
RAPPORT

Fana. Gnr. 9 bnr. 302 Eikelund | VA-rammeplan

OPPDRAGSGIVER

Opphus AS

EMNE

VA-rammeplan

Plan for vannforsyning, spillvann- og
overvannshåndtering og flomveier

DATO / REVISJON: 23. februar 2024 / 01

DOKUMENTKODE: 10224866-RIVA-RAP-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAG	Detaljreguleringsplan for Fana. Gnr. 9 bnr. 302 Eikelund VA-rammeplan Plan-id: 71160000	DOKUMENTKODE	10224866 RIVA-RAP-001
EMNE	VA-rammeplan	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Opphus AS	OPPDRAGSLEDER	Heidi Havelin Assisterende: Linnea K. Karlsen
KONTAKTPERSON	Erlend Innset	UTARBEIDET AV	Joakim Mangerøy Helland
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	VA Vest
GNR./BNR./SNR.	9 / 302 / / Bergen		

SAMMENDRAG

Denne rammeplanen beskriver prinsipppløsning for vannforsyning, håndtering av spillvann og overvann for ny småhusbebyggelse på tomt gnr./bnr. 9/302 nord for Myravatnet. Vedlagt tegning GH001 viser eksisterende VA-anlegg, GH101 viser planlagt VA-anlegg til kommunal overtagelse, og GH102 viser planlagt kommunalt og privat VA-anlegg.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	23.02.2024	Revisjon etter planendring samt innspill fra Bergen Vann	Joakim M. Helland	Frida Parnas	Linnea K. Karlsen
00	06.12.2022	Va-rammeplan	Joakim M. Helland	Frida Parnas	Linnea K. Karlsen

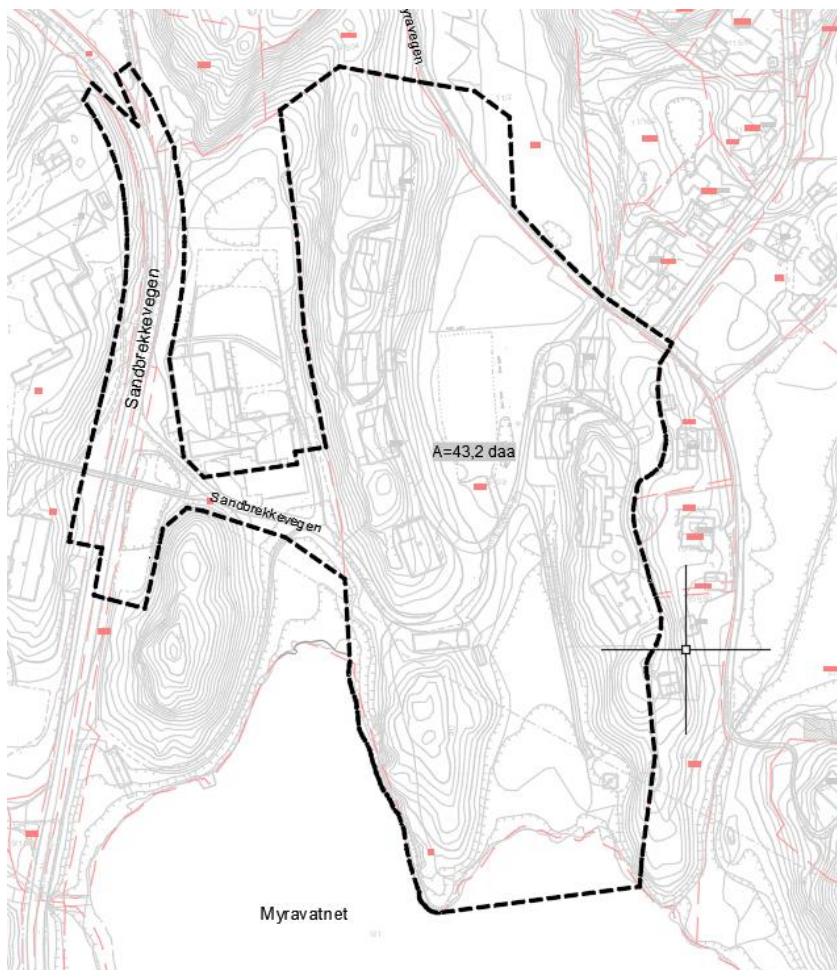
INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Eksisterende situasjon	6
2.1	Vannforsyning.....	6
2.2	Avløpssystem	7
2.3	Overvann	8
2.3.1	Ledninger	8
2.3.2	Nedbørsfelt og avrenning	9
2.4	Annen infrastruktur	11
3	Planlagt situasjon	12
3.1	Vannforsyning.....	12
3.1.1	Kommunalt system	13
3.1.2	Privat system.....	13
3.2	Avløpssystem	13
3.3	Overvann	15
3.3.1	Forutsetninger for beregning av overvannsmengder	15
3.3.2	Bekkeåpning.....	17
3.3.3	Overvannshåndtering i boligområde	18
3.3.4	Flomveier	20
4	Bærekraft	20
5	Referanser	21
6	Vedlegg.....	21

1 Bakgrunn

I sammenheng med detaljreguleringsplan for Fana Gnr.9 bnr.302. Eikelund plan ID 71160000 er det utarbeidet en VA-rammeplan. Formålet med planen er å tilrettelegge for ny småhusbebyggelse med adkomstveg og grønne fellesarealer og åpning av eksisterende bekkeløp. I tillegg til gnr. 9 bnr. 302 omfatter planområdet atkomstvei fra vest i privat del av Sandbrekkevegen, og del av kommunal vei Sandbrekkevegen med sideareal. Langs den kommunale veien vil det i planarbeidet tilrettelegges for videreføring av gang- og sykkelvei. Planområdet ligger nord for Myrvatnet. VA-rammeplan sammen med vedlagte tegninger og beregninger viser prinsipp-løsningene for vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering for planområdet. Planforslaget innebærer 30 boliger i form av småhusbebyggelse. Det eksisterer i dag 19 boliger på området. Eksisterende eneboliger på kollen vest i planområdet skal gjenetableres på eksisterende grunnmur og endres til tomannsboliger.

I henhold til punkt 20 i bestemmelsene til kommuneplanens arealdel skal VA-rammeplan inngå i alle reguleringsplaner i Bergen kommune. VA-rammeplanens funksjon er å sikre en helhetlig løsning for vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt å sikre tilstrekkelig slokkevannuttak. VA-rammeplanen må godkjennes av Bergen Vann og skal være et styringsredskap for detaljprosjekteringen. All overvannshåndtering skal prosjekteres etter Bergen kommunes retningslinjer for overvannshåndtering.



Figur 1: Reguleringsplangrense til oppstart av planarbeidet.

2 Eksisterende situasjon

Planområdet omfatter i hovedsak gnr/bnr 9/302, som i eksisterende situasjon består av småhusbebyggelse med asfaltert adkomstveg og grønne fellesarealer. Eksisterende VA-anlegg er vist i vedlegg 1 og 2. Det inkluderer teknisk grunnlagsinformasjon innhentet fra Bergen Vann og viser kommunale og private avløps-, vann- og overvannsrør som ligger i planområdet.

