

FORPROSJEKT

OVERORDNET VA-NOTAT

Dato 29.11.2023

Oppdragsnavn **Gyldenløves gate VA - detaljregulering**
 Prosjekt nr. **378020242**
 Kunde **Trondheim Kommune**
 Notat nr. **NOT-01-VA**
 Versjon **03, 29.11.2023**
 Endret i rev: **Revidert beregninger av regnbed og fordrøyning, endret ordlyd i kap 3.1, 3.2.3, 3.3.3, 3.3.4 og 5.4**

Utført av **JRSN**
 Kontrollert av **MHEV**
 Godkjent av **HSL**

Rambøll
 Kobbegate 2
 PB 9420 Torgarden
 N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	3
1.1 Bakgrunn	3
1.2 Prosjekteringsgrunnlag	3
1.3 Prosjektinndeling.....	4
2 Eksisterende situasjon.....	6
2.1 Strekning 1, Kirkegata – Øvre Møllenbergs gate..	6
2.2 Strekning 2, Øvre Møllenberg – Båhus gate	6
2.3 Strekning 3, Haldens gate – Stadsing. Dahls gate	6
2.4 Andre forhold.....	6
2.4.1 Grunnforhold	6
2.4.2 Kabler og annen infrastruktur	7
3 Fremtidig situasjon.....	8
3.1 Generelt.....	8
3.1.1 Vannforsyning og slokkevann.....	8
3.1.2 Separering av felles avløp.....	8
3.1.3 Overvannshåndtering.....	8
3.2 Strekning 1, Kirkegata – Øvre Møllenbergs gate.	10
3.2.1 Vannforsyning og slokkevann.....	10
3.2.2 Separering av felles avløp.....	10
3.2.3 Overvannshåndtering.....	11
3.3 Strekning 2, Bispehaugen skole – Båhus gate....	14
3.3.1 Vannforsyning og slokkevann.....	14
3.3.2 Separering av felles avløp.....	14
3.3.3 Overvannshåndtering.....	14
3.4 Strekning 3, Haldens gate – Stadsing. Dahls gate	18
3.4.1 Vannforsyning og slokkevann.....	18
3.4.2 Separering av felles avløp.....	18
3.4.3 Overvannshåndtering.....	18

4	Forvaltning, drift og vedlikehold	20
4.1	Tilkomst til VA-anlegg	20
4.2	Tilrettelegging for trykkprøving, pluggkjøring og kloring	20
5	Beregninger	21
5.1	Metode, generelt	21
5.2	Metode, vannledninger	21
5.3	Metode, spillvann	21
5.4	Metode, overvann	21
5.4.1	Regnbed	21
5.4.2	Fordrøyningsmagasin	23
5.5	Utrekninger Overvann	24
5.5.1	Nedbørfelt 1	24
5.5.2	Nedbørfelt 2	29
5.5.3	Nedbørfelt 3	35
6	Kilder	38
7	Vedlegg	38

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Rambøll er engasjert av Trondheim kommune til å utarbeide en overordnet VA-plan for Gyldenløves gate. Prosjektområdet strekker seg langs hele Gyldenløves gate fra Kirkegata i bunn av Møllenberg og opp til Stadsing. Dahls gate. Prosjektet innebærer separering av avløpsledninger, fornyelse av vannledninger samt installasjon av bedre overvannsløsninger som er i tråd med Trondheim kommunes VA-norm.

Prosjektområdet består i stor grad av tettbebygde strøk med store høydevariasjoner gjennom Møllenberg. Området har også lite areal til disposisjon utenom vei, parkering, fortau og allerede bebygde strøk.

1.2 Prosjekteringsgrunnlag

Prosjektet legger til grunn Trondheim kommunes VA-norm og har et ekstra fokus på VA-normens vedlegg 5 – «Planlegging og dimensjonering av overvannshåndtering». Vedlegg 5 beskriver et hovedprinsipp om å håndtere overvann som er presentert som «tre-trinns strategien»:

- Trinn 1 – Infiltrasjon i grunnen, grønne løsninger, permeable dekker og forsinke avrenning
- Trinn 2 – Fordrøye gjennom å midlertidig tilbakeholde vann
- Trinn 3 – Sikre og tilrettelegge for trygge flomveier

Prosjektet foreslår løsninger som benytter alle tre trinn, men grunnet prosjektområdets begrensede disponible areal og utfordrende topografi, så vil mesteparten av overvannet håndteres gjennom et tradisjonelt overvannssystem. Prosjektet foreslår ikke å endre noen flomveier, men det foreligger muligheter for det dersom veigeometrien i noen kryss justeres.

Foreslåtte løsninger er utarbeidet i samråd med Trondheim kommune byggeplan og kommunalteknikk samt andre relevante fagområder. Endelige overvannsløsninger vil avhenge i stor grad av hvor mye areal som blir disponibelt.

Forprosjektet har også hensyntatt innspill fra følgende grunnlag:

- Brannvannsnotatet fra Trondheim kommune kommunalteknikk datert 17.04.2023
- Møterefaterat mellom Trondheim kommune og Rambøll datert 24.03.2023
- Notat med VA-innspill fra Trondheim kommune datert 26.05.2023
- Befaring og innmålingsdata 10.05.2023
- Øvrige fortløpende tilbakemeldinger og innspill fra Trondheim kommune

1.3 Prosjektinndeling

Prosjektets plangrense strekker seg omtrent 500 meter gjennom hele Gyldenløves gate. Rambøll har valgt å dele prosjektet inn i tre strekninger basert på hvordan VA-nettet i området er bygd opp:

Strekning 1 – Kirkegata – Øvre Møllenberg gate

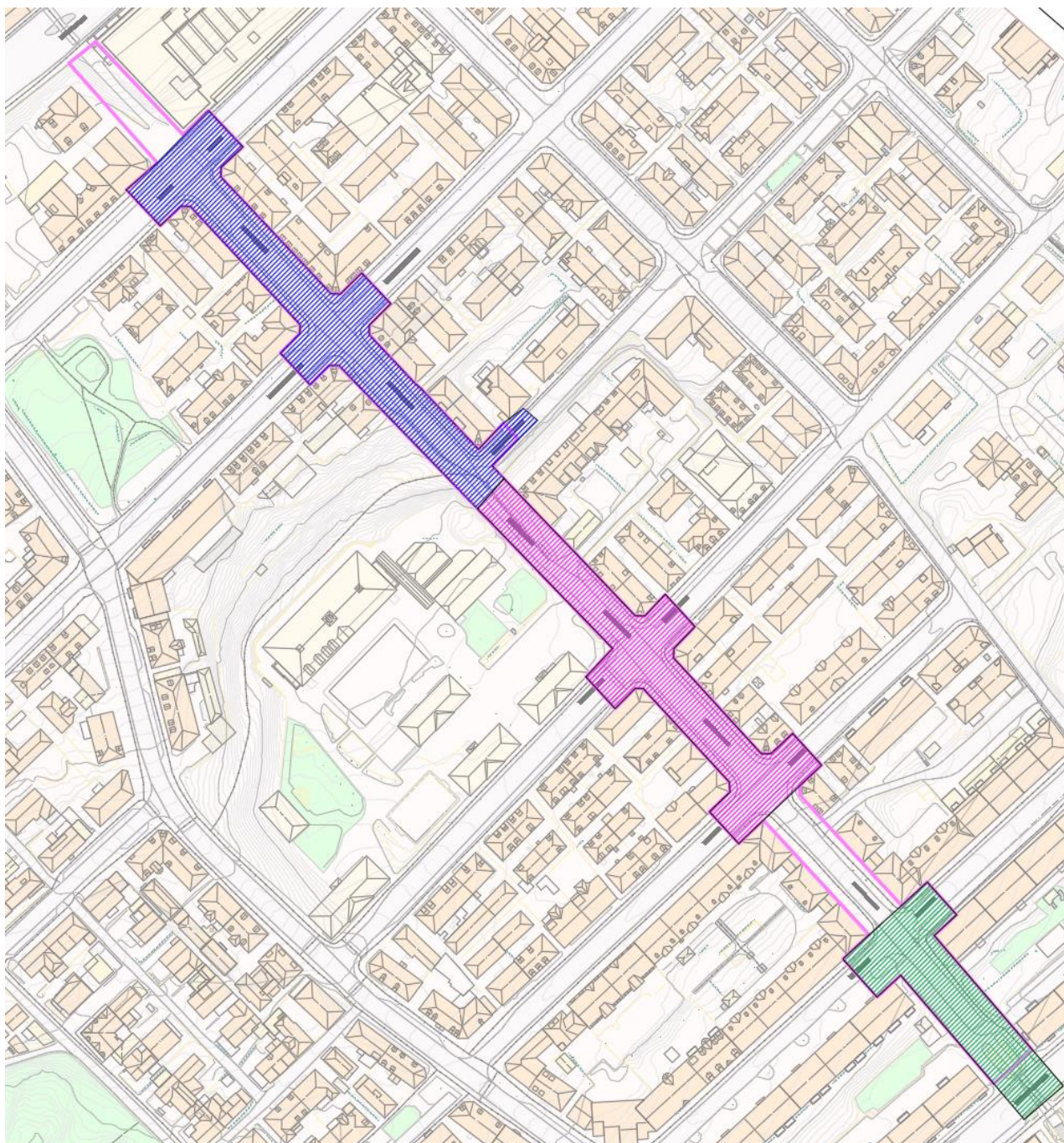
Plangrensen begynner ved Innherredsveien, men ettersom det ikke er noen kommunal VA-infrastruktur lengre ned enn Kirkegata, så tar ikke denne rapporten for seg den delen. VA-nettet er sammenhengende opp til Øvre Møllenberg gate. Gravitasjonsrør i strekning 1 går ut av plangrensen i nordøst retning i Kirkegata.

