 10.000 pe	1,3-1,8	0,5-0,9	
Tettsted med mer enn 3.000 pe	1,3-2,1	0,6-0,8	1,4-2,7
Tettsted med 1.100-3.000 pe	1,5-2,3	0,5-0,6	1,7-3,0
Fritidsområder, campingplasser etc.	2,0-4,0		2,0-4,0

Figur 31: Minimum, maksimum døgnfaktor og maksimum timefaktor. (Kilde: VA miljøblad nr. 115)

f_{maks} = maksimal døgnfaktor (forholdet mellom tilrenningen i det av årets døgn med størst tilrenning og et gjennomsnittsdøgn)

f_{min} = minimal døgnfaktor

k_{maks} = maksimal timefaktor (forholdet mellom tilrenningen i maks. time og gjennomsnittstime, i et gjennomsnittsdøgn)

Informasjon om antall brukere/personer for de kommende byggene er gitt av prosjektleder fra Stavanger kommune på epost. (Stavanger kommune [f])

Bygning	Antall personer
Barnehage	120 barn
Barnehage	32 ansatte
Dagsenter	40 brukere
Dagsenter	40 ansatte
Avlastningsboliger	18 boenheter
Totalt	250

Tabell 1: Antall personer og brukere. (Kilde: Produsert i Excel)

Formelen for å beregne vannbehovet er fra forelesningsnotater fra Universitet i Stavanger i faget Vann og avløp. Formelen regnes ut som liter per døgn per person.

$$Q_{\text{barnehag}} = Q_{\text{ansatt}} \cdot P + Q_{\text{barn}} \cdot P$$

$$Q_{\text{dagsenter}} = Q_{\text{ansatt}} \cdot P + Q_{\text{brukere}} \cdot P$$

$$Q_{\text{bolig}} = Q_{\text{husholdning}} \cdot P$$

$$P = \text{Antall personer/brukere}$$

(Kilde: Fra forelesningsnotater på UiS)

3.4 DIGITALE VERKTØY

3.4.1 Excel

Excel er et dataprogram utviklet av Microsoft som er designet for å hjelpe brukere med å organisere, analysere og manipulere data på en enkel og effektiv måte. Programmet bruker regnearkformatet for å presentere data i en tabell-lignende form. Excel er utstyrt med et bredt spekter av funksjoner og verktøy som lar brukerne utføre en rekke oppgaver, inkludert å utføre matematiske beregninger, lage diagrammer og grafer, filtrere og sortere data.

(CFI, 2023)

Ved å bruke Excel har man muligheten å kunne endre verdier underveis og få resultatene oppdatert automatisk, i motsetning til å gjøre utregningene for hånd. Primært kommer utregninger for denne oppgaven til å bli utført i Excel.

3.4.2 AutoCAD

AutoCAD er en programvare for datategning og design som er utviklet av selskapet Autodesk. Programvaren lar brukerne lage detaljerte 2D- og 3D tegninger og modeller, som brukes i en rekke forskjellige felt, inkludert arkitektur, ingeniørfag, konstruksjon, produksjon, og mer. AutoCAD har et bredt spekter av verktøy og funksjoner for å hjelpe brukere med å lage og redigere tegninger og modeller. (Autodesk, 2023) For denne oppgaven vil AutoCAD bli tatt i bruk for å illustrere kartfiler, eksisterende ledningsnett og visualisere ulike type flater på planområdet.

3.4.3 Scalgo Live

Scalgo Live er et digitalt analyseverktøy for beregning av styrtregn og flomscenarier.

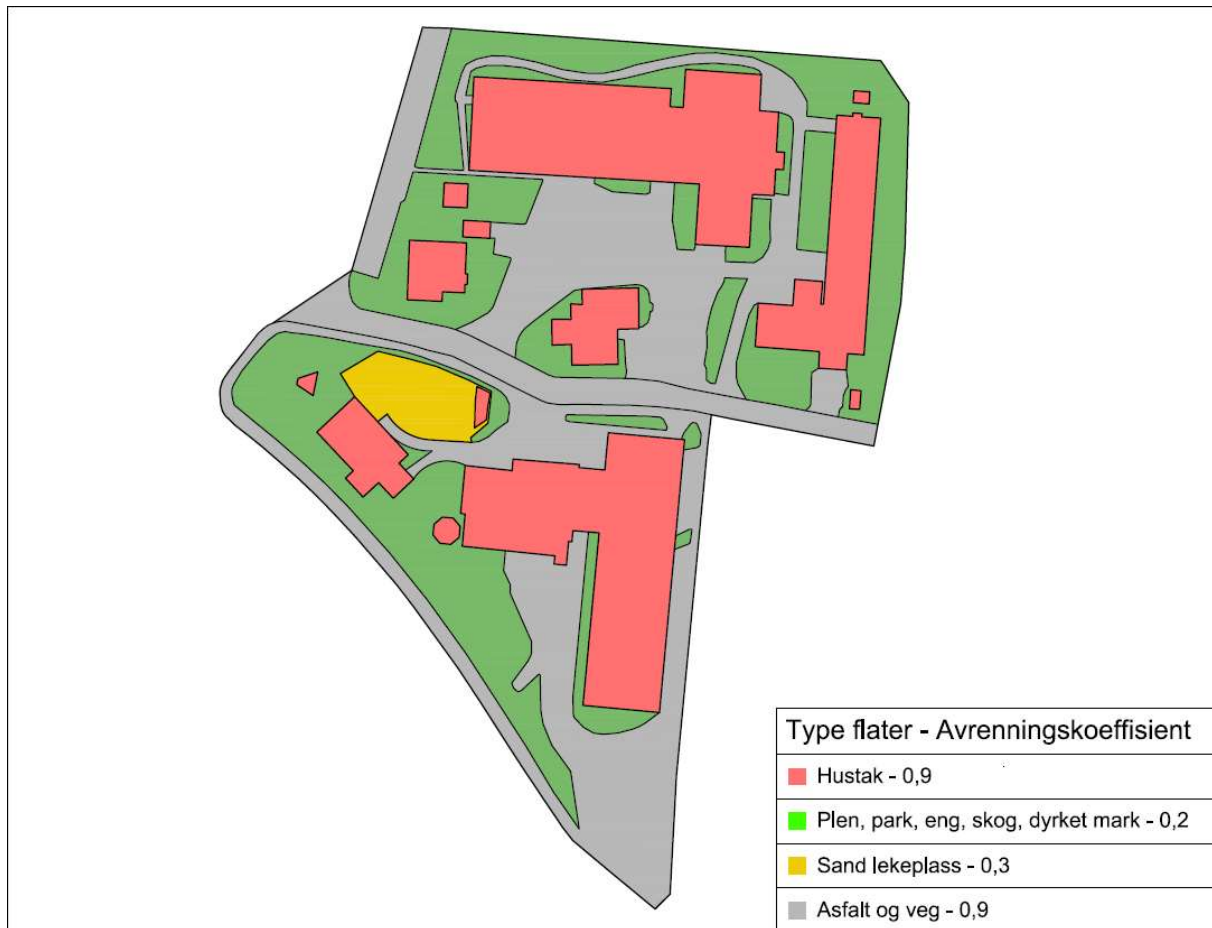
Nye Scalgo Live

Gjennom et nytt prosjekt videreutvikles analyseverktøyet slik at det blir enklere for kommuner og utbyggere å samarbeide på tvers. Med den nye funksjonaliteten i Scalgo Live skal man kunne simulere fremtidige regnhendelser, og se hvor overvannet renner. Verktøyet skal være adaptivt på en måte som gjør at det tar hensyn til endringer over tid. I tillegg vil den ha en modul for kost-nytte som gir beregninger på et samfunnsøkonomisk nivå på hvilke tiltak det lønner seg å iverksette. (Leverandsørsutviklingsprogrammet, 2023)

4 RESULTAT OG METODER

4.1 UTREGNING AV DEN RASJONELLE METODEN

4.1.1 Eksisterende situasjon



Figur 32: Avrenningskoeffisienter for eksisterende situasjon. (Kilde: Produsert i AutoCAD)

Overvannsberegning

VA - rammeplan	Dato: 04.04.2023
	Utarbeidet av: Lise Chiem

Beregning IVF-kurve: Stavanger - Madla

Gjentaksintervall: 20 år

Den rasjonelle formel: $Q = A \cdot C_{midl} \cdot i \cdot K_f$
 $A = \text{areal (ha)}$
 $c = \text{avrenningskoeffisient}$
 $i = \text{nedbørsintensitet (l/s·ha)}$
 $K_f = \text{Klimafaktor} = 1$

Dagens: $i = 140,0$
 Framtid: $i = 203,0$

Tette flater (hustak, asfalt) $c = 0,90$
 Sandig grus $c = 0,30$
 Grøntareal $c = 0,20$

