

Beregnet til
Bergen kommune, Etat for utbygging

Dokument type
VA-rammeplan

Dato
18.01.2023

VA-RAMMEPLAN

GNR. 94 BNR. 6, RØD UMLEIEBOLIGER



VA-RAMMEPLAN

GNR. 94 BNR. 6, RØD UMLEIEBOLIGER

Oppdragsnavn **VA-rammeplan, Gnr. 94 Bnr. 6, D0610 Rød utleieboliger**
Prosjekt nr. **1350040231-008**
Mottaker **Bergen kommune, Etat for utbygging**
Dokument type **VA-rammeplan**
Versjon **-**
Dato **18.01.2023**
Utført av **ALILR**
Kontrollert av **IRSE**
Godkjent av **IRSE**
Beskrivelse **VA-rammeplan for Gnr. 94 Bnr. 6, D0610 Rød utleieboliger**

Rambøll
Folke Bernadottes vei 50
PB 3705 Fyllingsdalen
5845 Bergen

T +47 55 17 58 00
F +47 55 17 58 10
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Sammendrag	2
2.	Innledning	3
2.1	Bakgrunn	3
2.2	Målsetting	3
3.	Myndighetskrav og retningslinjer	4
3.1	Bestemmelser i Kommuneplanens arealdel (KPA) 2018-2030	4
3.2	Kommunedelplan for overvann 2019-2029	4
3.3	Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune	4
3.4	Sanitærreglementet for Bergen kommune rev. april 2020 og VA-norm for Bergen kommune	4
4.	Orientering	5
4.1	Prosjektets omfang	5
4.2	Planområde	5
4.3	Grunnforhold	7
5.	Eksisterende vann- og avløpssituasjon	8
5.1	Vannforsyning	8
5.2	Spillvann	8
5.3	Overvann	8
6.	Ny vann- og avløpssituasjon	11
6.1	Vannforsyning	11
6.1.1	Dimensjonering av drikkevann	11
6.1.2	Dimensjonerende vannmengde til brannvann/slokkevann	11
6.1.3	Planlagt vannforsyning	12
6.2	Spillvann	13
6.2.1	Dimensjonerende spillvannsmengde	13
6.2.2	Planlagte endringer på spillvann	13
6.3	Overvann	15
6.3.1	Dimensjonerende overvannsmengder	15
6.3.2	Nedbørsfelt og avrenning	16
6.3.3	Nødvendige tiltak for lokal overvannshåndtering	17
7.	Flom	18
8.	Referanser	19
9.	Vedlegg	20
9.1	Tegninger	20
9.2	Beregninger	20

1. SAMMENDRAG

Overvannshåndtering og flom:

Overvann håndteres ved hjelp av regnbed på planområdet. Terrenget tilpasses slik at vann som faller på tomten vil ha naturlig avrenning mot regnbedene på tomten. Overvann fra tette flater som veg og parkeringsareal i vestre del av eiendommen dreneres til sluk/sandfang og videreføres til jordet på andre siden av Krokeidevegen via en stikkrenne.

Det renner en bekk gjennom naboeiendommer (gnr. 94 bnr. 92 og 234) nord for planområdet. Bekken renner inn i noe som antas å være en kisteveite på naboeiendommen (gnr. 94 bnr. 234), før den til slutt renner ut i en steinsatt mur på samme eiendom og videre ut på gangveien ved Krokeidevegen.

Det er viktig at bekken og kisteveiten på naboeiendommen ivaretas. Det må derfor ikke gjøres inngrep på tomten som kan komme i konflikt med disse.

Området ligger med fall fra øst mot vest, og er ikke flomutsatt.

Dersom innløpet til kisteveiten på naboeiendommen (gnr. 92 bnr. 234) er tett, eller ved en ekstrem nedbørshendelse og overskridelse av kapasitet i kisteveiten, vil bekken renne på overflaten gjennom naboeiendommene nord for tomten. Flomvei forsetter ned til hovedvegen og krysser den før flomveien forsetter over jordet med utløp til sjø.

Ved tette sluk og overvannsinstallasjoner på planområdet vil avrenning fra eiendommen renne ned til hovedvegen, krysse vegen og følge samme flomvei ned til sjøen som nevnt over.

Vannforsyning og spillvann:

En ny vannkum er planlagt å etableres på den eksisterende kommunale vannledningen i Krokeidevegen. Fra vannkummen legges det nye vannledninger til de to nye byggene, samt til en ny brannhydrant.

I området hvor tomten ligger er det ikke tilrettelagt med kommunalt spillvann. Spillvannet må derfor renses lokalt før utslipp. Det planlegges for å etablere et minirensesanlegg for rensing av spillvann fra de to nye byggene, før utslipp til spredningsgrøft.

Før nye utslipp kan settes i verk må det søkes om utslippstillatelse og nødvendig tillatelse må gis av Bergen kommune. Dette må gjøres under detaljprosjekteringen.

Fra de to byggene skal det legges nye spillvannsledninger før oppsamling i en spillvannskum. Fra kummen ledes spillvannet til minirensesanlegget før utslipp til en spredningsgrøft.