Strekning 2 – Øvre Møllenberg gate – Båhus gate

Fra Øvre Møllenberg gate og opp gangvegen langs Bispehaugen skole er det ikke noen kjente VA-ledninger. I Weidemanns vei, så pågår det et eksisterende prosjekt i regi av kommunalteknikk, som blant annet fornyer vannledning i krysset mellom Weidemanns vei og Gyldenløves gate. Gravitasjonsrør i strekning 2 går ut av plangrensen i nordøst retning i Weidemanns vei. Partiet mellom toppen av gangvegen langs Bispehaugen skole og bort til Weidemanns vei er det eneste partiet hvor Gyldenløves gate ikke faller ned mot Nidelva.

Strekning 3 – Haldens gate – Stadsing. Dahls gate

Mellom Båhus og Haldens gate ble det separert og lagt nytt VA-nett i 2020, dette strekket er derfor ekskludert i prosjektet for VA. Det er ingen videre separering i strekning 3, men det er foreslått trinn 1 overvannshåndtering og en fornyelse av en vannledning. Overvann tilkobles anlegget fra 2020, som går ut i sørvestlig retning i Båhus gate.



Figur 1 - Strekning 1 i blått skravert, strekning 2 i rosa skravert og strekning 3 i grønt skravert. Plangrense i rosa strek.

2 EKSISTERENDE SITUASJON

2.1 Strekning 1, Kirkegata – Øvre Møllenbergs gate

I Kirkegata ligger det i dag en DN400 vannledning (VL 400), en VL 150 og en DN500 felles avløpsledning (AF 500). Det er også en VL 150 og en AF 225 som ikke er i bruk. Gaten har et fall på 1-1,5% i nordøstlig retning. Området har vannledninger i to ulike trykksoner. I krysset med Gyldenløves gate og oppover ligger det en VL 100 og en AF 225, disse er tilkoblet lignende ledninger som går i Nedre Møllenberg gate.

Videre opp mot Øvre Møllenberg gate går det ingen gjennomførende vannledning, men kun en AF 225. I henhold til kartdata fra kommunen, denne AF-ledningen går opp til bygården som står på en høyde ovenfor Øvre Møllenberg gate. Dersom AF-ledningen går opp slik ledningskartet viser, så betyr det en nærmest loddrett trasé bak en mur. Kommunen eller Rambøll har ikke lyktes med å kamerakjøre eller påvise denne AF-ledningen noe lengre opp enn kum 6878 i Nedre Møllenberg gate.

2.2 Strekning 2, Øvre Møllenberg – Båhus gate

Det er ingen kjente VA-ledninger opp langs fortauet fra Øvre Møllenberg gate, men fra bygården over Øvre Møllenberg gate går det en kommunal VL 100 tett på huset til brannvannskum 6925. Vannledningen har tidligere hatt problemer med lekkasje. Kum 14236 kunne ikke påvises på befaring og det er ikke klart om denne kummen har noen funksjon i dag. DN100 vannledning går videre til krysset i Weidemanns vei. Gyldenløves gate har motfall like nordvest for krysset i Weidemanns vei.

I Weidemanns vei går det en gjennomgående VL 150, samt en AF 375 i nordøstgående retning. I et pågående prosjekt i Weidemanns vei skal VA fornyes og det legges ny vannledningstrasé fra sørvest til og med vannkum 14229 som erstattes med ny kum. Dette prosjektet i Gyldenløves gate kobles til ny vannkum ved å koble til utlagte stikk i begge retninger. Dette pågående prosjektet i Weidemanns vei er i byggeplan på samme tidspunkt som prosjektet i Gyldenløves gate er i reguleringsplan, det antas dermed at prosjektet i Weidemanns vei blir ferdigstilt innen Gyldenløves gate kommer til byggeplan.

Fra krysset i Weidemanns vei og oppover går det en VL 100 og en AF 300 opp mot krysset i Båhus gate. Fra Båhus gate, gjennom Gyldenløves gate og opp til Haldens gate ble det lagt nytt separert VA-anlegg i 2020, dette prosjekter planlegger derfor ingen tiltak i dette området. Overvann på dette strekket føres i ledningsnett sørvestover i Båhus gate.

2.3 Strekning 3, Haldens gate – Stadsing. Dahls gate

Fra Haldens gate går det en VL 225 fra 1922 fra det anlegget bygd i 2020 og opp til Stadsing. Dahls gate. Denne ledningen har en historikk med lekkasjer.

Under Stadsing. Dahls gate går det en gangkulvert som fungerer både som en flomvei og som et naturlig fordrøyningsmagasin under ekstreme nedbørshendelser.

2.4 Andre forhold

2.4.1 Grunnforhold

Fra det pågående prosjektet i Weidemanns vei, så har det vært mye problematikk rundt dårlige grunnmasser, noe som har ført til at mesteparten av VA-traséen må graves med spunt. Det er rimelig å anta at deler av Gyldenløves gate, spesielt ved Bispehaugen skole er utsatt for lignende grunnforhold.

Fagkyndig geotekniker må involveres for å vurdere gravemetodikk, graveskråninger og andre forhold som kan oppstå i Gyldenløves gate.

2.4.2 Kabler og annen infrastruktur

Det ligger fjernvarme i Gyldenløves gate gjennom hele prosjektområdet. Det må koordineres med Statkraft for å avklare hensyn og avstand til VA-trasé. Fjernvarmetraséen ligger i hovedsak i sørvestsiden av Gyldenløves gate. Kart kan hentes fra: <https://www.statkraftvarme.no/om-statkraftvarme/fjernvarmeanlegg/trondheim/>.

Det er også en del trekkerør, fiber, lav og høyspent i tiltaksområdet. Disse er vist på tegning H201-H204.

3 FREMTIDIG SITUASJON

3.1 Generelt

Kapittel 3 utdyper og forklarer foreslåtte løsninger, mens kapittel 5 tar for seg mer detaljerte beregninger for overvann.

3.1.1 Vannforsyning og slokkevann

Samtlige nye vannkummer i prosjektområdet skal ha manifold og stikk for forbruksvann greines ut ifra vannkummene med rør i rør løsninger.

Tiltaksområdet består av vesentlige høydeforskjeller. Dette notatet tar utgangspunkt i kapasitetsberegninger utført av Trondheim kommune i 2023. Foreslåtte vannledningsdimensjoner er beregnet til å være tilstrekkelig for å dekke brannvannsuttak. Dersom noe har endret seg i området, så må nye kapasitetsberegninger ut ifra eksisterende vannledningsnett legges til grunn.

3.1.2 Separering av felles avløp

Det er tiltenkt å separere felles avløpsledninger gjennom hele prosjektområdet i Gyldenløves gate, men det vil fortsatt være områder hvor separerte ledninger må kobles inn på AF-ledninger da det på nåværende tidspunkt ikke eksisterer andre løsninger. Nytt anlegg skal bygges på en slik måte at det kan enkelt kobles om når nedstrøms AF-ledninger blir separert i framtiden.

3.1.3 Overvannshåndtering

Trinn 1 av overvannshåndteringen inkluderer planer om å bygge flere regnbed og terskler i rennene for å forsinke avrenningen. Tegning H101-H104 viser mulige områder for regnbed. Endelig plassering og utforming av regnbed vil bli bestemt i samråd med Trondheim kommune, LARK og RIVeg under detaljprosjekteringen. Valg av lokasjon for regnbed vil avhenge av tilgjengelig areal som i dag benyttes til parkering, fortau og/eller andre veiformål. Det kan være mest aktuelt å føre overvann som ikke har vært i kontakt med vegsalt i regnbedene avhengig av vegetasjonen i bedene. Trondheim kommune har ønsket ikke at vann fra takrenner føres ut åpent på fortau i renner, da dette gir problematikk med is om vinteren. Planområdet har mye leire og infiltrasjon i grunn er dermed mindre aktuelt, eventuelle regnbed må ha egen drenering i bunn. Dimensjonering av regnbed tar utgangspunkt i 10cm dypde vannspeil, 40cm matjord for mulighet til å gro lettere vegetasjon utover gress og et 20cm dreneringslag. For ytterligere forklaring på beregningsmetodikk, se kapittel 5.1.

Trinn 2 av overvannshåndteringen foreslår et område for et nedgravd fordrøyningsmagasin ved bunnen av Gyldenløves gate ved Kirkegata og ved Weidemanns vei. Det vil være nødvendig med ytterligere undersøkelser for å kontrollere om det er tilstrekkelig ledig areal og vurdere kostnadseffektiviteten av tiltaket. På grunn av begrenset tilgjengelig areal og den topografiske situasjonen, er det ikke planlagt å etablere åpne vannspeil innenfor prosjektområdet.