2.1 Vannforsyning

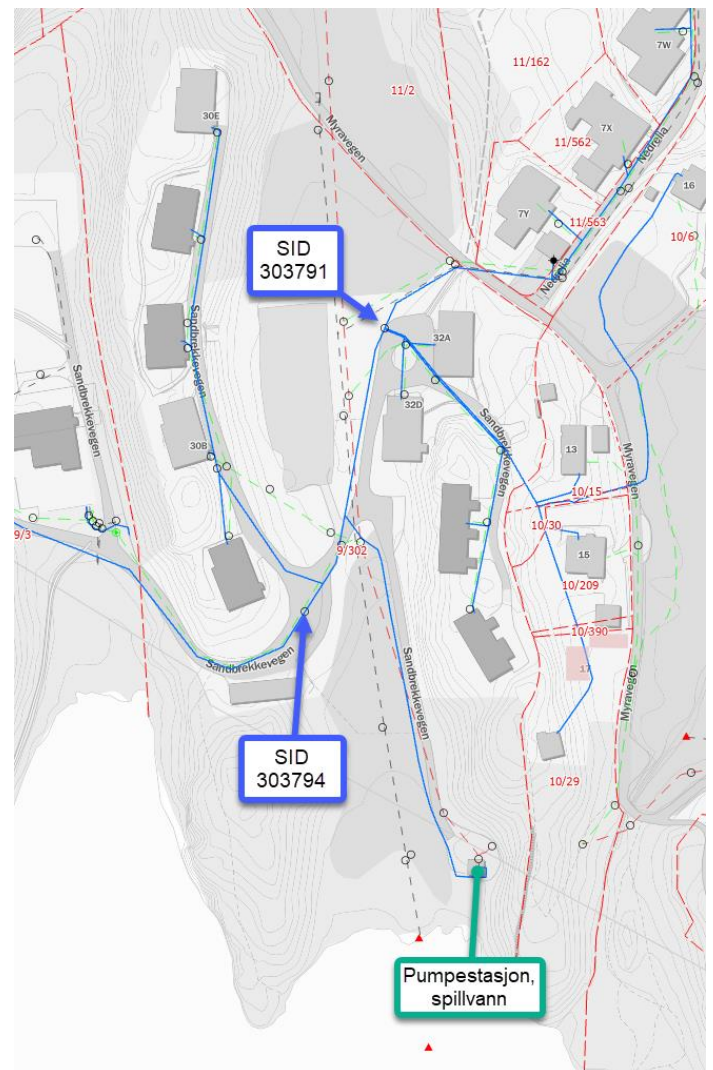
Fra hovedplan for vannforsyning 2019-2028 kan en se at området forsynes av Svartediket, Espeland og Kismul vannbehandlingsanlegg. Kommunal hovedledning inn i planområdet er et 150mm grått støpejernsrør fra 1970. Kommunal ledning fortsetter fram til kum SID 303791. Mellom disse kummene er hovedledningen et 150mm duktilt støpejernsrør fra 1982. Begge nevnte kummer er registrert med brannvannsuttak.

Det er en kommunal påkobling mellom de nevnte kummene som forsyner vann til spillvannspumpestasjon, SID 303811.

Sandbrekkevegen 30 på vestsiden av området består av 2 boliger og 3 bygninger registrert som «annen kontorbygning», og forsynes via 50mm kobber stikk fra anbring på hovedledning like nord for kum SID 303794.

Sandbrekkevegen 32 består av 2 boliger og 2 bygninger registrert som «annen skolebygning». En privat 50mm PE stikkledning fra kum SID 303791 forsyner disse byggene i tillegg til tomtene gnr/bnr 10/6, 10/15, 10/209 og 10/29 øst for planområdet. Det er ikke registrert anleggsår for stikkledningene. Boligene inne på planområdet forsynes via 32mm kobberrør forgreining fra 1968 like etter stikk.

Privat vannledning (150mm duktilt støpejern) fortsetter nordover fra kum SID 303791.



Figur 2: Oversikt eksisterende vannforsyning. Vannledninger illustrert blå.

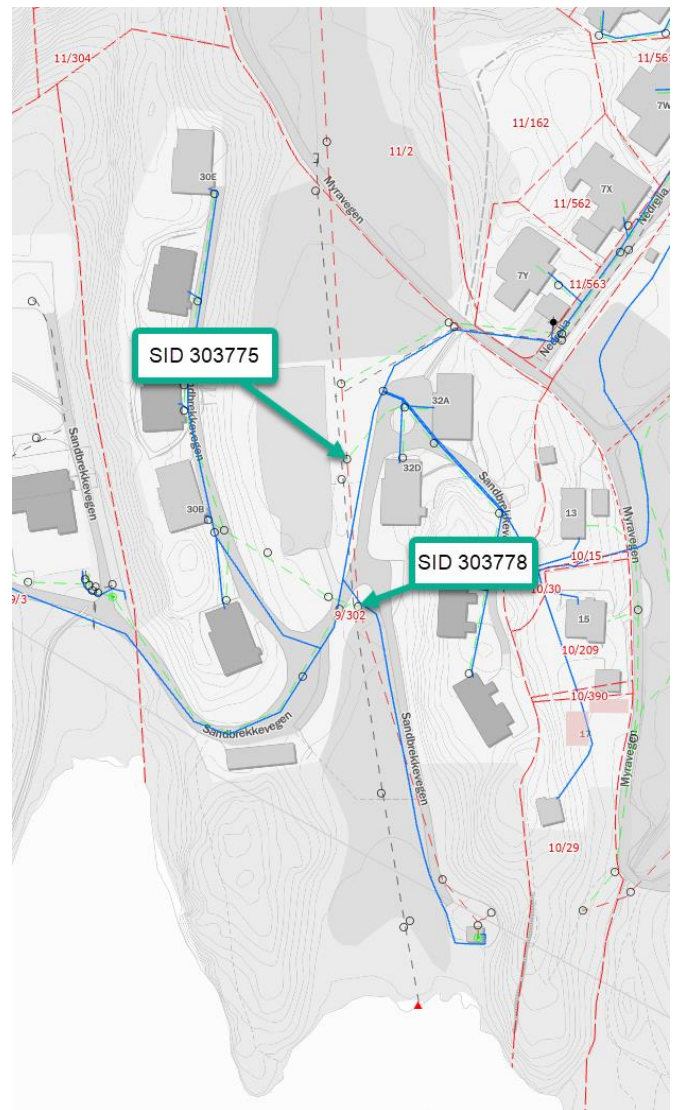
2.2 Avløpssystem

Avløpssystem i planområdet er del av avløpssonen som føres til Flesland rensesanlegg.

Alle boligene i planområdet kobles i dag på 400 PE kommunal fellesledning fra 2004. Basert på data fra Gemini ble denne renoveret ved utblokking. Gammel ledning besto av en 300mm betongledning med anleggsår 1959. Ledningen leder avløpet til spillvannpumpestasjonen som pumper avløpet sørover i 315mm ledning på tvers av Myrvatnet. Fra pumpestasjonen går det også et 500mm overløpsrør med utslipp i Myrvatnet.

Sandbrekkevegen 30 kobles på i kum SID 303778 via 200mm uspesifisert støpejernsrør fra 1968. Sandbrekkevegen 32 kobles på i kum SID 303775 via PVC-rør fra 1968 med dimensjon på 160 mm.

I planområdet kobles også spillvannsledninger fra omtrent 17 boliger fra Nedrelia via kum SID 303771. Det kommer også en pumpeledning vest ifra gnr/bnr 9/3 som går via kum SID 680101 før den kobles på fellesledningen i samme kum som Sandbrekkevegen 30. Fra teknisk grunnlagsdata er det ikke mulig å se hvor mange boliger som betjenes fra vest.