De eksisterende vann- og spillvannsledningene på tomten ivaretas ikke.

2. INNLEDNING

2.1 Bakgrunn

Bergen kommune, Etat for utbygging planlegger å etablere 6 utleieboliger på Rød (gnr./bnr. 94/6) i forbindelse med kommunens boligprogram for vanskeligstilte på boligmarkedet. Boliganlegget skal etableres på kommunal tomt, gnr. 94 bnr. 6, der det per i dag ligger to eldre bygg (et hovedhus og et anneks). Eksisterende bygg rives, og 2 nye bygg skal bygges opp med til sammen 6 utleieboliger.

Planområdets areal er ca. 3,4 dekar. I planene for området tilrettelegges det for et boliganlegg, uteoppholdsarealer og et parkeringsareal.

2.2 Målsetting

Denne VA-rammeplanen omfatter overordnet beskrivelse av tekniske løsninger for VAO-anleggene på tomten. Rammeplanen for VA er utarbeidet som et supplement til reguleringsplanen. Planen beskriver prinsipielle løsninger for vann og avløp samt håndtering av overvann.

Målet med VA-rammeplanen er å angi prinsippløsninger for området og sammenhengen med det eksisterende, overordnede hovedsystemet og vise overvannshåndtering og flomveier. Det stilles også krav om at nedbør fortrinnsvis skal gis avløp gjennom infiltrasjon til grunn og i åpne vannveier. Om det avdekkes problemområder, skal VA-rammeplanen foreslå prinsippløsninger for å håndtere dette.

Dimensjoner på ledninger og beregninger oppgitt herunder er veiledende, detaljprosjektering må gjennomføres i senere planfase. Den videre prosjekteringen skal gjennomføres i tråd med gjeldende VA-norm for Bergen kommune.

3. MYNDIGHETSKRAV OG RETNINGSLINJER

3.1 Bestemmelser i Kommuneplanens arealdel (KPA) 2018-2030

Eiendommen er avsatt til hovedformål bebyggelse og anlegg i KPA2018 vedtatt i bystyret 19.06.2019. Det er bl.a. vedtatt at minsteavstand mellom byggverk og VA-ledninger skal være 4 meter ved normal leggedybde.

3.2 Kommunedelplan for overvann 2019-2029

Kommunedelplanen er kommunens overordnede strategi for arbeidet med klimatilpasset, robust og bærekraftig overvannshåndtering. Planen legger føringer for mer detaljerte planer for overvann i forbindelse med arealplanlegging, herunder VA-rammeplanen. «Tretrinnsstrategien» som beskrevet i Norsk vann rapport 162|2008 «Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering» skal følges ved planlegging, prosjektering og bygging:

- 1) Nedbøren skal så langt det er mulig infiltreres der det faller,
- 2) Og forsinkes og fordrøyes ved hjelp av grønnstruktur og åpne fordrøyningsløsninger.
- 3) Større nedbørsmengder/flom skal ledes trygt frem til egnet resipient uten å gjøre skade på bygninger og annen infrastruktur.

Hensynet til lokal og åpen overvannsdisponering bør være kriterium for valg av trær og grønnstruktur.

3.3 Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune

Retningslinjene krever at det skal benyttes løsninger for overvannshåndtering som ikke medfører skade på miljø, bygninger og konstruksjoner. Lokal overvannshåndtering (LOH) skal benyttes der dette er mulig.

3.4 Sanitærreglementet for Bergen kommune rev. april 2020 og VA-norm for Bergen kommune

Reglementet og VA-normen setter krav til den enkelte abonnent i forbindelse med tilknytning til kommunalt vann- og avløpsanlegg, og påfølgende drift og vedlikehold.

Denne VA-rammeplanen redegjør for at krav og føringer stilt i kommuneplan og andre overordnede planer ivaretas.

4. ORIENTERING

4.1 Prosjektets omfang

Bergen kommune, Etat for utbygging har engasjert Rambøll Norge AS (RNO) til å utarbeide en ny reguleringsplan for gnr. 94 bnr. 6 på Rød i Bergen kommune.

4.2 Planområde

Planområdet er lokalisert på Rød på Krokeide i Fana bydel. Planområdet er på ca. 3 400 m² og det planlegges for etablering av 6 utleieleiligheter for vanskeligstilte på boligmarkedet. Planområdet ligger ved Krokeidevegen, og er i dag bebygd med to eldre bygg; et hovedhus og et annek.