Trinn 3 av overvannshåndteringen i Trondheim kommunes VA-norm beskriver at det skal tilrettelegges for trygge flomveier. Prosjektet planlegger ikke å endre på noen av de eksisterende flomveiene. Med unntak av en kort strekning nordvest for krysset Gyldenløves gate / Weidemanns vei ved Bispehaugen skole, så heller hele Gyldenløves gate i nordvestlig retning ned mot Innherredsveien. Ettersom Båhus og Haldens gate har takfall, så fører dette til at noe flomvann som renner langs kantstein i Gyldenløves gate skjæres av og føres ned en av parallellgatene, disse gatene er tilsynelatende like godt rustet til å ta flomvann som Gyldenløves gate. Dersom det er ønskelig at Gyldenløves gate skal være en kontinuerlig flomvei, så må veigeometrien endres i kryssene ved Haldens og Båhus gate. Overvannet vil uansett avskjæres ved Bispehaugen skole. Prosjektområdet tar imot flomvann fra andre arealer

oppstrøms for prosjektet, dette er nærmere beskrevet senere i kapittelet. Dersom eksisterende flomveier endres, så må det utføres en grundigere evaluering av eventuelle konsekvenser av ny flomvei. Møllenberg har mange kjellere, lysgraver og annen bebyggelse som kan være sårbare for flomvann.

3.2 Strekning 1, Kirkegata – Øvre Møllenbergs gate

3.2.1 Vannforsyning og slokkevann

Ny vannkum VK1 settes på eksisterende VL 150 i krysset Kirkegata/Gyldenløves. VK1 kommer til å være rundt 0,5m fra eksisterende hovedvannledning i Kirkegata, det er i den forbindelse utarbeidet en ROS-analyse for arbeider ved hovedvannledningen som et vedlegg til denne rapporten. Fra VK1 og opp mot Nedre Møllenberg gate legges ny VL 150 og eksisterende VL 100 legges ned. VK2 settes i krysset Nedre Møllenberg gate/Gyldenløves gate med brannventil, eksisterende vannkum 6866 nedlegges og eksisterende ledning nordøst tilkobles nytt system.

Fra VK2 legges ny VL 150 opp til Øvre Møllenberg gate, hvor VK4 med brannventil settes og erstatter eksisterende kum 307540. Eksisterende VL 150 kobles til VK4 for å danne ringsystem, andre stikk til boliger må også ivaretas. Ny VL 150 vil også bidra til å øke brannvannskapasiteten i Øvre Møllenberg gate.

3.2.2 Separering av felles avløp

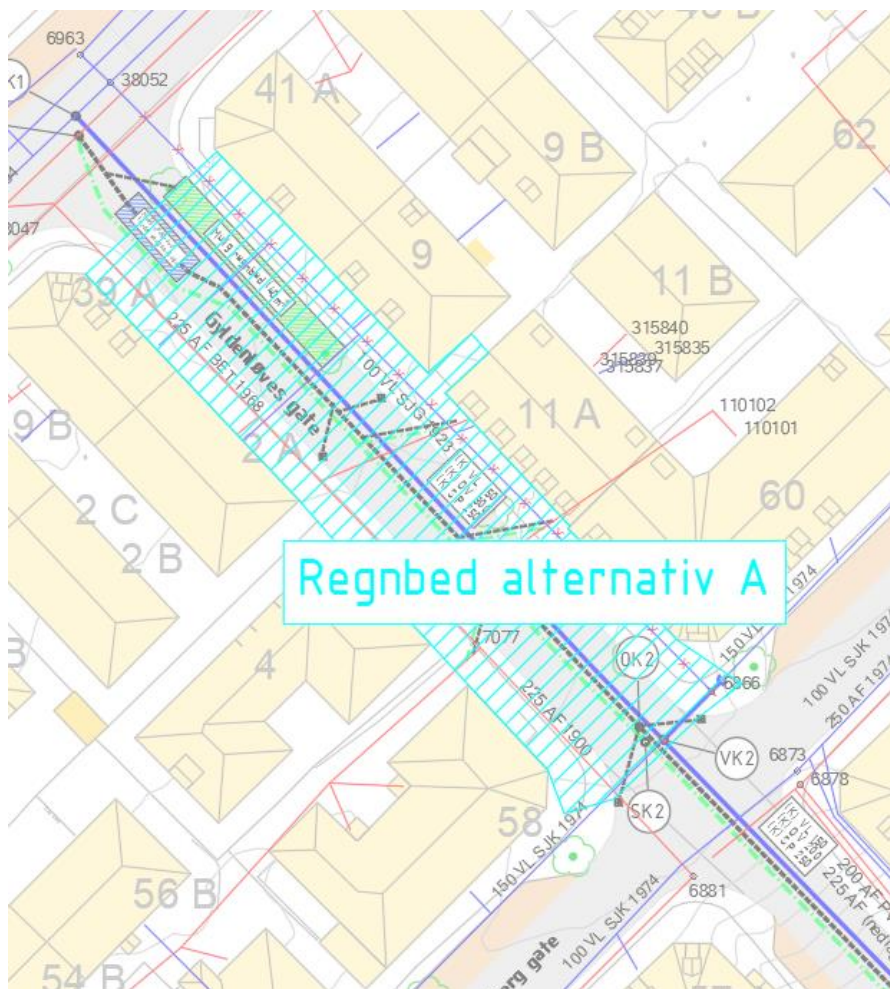
Det legges ny OV og SP i Gyldenløves gate fra Kirkegata og opp til Øvre Møllenberg gate. Det settes kummer i kryssene, og eventuelle stikk må påvises og ivaretas. Eksisterende AF 225 mellom Kirkegata og Nedre Møllenberg gate må forbli i drift da den fortsatt har tilkoblede boliger i Nedre Møllenberg gate, det er likevel ønskelig å flytte stikkene som går i Gyldenløves gate over på nytt separert anlegg, slik at AF-ledningen kan kobles ut i framtiden.

Eksisterende AF 200/225 fra kum 6878 i Nedre Møllenberg gate legges ned oppover i Gyldenløves gate og erstattes med separert anlegg opp til Øvre Møllenberg gate. Eventuelle stikk må ivaretas. Stikk fra bygård over Øvre Møllenberg gate må påvises og ivaretas, det er i dag usikkert hvor avløpet fra dette bygget går.

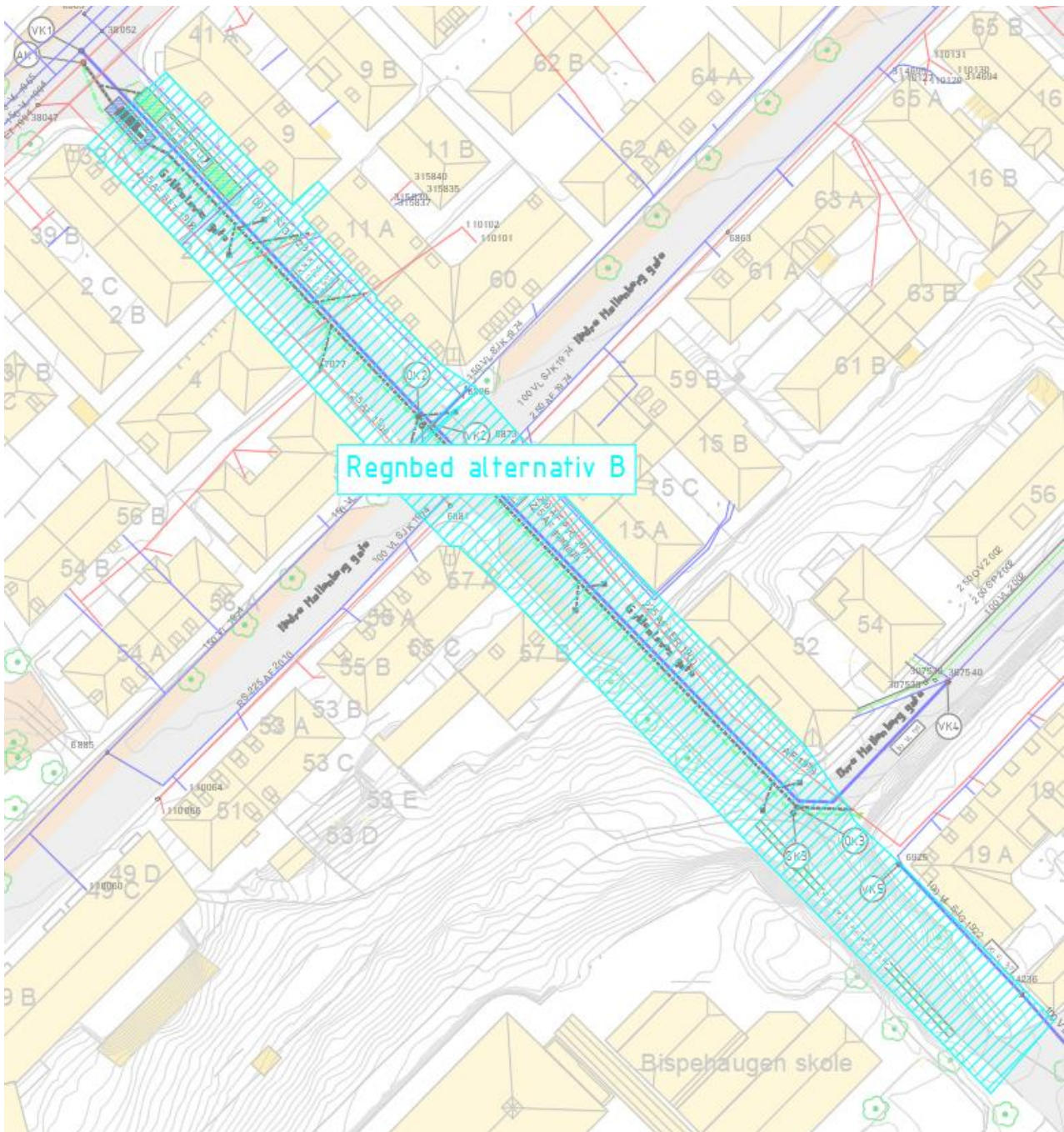
Alt separert overvann og spillvann i strekning 1 ender til slutt opp på AF 500 i Kirkegata. Den mest gunstige løsningen for avløpsnettets ville vært å føre overvannet gjennom solsiden og ut til Nidelva. Men når man ser på helhetsbildet, så vil det ha en høy anleggs- og samfunnskostnad å føre en overvannsledning fra Kirkegata og ut til elva. Innherredsveien er en viktig vei både for bilister, men også for kollektivtrafikk, veien har en ÅDT på 7500 (SVV Vegkart). Gravefrie løsninger er også ansett som kompliserte på grunn av tett bebyggelse, havnivå og mye infrastruktur i bakken. Det vil også være nødvendig å føre eventuelle overvannsrør ut forbi havnebassenget som i dag fungerer som skøytebane på vinteren. Dermed er den valgte løsningen å føre spill- og overvann inn på AF500, som kan igjen separeres på et senere tidspunkt. Et økt fokus på fordrøyning og infiltrasjon vil redusere dagens påslipp på AF-ledningen.