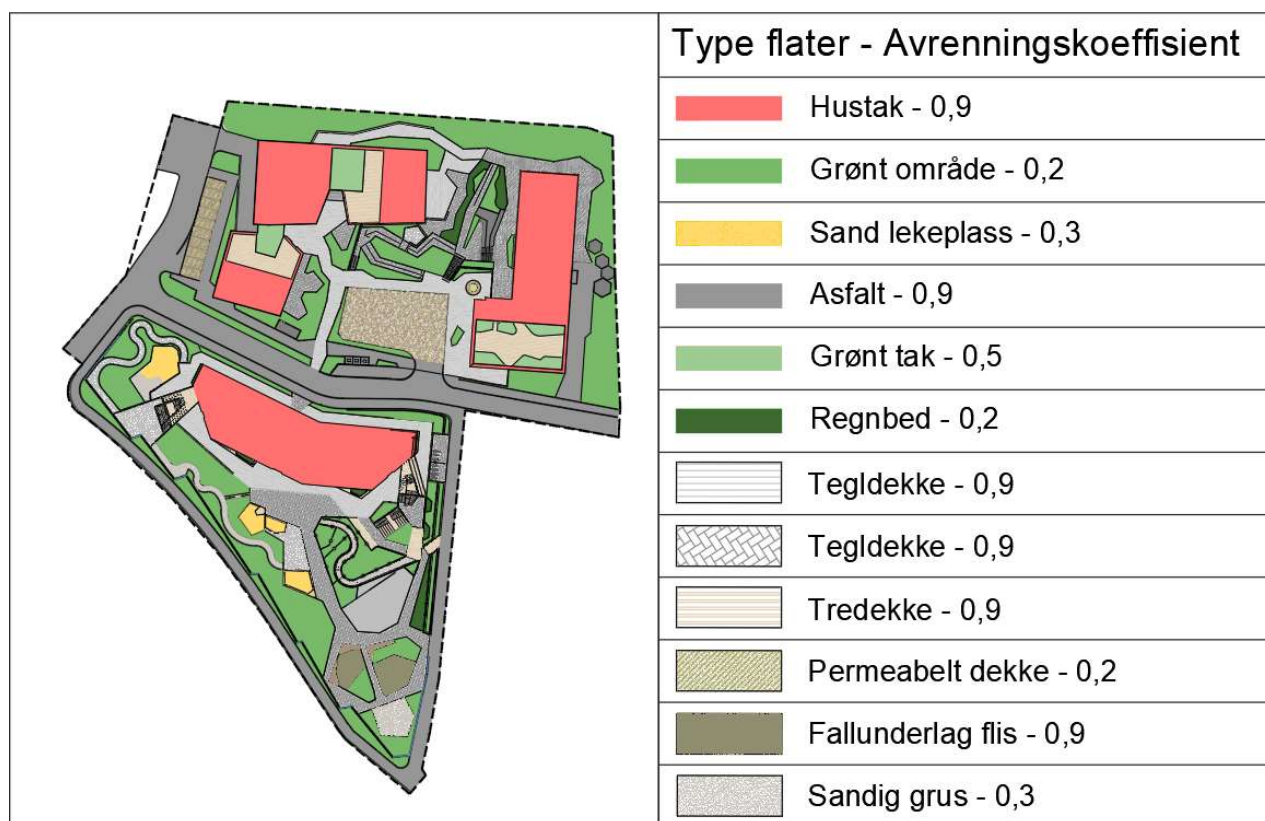
EKSISTERENDE SITUASJON

Mosvangen

Type flater	Areal (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	Avrenning	Q _{max} (l/s)
	A (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	C _{midl}	Q (l/s)
Tette flater	7465	0,7465	140	0,90	94
Sandig grus	390	0,039	140	0,30	2
Grønt areal	3697	0,3697	140	0,20	10
Σ	11552	1,155	140	0,66	106

Tabell 2: Utregning av den rasjonelle formelen for eksisterende situasjon. (Kilde: Produsert i Excel)

4.1.2 Fremtidig situasjon



Figur 33: Avrenningskoeffisienter fremtidig situasjon. (Kilde: Produsert i AutoCAD)

Som figur 33 viser er mye av grøntarealet bevart til tross for utbyggingen av de nye bygningene. I tillegg til mye grønt areal vil det også komme flater med permeable dekker som hjelper til med overvannet. Både dagsenteret og avlastningsboligene vil få grønne tak, noe som vil hjelpe til med avrenningen fra takflatene, og regnvannet forsinkes før det renner videre. Det vil også plantes regnbed som bidrar til å redusere hastigheten på overvannet og forhindre skadelige oversvømmelser gjennom å forsinke og redusere avrenningen.

Overvannsberegning					
VA - rammeplan				Dato: 04.04.2023	
				Utarbeidet av: Lise Chiem	
Beregning IVF-kurve: Stavanger - Madla					
Gjentaksintervall: 20 år					
<p>Den rasjonelle formel: $Q = A \cdot C_{midl} \cdot i \cdot K_f$ $A = \text{areal (ha)}$ $c = \text{avrenningskoeffisient}$ $i = \text{nedbørsintensitet (l/s·ha)}$ $K_f = \text{Klimafaktor} = 1,2$</p> <p>Dagens: $i = 140,0$ Framtid: $i = 203,0$</p> <p>Tette flater (hustak, asfalt) $c = 0,90$ Sandig grus $c = 0,30$ Grøntareal $c = 0,20$ Grønne tak $c = 0,5$ Permeable dekker $c = 0,20$</p>					
FRAMTIDIG SITUASJON					
Mosvangen					
Type flater	Areal (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	Avrenning	Qmax (l/s)
	A (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	C midl	Q (l/s)
Tette flater	8882	0,8882	203	0,90	194,7
Sandig grus	623	0,0623	203	0,30	4,6
Grønne tak	228	0,0224	203	0,50	2,7
Grønt areal	3144	0,3144	203	0,20	15,3
Permeable dekker	509	0,0509	203	0,20	2,5
Σ	12877	1,288	203	0,70	220

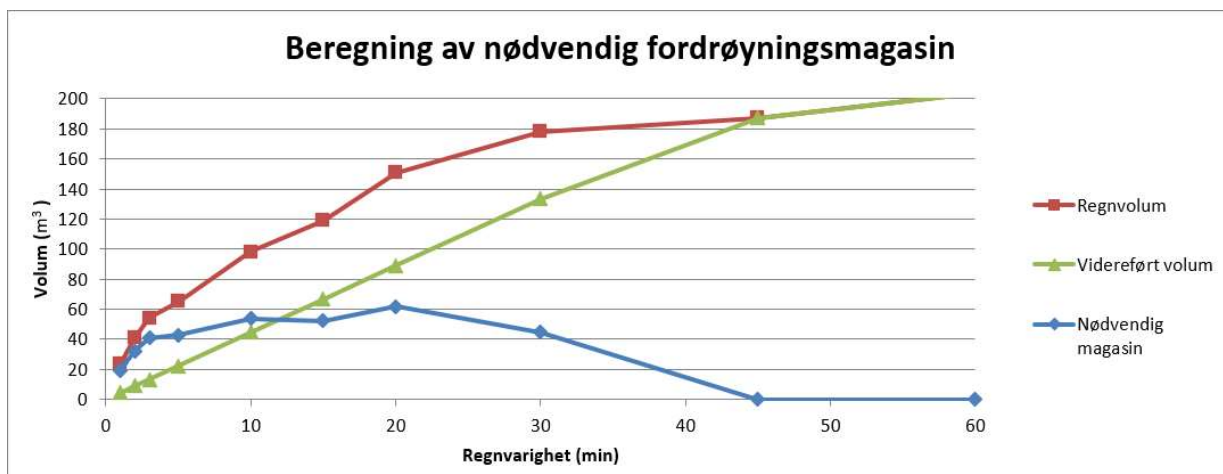
Tabell 3: Overvannsberegning framtidig situasjon. (Kilde: Produsert i Excel)

4.2 FORDRØYNING

4.2.0 Beregning av fordrøyningsmagasin eksisterende situasjon

Fordrøyning av vann - Regnvelopemetoden							
UNDERLAG FOR BEREGNINGER:							
Totalt areal tette flater (eks. hustak, asfalterte arealer, etc.)				<input type="text" value="0,75"/>	ha		
Avrenningskoeffisient				<input type="text" value="0,90"/>			
Redusert areal				<input type="text" value="0,7"/>	ha		
Maksimal videreført vannmengde				<input type="text" value="106,05"/>	l/s		
Klimafaktor				<input type="text" value="1,2"/>			
Gjennomsnittlig videreført vannmengde				<input type="text" value="70 %"/>			
Dimensjonerende gjentakintervall:				<input type="text" value="20"/>	år		
BEREGNINGER: FORDRØYNINGSMAGASIN FOR OVERVANN							
Varighet	Intensitet	Vannføring	Regnvolum	Videreført volum	Nødvendig magasin		
min	l/s*ha	l/s	m ³	m ³	m ³		
1	588,0	395	24	4	19		
2	508,2	341	41	9	32		
3	447,4	301	54	13	41		
5	323,0	217	65	22	43		
10	243,8	164	98	45	54		
15	197,0	132	119	67	52		
20	187,2	126	151	89	62		
30	147,4	99	178	134	45		
45	103,2	69	187	187	0		
60	84,1	57	203	203	0		
90	65,2	44	236	236	0		
120	62,6	42	303	303	0		
180	47,2	32	342	342	0		
360	24,5	16	355	355	0		
720	0,0	0	0	0	0		
1440	0,0	0	0	0	0		
Nødvendig volum for fordrøyning ved				<input type="text" value="20 års"/>	gjentakintervall:	<input type="text" value="61,8"/>	m ³

Tabell 4: Beregning av nødvendig volum for fordrøyning. (Kilde: Produsert i Excel)



Figur 34: Beregning av nødvendig fordrøyningsmagasin. (Kilde: Produsert i Excel)

Nødvendig magasin er lik differansen mellom tilrennt og videreført volum.

Nødvendig volum for fordrøyning ved 20 års gjentaksintervall er 61,8 m³

Dette blir da det nødvendige volumet som fordrøyningstiltaket må kunne lagre.

EKSEMPLER PÅ ANLEGG I FORHOLD TIL DIMENSJONERENDE MENGDER:					
	"hulrom"	Volum	Dim		
Rør magasin	100 %	61,8	1000 mm	Antall meter rør:	78,7 m
Kassetter	96 %	64,4	0,432 m ³ /stk	Antall kassetter:	149 stk
Steinfylling	30 %	206		Nødvendig volum steinfylling:	206 m ³

Figur 35: Eksempler på anlegg i forhold til dimensjonerende mengder. (Kilde: Produsert i Excel)

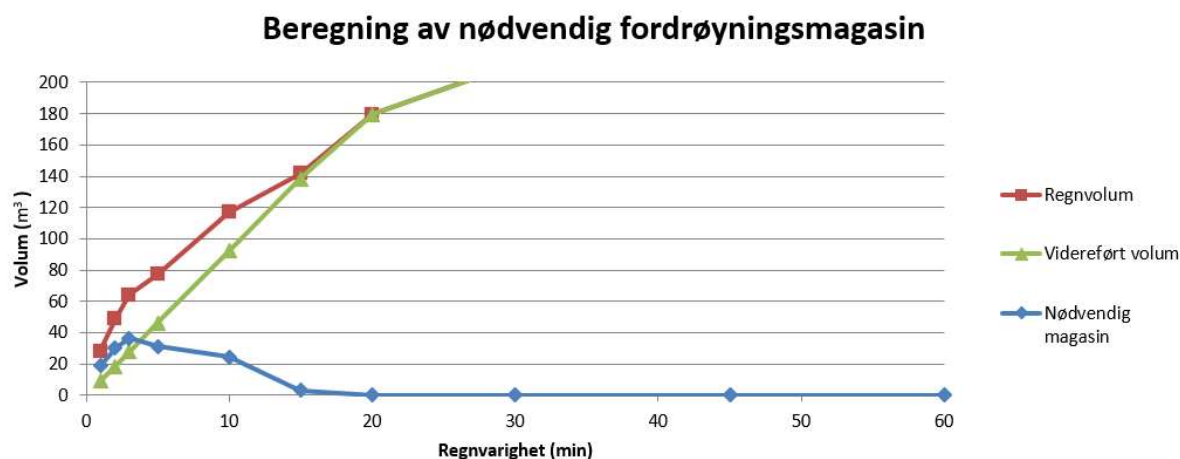
4.2.1 Beregning av fordrøyningsmagasin framtidig situasjon