Figur 3: Eksisterende spillvannnett

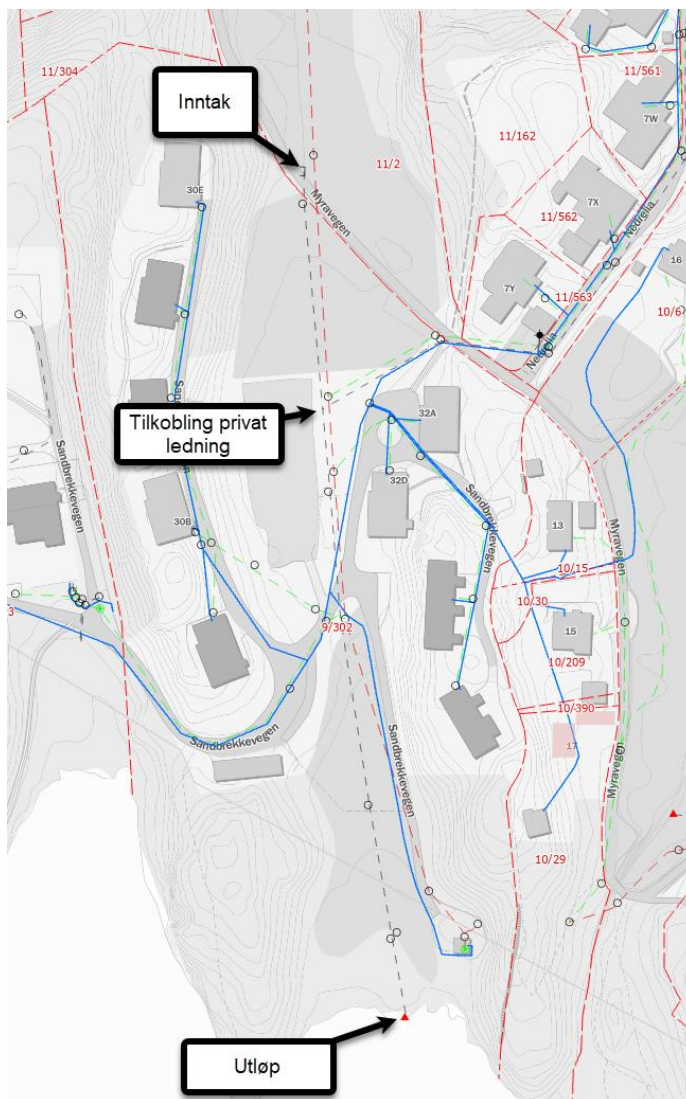
2.3 Overvann

2.3.1 Ledninger

Foruten fellesledningen består eksisterende overvannssystem av den kommunale rørlagte bekken i sørgående retning langs midten av planområdet, og en privat tilkobling fra Nedrelia nordøst for planområdet.

Bekken er lagt i 525mm betongrør fra 1959 med inntak nord for Myravegen. Tilkoblingen fra Nedrelia er en privat 200mm betongledning fra 1982. Bekken forsetter sørover gjennom området til utslipp i Myrvatnet.

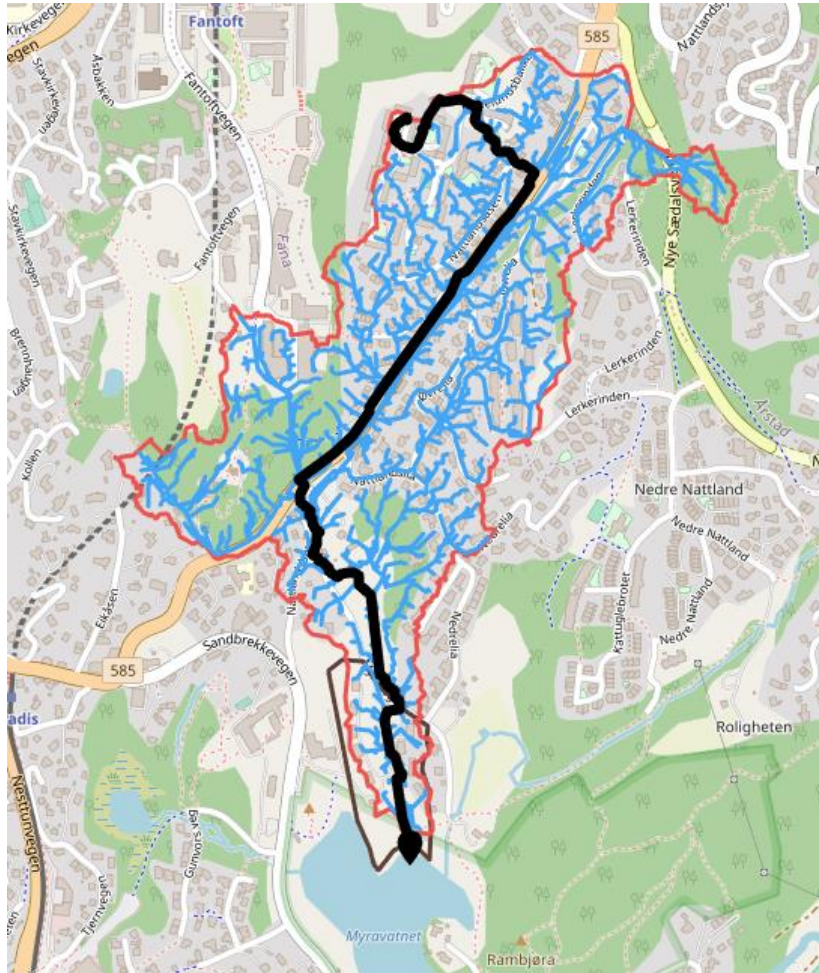
Kummene SID 303774, 303776, 303780, og 303783 er fordelt langs hovedledningen. Den rørlagte bekken går parallelt med fellesledningen gjennom området.



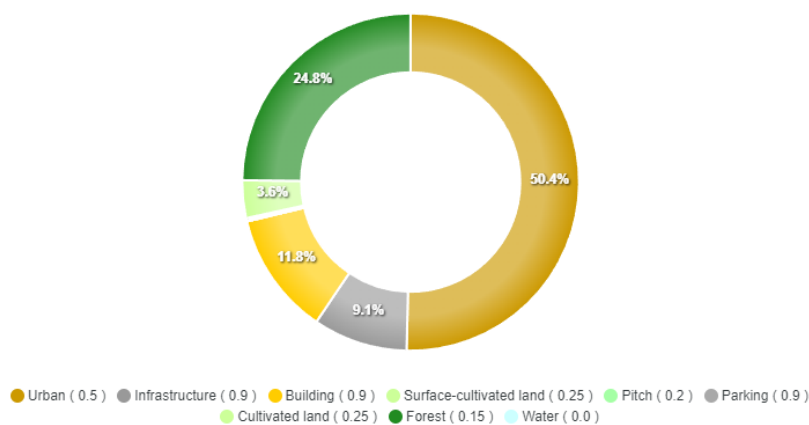
Figur 4: Eksisterende overvannsnett.

2.3.2 Nedbørsfelt og avrenning

Planområdet er i hovedsak del av to nedbørsfelt. Det største av de er et nedslagsfelt på 40,5 ha som strekker seg nordover til Fantoft stavkirke og Eikåsen, nordøst langs Birkelundsbakken. Feltet domineres av urbane overflater, men har også mye skogområder.