3.2.3 Overvannshåndtering

Det første kvartalet i Gyldenløves gate mellom Kirkegata og Nedre Møllenberg gate er det et fall på 3,5-4%. Det er mulig å anlegge både regnbed som trinn 1 håndtering av overvann, samt nedgravd fordrøyningsmagasin som trinn to i overvannshåndteringen. Avhengig av dybde, filtermediet og oppbygning av regnbed samt plassering av sluk, så vil det være mulig å samle deler av felt 1-1 og felt 1-3 til regnbed. Dersom man tar utgangspunkt i parametere angitt i kapittel 3.1.3, så vil nødvendig areal for regnbed være 13m² for alternativ A, og 36 m² for alternativ B. Nødvendig fordrøyningsvolum etter regnbed vil være 50,5m³ for alternativ A og 43,3m³ for alternativ B, maksimal videreført vannmengde er 8,9l/s.



Figur 2 - Regnbed i felt 1, nedslagsareal A (liten)

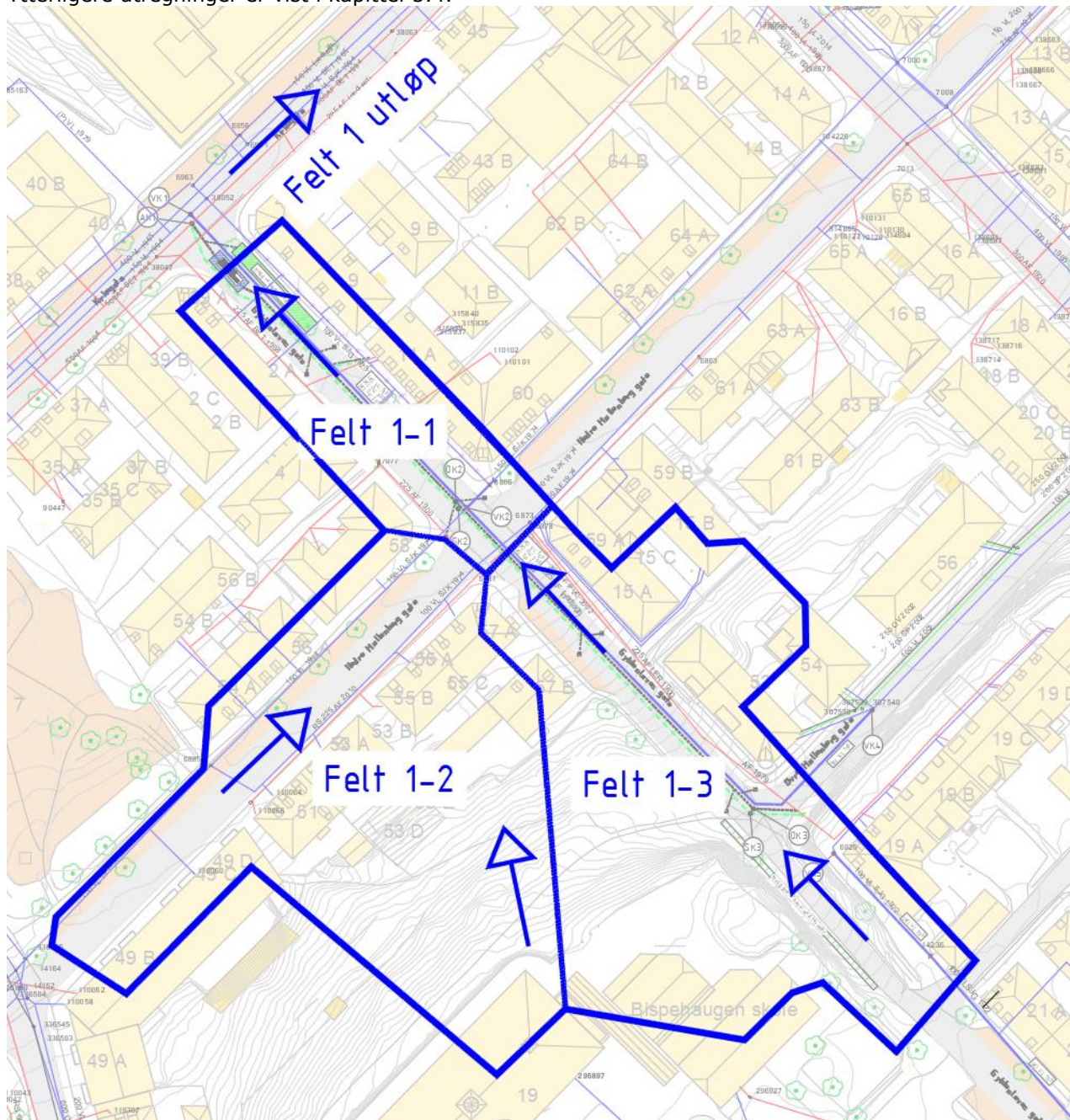


Figur 3 - Regnbed i felt 1, nedslagsareal B (stor)

Gyldenløves gate har et fall på 17-19% mellom Nedre Møllenberg gate og opp til Bispehaugen skole. På denne strekningen vil det være mer aktuelt med en åpen kanal eller grøft med terskler/trinn for å fordrøye og dempe hastigheten på overvannet. Eksakt utforming og plassering må avklares i samråd med LARK i detaljeringsfasen.

Nedbørfeltet for strekning 1 er vist i Figur 4. Figuren viser overflateavrenning, i felt 1 er overflateavrenning nokså lik ledningsnettets. For regnbed i Gyldenløves gate mellom Kirkegata og Nedre Møllenberg gate (Felt 1-1) vil det ved normalnedbør kun være mulig å ta inn en mindre del av dette nedbørfeltet da resten vil gå i sluk. Et eventuelt fordrøyningsmagasin vil dekke 90% av feltet. Prosjektet planlegger ikke å endre på noen flomveier i området.

Ytterligere utregninger er vist i kapittel 5.4.



Figur 4 - Nedbørfeltet som går gjennom Gyldenløves gate og ut i Kirkegata. Gjelder for overflateavrenning.

3.3 Strekning 2, Bispehaugen skole – Båhus gate

3.3.1 Vannforsyning og slokkevann

VK5 erstatter eksisterende brannkum 6925 ved bygården over Øvre Møllenberg gate. Tilhørende eksisterende vannledning VL 100 SJG (1922) har en historie med driftsproblematikk og erstattes eller utblokkas med ny VL 150 fram til krysset Gyldenløves gate / Weidemanns vei hvor ledningen kobles til utlagt stikk fra det pågående prosjektet i Weidemanns vei. Eksisterende VL 100 har ifølge kartdataen fra kommunen en vannkum (14236) like ved en garasje, denne kummen ble ikke funnet på befaring og det er usikkert om den fortsatt er i drift. Dersom kummen er i drift, så må også denne erstattes og eventuelle stikk ivaretas. Traséen følger veldig tett på eksisterende bebyggelse og det må gjøres videre vurderinger på risiko for undergraving av grunnmurer samt hvordan ledningen kan legges. Grøftekasser, utblokking og isolert grunt rør er alternativer som må vurderes nærmere i neste fase.