BEREGNINGER: FORDRØYNINGSMAGASIN FOR OV-SYSTEM						
Varighet	Intensitet	Vannføring	Regnvolum	Videreført volum	Nødvendig magasin	Kommentar:
min	l/s*ha	l/s	m ³	m ³	m ³	
1	588,0	470	28	9	19	
2	508,2	406	49	18	30	
3	447,4	358	64	28	37	
5	323,0	258	77	46	31	
10	243,8	195	117	92	25	
15	197,0	158	142	139	3	
20	187,2	150	180	180	0	
30	147,4	118	212	212	0	
45	103,2	82	223	223	0	
60	84,1	67	242	242	0	
90	65,2	52	281	281	0	
120	62,6	50	361	361	0	
180	47,2	38	407	407	0	
360	24,5	20	423	423	0	
720	0,0	0	0	0	0	
1440	0,0	0	0	0	0	

Nødvendig volum for fordrøynning ved års gjentakintervall: m³

EKSEMPLER PÅ ANLEGG I FORHOLD TIL DIMENSJONERENDE MENGDER:					
	"hulrom"	Volum	Dim		
Rør magasin	100 %	<input type="text" value="36,7"/>	1000 mm	Antall meter rør:	<input type="text" value="46,7"/> m
Kassetter	96 %	<input type="text" value="38,2"/>	0,432 m ³ /stk	Antall kassetter:	<input type="text" value="88"/> stk
Steinfylling	30 %	<input type="text" value="122"/>		Nødvendig volum steinfylling:	<input type="text" value="122"/> m ³

Figur 36: Fordrøyningsmagasin framtidig situasjon. (Kilde: Produsert i Excel)



Figur 37: Graf av nødvendig fordrøyningsmagasin framtidig situasjon. (Kilde: Produsert i Excel)

Nødvendig volum for fordrøynning ved 20 års gjentakintervall er 36,7 m³

Dette blir da det nødvendige volumet som fordrøyningstiltaket må kunne lagre.

4.3 UTREGNING AV VANNBEHOV

4.3.0 Vannbehov

Bygning	Antall personer	Vannforbruk [l/døgn bruker]	Totalt forbruk [l/døgn]
Barnehage	120 barn	50	6000
Barnehage	32 ansatte	80	2560
Dagsenter	40 brukere	150	6000
Dagsenter	40 ansatte	80	3200
Avlastningsboliger	18 boenheter	200	3600
Totalt	250		18 160

Tabell 5: Utregning av totalt vannbehov. (Kilde: Produsert i Excel)

$$Q_{ansatt} = 80 \text{ l/døgn (Kilde: Norsk vann. Se figur 30)}$$

$$Q_{barn} = 50 \text{ l/døgn (Kilde: Svensk Vatn. Se figur 30)}$$

$$Q_{husholdnin} = 200 \text{ l/døgn (Kilde: Afløbsteknik Danmark. Se figur 30)}$$

$$Q_{person} = 150 \text{ l/døgn (Kilde: VA-Miljø blad nr. 115)}$$

$$Q_{tot} = 18\,160 \text{ l/døgn}$$

4.3.1 Totalt vannbehov

Tjensvoll bydel har totalt 5 765 personer. (Wikipedia, 2022)

Område	f_{maks}	f_{min}	k_{maks}
Byer med mer enn 10.000 pe	1,3-1,8	0,5-0,9	
Tettsted med mer enn 3.000 pe	1,3-2,1	0,6-0,8	1,4-2,7
Tettsted med 1.100-3.000 pe	1,5-2,3	0,5-0,6	1,7-3,0
Fritidsområder, campingplasser etc.	2,0-4,0		2,0-4,0

Figur 38: Maks-, min døgnfaktor og maks timesfaktor for tettsted med mer enn 3000 personer. (Kilde: VA-miljøblad nr. 115)

$$f_{maks} = 2,1$$

$$f_{min} = 0,8$$

$$k_{maks} = 2,7$$

4.3.2 Utregning av minimum og maksimum vannbehov:

$$Q_{maks} = Q_{tot} \cdot f_{maks} \cdot k_{maks}$$

$$Q_{maks} = 18160 \cdot 2,1 \cdot 2,7 = 102\,967 \text{ l/døgn}$$

$$Q_{maks} \approx 1,2 \text{ l/s}$$

$$Q_{min} = Q_{tot} \cdot f_{min} \cdot k_{maks}$$

$$Q_{min} = 18160 \cdot 0,8 \cdot 2,7 = 39\,225 \text{ l/døgn}$$

$$Q_{min} \approx 0,45 \text{ l/s}$$

4.4 REGNBED

A_{felt} vil bli delt opp i 3 områder:

- Barnehagen
- Dagsenteret
- Avlastningsboliger



Figur 39: A_{felt} blir delt opp i 3 områder

$$A_{regnebed} = \frac{A_{felt} \cdot C \cdot P}{(H_{maks} + K_h \cdot t_r)}$$

C er satt til 1, som er anbefalt for impermeable flater.

P verdi er hentet fra IVF kurve for Stavanger – Madla. For beregningen tas det i bruk en 10 minutters varighet med et gjentakintervall på 20 år.

$$P = 13,7\text{mm}/10\text{ min} = 0,0137\text{ m}/10\text{ min (Se figur 40 under)}$$

$$H_{maks} = 20\text{ cm} = 0,2\text{ m (Kilde: Regnbed for lokal flomdemping. Braskerud, B., Paus, K., 2016).}$$

$$K_h = 10 \frac{\text{cm}}{\text{time}} = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{time}} \text{ (Kilde: Regnbed for lokal flomdemping. Braskerud, B., Paus, K., 2016).}$$

$$t_r = 10\text{ min} = 0,167\text{ timer}$$

IVF-verdier for Stavanger - Madla (SN44580), 15 moh.
Data fra 1983 - 2014, 14 ses. Oppdatert 31.12.2022.

Gjentaksintervall (år)	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,5	2,6	3,5	4,8	6,4	7,4	8,3	9,8	11,9	13,3	15,1	17,7	22,3	31,5	43,3	54,3
5	2,2	3,7	5,0	7,0	9,4	10,8	12,5	14,5	16,2	17,7	19,8	23,4	30,3	40,9	55,7	67,0
10	2,7	4,5	6,1	8,6	11,6	13,2	15,7	18,0	19,5	21,0	23,6	27,8	36,4	48,0	64,8	76,3
20	3,2	5,3	7,2	10,2	13,7	15,8	19,0	21,6	23,0	24,5	27,7	33,0	42,6	55,3	73,9	86,1
25	3,4	5,6	7,6	10,8	14,5	16,6	20,2	22,9	24,1	25,7	29,2	34,8	44,6	57,8	76,9	89,2
50	4,0	6,5	8,8	12,5	16,8	19,5	23,8	27,0	27,7	29,6	34,0	40,9	51,8	65,7	86,4	99,6
100	4,6	7,4	10,0	14,3	19,3	22,5	27,8	31,5	32,1	33,8	39,3	47,4	59,5	74,3	96,8	110,3
200	5,2	8,4	11,3	16,3	22,0	25,7	32,1	36,4	36,9	38,5	45,6	55,2	68,7	83,8	108,3	122,4

Figur 40: Styrregn med ulike gjentakintervaller. (Kilde: Norsk klimaservicesenter)

Barnehagen

$$A_{regnebed} = \frac{817 \cdot 1 \cdot 0,0137 \text{ m}}{\left(0,2 \text{ m} + 0,1 \frac{\text{m}}{\text{t}} \cdot 0,167 \text{ t}\right)} = 51,66 \approx 52 \text{ m}^2$$

$$V_{inf} = 10,4 \text{ m}^3$$

Dagsenteret

$$A_{regnebed} = \frac{791 \cdot 1 \cdot 0,0137 \text{ m}}{\left(0,2 \text{ m} + 0,1 \frac{\text{m}}{\text{t}} \cdot 0,167 \text{ t}\right)} = 50,01 \approx 50 \text{ m}^2$$

$$V_{inf} = 10,07 \text{ m}^3$$

Avlastningsboliger

$$A_{regnebed} = \frac{1038 \cdot 1 \cdot 0,0137 \text{ m}}{\left(0,2 \text{ m} + 0,1 \frac{\text{m}}{\text{t}} \cdot 0,167 \text{ t}\right)} = 65,63 \approx 66 \text{ m}^2$$

$$V_{inf} = 13,2 \text{ m}^3$$

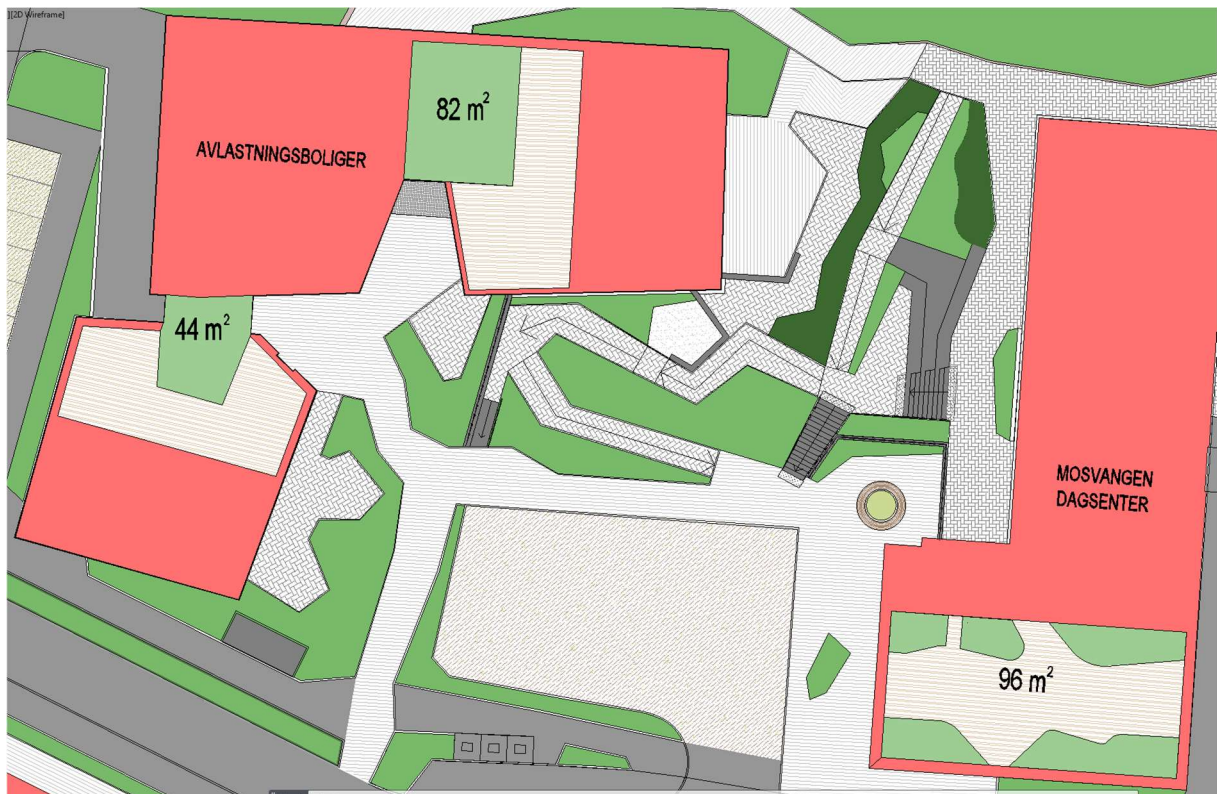
Total sum av areal for regnbedene:

$$A_{regnebed} = 168 \text{ m}^2$$

Total infiltrerings kapasitet i regnbedene:

$$V_{inf} = 33,67 \text{ m}^3$$

4.5 GRØNNE TAK



Figur 41: Illustrasjon av grønne tak på framtidige bygg. (Kilde: Produsert i AutoCAD)

Det kan være interessant å sammenligne avrenningskoeffisienten med og uten grønne tak. Ved å ta i bruk den rasjonelle metoden kan man gjøre antakelser på hvor mye av vannet som infiltreres og hvor mye som ledes videre. Etter endt utregning ser man at det er merkbar forskjell på avrenningen både på avlastningsboligene og dagsenteret.

Dagsenter

Totalt areal: 791 m^2

Grønt areal: 96 m^2

Andel grønt: 12,1%

$$C_{uten \text{ grønt}} = 0,9$$

$$C_{med \text{ grønt}} = \frac{0,9 \cdot 0,0791 + 0,5 \cdot 0,0096}{0,0791 + 0,0096} = 0,85$$

$$Q_{uten \text{ grønt}} = 0,9 \cdot 203 \cdot 1,2 \cdot 0,0791 = 17,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{med \text{ grønt}} = 0,85 \cdot 203 \cdot 1,2 \cdot 0,0791 = 16,3 \text{ l/s}$$

Avlastningsboliger

Totalt areal: 1038 m^2

Grønt areal: 128 m^2

Andel grønt: 12,3%

$$C_{uten \text{ grønt}} = 0,9$$

$$C_{med \text{ grønt}} = \frac{0,9 \cdot 0,1038 + 0,5 \cdot 0,0128}{0,1038 + 0,0128} = 0,85$$

$$Q_{uten \text{ grønt}} = 0,9 \cdot 203 \cdot 1,2 \cdot 0,1038 = 22,7 \text{ l/s}$$

$$Q_{med \text{ grønt}} = 0,85 \cdot 203 \cdot 1,2 \cdot 0,1038 = 21,4 \text{ l/s}$$

4.6.1 Fremtidig ledningsnett:



Figur 43: Prinsippskisse av fremtidig ledningsnett. (Kilde Multiconsult)

Planområdet ligger i en sone for lettseparering av avløp, og det er planlagt å installere nye spillvanns- og overvannsledninger for de nye byggene. Vann vil koble seg på eksisterende vannledning i Henrik Ibsens gate sørvest for planområdet. Alternativt kan vannledningen koble seg på VL 150 sørøst for Gamlingen, dette er muligens et dårlige alternativ da det vil kreve ekstra graving. Spillvannet vil bli koblet til AF800-ledningen øst for området.

(Multiconsult, 2022)

Overvann vil hovedsakelig bli håndtert ved hjelp av blågrønne løsninger og infiltrasjon. Det er planlagt å erstatte dagens overvanns- og spillvannsledninger som går fra barnehagetomten med nye ledninger i veien mellom de to byggene. Det er god kapasitet på vannledningsnettets sør for den nye barnehagen, men ledningene som går inn til dagens bygg må dimensjoneres.

(Multiconsult, 2022)

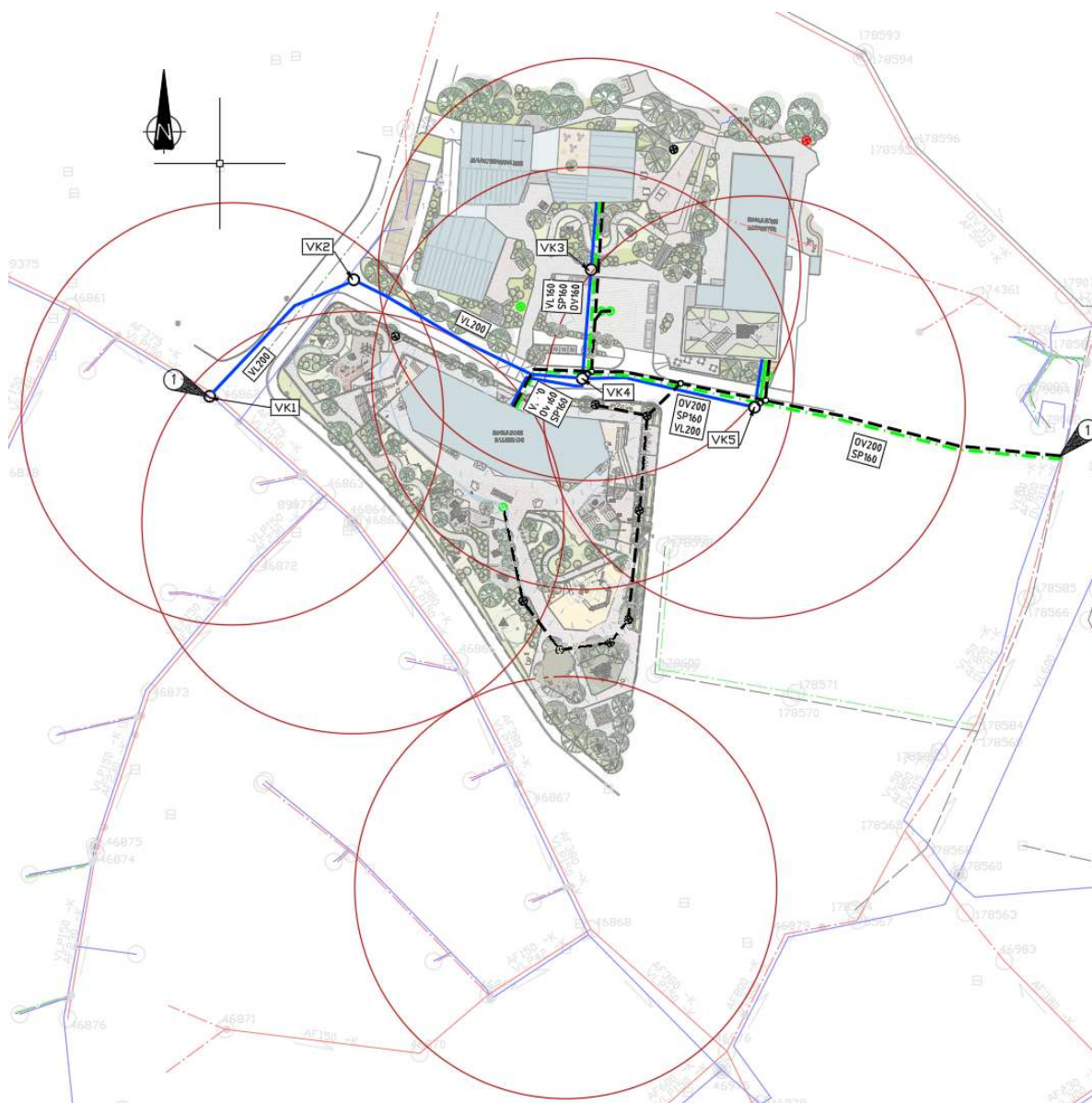
4.6.2 Eksisterende brannkummer



Figur 44: Eksisterende brannkummer. Kilde: Gemini portal for Stavanger kommune

Det er avdekket en utfordring knyttet til brannvannsdekningen for de nye bygningene. Området krever en slokkevannskapasitet på 50 l/s (i henhold til TEK17). Stavanger kommune har gjennomført en beregning av slokkevannskapasiteten, og det er konkludert med at det eksisterende ledningsnett i Henrik Ibsens gate er tilstrekkelig.

4.6.3 Framtidige brannkummer



Figur 45: Framtidig brannvannsdækning. (Kilde Multiconsult)

Det er nødvendig å etablere 4 nye brannkummer for å sikre tilstrekkelig slokkevannskapasitet for hele området. Nye brannkummer blir plassert på VK1, VK3, VK4 og VK5. Se vedlegg F

I henhold til TEK17 stilles det krav til brannvannsdækningen: Det må være kjørbart tilgang helt fram til hovedinngangen, slik at brannvesenets angrepsvei til byggverket kan bli sikret. For mindre byggverk i risikoklasse 4 og brannklasse 1 kan det tillates en avstand på 50 meter. (DiBK, 2017). Alle brannkummene har en radius på 50 meter. Se vedlegg F.

4.7 NYE FLOMVEIER

For nye flomveier se vedlegg E

4.7.0 Vannrenne

I området kalt "Torget" vil det bli lagt et marktegl med en buet og naturlig forsenkning i dekket. Denne forsenkningen vil fungere som en vannrenne, som både vil skape en visuelt tiltalende effekt og samle opp vann for overvannshåndtering.

Overvann ledes gjennom tomten i vannrenner til fordrøyningsbasseng tilknytning til uteområdets vegetative områder. Fordrøyningsbassenget etableres med et permeabelt steinlandskap. I tillegg til å ta imot vann innbyr vannrennene og infiltrasjonsområdene til lek både med og uten vann.