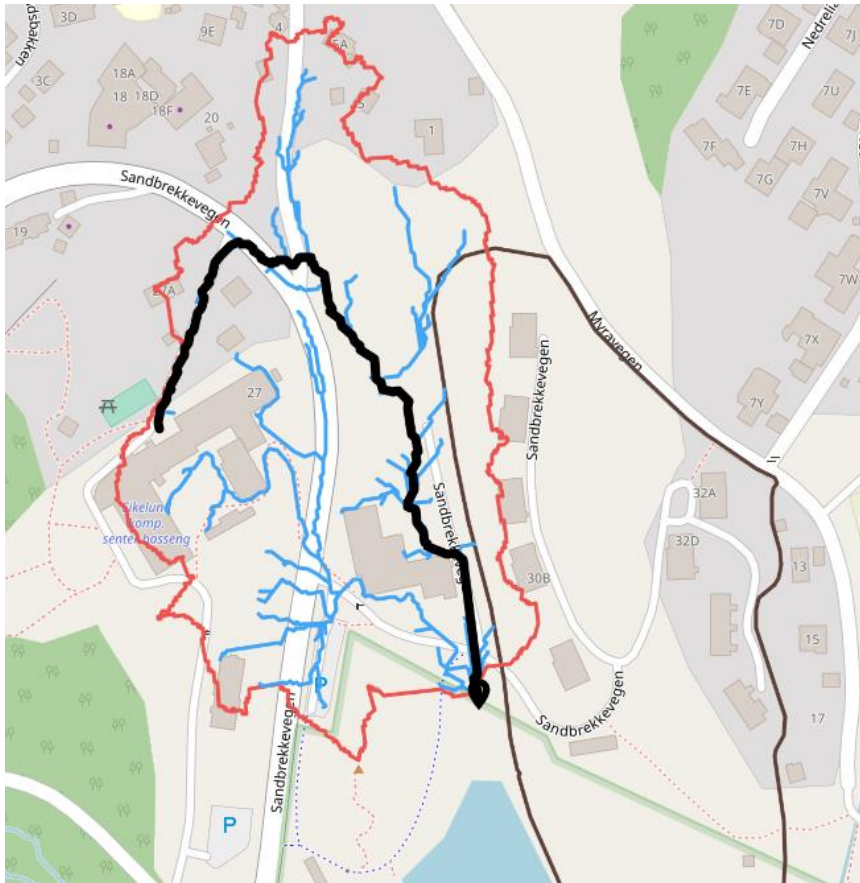


Figur 5: Nedbørsfelt (rødt) og avrenningslinjer (blått) generert i flomkuben. Svart linje viser lengste vannvei. Brun linje omslutter de delene av prosjektområdet hvor det skal bygges boliger. Svart markør er avrenningspunkt ut i Myrvatnet.

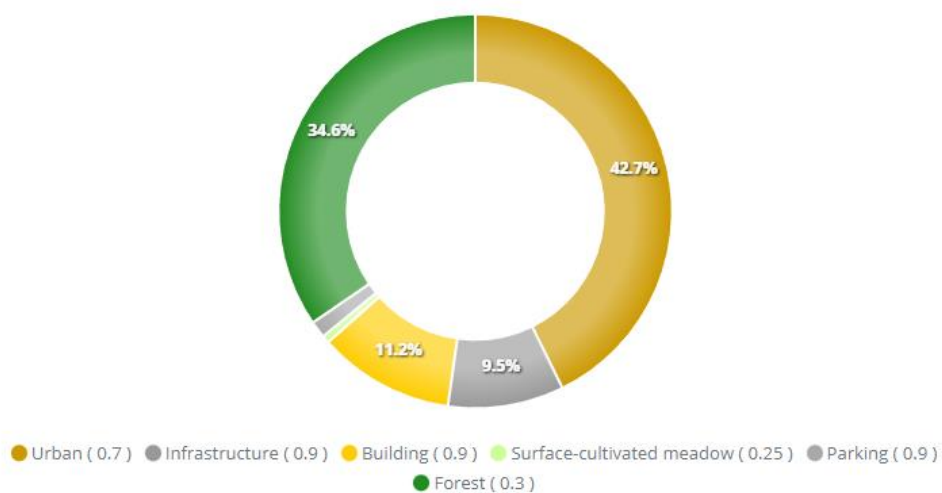


Figur 6: Fordeling av overflatetyper innenfor nedbørsfeltet. Hentet fra Flomkuben.

Plangrensen omfatter også deler av tilkomst via Sandbrekkevegen vest for boligene vist i Figur 7. Nedbørsfeltet her er relativt lite på 3,7 hektar. Avrenning fra feltet skjer ut i grønt areal med mye vegetasjon og etablert sti. Det renner videre ut i Myrvatnet.



Figur 7: Nedbørsfelt i adkomstvei.



Figur 8: Arealfordeling for nedbørsfelt i adkomstvei. Hentet fra flomkuben.

2.4 Annen infrastruktur

I planområdet ligger det noen høy- og lavspentledninger. Det er spesifisert for deler av el-traseene at plasseringen er «usikker». Planlegging av overordnet VA-løsning etterstreber å unngå konflikter med el-anlegg. Det bemerkes at planlagt bebyggelse er i konflikt med el-ledninger slik de eksisterer i datagrunnlaget og det kan forventes flytting/omlegging av deler av anlegget.

3 Planlagt situasjon

Nye ledninger planlegges hovedsakelig i veibane. Eksisterende ledningsnett utgår i stor grad som følge av utbygging samt krav til nye kommunale ledninger for å tilfredsstille slokkevanndekning. Overordnet plan for kommunale ledninger er vist i vedlegg 3 – GH101. Planlagte kommunale og private ledninger er vist i vedlegg 4 – GH102. Oversiktstegning over hele planområdet sammen med eksisterende VA er vist på tegning GH000.

Planområdet omslutter også deler av Sandbrekkevegen 4601 KV32890 S1D1 (se vedlagt tegning GH000). Langs den kommunale veien vil det i planarbeidet tilrettelegges for videreføring av gang- og sykkelvei. Denne delen av planarbeidet er enda ikke detaljert. I denne sammenheng må nedslagsfeltet vist i Figur 7 vurderes ved prosjektering av og ved veiarealene. Det skal sikres at flomveien føres i samme retning som i eksisterende situasjon. Utbyggingsarealene for småhusbebyggelsen påvirker ikke dette nedslagsfeltet. Eventuell økning av andel tett flater i forbindelse med videreføring av gang- og sykkelvei, vil føre til større avrenning. Om dette er tilfelle, skal økte vannmengder håndteres med lokal overvannshåndtering. Ved eventuelle tiltak som fører til endringer i overdekning på eksisterende vannledning, skal dette belyses og nødvendige tiltak planlegges.

Landskapsplan utarbeidet av Kime er benyttet i tegningsvedlegg for ny situasjon. Planen er illustrativ. Det er her konflikter mellom illustrert beplantning og VA-anlegg. I detaljeringsfasen må det sørges for at beplantning, konstruksjoner og annet ikke skaper konflikter med VA-anlegg, særlig med tanke på drift og vedlikehold. Dersom det ønskes plassert beplantning i nærheten av VA-anlegg, må dette avklares spesielt med Bergen vann. Det bør i tilfelle velges beplantning som ikke er problematisk å flytte midlertidig. I vedlagte tegninger for ny situasjon er enkelte ledningsstrekk plassert under grønne arealer for å unngå konflikt med konstruksjoner. I detaljeringsfasen må en hensynta plassering av kumlokk og sikre at de ligger i grusbelagte eller asfalterte flater. Tilkomst må ivaretas.