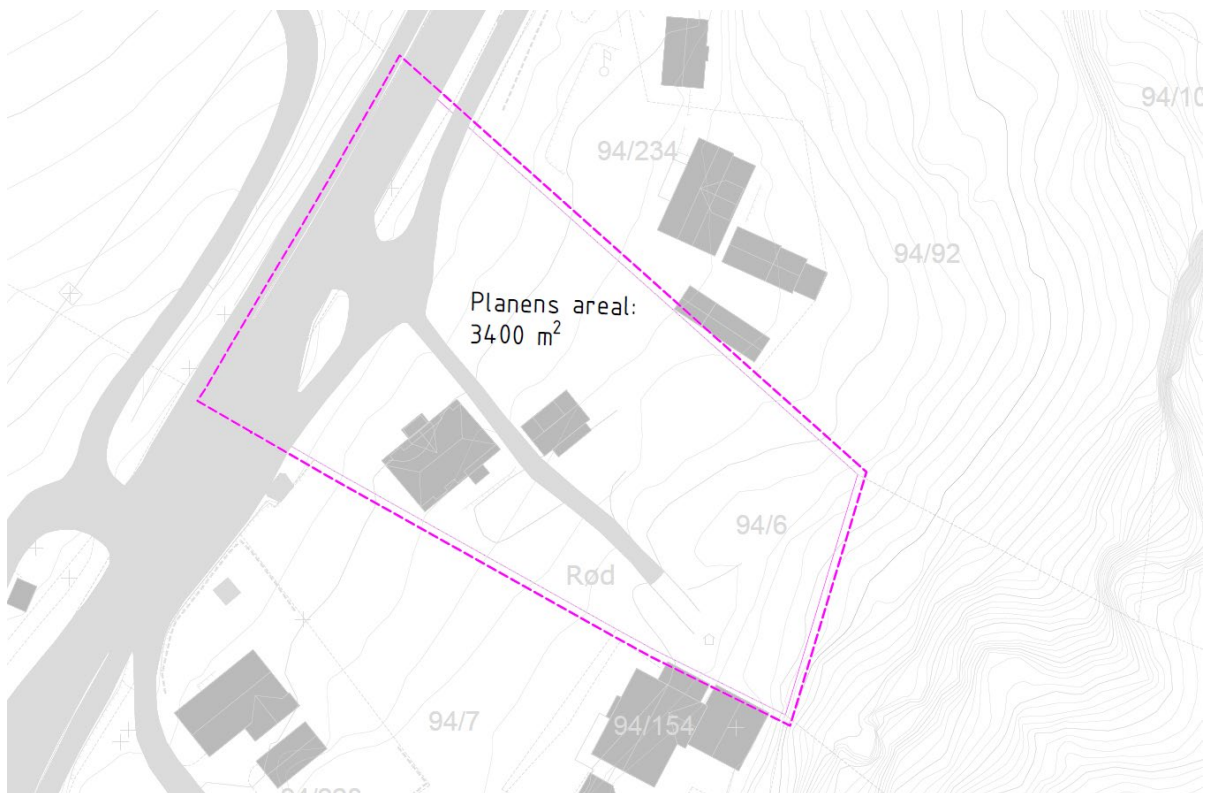
Nord, sør og vest for planområdet er det spredt eneboligbebyggelse. Øst for planområdet er det skoglagte friluftsområdet Fanafjellet. Stiforbindelse til friluftsområde starter fra østsiden av planområdet. Terrenget faller fra øst til vest, fra ca. kote +60 til kote +47. Det er planlagt adkomstveg fra Krokeidevegen.



Figur 4-1 Planområdets plassering i Bergen kommune (rød sirkel)



Figur 4-2 Oversikt over tomt og nærområde



Figur 4-3 Plangrense, gnr. 94 bnr. 6

4.3 Grunnforhold

Løsmassekart gir en grov indikasjon på hvilke typer masser som kan forventes i øvre løsmasselag. Kartet indikerer at store deler av planområdet består av bart fjell og morenemateriale (usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen). Bart fjell og morenemateriale er indikert med henholdsvis grå og grønn farge i løsmassekartet under. Bergartene under løsmassenivå er granitt (indikert med oransje farge i berggrunnskartet under).



Figur 4-4 Løsmassekart og berggrunnskart. Kilde: NGU

5. EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSSITUASJON

Figur 5-1 viser eksisterende VA-ledninger mottatt fra Bergen Vann for planområdet.

5.1 Vannforsyning

Nærmeste kommunale vannledning ligger tilknyttet planområdet, og er en Ø250 mm vannledning i duktilt støpejern (SJK) (anleggsår 1970). Inne på planområdet går det en Ø25 mm privat vannledning i kopper (MCU), som er tilknyttet hovedhuset som befinner seg på planområdet i dag (anleggsår 1977).

Figur 5-1 viser at det er en stengeventil på hovedinntaket for vannforsyning til boligen.

Planområdet blir forsynt fra Kismul vannbehandlingsanlegg. Statisk trykkehøyde på offentlig vannledningsnett i området er normalt mellom 90 til 125 mVs. Bygningsmassen er planlagt plassert innenfor planområdet med kote fra +61 til +46. Trykkforholdene i området er tilfredsstillende.