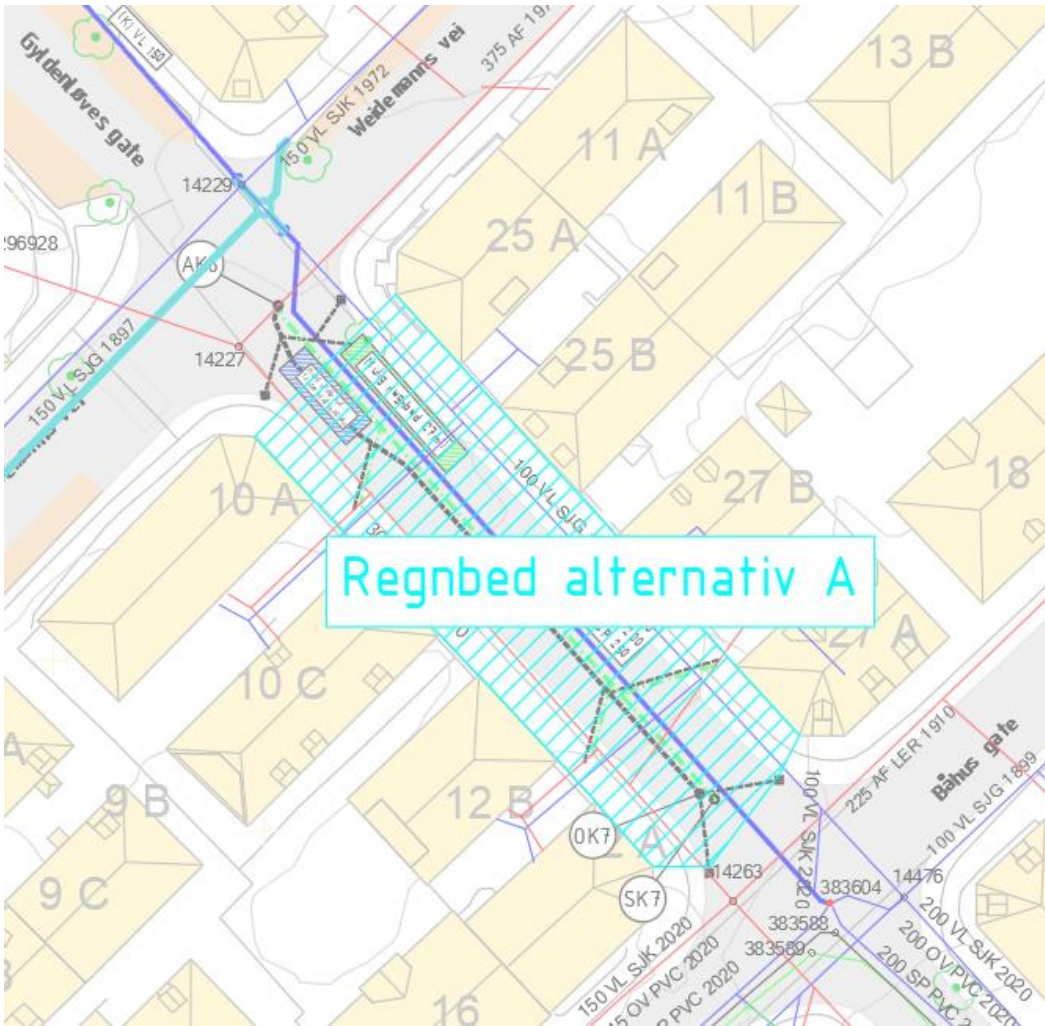
Fra Weidemanns vei erstattes eller utblokkes eksisterende VL 100 SJG (1899) med VL 150 fra utlagt stikk fra prosjektet i Weidemanns vei og opp til Båhus gate. I Båhus gate ble kum 383604 bygget i 2020 med VL 100 lagt i retning Weidemanns veg, VL 150 kobles til kum dersom mulig, eventuelt må 383604 erstattes med ny kum.

3.3.2 Separering av felles avløp

Mellom Weidemanns veg og Båhus gate går det en AF 300 (1910) som legges ned og erstattes av nytt overvann- og spillvannsrør. SK7 og OK7 settes i høyeste punkt hvor stikk fra bygg kobles på, stikk som da ikke blir med anlegget fra 2020. I bunn av traséen i Weidemanns vei, så kobles enten stikkene på eksisterende AF 375, eventuelt i nytt anlegg i Weidemanns vei. Dette må avklares i samråd med kommunalteknikk i en senere fase.

3.3.3 Overvannshåndtering

Tegning H103 foreslår plassering for regnbed mellom Weidemanns vei og Båhus gate som kan benyttes som trinn 1 i overvannshåndteringen. Bruk av regnbed i dette området er ansett som ekstra gunstig dersom separert anlegg tilknyttes eksisterende AF 375 og ikke nytt separert system sørvest i Weidemanns vei. Avhengig av dybde, filtermediet og oppbygning av regnbed samt plassering av sluk, så vil det være mulig å samle deler av felt 2-2, 2-3 og 2-4 til regnbed. Dersom man tar utgangspunkt i parametere angitt i kapittel 3.1.3, så vil nødvendig areal for regnbed være 9m² for alternativ A, og 27 m² for alternativ B. Nødvendig fordrøyningsvolum etter regnbed vil være 34,6m³ for alternativ A og 31,3m³ for alternativ B, maksimal videreført vannmengde er 6,1l/s.

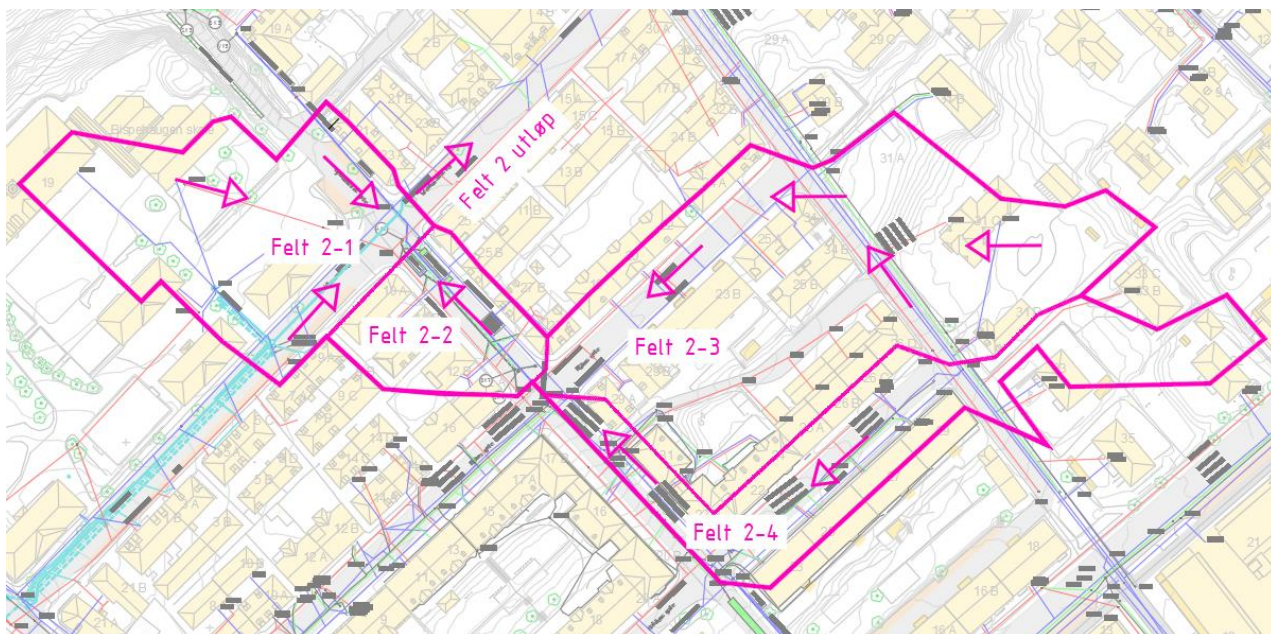


Figur 5 - Regnbed i felt 2, nedslagsareal A (liten)

Nedbørfeltet for strekning 2 er vist i Figur 7. Figuren viser overflateavrenning, i felt 2 er ledningsnettutformet litt annerledes enn overflateavrenningen, det er kun i felt 2-1 og 2-2 at overvannsledningene ender opp i Weidemanns vei. Gyldenløves gate har fall i sørøstlig retning forbi Bispehaugen skole, mens det er 2-3% fall mellom Weidemanns vei og Båhus gate, og 8-9% fall videre opp til Haldens gate. I en flomsituasjon, så vil vannet i hovedsak gå ut Weidemanns vei i nordøstlig retning, noe flomvann som ikke er medtatt i beregningene vil gå ut Båhus gate i sørvestlig retning.

Området har flere kryss hvor flomvann kan enten skjæres av eller gå rett ned mot Innherredsveien. Dette avhenger av vannhastighet, dybde og utforming av fallet på veien i kryssene. Spesielt i krysset mellom Gyldenløves gate og Båhus gate er det i dag marginer som fører noe av vannet til Båhus gate, mens resten går videre ned Gyldenløves gate. Ved en ekstrem flomhendelse vil grensen mellom delfelt 2-4 og området like vest bli noe mer diffus. Det samme gjelder mellom krysset i Rosenberg gate og Båhus gate, ved en ekstrem flomhendelse vil trolig en del av felt 2-3 gå videre ned Rosenberg gate. Det er ikke planlagt å endre på veigeometrien på noen måte som kan endre dagens flomveier i forprosjektfasen.