3.1 Vannforsyning

Krav til slokkevannskapasitet gitt i Bergen kommunes VA-norm vedlegg B4 er minst 20 liter per sekund i småhusbebyggelse, med krav til minst 1 bar resttrykk. I korrespondanse med Bergen kommune 26.10.2022 ble det gitt kapasitetsberegning for kum SID 303794, hvor det er oppgitt et resttrykk på 50 mVs ved uttak av 21 liter per sekund.

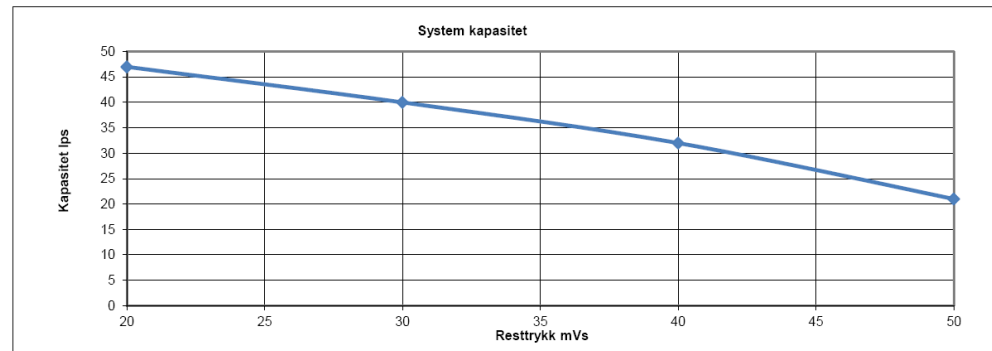


Bergen kommune - vannkapasitetsberegning

Vannforsyningskapasitet for uttak til Sandbrekkevegen vei Gnr 9 Bnr 302

Beregningen viser tilgjengelig vannmengde og trykk ved normal driftssituasjon, maks forbrukstid. På angitt sted ved pilen i kartet. Vannkapasiteten kan variere med midlertidige endringer i drift

Rest-trykk mVs	Pkt A lps
20	47
30	40
40	32
50	21



Figur 9: Skjermdump fra kapasitetsberegning for kum SID 303794 gitt av Bergen kommune (26.10.2022).

Nedrelia nord for planområdet forsynes via privat ledning nord i planområdet, og ligger omtrent 30 meter høyere enn kummen. Overslagsberegning gir et friksjonstap i ledning på 6,5 meter. Dette gir et estimert resttrykk på 13,5 mVs i de private ledningene ved 20 l/s uttak.

3.1.1 Kommunalt system

I henhold til Bergen kommune sin VA-norm, vedlegg B4 "Krav til uttak for slokkevann i Bergen kommune" skal alle ledningsanlegg samt slokkevannuttak overtas til offentlig drift og vedlikehold. Kummer med brannvannsuttak er plassert basert på avstandskrav til bygg ihht. TEK 17. Plassering av brannvannsuttak blir dermed styrende for planlagt kommunalt system. Se vedlegg 3 for planlagte kommunale ledninger.

Detaljert plassering av uttak må sees i sammenheng med eventuelle endringer for plassering av bygg, og eventuelle konflikter med annen infrastruktur. Med hensyn på tilgjengelig slokkevannuttak ved snøfall etableres ny hydrant ved fra SID 303794. Det må ved detaljfase undersøkes om eksisterende kum er egnet til å videreføres til ny situasjon, eller om denne må byttes ut. Kummen er merket med «Eks1» i vedlagte tegninger for planlagt situasjon, GH101 og GH102. Endelig plassering og type uttak ved prosjektering og utførelse må avklares med Bergen brannvesen.

3.1.2 Privat system

Alle nye private stikkledninger kobles på kommunalt system i kommunale kummer. Det kan ved detaljprosjektering velges å benytte fordelingskummer. Eksisterende stikkledninger som går videre til tomtene i nord, og i øst for planområdet opprettholdes via nye stikkledninger til kommunale kummer merket V1 og V4 i plankart.

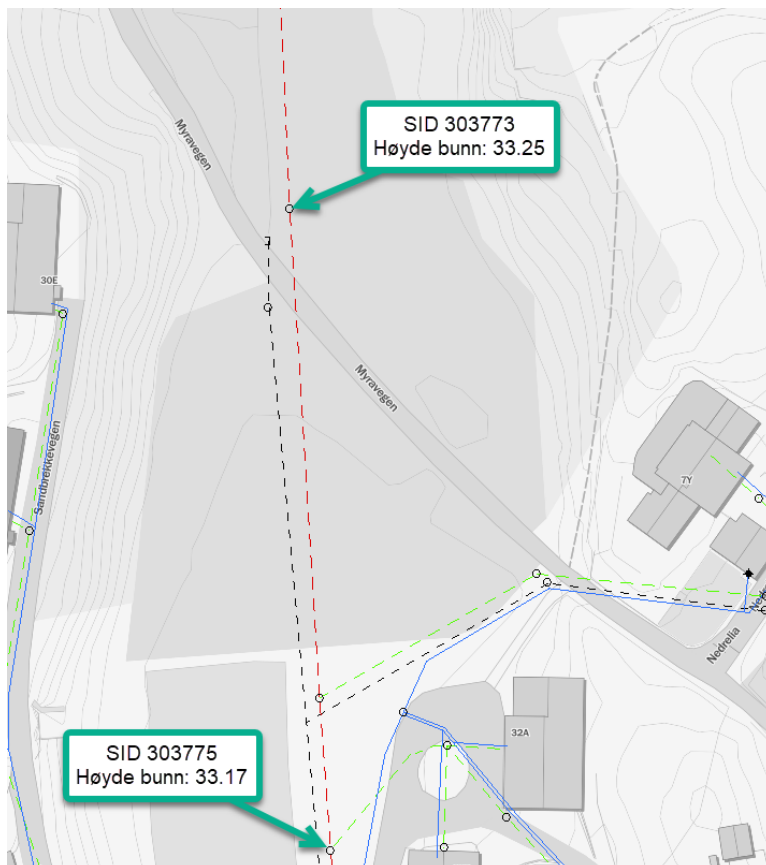
3.2 Avløpssystem

Planlagte private stikkledninger fra boliger og eksisterende private ledninger fra Nedrelia kobles på nye kommunale spillvannsledninger som ledes til eksisterende kommunal pumpestasjonen ved Myrvatnet. Se vedlegg 4. Eksisterende privat stikk nord til Nedrelia ivaretas via kum S3. Eksisterende fellesledning utgår som følge av planlagt bekkeåpning og etablering av nye bygg. Avløpsledningen knyttes til eksisterende ledning i nord like ved bekkeinntak i kum S1 og i sør utenfor

pumpestasjon i eksisterende kum SID 303781. Tilstand på eksisterende kum bør undersøkes og vurderes før detaljprosjektering.