Figur 46. Vannrenne. (Kilde: Multiconsult)

4.8 BLÅ GRØNN FAKTOR

4.8.0 Beregning av BGF

Utregningen er basert på hele detaljplanområdet som innbefatter blant annet barnehagen, tilleggende bøkeskog og nabotomt i nord. (Se figur 47)



Figur 47: Kart som illustrerer grøntområde, trær og busker. (Kilde: Multiconsult)

Total blågrønn faktor er 0,88 som er over Stavanger Kommune sitt krav på 0,7. For utregning av BGF, se vedlegg O

4.9 KOSTNADER

Kostnadene for grønne tak varierer mellom 350 og 800 kr/m², avhengig av faktorer som taktype, takhelning og størrelse. Kostnadene for regnbed varierer betydelig, med en estimert totalkostnad på mellom 1000 og 10 000 kr/m². Når det gjelder permeable dekker, ligger kostnaden relativt stabilt mellom 1000 og 1400 kr/m², avhengig av typen belegningsstein som velges. (Hernes, R, 2018). For biotoptak vil prisen typisk variere fra 500 kr/m² - 2000 kr/m², og avhenger av forholdene og økosystemet man prøver å etterligne. (Bergknapp, 2023)

- For utregning av kostnader for grønne tak er det blitt tatt i bruk prisestimat for sedum tak som ble gitt av Bergknapp.
- For utregning av kostnader for regnbed er det blitt hentet data fra nettsiden til Log.
- For utregning av kostnader for permeable dekker er det blitt hentet data fra nettsiden til Granitt og betongvare AS.
- Kostnader for drift, vedlikehold og levetid er ikke inkludert i de oppgitte kostnadene.

LOD tiltak	Areal m ²	Pris kr/m ²	Beregnet pris
Grønne tak	224	500	Kr 112 000
Regnbed	168	1440	Kr 241 920
Permeabelt dekke	510	7250	Kr 3 697 500
Sum			Kr 4 051 420

Tabell 6: Kostnader for ulike LOD tiltak. (Kilde: Produsert i Excel.)

5 KONKLUSJON

LOD-tiltak

Hovedmålet med oppgaven var å bevare det estetiske og den eksisterende vegetasjonen. Dette har vist seg å fungere optimalt, da flere av de lokale tiltaket har bidratt mye for overvannshåndteringen.

I tillegg til grønt arealet vil også permeable dekker hjelpe til med overvannet. Samtidig er det flere type flater som inneholder sand og grus som også bidrar til å absorbere deler av regnvannet.

Både dagsenteret og avlastningsboligene vil få grønne tak, noe som vil hjelpe til med avrenningen fra takflatene, og regnvannet forsinkes før det renner videre. Fra beregningene som ble gjort i kapittel 4.5 ble overvannsføringen merkbart mindre med grønne tak. På begge takene ble det ca. 1 liter i sekundet mindre vannføring.

Det vil også plantes regnbed som bidrar til å redusere hastigheten på overvannet og forhindre skadelige oversvømmelser gjennom å forsinke og redusere avrenningen. Ut ifra beregningene fra kapittel 4.4 kan regnbedene infiltrere $33,67 m^3$ av regnvannet.

Blågrønn faktor

Oppfyllelsen av kravet om blågrønn faktor (BGF) for dette utbyggingsområdet var relativt enkelt. Dette skyldes at eksisterende område fra før av består hovedsakelig av grønne områder og skog. For å bedømme vanskelighetsgraden ved å oppfylle BGF-kravene generelt, ville det vært mer hensiktsmessig å se på et byggeprosjekt der det eksisterende området mangler blågrønne verdier. Dette kan være eksempelvis i byområder eller industriområder der det allerede finnes eksisterende bebyggelse og infrastruktur som ble etablert før BGF-kravene ble innført. I slike tilfeller kan det være behov for smarte løsninger og tiltak for å øke BGF-verdien etter utbyggingen.

Kostnad

Kostnadsanslagene viser betydelig variasjon, og varierer veldig avhengig av faktorer som taktype, takhelning og størrelse. Regnbed har en kompleks oppbygning med mange ulike komponenter, og det er derfor umulig å fastsette en standardkostnad. På grunn av variasjonene i prisestimatet vil jeg ikke tørre påstå at kalkulasjonene er hundre prosent riktige, men mer eller mindre et greit utgangspunkt.

Drifts- og vedlikeholdskostnadene varierer betydelig mellom forskjellige tiltak, og de har en stor innvirkning på den totale kostnaden og nytteverdien gjennom hele levetiden til tiltaket. På grunn av mye usikkerheter rundt drifts- og vedlikeholdskostnadene valgte jeg å ikke ta dette med i beregningene. Noe som er svært uheldig da dette utgjør en betraktelig stor andel av total summen.

Utfordringer med naturbaserte løsninger

Naturbaserte løsninger (NBS) har mange fordeler, men kan støte på flere utfordringer inkludert:

Manglende kunnskap: Det eksisterer fortsatt begrenset kunnskap om funksjonen til naturbaserte løsninger (NBS). Hvordan implementere det effektivt og den mulige påvirkningen det kan ha på økosystemer og samfunnet.

Finansieringsutfordringer: Implementeringen av naturbaserte løsninger kan være kostbar og krever betydelig finansiering. Dessverre er det ikke alltid tilstrekkelig med tilgjengelige midler eller prioritering av regjeringer og private investorer for å støtte slike prosjekter. Dette begrenser muligheten for bred implementering av NBS.

Klimaendringenes påvirkning: Klimaendringer kan også ha betydelig innvirkning på effektiviteten til naturbaserte løsninger, ettersom økosystemer kan endres raskt. Dette kan gjøre det utfordrende å forutsi suksessen til visse NBS-strategier, da klimaforholdene kan endre seg og påvirke deres funksjonalitet over tid. På grunn av de kalde vintrene i Norge er mye av den internasjonale erfaringen med regnbed ikke direkte overførbare til norske forhold. Som et resultat brukes mange regnbed i Norge primært til forskning og utvikling, hvor man prøver å tilpasse og optimalisere disse løsningene for å møte de spesifikke utfordringene som klimaet vårt bringer. (NGU)

Vedlikehold

Det er viktig å legge vekt på behovet for vedlikehold og nøye vurdere vedlikeholdsansvar og -utførelse allerede i de tidlige planleggingsstadiene av naturbaserte løsninger. Planleggingen og gjennomføringen av naturbaserte løsninger bør ta hensyn til vedlikeholdskostnader og implementeringen av vedlikeholds prosedyrer fra starten av. Kontinuerlig og regelmessig vedlikehold bidrar til å forlenge levetiden til NBS-inngrepene og sikrer at de fungerer optimalt over tid.

Grønne fasader, pergolaer og grønne tak krever regelmessig vedlikehold for å opprettholde sin funksjonalitet og estetiske appell. En viktig overveielse under implementeringen av slike løsninger er å tydelig definere ansvarsfordelingen for vedlikeholdet og finansieringen. Ved bruk av naturbaserte løsninger er en nøkkelfordring å holde vedlikeholdskostnadene så lave som mulig. Det er konkludert med at valg av saktevoksende planter er mer hensiktsmessig enn hurtigvoksende planter, da sistnevnte vanligvis krever mer omfattende vedlikehold for å holde dem i sjakk.

REFERANSELISTE

Autodesk. (2023). *What is AutoCAD*. [Hentet 20.04.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR&support=null>

Asak Miljøstein. (2021). Permeable dekker. [Hentet 07.05.2023]. Tilgjengelig fra:

https://www.asak.no/Media/Files/Permeable-dekker_produktark

Bergknapp. (2023). Informasjon angående grønne tak og prisestimat. (Informasjon tilsendt: 15.05.2023)

Braskerud, B. (2014). Grønne tak og styrtregn - Effekten av ekstensive tak med sedumvegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmeltning i Oslo. NVE.

Braskerud, B., Paus, K. (2016). *Regnbed for lokal flomdemping*. [Hentet 15.05.2023].

Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/Media/5027/overvann-regnbed-for-lokal-flomdemping.pdf>

Byggforskserien. (2012). *Vann i by*. [Hentet 09.03.2023]. Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/2562/vann_i_by_haandtering_av_overvann_i_bebygde_omraader

Byggforskserien (2016). *Planlegging av småhusområder*. [Hentet 09.03.2023]. Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/5172/planlegging_av_smaahusomraader_fellesarealer_groen_nstruktur_og_inngrep_i_terrainet

Byggforskserien (2018). *Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring*. [Hentet 09.05.2023]. Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata_for_termisk_dimensjonering_og_frostsikring#i13

Bærum kommune. (2014.) *Blågrønn faktor – Veileder byggesak*. [Hentet 01.03.2023].

Tilgjengelig fra:

https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2014/bgf_veileder_byggesakhoveddelen2014.01.28.pdf

CFI. (2023). *Excel definition*. [Hentet 04.03.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/excel/excel-definition-overview/>

COWI (2013). Åstebøl, S. O., Robba, Simona., Stenvik, Gunnar., Kristoffersen, H. V., Olsen, S. B. *På lag med regnet - Veileder for lokal overvannshåndtering*. COWI

COWI (2014). Paus, K. H., Førland, E. J., Fleig, A., Lindholm, O. & Åstebøl, S. O. *Metoder for beregning av klimafaktorer for fremtidig nedbørintensitet*. M292/2015. Miljødirektoratet.

COWI (2017). *Kost/nytteanalyse av tiltak ved ekstrem nedbør, havnivåstigning, stormflo, strøm- og bølgepåvirkning*. Dokumentnummer: COWI M705/2017.

COWI (2022). Mølman, E., Ulland, V., Berge, M., Frederiksen, L., Åstebøl, S. *Skybruddsplan Stavanger kommune*. COWI

DiBK. (2017). *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. [Hentet 25.04.2023]. Tilgjengelig fra: [Byggteknisk forskrift \(TEK17\) med veiledning - Direktoratet for byggkvalitet \(dibk.no\)](https://byggteknisk.forskrift.no/tek17/med-veiledning)

Granitt og Betongvare AS. (u.d). *Drenstein 8 cm – Belegningsstein*. [Hentet 14.05.2023]. Tilgjengelig fra: [Drenstein 8 cm belegningsstein | Granitt og betongvare \(g-b.no\)](https://www.granittogbetongvare.no/drenstein-8-cm-belegningsstein)

Henriksen, J. (2013). *Nytte-kostnadsanalyse av grønne tak*. Masteroppgave Universitetet for Miljø- og biovitenskap.