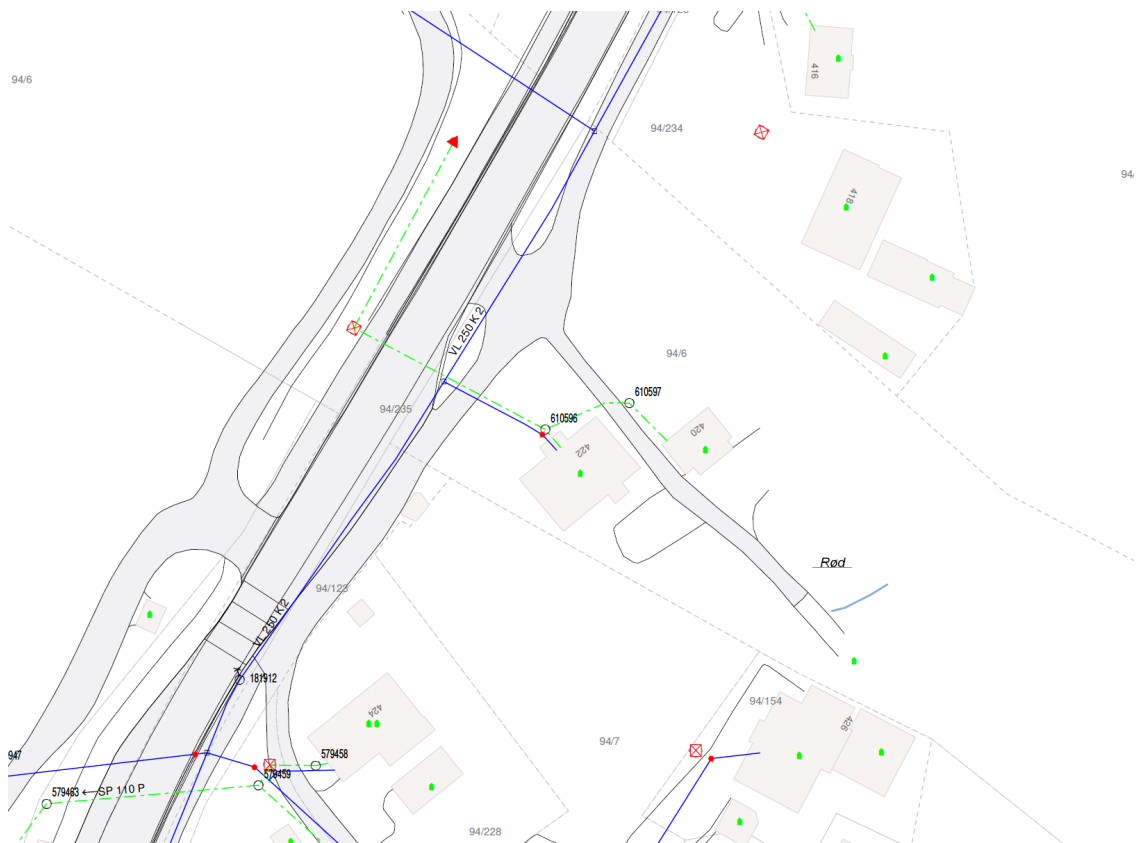
5.2 Spillvann

I området hvor tomten ligger er det ikke tilrettelagt med kommunalt spillvann. Spillvann fra eksisterende bygg (hovedhus og anneks) blir ført i et privat Ø110 mm PVC rør til en slamavskiller som står på jordbruksområdet vest for planområdet (mellom Krokeidevegen og Rødshella) før det slippes ut på jorden nord for slamavskilleren (se Figur 5-1).