Planforslaget innebærer inntil 30 boliger. SSB oppgir at per 28. juni 2022 er gjennomsnittlig personer per husholdning 2,12 personer. Boligene som planlegges er egnet for familier. Ved å legge til grunn 3,5 personer per husstand beregnes en belastning lik 105 pe i planområdet. Eksisterende bebyggelse med 19 boliger og antatt personer per bolig lik snittet i Bergen kommune gir en eksisterende belastning på omtrent 40 pe. I henhold til VA-miljøblad nr. 115 utgjør 105 pe en estimert maks avløpsmengde på cirka 5 l/s. Ny spillvansledning er planlagt i betong med samme dimensjon som eksisterende fellesledning, DN400. Det gjøres oppmerksom på at grunnforholdene i planområdet kan være dårlig. Valgt av materiale må derfor vurderes i detaljfasen i samråd med vurderinger av grunnforholdene.

Høyden på påkoblingspunktet på eksisterende fellesledning (se Figur 10) er interpolert basert på registrerte høyder for kummene SID 303773. og SID 303775. Dette gir et gjennomsnittlig fall mellom planlagt kum S1 og SID 303781 på cirka 9,7 promille ved å følge traseen som er illustrert på vedlagte tegninger GH101 og GH102. Gitt usikkerhet i høydegrunlaget må høydene kontrolleres i detaljfasen. Dersom fallet er mindre enn 10 promille skal det utføres kontrollberegninger av skjærspenninger i henhold til VA-normens kapittel 6.5.



Figur 10: Kummer benyttet til estimering av høyde i foreslått påkoblingspunkt (Kum S1 er vist på vedlagte tegninger GH101 og GH102).

Eksisterende privat pumpeledning som kommer fra adkomstveien i vest må justeres etter nye veiarealer. Ledningsdimensjon er ikke registrert i grunnlag. Denne informasjonen må innhentes ved detaljprosjektering. Se vedlagt tegning GH102. Minste avstand mellom byggverk og Ø400 ledning skal avklares med VA-ansvarlig ihht. VA-normens kapittel 3.11.

3.3 Overvann

Planforslaget innebærer gjenåpning av bekken som i dag renner gjennom planområdet via 525mm betongrør. I referat fra oppstartsmøte med Bergen kommune avholdt 24.08.2021 kommer det fram at både Bergen Vann og Bymiljøetaten anser tiltaket med åpning av bekk som positivt. Bymiljøetaten spesifiserer i uttalelse at utforming av bekken skal tilpasses slik at det er en liten bekk i vanlig situasjon, samtidig som en tar hensyn til at bekken kan flomme over. Det trekkes også frem at bekkens utforming gjerne kan variere langs strekningen. Det er vurdert at ny plan ikke fører til mer forurensning som vil påvirke resipient. Bekkeåpningen fungerer som klimatilpasningstiltak ved å forbedre hydraulisk kapasitet. Tiltaket har også estetiske og rekreasjonsmessige fordeler, og gjør vassdraget mer tilgjengelig for eventuelt vedlikehold. Overvann fra ny bebyggelse skal i størst mulig grad håndteres lokalt.

Eksisterende kommunalt overvannsrør (bekk i rør) utgår i sammenheng med bekkeåpningen. Privat overvannsledning fra Nedrelia fornyes og ledes til sandfang før utslipp til bekk.

For Sandbrekkevegen vest i planområdet er det planlagt utvidelse av veibane med fortau. Eksisterende overvannssystem langs veien er ikke tilgjengelig i kartgrunnlaget, men det ligger kommunale sluk langs veibanen. Denne VA-rammeplanen forutsetter at tilsvarende løsning videreføres til ny situasjon. Ledningsdimensjoner og plassering av sluk må vurderes i detaljprosjektering.

3.3.1 Forutsetninger for beregning av overvannsmengder

Dimensjonering tar utgangspunkt i at bekken skal kunne håndtere en 10-årsflom, men også fungere som flomvei for 200-årsflom i tråd med retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune (Bergen kommune, 2005). Dette innebærer at ved en 200-års flomhendelse kan vannet midlertidig gå over kanten på bekken uten at dette fører til skade.

Den rasjonelle metoden benyttes til beregning av overvannsmengder. Gjennomsnittlig avrenningskoeffisient er basert på fordeling av overflatetyper. Koeffisienten er satt til 0,63 for området og er hentet i tjenesten flomkuben fra 7analytics. Klimafaktor for 10-årsregn er satt til 1,4, og 1,5 for 200-årsregn per anbefalinger fra MET. Nedbørsdata er hentet fra stasjon Bergen – Sandsli (SN50480).

Ved bekkeinntaket gir Flomkuben en konsentrasjonstid på 50,3 minutter ved bruk av beregningsmetoden Norem et al. (2015). Metoden baserer seg på feltets lengde, høydeforskjell og overflatetyper, men tar ikke for seg fordrøyning. Avrenningen i feltet skjer i stor grad i bratt område via Birkelundsbakken hvor det ligger en 600mm overvannsledning. Overvannet vil derfor i større deler av nedbørsfeltet renne i rør. Det er derfor også gjennomført manuelle beregninger av konsentrasjonstiden til sammenligning med Flomkuben. Konsentrasjonstiden er videre estimert over flere delstrekninger og summert.

8.2.5 Norem et al. (2015)

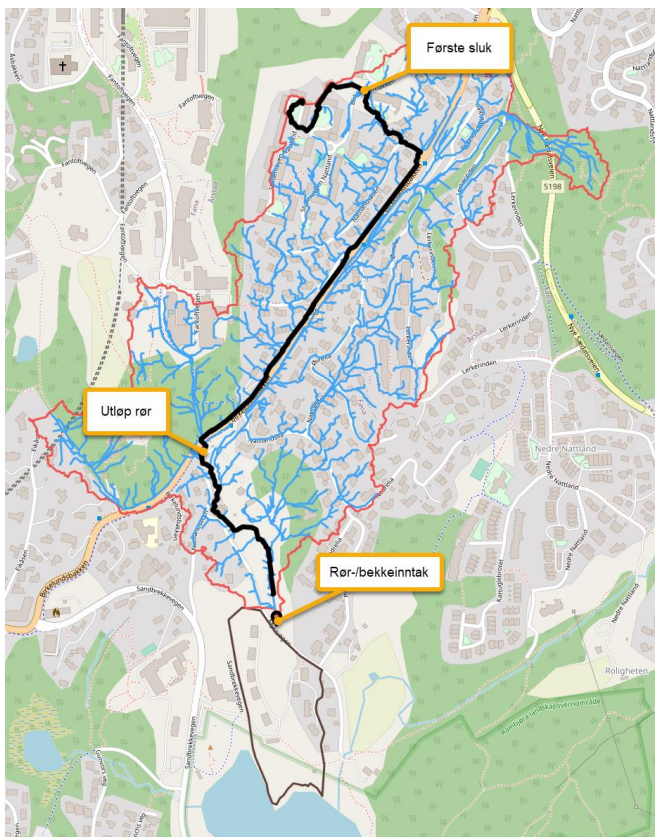
I Norem et al. (2015) presenteres en metode for å anslå konsentrasjonstid basert på feltets lengde, høydeforskjell og overflatetype:

$$t_k = K \times L_F \times \Delta h^{-0,5} \quad \text{Lign. 8.2.5.1}$$

- t_k = Konsentrasjonstid [min]
- K = Koeffisient for terreng (se tabell 8.2.5.1) [min/m^{0,5}]
- L_F = Nedbørfeltets lengde [m]
- Δh = Høydeforskjell i feltet [m]

Figur 11: Norem et al. (2015) hentet fra Statens vegvesen V240 (Statens vegvesen, 2020).