Hernes, R. (2018). *Kostnader ved lokale overvannstiltak*. [Hentet 10.05.2023]. Tilgjengelig fra: [hernes18_prosjektoppgave_kostnader-ved-lokale-overvannstiltak.pdf \(wordpress.com\)](https://www.hernes18.no/prosjektoppgave-kostnader-ved-lokale-overvannstiltak.pdf)

Kartverket. (u.d.). *Norges kart*. [Hentet 02.02.2023]. Tilgjengelig fra: <https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=12&lat=6569652.92&lon=-33987.50>

Kommunekart. (u.d.). *Kommunekart*. [Hentet 02.02.2023]. Tilgjengelig fra: <https://kommunekart.com/>

Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. og Aaby, I. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Norsk Vann rapport. Rapportnummer 168 | 2008.

LINK arkitektur. *Planinitiativ*. [Hentet 13.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/arealdel-pa-horing/vedlegg-10-sammenlikning-retnl-og-best-gammel-og-ny-plan.pdf>

Leveransdørsutviklingsprogrammet (2023). *Fremtidsrettet overvannshåndtering med digital skybruddsplan*. Hentet [26.04.2023] Tilgjengelig fra: <https://innovativeanskaffelser.no/losning/fremtidsrettet-overvannshandtering/>

Leveransdørsutviklingsprogrammet (2022). *Bedre overvannshåndtering med smarte sensorer*.

Hentet [26.04.2023] Tilgjengelig fra:

<https://innovativeanskaffelser.no/losning/overvannshandtering-sensorer/>

Lovdata. (2018). *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og*

klimatilpasning. [Hentet 03.03.2022]. Tilgjengelig fra:

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469>

Log. (u.d). *LOD regnbed – LOD3 Fordrøyning*. [Hentet 14.05.2023]. Tilgjengelig fra: LOD

REGNBED - LOD3 FORDRØYNING | LOG AS | Det spirer og gror!

Magnussen, K., Wingstedt, A., Rasmussen, I., & Reinvang, R. (2015). *Kostnader og nytte ved overvannstiltak*. Vista analyse, Rapport nummer 2015/2.

NGU. (u.d.). Kart på nett. [Hentet 02.02.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>

NGU. (u.d.). *Regnbed*. [Hentet 24.03.2023]. Tilgjengelig fra: Regnbed | NGU

NVE. (u.d.). Kart på nett [Hentet 02.02.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet>

Norsk klimaservicesenter. *Klimaprofil Rogaland.: 2022* [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/rogaland>

Norsk klimaservicesenter. *Nedbørsintensitet*. [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra:

https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/rogaland#2_overvann

Norsk vann. Rapport 190: *Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer.;*

2012 [Hentet 27.02.2023]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/klimatilpasningstiltak-innen-vann-og-avlop-i-kommunale-planer.-rapport-fra-norsk-vann.pdf>

NGU. [a]. *Håndtering av overvann*. [Hentet 28.04.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.ngu.no/geologiske-ressurser/handtering-av-overvann>

NGU. [b]. *Regnbed*. [Hentet 29.04.2023]. Tilgjengelig fra: [https://www.ngu.no/geologiske-](https://www.ngu.no/geologiske-ressurser/regnbed)

[ressurser/regnbed](https://www.ngu.no/geologiske-ressurser/regnbed)

NVE. (2022). *Klima, nå og i framtiden*. [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vannets-kretsloep/klima/klima-naa-og-i-framtiden/>

Miljødirektoratet. (2023). *Overvann*. [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/overvann/>

Miljødirektoratet. (2022). *Overvannshåndtering*. [Hentet 28.04.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/for-myndigheter/overvannshandtering/helhetlig-overvannshandtering/>

Multiconsult Norge AS. (2020). *Veileder overvannsberegninger – Datarapport*. 10209717-36-RAP-001

Multiconsult Norge AS. (2022). *Rammeplan VA – Datarapport*. 10229891-RIVA-NOT-001.

Multiconsult Norge AS. (2023). *Mosvangen barnehage og dagaktivitetessenter – Data rapport*. Geotekniske undersøkelser, 10229891-RIG-NOT-002.

Paus, K. & Braskerud, B.C. 2013. *Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold*. Vann 01/2013: 54-67. Tilgjengelig fra: https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2013_872571.pdf

Paus, Kim H. (2018). *Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann*. Tilgjengelig fra: <https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2018/07/Paus.pdf>

Regjeringen. *Meld. St. 33 (2012-2013) Melding til Stortinget – Klimatilpasning i Norge*. [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-33-20122013/id725930/?ch=7>

Sintef. (2018). *Permeable dekker med belegningsstein i betong håndterer overvann*. [Hentet 14.05.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/sintef-community/fagblogg/poster/permeable-dekker-med-belegningsstein-i-betong-handterer-overvann/>

SCALGO. *Flomsoner*. [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra: https://scalgo.com/live/norway?res=1024&ll=14.803972%2C65.063752&lrs=geonorge_norgeskart2

SeNorge. *Årsnedbør*. [Hentet 28.02.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.senorge.no/>

Stavanger kommune. [a] *Naturbaserte løsninger*. [Hentet 10.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.stavanger.kommune.no/klimastavanger/energi-og-oppvarming/naturbaserte-losninger/>

Stavanger kommune. [b] (2022). *Kommuneplanens arealdel 2023-2040 – Bestemmelser og retningslinjer*. [Hentet 18.04.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/ny-kpa-2020/horingsdokumenter-juni-2022/vedlegg-3-bestemmelser-og-retningslinjer-28.6.2022-.pdf>

Stavanger kommune. [c] (2015). *Kommuneplan for Stavanger 2014-2029*. [Hentet 05.03.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/kommuneplan-2014-29-trykkeversjon.pdf>

Stavanger kommune. [d] (2020). *Kommuneplanens samfunnsdel 2020-2034*. [Hentet 05.03.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/kommuneplan/samfunnsdelen-2019/kommuneplanens-samfunnsdel-2020-2034.pdf>

Stavanger kommune. [e] (2012). *Mosvannsparken vern og rekreasjon – Disposisjonsplan*.

[Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/temaplaner/natur---friorradeplaner/friorradeplan---disposisjonsplan-for-mosvannsparken.pdf>

Stavanger kommune. [f] (u.å.). *VA-norm*. Stavanger: VA-norm. [Hentet 10.03.2023]

Tilgjengelig fra: <https://www.va-norm.no/stavanger/>

Stavanger kommune. [g] (2020) *Vedlegg 9: Overvannshåndtering*. VA-norm. [Hentet 10.03.2023]. Tilgjengelig fra: <http://va-norm.no/pdf/0/all/112/>

Stavanger Kommune. [f] (2023). Informasjon gitt på e-post fra prosjektleder som jobber i Stavanger Kommune.

Trimble. (2023). *Novapoint*. [Hentet 20.04.2023]. Tilgjengelig fra:

<https://civil.trimble.no/produkter/novapoint>

UiS. (2018). BYG125 not005C-VA18-forelesningsnotater-24-01-2018.pdf

VA/Miljø Blad. (2015). Nr.69: *Overvannsdammer – Beregning av volum*. [Hentet

01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/overvannsdammer-beregning-av-volum/>

VA/Miljø Blad. (2008). Nr.75: *Utforming av overvannsdammer*. [Hentet 01.03.2023].

Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/utforming-av-overvannsdammer/>

VA/Miljø Blad. (2019). Nr.92: *Infiltrasjon av overvann*. [Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/overflateinfiltrasjon/>

VA/Miljø Blad. (2016). Nr.93: *Åpne flomveier*. [Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/apne-flomveier/>

VA/Miljø Blad. (2013). Nr.106: *Regnbed, renner og nedsivningsarealer*. [Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/regnbed-renner-og-nedsivningsarealer/>

VA/Miljø Blad. (2013). Nr.107: *Grønne tak*. [Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/gronne-tak/>

VA/Miljø Blad. (2016). Nr.115: *Beregning av dimensjonerende avløpsmengder*. [Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/beregning-av-dimensjonerende-avlopsmengder/>

VA/Miljø Blad. (2018). Nr.125: *Håndtering av overvann LOD*. [Hentet 01.03.2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.va-blad.no/handtering-av-overvann-lod/>

Wikipedia. (2022). Tjensvoll. [Hentet 10.05.2023] Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/Tjensvoll>

Yr. Stavanger – Historikk [Hentet 18.04.2023] Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/1-15183/Norge/Rogaland/Stavanger/Stavanger?q=2021>

Ødegaard, H., Thorolfsson, S. T., Lindholm, O., Sægrov, S., Mosevoll, G., & Heistad, A. (2014). *Vann- og avløpsteknikk 2.utg*. Hamar: Norsk Vann.

Vedlegg liste

Vedlegg A – Avrenningsflater – Eksisterende situasjon

Vedlegg B – Avrenningsflater – Framtidig situasjon

Vedlegg C – L_001 – Illustrasjonsplan til regulering

Vedlegg D – Lay_GH_001 – VA rammeplan prinsippskisse

Vedlegg E – Lay_GH_002 – Nye flomveier

Vedlegg F – Lay_GH_003 - Brannvannsdekning

Vedlegg G – Overvannsberegning – Eksisterende situasjon

Vedlegg H – Overvannsberegning – Framtidig situasjon

Vedlegg I – Overvannsberegning - Fordrøyning

Vedlegg J – Regnbed områdeinndeling

Vedlegg K – Dimensjonering regnbed - Barnehagen

Vedlegg L – Dimensjonering regnbed - Dagsenter

Vedlegg M – Dimensjonering regnbed - Avlastningsboliger

Vedlegg N – Blågrønn faktor kart

Vedlegg O - Utrekning av BGF

Vedlegg P – Eksisterende VA



Type flater - Avrenningskoeffisient

■ Hustak - 0,9







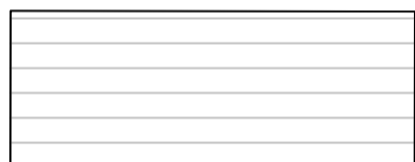

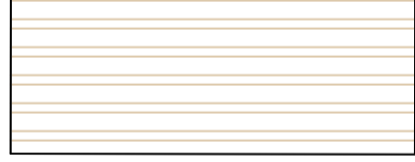
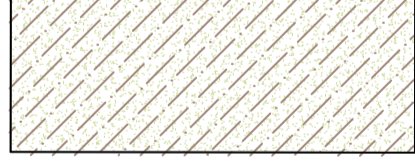


■ Plen, park, eng, skog, dyrket mark - 0,2

■ Sand lekeclass - 0,3

■ Asfalt og veg - 0,9



Type flater - Avrenningskoeffisient

	Hustak - 0,9
	Grønt område - 0,2
	Sand lekeplass - 0,3
	Asfalt - 0,9
	Grønt tak - 0,5
	Regnbed - 0,2
	Tegldekke - 0,9
	Tegldekke - 0,9
	Tredekke - 0,9
	Permeabelt dekke - 0,2
	Fallunderlag flis - 0,9
	Sandig grus - 0,3