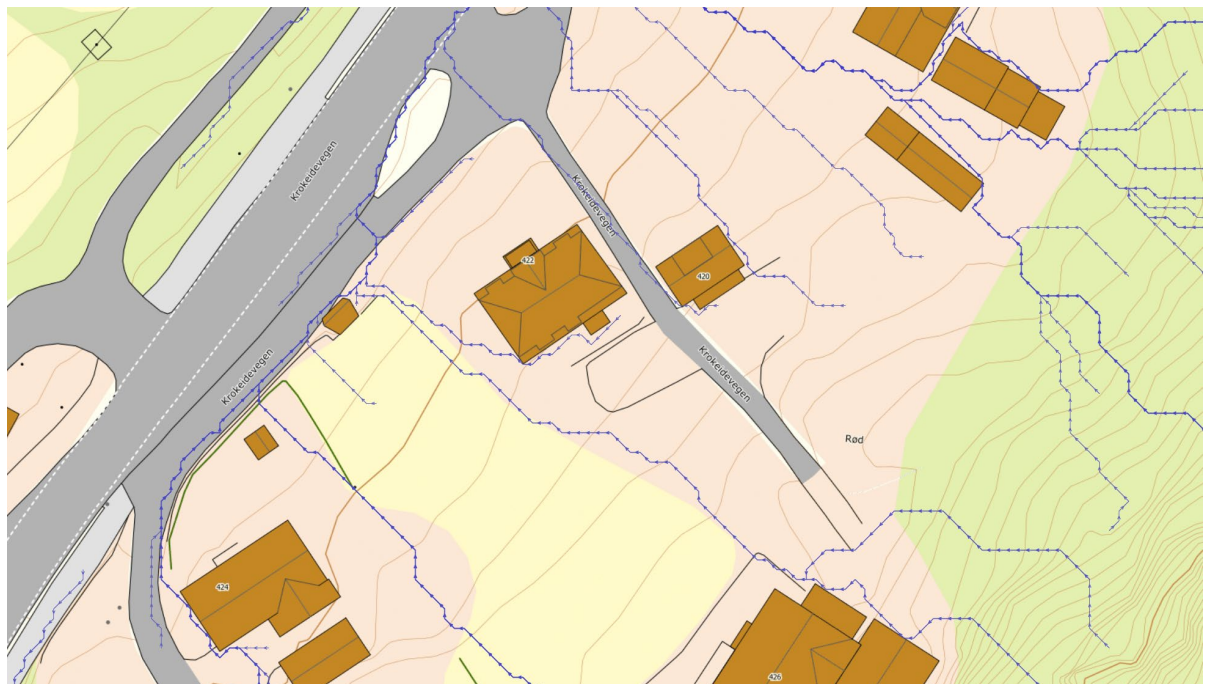
5.3 Overvann

Planområdet er i dag bebygd med to eldre bygg (hovedhus og anneks). Eksisterende avrenningsmønster for planområdet er vist i Figur 5-2. Analysen er vist med 30 mm nedbør. Flomvegene og avrenning er også vist i tegning GH002 som ligger vedlagt. Figuren viser at det er avrenning vestover fra planområdet mot Krokeidevegen.

Det renner en bekk gjennom naboeiendommer (gnr. 94 bnr. 92 og 234) nord for planområdet. Bekken fører overflatevann fra et nedslagsfelt på 1,76 ha. På naboeiendommen (gnr. 94 bnr. 234) renner bekken inn i noe som antas å være en kisteveite (steinsatt grøft, se Figur 5-3), før den til slutt renner ut i en steinsatt mur på samme eiendom og videre ut på gangveien ved Krokeidevegen. Innløpet til kisteveiten er nærme planområdet og blir derfor videre beskrevet i kapitler om fremtidig overvann- og flomsituasjon. Vannet på gangveien og hovedveien fanges opp av en sluk i veien. Se cirka plassering av kisteveite og bekkens utløp i vedlegg GH001.



Figur 5-1 Eksisterende VA



Figur 5-2 Eksisterende avrenningsmønster



Figur 5-3 Bekk som renner gjennom naboeiendommene (gnr. 94, bnr. 92 og 234) nord for tomten

6. NY VANN- OG AVLØPSSITUASJON

6.1 Vannforsyning

6.1.1 Dimensjonering av drikkevann

Vannforsyningsmengder beregnes med tall hentet fra Norsk Vann Rapport 193 «Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem» benyttet. Her legges det til grunn et vannforbruk for 150 l/pe*døgn. Det er 6 boliger tilrettelagt for en person i hver. Dimensjonerende vannforbruk til personer er beregnet til 0.052 l/s, jf. tabellen under.

Tabell 1 Estimert drikkevannsbehov for ny bebyggelse

Antall boliger [-]	6
Antall beboere pr bolig [-]	1
Vannforbruk pr. PE [l/døgn] (beboer)	150 l/d
Maksimal døgnfaktor, f_{maks} [-]	2
Maksimal timeforbruk, k_{maks} [-]	2.5

Timeforbruk varierer over døgnet. Det er ofte størst forbruk av vann på morgenen og tidlig ettermiddag. Forbruket avtar som regel utover kvelden.

Maksimalt timeforbruk utleieleiligheter:

$$Qh maks = \frac{6 \cdot \frac{150l}{d} \cdot 2 \cdot 2.5}{24 \cdot 3600} = 0.052 l/s$$

Maksimalt døgnforbruk utleieleiligheter:

$$Qd maks = \frac{6 \cdot \frac{150l}{d} \cdot 2}{24 \cdot 3600} = 0.021 \frac{l}{s} \rightarrow 1,8 m^3/døgn$$

6.1.2 Dimensjonerende vannmengde til brannvann/slokkevann

For krav til slokkevann angir TEK17 §11-17 følgende preaksepterte ytelseskrav til utendørs vannforsyning:

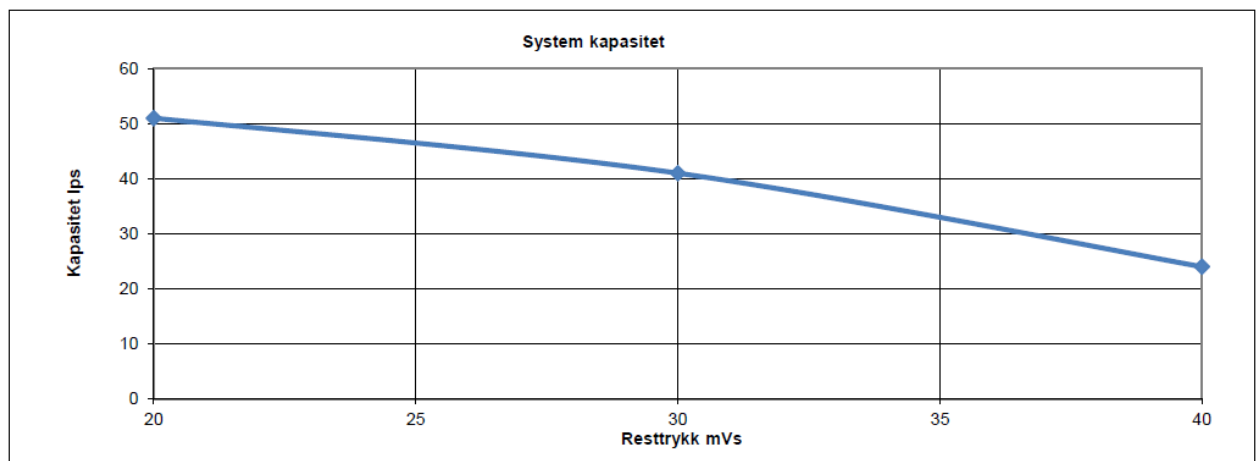
1. Brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei.
2. Det må være tilstrekkelig antall brannkummer/hydranter slik at alle deler av byggverket dekkes.
3. Slokkevannskapisiteten må være:
 - a. Minst 20 l/s i småhusbebyggelse
 - b. Minst 50 l/s, fordelt på minst to uttak, i annen bebyggelse
4. Åpne vannkilder må ha kapasitet for 1 times tapping.