Lengden fram til første sluk er omtrent 250 meter. Ved bruk av Norem et al. (Statens vegvesen, 2020) beregnes en tilrenningstid på omtrent 6 minutter frem til sluket. Sluket fører inn i et rør med omtrent 760 meter lengde. Med en antatt vannhastighet lik 2 m/s i tråd med anbefaling fra Norsk Vann (Ødegaard, 2014, s. 346) gir dette omtrent 6,5 minutter i røret. Fra utløp rør benyttes beregninger for kanalstrømming for å anslå en omtrentlig vannhastighet 1,5 m/s (Ødegaard, 2014, s. 346) de resterende 340 meterne frem til bekkeinntaket, som gir en tid på omtrent 4 minutter. Summert gir denne framgangsmåten en konsentrasjonstid på omtrent 16,5 minutter ved bekkeinntaket.



Figur 12: Oversikt delstreck for manuell beregning av konsentrasjonstid for bekkeinntak.

Nedbørfeltet fram til bekkeinntaket er relativt stort på 37,2 hektar, og begge framgangsmåtene gjør antagelser om feltegenskaper over større områder. Beregninger for mengder overvann med avrenningspunkt i gatesluk gir vannmengder hvor det ikke er realistisk at slukene oppover feltet skal kunne ta unna alt ved 10-årsnedbør, og en forventer derfor at mye av vannet renner på overflaten. Området like nord for bekkeinntaket er et areal med mye vegetasjon og flater med antatt god permeabilitet, og naturlig fordrøyingsevne. Det er generelt betydelig usikkerhet rundt verdiene som

legges til grunn. Etter vurdering av nedslagsfeltet anses det som hensiktsmessig å justere konsentrasjonstiden gitt av flomkuben. 30-minutters konsentrasjonstid frem til bekkens inntak legges derfor til grunn for videre beregninger.

Konsentrasjonstid for utløp i Myrvatnet tar utgangspunkt i 30 minutters tilrenningstid frem til bekkeinntak etterfulgt av rørstrømning for eksisterende situasjon, og kanalstrømning for fremtidig situasjon. Eksisterende rør har en oppgitt lengde på 266,2 meter fra inntak til utslipp i Myrvatnet. Med en vannhastighet i rør på 2 m/s tilsvarer dette en total tid for hele nedbørsfeltet på 32,2 minutter. Beregningene gitt i vedlegg 7 antar samme konsentrasjonstid i planlagt situasjon med kanalstrømning.

3.3.2 Bekkeåpning

Inntak

Eksisterende bekkeinntak har rørdiameter på 525mm og innløpet utformet med frontmur vinkelrett på rørets lengdeakse. Estimert basert på tabell 10.3 i den NVE støttede vassdragshåndboka (Fergus, 2010) gir en kapasitet på 250 l/s på eksisterende bekkeinntak.

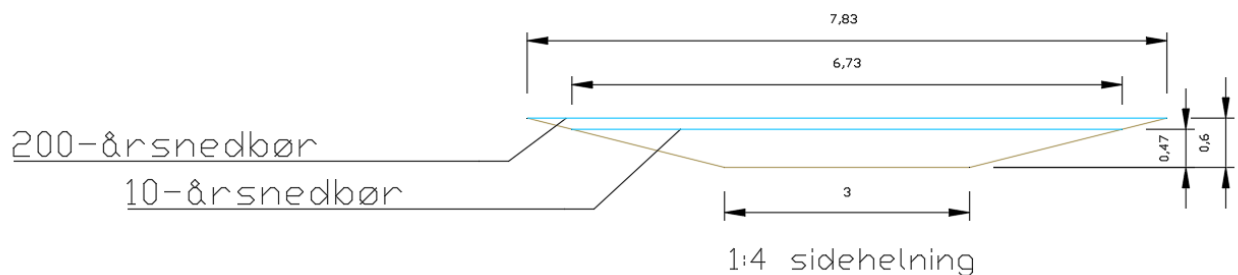
Tabell 1: Beregnede vannmengder ved bekkeinntak for 10- og 200-årsintervall med og uten klimafaktor (Kf). Beregningene gis på side 1 og 2 i vedlegg 7.

Overvannsmengder	10 år uten Kf	20 år med Kf	200 år uten Kf	200 år med Kf
Bekkeinntak	2162 l/s	3027 l/s	3424 l/s	5136 l/s

Bekkeinntaket forslås dimensjonert for 10-årsnedbør i tråd med retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune (Bergen kommune, 2005). Vannmengdene som overstiger dette, må sikres trygg passasje over Myravegen og videre mot Myrvatnet. Basert på tabell 10.3 i vassdragshåndboken (Fergus, 2010), vil et 1400mm inntak med frontmur vinkelrett på rørets lengdeakse, rett rør med muffeende innstøpt i frontmur, gi tilstrekkelig kapasitet (omtrent 3060 l/s). Det kan vurderes andre innløpsutforminger som flatstrakt kulvert eller bro.

Gjennom planområdet

Kum SID 303774 nedstrøms eksisterende inntak har en høyde bunn på omtrent kote +33,4 (hentet fra Bergenskart). Siste kum før utslipp har en registrert høyde på omtrent kote +30,85 (hentet fra Bergenskart). Eksisterende ledning har en oppgitt lengde på 132,7m. Dette gir et eksisterende fall på ledningen gjennom området på 19 promille. Planlagt bekk er ikke like rettstrukket som eksisterende rør og fordeler dermed fallet over en noe større lengde, i tillegg til at bekken vil være noe høyere enn eksisterende rør. Beregning av vannmengder for bekk gjennom planområdet er gitt på side 3 og 4 i vedlegg 7. For beregninger av kanalstrømning i bekkeløpet til skissering av bekkesnitt (Figur 13) er et fall på 10 promille lagt til grunn. Beregning for kanalstrømning ved 10-årsnedbør er gitt i vedlegg 8.



Figur 13: Skissert eksempel for bekk ved 10- og 200-årsnedbør med klimapåslag.

Bekkeløpet skal utformes slik at det ikke renner over kant ved 10-årsnedbør. Utformingen langs bekken vil ha variasjoner i bredde, dybde, vertikal helning og sidehelning. Alle disse forholdene samt materiale i bunn og skråning vil påvirke hydraulisk kapasitet. Slike detaljer, samt normalavrenning må vurderes grundigere i detaljprosjektering. Detaljert planlegging av bekkens utforming må ta høyde for at det er ønsket å ha vannføring i bekken ved normalsituasjon.

Beregning av vannføring bør spesielt ses i sammenheng med TEK17 § 8-3 4. ledd for å vurdere hvilke vanddybder som tillattes i ulike partier ved ulike gjentaksintervall før sikring må etableres. Ved en 200-årsflom skal det tilrettelegges for en sikkerhetsavstand opp til byggehøyde på mellom 0,3 og 0,5 meter i tråd med anbefalt sikkerhetsmargin for flom (NVE, 2014). Det bør etableres terskler i bekkeløpet for å regulere vannføring samt tilrettelegge for at bekken får et fordrøyningsvolum.