Dato: 28.02.2022
 Modell nr: Vokstnummer
 Modell ment til høyturmasse
 Betydelig detaljering, mv. gjenstår
 skal ikke brukes til bygging

X: 0 000 000,000
 Y: 0 000 000,000

Tegnforklaring:

[Symbol]	Dekke - asfalt
[Symbol]	Dekke - belegningsstein
[Symbol]	Dekke - skogsbunn
[Symbol]	Dekke - tegl legerforband
[Symbol]	Dekke - tegl albuenster
[Symbol]	Dekke - komprimert grus
[Symbol]	Dekke - tredekke
[Symbol]	Dekke - Plaststøp fallunderlag
[Symbol]	Dekke - ombruksmateriale
[Symbol]	Dekke - permesbett
[Symbol]	Dekke - fallunderlag flis
[Symbol]	Dekke - lekesand
[Symbol]	Dekke - fallgrus
[Symbol]	Busker/bunndekkelegg
[Symbol]	Nye trær
[Symbol]	Ekisterende trær som bevares
[Symbol]	Ekisterende trær som felles - mulig bruk
[Symbol]	Erstattes med 1-3 trær
[Symbol]	Kantstein 12/25 - 0/5 cm vis
[Symbol]	Kantstein 7,5/15 - 0/5 cm vis
[Symbol]	Mur betong
[Symbol]	Murkant naturstein
[Symbol]	Støyskjerm
[Symbol]	Kant tre
[Symbol]	Kant tresamme - ombruksmateriale
[Symbol]	Sitteløk i treverk
[Symbol]	Tråkkeller i lerring - ombruksmateriale
[Symbol]	Svaberg/naturstein vrundet - 40-60cm plasseres i grupper
[Symbol]	Sarssepost
[Symbol]	Infiltrasjonssandfang
[Symbol]	Vannrenner i beleg
[Symbol]	Vannuttak - spyling
[Symbol]	Avrenningspilt
[Symbol]	Fotokrasperitt
[Symbol]	Hovedvinganger
[Symbol]	Lysmast vei
[Symbol]	Lysmast multi
[Symbol]	Overdekket sykkelparkering
[Symbol]	Fuglekasser / insekt hotell
[Symbol]	Benker & bord
[Symbol]	Flethverksjerde
[Symbol]	Rekkverk
[Symbol]	Kastanjergerde
[Symbol]	Estblæringsgerde
[Symbol]	Trærskjilt
[Symbol]	Plangrense
[Symbol]	Ekisterende kotelinjer
[Symbol]	Nye kotelinjer
[Symbol]	Ekisterende punkthøyder
[Symbol]	Nye punkthøyder

REV	BESKRIVELSE AV REVISJONEN	DATO	TEGN	KONTR	ANSV

KARTREFERANSE:
EUREF 89-NTH SONE 10
NN 2000

OPPDRAGSGIVER: Stavanger Kommune

PROSJEKT: Mosvangen

LANDSKAPSRARKITEKT: **LINK Arkitektur**

linkarkitektur.com

Besøksadresse: Kirkegata 4, N-0153 Oslo
 Postadresse: Postboks 383, N-0102 Oslo

FASE: Reguleringsplan

TEGNINGSNAVN: Illustrasjonsplan til regulering

MÅLESTOKK: 1:500
 FORMAT: A1

TEGNET	KONTR	ANSV	DATO
JS	SP	IFN	28.09.2022

PROSJEKT-ID: L-001

REVISJON: REV. NR. STAT.

Y:\LL\10228900 Mosvangen\4_LARK\4-1 PROSJEKTERING\4-12 AUTOCAD\02 Forprosjekt



Merknader

1 Tilkobling eksisterende VA

Tegnforklaring:

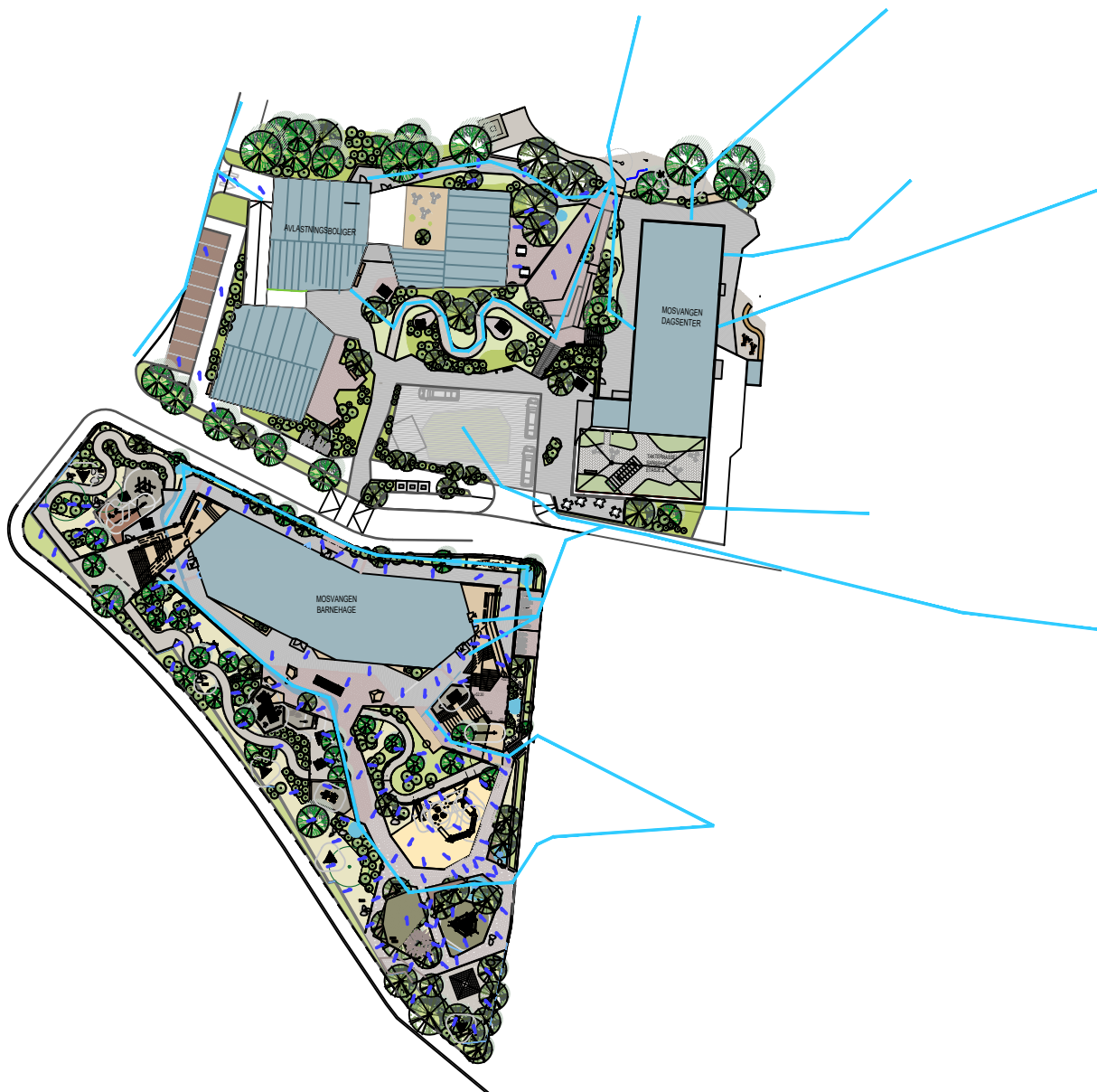
Prosjektert		Eksisterende	
	Overvannledning (OV)		Overvannledning
	Spillvannledning (SP)		Spillvannledning
	Vannledning (VL)		Vannledning
	Brannkum		Kum
	AF fellesledning		

Tegningsnummer
GH001


Rammeplan VA
Plantegning

Fag	RIVA	Format	A1
Dato	12.05.2023		
Målestokk	1:500		
Koordinatssystem	UTM32		
Høydesystem	NN2000		

C:\Users\luc\OneDrive - Multiconsult\Documents\Prosjekter\Kurs\CAD\Layout_001_rammeplan.dwg - Layout: (gh001)



Tegnforklaring:

Flomvei 
 Fall piler 

Tegningsnummer
GH002

Fag	Format
RIVA	A1
Dato	
14.05.2023	

Nye flomveier
Plantegning

Målestokk
1:500
Koordinatsystem
UTM32
Høydesystem
NN2000



Tegningsnummer GH003		Fag RIVA	Format A3
Brannvannsdekning Illustrasjonstegning		Dato 12.05.2023	
Målestokk 1:500		Koordnatsystem UTM32	
		Høydesystem NN2000	

Overvannsberegning

VA - rammeplan

Dato: 04.04.2023

Utarbeidet av: Lise Chiem

Beregning IVF-kurve: Stavanger - Madla

Gjentaksintervall: 20 år

Den rasjonelle formel:

$$Q = A \cdot C_{midl} \cdot i \cdot K_f$$

$$A = \text{areal (ha)}$$

$$c = \text{avrenningskoeffisient}$$

$$i = \text{nedbørsintensitet (l/s·ha)}$$

$$K_f = \text{Klimafaktor} = 1$$

$$\text{Dagens: } i = 140,0$$

$$\text{Framtid: } i = 203,0$$

$$\text{Tette flater (hustak, asfalt) } c = 0,90$$

$$\text{Sandig grus } c = 0,30$$

$$\text{Grøntareal } c = 0,20$$

EKSISTERENDE SITUASJON

Mosvangen

Type flater	Areal (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	Avrenning	Q _{max} (l/s)
	A (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	C midl	Q (l/s)
Tette flater	7465	0,7465	140	0,90	94
Sandig grus	390	0,039	140	0,30	2
Grønt areal	3697	0,3697	140	0,20	10
Σ	11552	1,155	140	0,66	106