Iht. Bergen kommunes VA-norm, vedlegg B4, skal slokkevannsuttak for annen bebyggelse plasseres slik at alle brannobjekter kan nås fra minst 2 uttak innenfor en maksimalavstand på 200m fra kjørbare veg eller kjørbare gangsystemer. Som slokkevannsuttak benyttes normalt brannkummer. Vannledning som fører vann til slokkevannsuttak (hydrant/brannkum) skal ha min. dimensjon Ø150 mm.

TEK17 angir at det i boligstrøk og lignende hvor spredningsfaren er liten, er det tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer passende tankbil. Videre angir TEK17 at slokkevannskapiteten for småhusbebyggelse minst skal være 1200 liter per minutt, 20 l/s, som nevnt over. Definisjonen som kommer frem fra TEK for småhus er: enebolig, to- til firemannsbolig, rekkehus, kjedehus og terrassehus til og med tre etasjer. Utleieboligene som skal oppføres på tomten ligger i samme størrelsesorden som de definerte byggene. Videre så ligger tomten i et boligstrøk med liten spredningsfare til andre bygg.

Bergen Vann har utført en vannkapasitetsberegning på ledningen i Krokeidevegen. Resultatet er at det er mulig å tappe ut 51 l/s med et resttrykk på 20 mVs (se Figur 6-1 under). Det er tilfredsstillende kapasitet- og trykkforhold i den kommunale ledningen til å ta ut 20 l/s.

Med bakgrunn i kravene over skal det etableres en ny vannkum på eksisterende kommunal vannledning på Ø250 mm i duktilt støpejern. Fra den nye vannkummen legges det en ny vannledning i duktilt støpejern på Ø150 mm som skal forsyne en ny brannhydrant på tomten. Hydranten og de nye VA ledningene er vist på tegningsvedlegg GH001.



Figur 6-1 Vannkapasitetsberegning i Krokeidevegen

6.1.3 Planlagt vannforsyning

Som nevnt over skal det etableres en ny vannkum på den eksisterende kommunale vannledningen (Ø250 mm SJK). For å forsyne den nye brannhydranten legges en ny vannledning på Ø150 mm i SJK fra kummen. Videre legges det en ny Ø63 mm vannledning i PE100 fra vannkummen. Denne deles videre i to vannledninger hver på Ø32 mm i PE100 som skal forsyne de to byggene med forbruksvann. Se situasjonsplan GH001 for en oversikt over planlagt vannforsyning.

6.2 Spillvann

6.2.1 Dimensjonerende spillvannsmengde

Dimensjonerende spillvannsmengde er beregnet ut ifra formel hentet fra Norsk Vann Rapport 193/2012.

Antall boliger [-]	6
Antall beboere pr bolig [-]	1
Hydraulisk belastning pr. PE [l/døgn] (beboer)	150 l/døgn
Maksimal døgnfaktor, f_{maks} [-]	2.3
Maksimal timeforbruk, k_{maks} [-]	3.0

$$q_{maks\ dim} = \frac{q_{d\ middel} \times p \times f_{d\ maks} \times k_{maks}}{3600 \times 24} + q_{ind} + \frac{q_{infiltrasjon} \times p}{3600 \times 24}$$

$$q_{maks\ dim} = \frac{6 \cdot \frac{150l}{d} \cdot 2,3 \times 3,0}{3600 \times 24} + 0 + \frac{100 \times 6}{3600 \times 24} = 0,079\ l/s$$

Dimensjonerende spillvannsmengde fra planområdet er 0,079 l/s.

6.2.2 Planlagte endringer på spillvann

I området hvor tomten ligger er det ikke tilrettelagt med kommunalt spillvann. Spillvannet må derfor renses lokalt før utslipp. Iht forskrift om utslipp av sanitært avløpsvann fra mindre avløpsanlegg til Bergen kommune [4] ligger tomten i sone 2 (normalområde, utslipp til terreng eller vassdrag). For sone 2 er det følgende krav til rensing av spillvann:

«Godkjent biologisk/kjemisk minirensanlegg dokumentert i henhold til NS-EN; 12566-3. Rensanlegg skal være sertifisert hos Sintef. Renset avløpsvann kan ledes til:

- vassdrag minimum 5 meters dyp, eller
- jordbruksgrøft, eller
- konstruert spredningsgrøft

Renset avløpsvann må ledes bort på en hygienisk og forurensningsmessig betryggende måte. Utslipp til elv/vassdrag gjelder kun til vassdrag med helårs vannføring.