3.3.3 Overvannshåndtering i boligområde

Ved beregning av nødvendig fordrøyningsvolum innad planlagt boligområde er nedbørsfeltet inndelt i mindre delfelt. Beregnet avrenning ved dagens situasjon er lagt til grunn som tillat videreført vannmengde per delfelt ved beregning av nødvendig fordrøyningsvolum. Det er lagt til grunn en konsentrasjonstid på 5 minutter for alle felt, da feltene er små og består av avrenning fra kombinert tette og permeable flater. Gjentaksintervall er satt til 10 år basert på kapittel 5.2 i VA-normens vedlegg C3. Inndeling av området er skissert i figur 15. Beregning av overvannsmengder til tilhørende de ulike delfeltene er gitt på side 5 i vedlegg 7. Beregning av nødvendige fordrøyningsvolum er gitt på side 1-8 i vedlegg 9, og oppsummert i Tabell 2.



Figur 14: Feltinndeling for magasinberegning.

Tabell 2: Oppsummert beregnet nødvendige fordrøyningsvolum per delfelt gitt i Figur 14. Beregning er vist i vedlegg 9.

Delfelt	Nødvendig fordrøyningsvolum (m3)
A1	18
A2	21
A3	2
A4	11
A5	2
A6	17
A7	8

Overvannshåndtering fra bebyggelsen og nye harde flater skal i størst mulig grad håndteres ved lokal, åpen overvannshåndtering. I detaljprosjekteringen bør det etterstrebtes å redusere mengden fordrøyning i nedgravde løsninger. Tiltak som kan redusere mengden fordrøyning er foreslått her;

- Etablere blå-grønne tak der overvann kan fordrøyas ved større nedbørshendelser. Ved etablering av et slikt tak kan videreførte vannmengder fra taket reduseres betydelig.
- Legging av permeable flater langs veier og på parkeringsplasser. Dette vil gjøre at deler av vannmengdene blir infiltrert til grunnen via dekket og fører deretter til behov for mindre fordrøyning.
- Bruk av infiltrasjonsgrøfter, vannspeil eller regnbed langs veiarealene vil bidra til lokal fordrøyning langs veiarealene samt økt tilrenningstid.

Ved etablering av nye bygg og eventuell utskifting av masser i området, bør det tilrettelegges for å benytte disse massene til fordrøyning av overvann dersom forholdene tillater det. Fordrøyning i masser og infiltrasjon i området skal ikke føre til skade for bygg eller nedstrøms områder.

De estetiske kvalitetene for bekken som planlegges gjenåpnet, er avhengig av at vannet ikke er forurenset. Renseeffekt av valgt løsning og eventuelt tilhørende vegetasjon bør derfor vurderes spesielt, og avrenning fra vei må i størst mulig grad samles til grøft eller annen fordrøyning.

I vedlagt tegning GH202 er det illustrert eksempelvis plassering av fordrøyningsløsninger og grøfter. Valg av spesifikk fordrøyningsløsning og plassering av disse må vurderes ved detaljprosjektering. Feltinndeling og vannmengder som skal fordrøyas må tilpasses endelig terrengutforming.

3.3.4 Flomveier

Bekken skal fungere som flomvei ved 200-årsflom med klimafaktor. Bekken leder vannet ut i Myrvatnet. Med foreslått dimensjonering av innløp innebærer dette at vannet vil stue seg opp og renne over Myravegen ved en 200-års flom. Redusert fremkommelighet på veien anses som mindre problematisk fordi det er omkjøringsmuligheter. Det må sikres at vannet som renner over veien i en flomsituasjon kommer videre ned i bekken.

Ved flom tillates det at vannet stiger over kanten på bekken, men det skal sørges for sikkerhetsmargin opp til byggverk ved dimensjonerende vannmengder. Vann fra prosjektområdet følger veibaner ned til bekkeløpet. Flomveier og avrenningslinjer illustreres i vedlegg 5 (eksisterende situasjon) og 6 (planlagt situasjon). Vannet som renner ut av planområdet ender også opp i Myrvatnet.

4 Bærekraft

Bærekraftige VA-systemer må bygges og drives på en måte som ivaretar sosiale, økonomiske og miljømessige hensyn.

Åpning av eksisterende bekk gir en tryggere og mer robust flomvei som i tillegg vil ha enklere tilkomst for drift og vedlikehold enn en nedgravd løsning. Bekkeåpningen vil i tillegg bidra til sosial bærekraft ved å styrke de estetiske kvalitetene i området og legge til rette for friluftsliv. Bekken vil også legge til rette for økt biologisk mangfold i området.

Ved etablering av nye boliger og utskifting av eksisterende ledninger skal prosjektet sikre at alt rent overvann er separert fra spillvannssystemet. Dersom eksisterende sluk eller taknedløp er tilkoblet

spillvannssystemet skal disse føres til terreng i ny situasjon. Dette er for å hindre at rent overvann blir sendt via pumper til renseanlegg eller fører til unødvendig overløpsdrift på avløpsnettet.

Dersom en i videre planlegging ser at det kan være aktuelt å benytte eksisterende ledninger, anbefales det å utføre kamerainspeksjon for å se om utskifting av ledningene er nødvendig. Alternativer til utskifting ved oppgraving bør vurderes basert på kamerainspeksjonene for å minimere kostnaden samt å minimere klimagassutslipp. Grøfter er en av de største miljøbelastningene innen VA når det gjelder klimagassutslipp, da dette medfører utgraving, håndtering av grøftemasser, transport og anleggsvirksomhet. Der det er behov for å etablere grøfter skal det etterstrebtes å gjenbruke eksisterende masser der det er mulig, og forurensningsgraden til de eksisterende massene er tilfredsstillende. Nye ledningstraseer har fokus på å minimere oppgraving ved å optimalisere ledningstraseene slik at de blir kortest mulig, i tillegg til å unngå dype grøftetraseer.

For håndtering av overvann knyttet til ny og eksisterende bebyggelse etterstrebtes det å løse dette med åpen overvannshåndtering. Overvann kan også føres til områder der det skal masseutskiftes grunnet andre konstruksjoner eller justering av terreng. Dette forutsetter at forholdene (fallretning, høyder, omkringliggende grunnforhold, etc.) er tilrettelagt for dette. Dette vil minimere kostnader og klimagassutslipp knyttet til graving av lukkede magasiner.

5 Referanser

- /1/ Bergen kommune. (2005). *Retningslinjer for Overvannshåndtering i Bergen kommune*. Bergen: Bergen kommune.
- /2/ Fergus, t. m. (2010). *Vassdragshåndboka*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- /3/ NVE. (2014). *Flaum- og skredfare i arealplanar*. Noregs vassdrags- og energidirektorat.
- /4/ Statens vegvesen. (2020). *Håndbok V240 Vannhåndtering*. Vegdirektoratet.
- /5/ Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk*. Norsk Vann.

6 Vedlegg

- /1/ GH000 – Oversiktstegning planområde, eksisterende situasjon
- /2/ GH001 – Eksisterende VA
- /3/ GH101 – Planlagt VA til kommunal overtakelse
- /4/ GH102 – Planlagt VA, privat og til kommunal overtagelse
- /5/ GH201 – Flomveier ved eksisterende situasjon
- /6/ GH202 – Flomveier ved planlagt situasjon
- /7/ RIVA-BER-001-Overvannsmengder (5 sider)
- /8/ RIVA-BER-002-Kanalstrømning
- /9/ RIVA-BER-003-Fordrøyningsberegning (7 sider)