Ytterligere utregninger er vist i kapittel 5.4.



Figur 7 - Nedbørfeltet som går gjennom Gyldenløves gate og ut i Weidemanns vei. Gjelder for overflateavrenning.

3.4 Strekning 3, Haldens gate – Stadsing. Dahls gate

3.4.1 Vannforsyning og slokkevann

Eksisterende VL 225 SJG (1922) mellom Haldens gate og Stadsing. Dahls gate har en historikk med lekkasjer og skal derfor byttes ut med ny VL 200. Ny vannkum med ny rørstuss ble satt i Haldens gate i 2020 og det er tenkt at denne vannkummen kan bevares og ny vannledning kobles til utlagt vannrør fra kummen. VK8 settes i Stadsing. Dahls gate og erstatter dagens kum 344304. Stadsing. Dahls gate er en fylkesvei med 8000 ÅDT (SVV Kart). Fremgangsmetoder for graving og eventuell bruk av gravefrie løsninger må vurderes i samråd med fylkeskommunen og kommunalteknikk for å minimere hindring av trafikk.

3.4.2 Separering av felles avløp

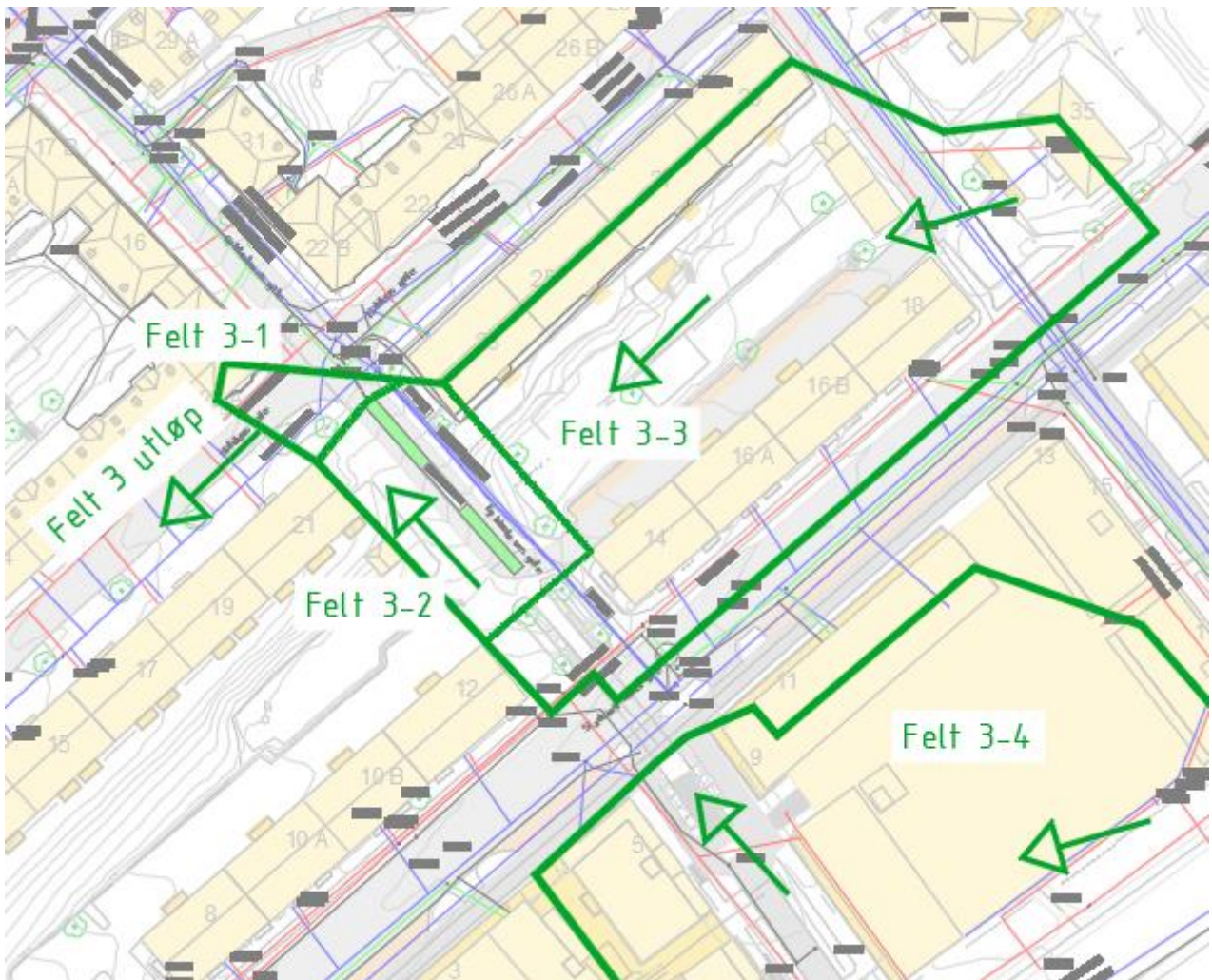
Strekning 3 inneholder ingen separering av avløp.

3.4.3 Overvannshåndtering

Nedbørfeltet for strekning 3 er vist i Figur 8. Feltet består av et areal på 16500 m² på nordsiden av Stadsing. Dahls gate og et større felt på 220 000 m² (anslag basert på Scalgo Live) på sørsiden av Stadsing som ikke er koblet sammen med kommunal VA, men som likevel vil komme inn i Gyldenløves gate gjennom en gangkulvert under Stadsing. Dahls gate i en eventuell flomsituasjon. Nedbørfeltet har en trolig avrenning sørvest i Haldens gate, men noe flomvann kan renne videre nedover Gyldenløves gate, dette avhenger av vannets hastighet og dybde. Dette kan tilpasses ved å endre veigeometrien i krysset Gyldenløves gate / Haldens gate. Det er ikke planlagt å endre på veigeometrien på noen måte som kan endre dagens flomveier i forprosjektfasen av prosjektet. Prosjektet har vurdert å stenge gangkulverten, men fra et VA-faglig perspektiv er den ansett som nyttig da den fungerer både som en flompassasje og som et fordrøyningsmagasin i en flomsituasjon.

Tegning H104 foreslår plassering av et lengre regnbed mellom Haldens gate og Stadsing. Dahls gate, dette regnbedet vil fungere som trinn 1 i overvannshåndteringsstrategien til kommunen og føre vannet videre til overvannsledning fra 2020. I dette området er effekten av et regnbed begrenset når det kommer til forsinkelse av overvann ettersom det er vanskelig å få transportert noen vesentlig vannmengde til regnbedet.

Ytterligere utregninger er vist i kapittel 5.4.



Figur 8 - Nedbørfeltet som går ut gjennom Gyldenløves gate og ut i Haldens gate. Gjelder for overflateavrenning.

4 FORVALTNING, DRIFT OG VEDLIKEHOLD

4.1 Tilkomst til VA-anlegg

VA-anlegget bør bygges på en måte som gjør det enklest mulig å nå driftspunkter. Dette innebærer at kumlukk plasseres utenfor parkeringsareal dersom mulig og helst utenfor områder som brukes som snøopplagring. Anlegget må også være mulig å grave opp igjen uten å skade nærliggende bygninger eller annen infrastruktur.

4.2 Tilrettelegging for trykkprøving, pluggkjøring og kloring

VA-anlegget må bygges på en måte som gjør det mulig å trykkprøve, pluggkjøre og klore. Tilstrekkelig med serviceventiler, tømmeventiler og kumdrenering må anlegges i henhold til Trondheim kommunes VA-norm.

5 BEREGNINGER

5.1 Metode, generelt

Rambøll har i forprosjektet gjort beregninger på vannmengder og nødvendige dimensjoner på ledningsnett og ulike overvannstiltak. Alle beregninger må kontrolleres og regnes over på nytt i byggeplan.

5.2 Metode, vannledninger

Dimensjoner på vannledninger er basert på forslag fra Trondheim kommune, inkludert beregninger på brannvannskapitet. Øking av dimensjoner gjøres for å forbedre slokkevannkapiteten, det er ikke antatt at området kommer til å ha noen ny industri eller vesentlig økning i normalt vannforbruk.

5.3 Metode, spillvann

Dimensjoner på spillvannsrør er satt basert på erfaringstall og telling av boliger. Samtlige strekninger har et begrenset antall boliger som blir tilknyttet spillvannsnettet.

5.4 Metode, overvann

Beregningsmetodikk for overvann tar utgangspunkt i Trondheim kommunes VA-norm vedlegg 5 (15.12.2022), inkludert IVF-tabell for l/s*ha. Samtlige nedbørfelt har et areal på mindre enn 50 hektar, rasjonell metode er derfor brukt i alle overvannsberegninger.

Prosjektet har blitt delt inn i tre nedbørfelt, som videre er delt inn i 3-4 delfelt. Feltene er basert på overflateavrenning. Konsentrasjonstiden er satt til 5-20 minutter avhengig av lengden og høydedifferansen på feltene. De fleste felt er dimensjonert for trinn 2, altså inn på kommunalt ledningsnett eller til fordrøyning, da er gjentaksintervall på 20 år (Q20) benyttet. Samtlige felt er også dimensjonert for trinn 3, altså en flomhendelse med gjentaksintervall på 100 år (Q100). Felt 1-1, 2-2 og 3-2 har regnbed. Kun felt 1 og felt 2 har beregninger for regnbed og fordrøyning da felt 3 har et svært lite nedslagsfelt oppstrøms tilkoblingspunktet ut av prosjektområdet. Regnbed i felt 3 er prosjektert primært for estetiske grunner.