Avløpsanlegget skal tilrettelegges for prøvetaking. Slamavskiller og infiltrasjonsgrøft kan godkjennes dersom forholdene er egnede for det.»

Basert på dette kravet så planlegges det å etablere et minirensanlegg for rensing av spillvann fra de to nye byggene, før utslipp til spredningsgrøft. Det er ikke registrert vassdrag med helårs vannføring i nærheten. Prinsippskisse av et minirensanlegg er vist under i Figur 6-2.

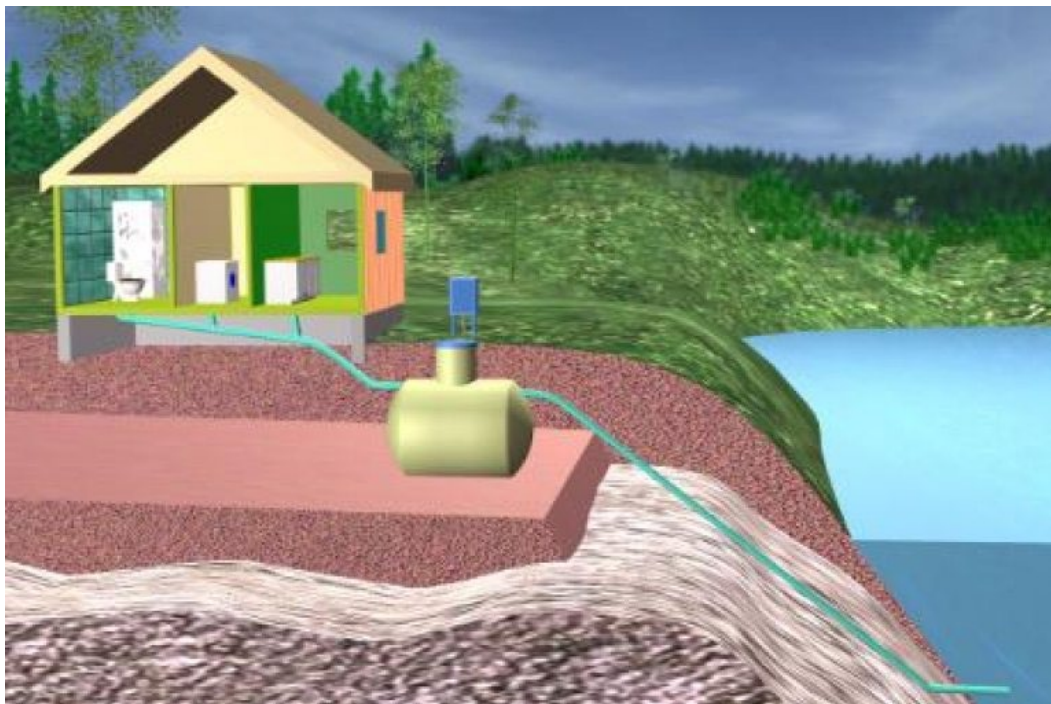
Fra hvert av de to byggene legges det en ny spillvannsledning på Ø110 mm i PVC. Disse samles opp i en ny spillvannskum på tomten før spillvannet videreføres i en ny spillvannsledning på Ø160 mm i PVC til det nye nedgravde minirensanlegget. Fra minirensanlegget føres vannet til utslipp til en spredningsgrøft.

Minirensanlegget og spredningsgrøften er planlagt å etableres på vestsiden av Krokeidevegen. Dette er utenfor planområdet, men ligger innenfor den kommunale tomten (gnr. 94 bnr. 6).

Det må søkes om utslippstillatelse og nødvendig tillatelse må gis av Bergen kommune før nye utslipp kan settes i verk. Dette må gjøres under detaljprosjekteringen.

I henhold til den lokale forskriften skal minirenseanleggene ha dokumentasjon som tilfredsstiller NS-EN; 12566-3 med følgende oppnådde resultater: Renset avløp skal minst etterkomme 90 % reduksjon av både fosformengde og BOF5. Videre så må grunnvannstand i området kartlegges og grunnundersøkelser (løsmassenes hydrauliske kapasitet og infiltrasjonskapasitet) utføres.

Interesser som antas å bli berørt av etableringen, slik som eventuelle nærliggende drikkevannskilder, må kartlegges under detaljprosjekteringen samt i forbindelse med søknad om utslippstillatelse. Alle nærliggende boliger er tilkoblet kommunal vannforsyning.



Figur 6-2 Prinsippskisse av et minirenseanlegg

6.3 Overvann

6.3.1 Dimensjonerende overvannsmengder

Iht. retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune skal overvann håndteres etter tre-leddstrategien ved først å infiltrere, videre fordrøye og som siste utvei, sikre trygge flomveier.