Overvannsberegning

VA - rammeplan

Dato: 04.05.2023

Utarbeidet av: Lise Chiem

Beregning IVF-kurve: Stavanger - Madla

Gjentaksintervall: 20 år

Den rasjonelle formel:

$$Q = A \cdot C_{midl} \cdot i \cdot K_f$$

$$A = \text{areal (ha)}$$

$$c = \text{avrenningskoeffisient}$$

$$i = \text{nedbørsintensitet (l/s·ha)}$$

$$K_f = \text{Klimafaktor} = 1,2$$

$$\text{Dagens: } i = 140,0$$

$$\text{Framtid: } i = 203,0$$

$$\text{Tette flater (hustak, asfalt) } c = 0,90$$

$$\text{Sandig grus } c = 0,30$$

$$\text{Grøntareal } c = 0,20$$

$$\text{Grønne tak } c = 0,5$$

$$\text{Permeable dekker } c = 0,20$$

FRAMTIDIG SITUASJON

Mosvangen

Type flater	Areal (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	Avrenning	Qmax (l/s)
	A (m ²)	A (ha)	i (l/s·ha)	C midl	Q (l/s)
Tette flater	8882	0,8882	203	0,90	195
Sandig grus	623	0,0623	203	0,30	5
Grønne tak	228	0,0228	203	0,50	3
Grønt areal	3144	0,3144	203	0,20	15
Permeable dekker	509	0,0509	203	0,20	2
Σ	12877	1,288		0,70	220

| Overvannsberegning

Fordrøyning av vann

Dato: 04.04.2023

Utført av: Lise Chiem

Regnvelopemetoden

Fag: VA

Nedbørsstasjon:

Stavanger - Madla

Dimensjonerende gjentakintervall:

20 år

UNDERLAG FOR BEREKNINGER:

Totalt areal tette flater (eks. hustak, asfalterte arealer, etc.)	0,75	ha
Avrenningskoeffisient	0,90	
Redusert areal	0,7	ha
Maksimal videreført vannmengde	106,05	l/s
Klimafaktor	1,2	
Gjennomsnittlig videreført vannmengde	70 %	
Dimensjonerende gjentakintervall:	20	år

BEREGNINGER: FORDRØYNINGSMAGASIN FOR OVERVANN

Varighet	Intensitet	Vannføring	Regnvolum	Videreført volum	Nødvendig magasin
min	l/s*ha	l/s	m ³	m ³	m ³
1	588,0	395	24	4	19
2	508,2	341	41	9	32
3	447,4	301	54	13	41
5	323,0	217	65	22	43
10	243,8	164	98	45	54
15	197,0	132	119	67	52
20	187,2	126	151	89	62
30	147,4	99	178	134	45
45	103,2	69	187	187	0
60	84,1	57	203	203	0
90	65,2	44	236	236	0
120	62,6	42	303	303	0
180	47,2	32	342	342	0
360	24,5	16	355	355	0
720	0,0	0	0	0	0
1440	0,0	0	0	0	0

Nødvendig volum for fordrøyning ved 20 års gjentakintervall: 61,8 m³

EKSEMPLER PÅ ANLEGG I FORHOLD TIL DIMENSJONERENDE MENGDER:

	"hulrom"	Volum	Dim		
Rør magasin	100 %	61,8	1000 mm	Antall meter rør:	78,7 m
Kassetter	96 %	64,4	0,432 m ³ /stk	Antall kassetter:	149 stk
Steinfylling	30 %	206		Nødvendig volum steinfylling:	206 m ³



Barnehagen

Varighet	Intensitet	Dimensjonerende nedbør	Avrennings koeffesient	Areal av nedbørsfelt
tr	l	P	C	Afelt
Min.	mm	m		m2
1	3,2	0,0032	1	1888
2	5,3	0,0053	1	1888
3	7,2	0,0072	1	1888
5	10,2	0,0102	1	1888
10	13,7	0,0137	1	817
15	15,8	0,0158	1	1888
20	19	0,019	1	1888
30	21,6	0,0216	1	1888
45	23	0,023	1	1888
60	24,5	0,0245	1	1888
90	27,7	0,0277	1	1888
120	33	0,033	1	1888

Gjentaksintervall 20 år

Maks vannstand på overflate før overløp	Hydarulisk konduktivitet	Nødvendig areal av regnbed	Kapasitet i regnbed
hmaks	Kh	Aregnbed	Vinf
m	m/t	m2	m3
0,2	0,1	29,958	6,001
0,2	0,1	49,212	9,843
0,2	0,1	66,310	13,263
0,2	0,1	92,436	18,488
0,2	0,1	51,660	10,403
0,2	0,1	132,580	26,517
0,2	0,1	153,737	30,749
0,2	0,1	163,123	32,627
0,2	0,1	157,905	31,583
0,2	0,1	154,187	30,840
0,2	0,1	149,422	29,887
0,2	0,1	155,760	31,155

3-7% av nedbørsfeltet

Dagsenter

Varighet	Intensitet	Dimensjonerende nedbør	Avrennings koeffesient	Areal av nedbørsfelt
tr	I	P	C	Afelt
Min.	mm	m		m2
1	3,2	0,0032	1	1484
2	5,3	0,0053	1	1484
3	7,2	0,0072	1	1484
5	10,2	0,0102	1	1484
10	13,7	0,0137	1	791
15	15,8	0,0158	1	1484
20	19	0,019	1	1484
30	21,6	0,0216	1	1484
45	23	0,023	1	1484
60	24,5	0,0245	1	1484
90	27,7	0,0277	1	1484
120	33	0,033	1	1484

Maks vannstand på overflate før overløp	Hydarulisk konduktivitet	Nødvendig areal av regnbed	Kapasitet i regnbed
hmaks	Kh	Aregnbed	Vinf
m	m/t	m ²	m ³
0,2	0,1	23,548	4,717
0,2	0,1	38,681	7,737
0,2	0,1	52,121	10,425
0,2	0,1	72,657	14,532
0,2	0,1	50,016	10,072
0,2	0,1	104,210	20,844
0,2	0,1	120,840	24,170
0,2	0,1	128,218	25,646
0,2	0,1	124,116	24,826
0,2	0,1	121,193	24,241
0,2	0,1	117,448	23,492
0,2	0,1	122,430	24,489

Avlastningsboliger

Varighet	Intensitet	Dimensjonerende nedbør	Avrennings koeffesient	Areal av nedbørsfelt
tr	I	P	C	Afelt
Min.	mm	m		m2
1	3,2	0,0032	1	1113
2	5,3	0,0053	1	1113
3	7,2	0,0072	1	1113
5	10,2	0,0102	1	1113
10	13,7	0,0137	1	1038
15	15,8	0,0158	1	1113
20	19	0,019	1	1113
30	21,6	0,0216	1	1113
45	23	0,023	1	1113
60	24,5	0,0245	1	1113
90	27,7	0,0277	1	1113
120	33	0,033	1	1113

Maks vannstand på overflate før overløp	Hydarulisk konduktivitet	Nødvendig areal av regnbed	Kapasitet i regnbed
hmaks	Kh	Aregnbed	Vinf
m	m/t	m ²	m ³
0,2	0,1	17,661	3,538
0,2	0,1	29,011	5,803
0,2	0,1	39,091	7,819
0,2	0,1	54,492	10,900
0,2	0,1	65,634	13,217
0,2	0,1	78,157	15,633
0,2	0,1	90,630	18,128
0,2	0,1	96,163	19,235
0,2	0,1	93,087	18,620
0,2	0,1	90,895	18,181
0,2	0,1	88,086	17,620
0,2	0,1	91,823	18,368



LOKALISERINGSFIGUR



TEGNFORKLARING

- OVERFLATER**
- Delvis permeable flater som grus, singel & gressarmert dekke 1332 m²
 - Impermeable overflater med åpen overvannshåndtering
 - Impermeable overflater med avrenning til overvannsanlegg under løsnng
 - Overflater med vegetasjon forbundet med jord eller naturlig fjell i dagen
 - Overflater med vegetasjon forbundet med jord > 80 cm
 - Overflater med vegetasjon forbundet med jord 40-80 cm
 - Overflater med vegetasjon forbundet med jord 20-40 cm

- TILLEGGSKVALITETER**
- Regnbed eller tilsvarende
 - Eksisterende store trær > 10 m
 - Eksisterende trær som forventes å bli >10
 - Nyplantede trær som forventes å bli >10 m
 - Nyplantede trær som forventes å bli små/ mellomstore 5- 10 m
 - Stedsegen vegetasjon
 - Hekker, busker og flerstammede trær
 - Grønne vegger
 - Sammenhengende grønntrealer over 75 m²
 - Plangrense

Beregningen tar utgangspunkt i at hovedmengden av eks trær er store løvtrær over 10 meter. Det er lagt inn et anslag på 15 eks trær under 10 meter, som er teoretisk og ikke kvalitetssjekket.

Henviser til dokument:
Mosvangen BGF samlet utregning

A	Forprosjekt	27.09.2022	CT	SP	IFN
REV	BEMERKNING AV REVISJONEN	DATE	TEGN	KONTR	ANSV

OPPDRAEGSGIVER
Stavanger Kommune
Olav Kyrres gate 23
4005 Stavanger
+47 51507090

PROSJEKT
Mosvangen Barnehage
MOSVANGEN
N-4021 STAVANGER

LANDSKAPSARKITEKT
LINK Arkitektur
linkarkitektur.com
Bussadresse: Kirkegata 4, N-0153 Oslo
Postadresse: Postboks 393, N-0162 Oslo
+47 21 52 22 00

FASE:
Forprosjekt
TEGNINGSNAVN:
Blågrønn faktor vedlegg til beregning
MÅLESTOKK: 1500
FORMAT: A1

TEGNET	KONTR	ANSV	DATE
CT	SP	IFN	27.09.2022

PROSJEKT-ID	TEGN-NR	REVISJON
KONTRAKT-NR:	4574478-L-70-002	A
	RENDNUMMER-RYGNUMMER FAG TEGNTYPE LØSNOR	REV. STAT.

Dato: 28.02.2022
Modell til: Konkurransen
Modell ment til konkurranse
Kartografisk deler ikke, osv. Gjenstand
skal ikke brukes til bygging
X: 0 000 000,000
Y: 0 000 000,000

Y:\LLV\10228900 Mosvangen\4_LARK\4-1 PROSJEKTERING\4-12 AUTOCAD\02 Forprosjekt

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer.					
Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.					
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF
				TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). FYLL UT TOMTENS AREAL:	24043
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil SOM FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER SOM GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarming av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	1332	399,6
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	3748	749,6
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøyning og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	7228	722,8
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	7416	7416
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	2213	1770,4
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	1565	939
0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	541	108,2
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeil	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks: bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbett eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	150	45
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	105	2625
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).		0
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretre, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).		0
0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	88	1540
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	18	144
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m²				Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller verning av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.	5450	3270
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammete trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	810	324
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	30	12
0,3		STAUDER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	0	0
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	10741	1074,1
					21140
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05				0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)					0,88