5.4.1 Regnbed

Det er flere måter man kan utforme et regnbed, man kan variere dybden på dreneringslaget, filterlaget og det åpne volumet over massene. Man kan også velge masser med forskjellig porevolum.

Beregningene for regnbed har lagt parametrene fra Trondheim kommunes VA-norm til grunn, altså et regnskylt på 5mm/10min som tilsvarer 83,33 l/s*ha. Ettersom dimensjonerende regnintervall er definert og det velges en volumbasert løsning, så har formelverket i «New York State Stormwater Management Design Manual» blitt benyttet framfor Oslo kommunes faktaark. Beregningene er for volumbaserte løsninger da stedlige masser er ikke permeable.

New York State Stormwater Management Design Manual

$$A_{regnb\ddot{e}d} = \frac{A_{felt} * C * P}{h_{maks} + (n_f * h_f) + (n_d * h_d)}$$

$$WQV \leq V_{SM} + V_{DL} + (D_p \times A_{RG})$$

$$V_{SM} = A_{RG} \times D_{SM} \times n_{SM}$$

$$V_{DL} \text{ (optional)} = A_{RG} \times D_{DL} \times n_{DL}$$

where:

V_{SM} = volume of the soil media [cubic feet]

V_{DL} = volume of the gravel drainage layer [cubic feet]

A_{RG} = rain garden surface area [square feet]

D_{SM} = depth of the soil media, typically* 1.0 to 1.5 [feet]

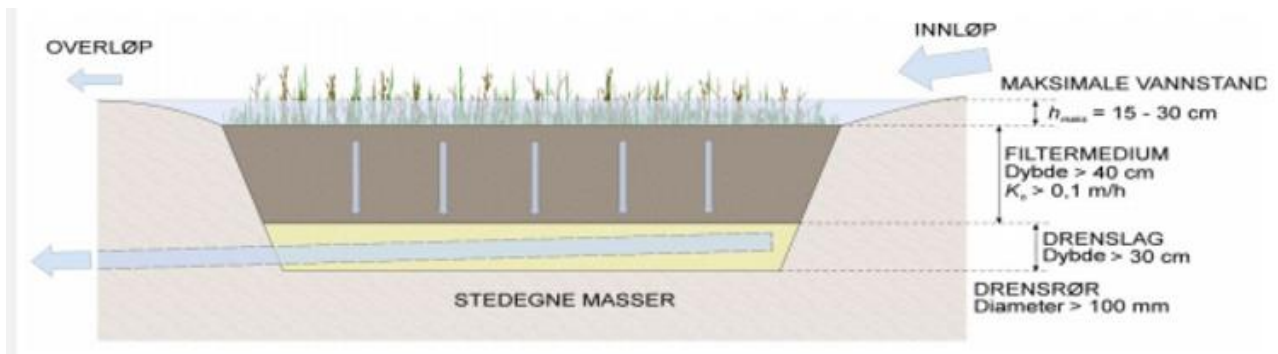
D_{DL} = depth of the drainage layer, minimum 0.5 [feet]

D_p = depth of ponding above surface, maximum 0.5 feet [feet]

n_{SM} = porosity of the soil media ($\geq 20\%$)

n_{DL} = porosity of the drainage layer ($\geq 40\%$)

WQV = Water Quality Volume [cubic feet], as defined in Chapter 4



Figur 9 - Prinsippskisse av regnb\ddot{e}d

Videre så er følgende parametere for regnbed lagt til grunn i beregningene:

Tillatt oppstuvning	hmaks	0,1
Dybde filterlag	hf	0,4
Dybde drenslag	hd	0,2
Porevolum filterlag	nf	20 %
Porevolum drenslag	nd	30 %
Filtermediet		Finsand
Hydraulisk konduktivitet, Anbefalt		3,6 - 36
Hydraulisk konduktivitet, Valgt	Kh	10

Manualer i utlandet anbefaler ofte lavere hydraulisk konduktivitet enn 10 cm/t, men for nordiske forhold anbefales det å bruke et filtermedium med 10 cm/t. Dette for å sikre gode drenerende forhold mtp. frost og for å forhindre betongfrost. Metoden forutsetter en høyere infiltrasjonskapasitet på stedlige underliggende masser, eventuelt bruk av drenerør som i dette tilfellet.

Geometriske parametere kan tilpasses etter behov for tilgjengelig areal og volum i grunn.

5.4.2 Fordrøyningsmagasin

Nedbørfeltet benyttet for fordrøyningsberegningene er lik nedbørfeltet for flomhendelser, bare at det er avgrenset innen planområdet. Det er utført beregninger på maksimal videreført vannmengde med mengderegulator (70%) i henhold til Trondheim kommunes VA-norm vedlegg 5. Nødvendig volum på fordrøyningsmagasin er beregnet i henhold til VA Miljøblad 69, volum i regnbed er trukket i fra volum i fordrøyningsmagasin.

5.5 Utregninger Overvann

5.5.1 Nedbørfelt 1

5.5.1.1 Regnbed

Regnbed felt 1, alternativ A			
Areal / Avrenningsfaktor			
Type	Areal (m ²)	Koeffisient	Ared (m ²)
Tak, vei (tette flater)	950	0,90	852
Gummidekke, belegg	0	0,70	0
Grønne tak (sedum), grus	0	0,60	0
Gress, grøntområder (permeabel)	0	0,30	0
Sum areal / Avr. Koeff	947	0,90	852
Afelt - Sum areal (ha)	0,09		0,09
Resultat			
Regnbed areal	A _{regnbed}	18	m ²
Volum	V _{regnbed}	4,3	m ³
Andel av nedbørsfelt	f	1,3	%
Infiltrasjon	Q _{inf}	0,3	l/s

Regnbed felt 1, alternativ B			
Areal / Avrenningsfaktor			
Type	Areal (m ²)	Koeffisient	Ared (m ²)
Tak, vei (tette flater)	2500	0,90	2167
Gummidekke, belegg	0	0,70	0
Grønne tak (sedum), grus	0	0,60	0
Gress, grøntområder (permeabel)	200	0,30	495
Sum areal / Avr. Koeff	4058	0,66	2662
Afelt - Sum areal (ha)	0,41		0,27
Resultat			
Regnbed areal	A _{regnbed}	48	m ²
Volum	V _{regnbed}	11,5	m ³
Andel av nedbørsfelt	f	1,3	%
Infiltrasjon	Q _{inf}	0,6	l/s

5.5.1.2 Fordrøyning

Nedbørfelt 1 Fordrøyning, videreført Q		
Areal, m ²	3925	m ²
Areal, ha	0,39	ha
Area tette flater	3925	m ²
Area green surface	0	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,30	-
Redusert areal	0,12	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	108	l/s*ha
Q10	12,7	l/s
Klimafaktor	1	-
Q10 med klimafaktor	12,7	l/s
Mengderegulator	70 %	
Q videreført med regulator	8,9	l/s

Nedbørfelt 1 Fordrøyning, volum		
Areal, m ²	3925	m ²
Areal, ha	0,39	ha
Area tette flater	3925	m ²
Area green surface	0	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,90	-
Redusert areal	0,35	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	128	l/s*ha
Q20	45,2	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	63,3	l/s
V fordrøyning (45min regn)	54,8	m ³
V med regnbed (alt A)	50,5	m ³
V med regnbed (alt B)	43,3	m ³

5.5.1.3 Ledningsnett

Nedbørfelt 1 samlet (trinn 2, Q20)		
Areal, m ²	10800	m ²
Areal, ha	1,08	ha
Area tette flater	7200	m ²
Area green surface	3600	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,70	-
Redusert areal	0,76	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	128	l/s*ha
Q20	96,8	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	135,5	l/s
Fall utløpsrør	15	‰
Nødvendig innv. dimensjon	300	mm

Nedbørfelt 1-1 (Trinn 2, Q20)		
Areal, m ²	1610	m ²
Areal, ha	0,16	ha
Area tette flater	1610	m ²
Area green surface	0	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,90	-
Redusert areal	0,14	ha
Konsentrasjonstid	5	min
Intensitet	234	l/s*ha
Q20	33,9	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	47,5	l/s
Fall utløpsrør	30	‰
Nødvendig innv. dimensjon	300	mm

Nedbørfelt 1-2 (Trinn 2, Q20)

Areal, m2	4550	m ²
Areal, ha	0,46	ha
Area tette flater	2850	m ²
Area green surface	1700	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,68	-
Redusert areal	0,31	ha
Konsentrasjonstid	10	min
Intensitet	162	l/s*ha
Q20	49,8	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	69,7	l/s
Fall utløpsrør	50	‰
Nødvendig innv. dimensjon	200	mm

Nedbørfelt 1-3 (Trinn 2, Q20)

Areal, m2	4640	m ²
Areal, ha	0,46	ha
Area tette flater	2740	m ²
Area green surface	1900	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,65	-
Redusert areal	0,30	ha
Konsentrasjonstid	10	min
Intensitet	162	l/s*ha
Q20	49,2	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	68,9	l/s
Fall utløpsrør	75	‰
Nødvendig innv. dimensjon	200	mm

5.5.1.4 Flomhendelse

Nedbørfelt 1 samlet (Trinn 3, Q100)		
Areal, m ²	10800	m ²
Areal, ha	1,08	ha
Area tette flater	7200	m ²
Area green surface	3600	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,70	-
Redusert areal	0,76	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	181	l/s*ha
Q100	136,8	l/s
Klimafaktor	1,5	-
Q100 med klimafaktor	205,3	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

5.5.2 Nedbørfelt 2

5.5.2.1 Regnbed

Regnbed felt 2, alternativ A			
Areal / Avrenningsfaktor			
Type	Areal (m ²)	Koeffisient	Ared (m ²)
Tak, vei (tette flater)	700	0,90	630
Gummidekke, belegg	0	0,70	0
Grønne tak (sedum), grus	0	0,60	0
Gress, grøntområder (permeabel)	0	0,30	0
Sum areal / Avr. Koeff	700	0,90	630
Afelt - Sum areal (ha)	0,07		0,06
Resultat			
Regnbed areal	A _{regnbed}	13	m ²
Volum	V _{regnbed}	3,2	m ³
Andel av nedbørsfelt	f	1,9	%
Infiltrasjon	Q _{inf}	0,4	l/s

Regnbed felt 2, alternativ B			
Areal / Avrenningsfaktor			
Type	Areal (m ²)	Koeffisient	Ared (m ²)
Tak, vei (tette flater)	1440	0,90	1278
Gummidekke, belegg	0	0,70	0
Grønne tak (sedum), grus	0	0,60	0
Gress, grøntområder (permeabel)	0	0,30	0
Sum areal / Avr. Koeff	1420	0,90	1278
Afelt - Sum areal (ha)	0,14		0,13
Resultat			
Regnbed areal	A _{regnbed}	27	m ²
Volum	V _{regnbed}	6,5	m ³
Andel av nedbørsfelt	f	1,9	%
Infiltrasjon	Q _{inf}	0,7	l/s

5.5.2.2 Fordrøyning

Nedbørfelt 2 Fordrøyning, videreført Q		
Areal, m ²	2700	m ²
Areal, ha	0,27	ha
Area tette flater	2700	m ²
Area green surface	0	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,30	-
Redusert areal	0,08	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	108	l/s*ha
Q10	8,7	l/s
Klimafaktor	1	-
Q10 med klimafaktor	8,7	l/s
Mengderegulator	70 %	
Q videreført med regulator	6,1	l/s

Nedbørfelt 2 Fordrøyning, volum		
Areal, m ²	2700	m ²
Areal, ha	0,27	ha
Area tette flater	2700	m ²
Area green surface	0	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,90	-
Redusert areal	0,24	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	128	l/s*ha
Q20	31,1	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	43,5	l/s
V fordrøyning (60min regn)	37,8	m ³
V med regnbed (alt A)	34,6	m ³
V med regnbed (alt B)	31,3	m ³

5.5.2.4 Ledningsnett

Nedbørfelt 2 samlet (Trinn 2, Q20)		
Areal, m ²	20870	m ²
Areal, ha	2,09	ha
Area tette flater	15800	m ²
Area green surface	5070	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,75	-
Redusert areal	1,57	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	128	l/s*ha
Q20	201,5	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	282,1	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 2-1 (Trinn 2, Q20)

Areal, m ²	5100	m ²
Areal, ha	0,51	ha
Area tette flater	4650	m ²
Area green surface	450	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,85	-
Redusert areal	0,43	ha
Konsentrasjonstid	5	min
Intensitet	234	l/s*ha
Q20	101,1	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	141,5	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 2-2 (Trinn 2, Q20)

Areal, m ²	1870	m ²
Areal, ha	0,19	ha
Area tette flater	1670	m ²
Area green surface	200	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,84	-
Redusert areal	0,16	ha
Konsentrasjonstid	5	min
Intensitet	234	l/s*ha
Q20	36,6	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	51,2	l/s
Fall utløpsrør	25	‰
Nødvendig innv. dimensjon	200	mm

Nedbørfelt 2-3 (Trinn 2, Q20)

Areal, m2	9490	m ²
Areal, ha	0,95	ha
Area tette flater	6160	m ²
Area green surface	3330	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,69	-
Redusert areal	0,65	ha
Konsentrasjonstid	10	min
Intensitet	162	l/s*ha
Q20	106,0	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	148,4	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 2-4 (Trinn 2, Q20)

Areal, m2	4410	m ²
Areal, ha	0,44	ha
Area tette flater	3320	m ²
Area green surface	1090	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,75	-
Redusert areal	0,33	ha
Konsentrasjonstid	10	min
Intensitet	162	l/s*ha
Q20	53,7	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	75,2	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

5.5.2.5 Flomhendelse

Nedbørfelt 2 samlet (Trinn 3, Q100)		
Areal, m ²	20870	m ²
Areal, ha	2,09	ha
Area tette flater	15800	m ²
Area green surface	5070	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,75	-
Redusert areal	1,57	ha
Konsentrasjonstid	15	min
Intensitet	181	l/s*ha
Q100	284,9	l/s
Klimafaktor	1,5	-
Q100 med klimafaktor	427,4	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

5.5.3 Nedbørfelt 3

5.5.3.1 Ledningsdimensjon

Nedbørfelt 3-(1-3) samlet (Trinn 2, Q20)		
Areal, m2	16460	m ²
Areal, ha	1,65	ha
Area tette flater	12480	m ²
Area green surface	3980	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,75	-
Redusert areal	1,24	ha
Konsentrasjonstid	10	min
Intensitet	162	l/s*ha
Q20	201,3	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	281,8	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 3-1 (Trinn 2, Q20)		
Areal, m2	5100	m ²
Areal, ha	0,51	ha
Area tette flater	4650	m ²
Area green surface	450	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,85	-
Redusert areal	0,43	ha
Konsentrasjonstid	3	min
Intensitet	285	l/s*ha
Q20	123,1	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	172,4	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 3-2 (Trinn 2, Q20)

Areal, m2	1870	m ²
Areal, ha	0,19	ha
Area tette flater	1670	m ²
Area green surface	200	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,84	-
Redusert areal	0,16	ha
Konsentrasjonstid	3	min
Intensitet	285	l/s*ha
Q20	44,5	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	62,4	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 3-3 (Trinn 2, Q20)

Areal, m2	9490	m ²
Areal, ha	0,95	ha
Area tette flater	6160	m ²
Area green surface	3330	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,69	-
Redusert areal	0,65	ha
Konsentrasjonstid	5	min
Intensitet	234	l/s*ha
Q20	153,1	l/s
Klimafaktor	1,4	-
Q20 med klimafaktor	214,3	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

5.5.3.2 Flomhendelse

Nedbørfelt 3 samlet (Trinn 3, Q100)		
Areal, m ²	236460	m ²
Areal, ha	23,65	ha
Area tette flater	122480	m ²
Area green surface	113980	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,61	-
Redusert areal	14,44	ha
Konsentrasjonstid	20	min
Intensitet	148	l/s*ha
Q100	2137,5	l/s
Klimafaktor	1,5	-
Q100 med klimafaktor	3206,3	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

Nedbørfelt 3-4 (Trinn 3, Q100)		
Areal, m ²	220000	m ²
Areal, ha	22,00	ha
Area tette flater	110000	m ²
Area green surface	110000	m ²
Gj.snitt. koeffisient	0,60	-
Redusert areal	13,20	ha
Konsentrasjonstid	20	min
Intensitet	148	l/s*ha
Q20	1953,6	l/s
Klimafaktor	1,5	-
Q20 med klimafaktor	2930,4	l/s
Fall utløpsrør	NA	‰
Nødvendig innv. dimensjon	NA	mm

6 KILDER

Trondheim kommunes VA-norm med vedlegg » [Trondheim \(va-norm.no\)](http://va-norm.no)

Statens vegvesens vegkart [Vegkart \(vegvesen.no\)](http://vegvesen.no)

Statkrafts fjernvarmekart [ArcGIS Web Application](http://ArcGIS-Web-Application)

Kartverkets høydekart [Høydedata \(hoydedata.no\)](http://Hoydedata(hoydedata.no))

Oslo Faktaark - Regnbed for lokal flomdemping

VA Miljøblad (2013) Regnbed, renner og nedsivingsareal [106regnbed-1.10.20131.pdf \(va-blad.no\)](http://106regnbed-1.10.20131.pdf(va-blad.no))

New York (2015) Stormwater Management Design Manual

VA Miljøblad 69 [Overvannsdammer. Beregning av volum : VA-Miljø \(va-blad.no\)](http://Overvannsdammer.Beregning-av-volum:VA-Miljo(va-blad.no))

Scalgo Live

7 VEDLEGG

- ROS-analyse av arbeid i nærheten av kommunal hovedvannledning
- H101 VA Plantegning
- H102 VA Plantegning
- H103 VA Plantegning
- H104 VA Plantegning
- H201 VA med kabler
- H202 VA med kabler
- H203 VA med kabler
- H204 VA med kabler