Økningen i nedbør som er ventet i fremtiden grunnet klimaendringer skal håndteres lokalt i området. Overvannshåndteringen må vurderes med hensyn til både normal nedbørsituasjon og flom. Ved ekstrem nedbør, når fordrøyningsmagasin og infiltrasjon er mettet eller dersom ledningsnettet blir overbelastet, tett eller ødelagt skal det være et avrenningssystem på overflaten der overvannet kan renne bort uten å gjøre skade. Flomveier skal dimensjoneres for å kunne ta unna all avrenning fra hele nedbørsfeltet, og må ha kapasitet for å håndtere ekstreme nedbørshendelser.

Overvannshåndtering utføres slik at det ikke fører til ulempe eller skade for andre eiendommer nedstrøms. Dersom tiltaket kommer i konflikt med eksisterende bekker/elver skal disse legges om i åpen trasé.

Overvannsmengder fra planområdet er beregnet med bruk av rasjonell metode. IVF-kurve for Bergen (Sandsli) er lagt til grunn for beregning av overvannsmengder. Det er i beregningene brukt en returperiode på 10 år. Grunnlaget for valgt returperiode er hentet fra Bergen kommunes retningslinjer for overvannshåndtering og gjengitt i tabell under i Figur 6-3.

Dimensjonerende regnskylhyppighet (gjentakintervall) ¹ (1 i løpet av <i>n</i> år)	Områdetype	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet (gjentakintervall) ² (1 i løpet av <i>n</i> år)
2 år	Ubebygde område (åpent)	10 år
10 år 20 år	Boligområde - Åpent - Lukket	20 år 30 år
20 år 30 år	By-/sentrumsområde - Åpent - Lukket	30 år 50 år

Figur 6-3 Returperiode. Kilde: «Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune»

Det er for fremtidig avrenning brukt et klimapåslag på 40 % basert på anbefalte klimapåslag hentet fra www.klimaservicesenter.no.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Figur 6-4 Klimapåslag for nedbør. Kilde: Klimaservicesenter

6.3.2 Nedbørsfelt og avrenning

Planområdet er en del av et større nedslagsfelt (på 2,38 ha), vist på tegning GH004. Hovedavrenningslinjene for dette nedbørsfeltet går ikke gjennom tomten, men gjennom naboeiendommer.

Eksisterende og fremtidig avrenning har blitt beregnet fra planområdet ved å bruke rasjonell metode, se Figur 6-5 under.

Grunnlagsdata				Grunnlagsdata			
Dim. Returperiode	n	10	år	Dim. Returperiode	n	10	år
Klimafaktor	Kf	1	-	Klimafaktor	Kf	1,4	-
IVF kurve benyttet		Bergen	(Sandsli)	IVF kurve benyttet		Bergen	(Sandsli)
Konsentrasjonstid (iht. SVV 681)				Konsentrasjonstid (iht. SVV 681)			
Felt type		Naturlig		Felt type		Naturlig	
Overflatetype		Høy vegetasjon / busker		Overflatetype		Høy vegetasjon / busker	
K verdi - NVE 2016/28	K	0,4		K verdi - NVE 2016/28	K	0,4	
Høydeforskjell	Δh	31	m	Høydeforskjell	Δh	31	m
Lengde	L	139	m	Lengde	L	139	m
Areal, sjø	A _{se}	0	-	Areal, sjø	A _{se}	0	-
Konsentrasjonstid, estimert		10,0	min	Konsentrasjonstid, estimert		10,0	min
Valgt konsentrasjonstid	tc	10	min	Valgt konsentrasjonstid	tc	10	min
Avrenningsareal				Avrenningsareal			
Type	Areal (m ²)	Koeffisient	A _{red} (m ²)	Type	Areal (m ²)	Koeffisient	A _{red} (m ²)
Tette flater (tak, vei, etc)	884	0,9	796	Tette flater (tak, vei, etc)	1 418	0,9	1 276
Høy vegetasjon/skog	2 456	0,4	982	Høy vegetasjon/skog	1 922	0,4	769
	0	0	0		0	0	0
	0	0	0		0	0	0
Sum areal / Avr. Koeff	3 340	0,53	1 778	Sum areal / Avr. Koeff	3 340	0,61	2 045
Sum areal (ha)	0,334		0,18	Sum areal (ha)	0,334		0,20

Figur 6-5 Sammenstilling av beregnet konsentrasjonstid og avrenningskoeffisient for gnr. 94 bnr. 6, før og etter utbygging.

Q_{dim overvann} (z=10 år) = Nedbørintensitet (l/s*ha) * avrenningskoeffisient * areal (ha)
 Dette gir følgende dimensjonerende overvannsmengder:

Beregnet avrenning for dagens situasjon (uten klimafaktor) med 10 min regntid:

Q_{overvann dagens} (z=10 år) = 149 l/s*ha * 0,53 * 0,334 ha ≈ 27 l/s.

Beregnet framtidig avrenning (med klimafaktor 1,4) med 10 min regntid:

Q_{overvann framtidig} (Z=10 år) = 149 l/s*ha * 0,61 * 0,334 ha * 1,4 ≈ 43 l/s.

6.3.3 Nødvendige tiltak for lokal overvannshåndtering

En økning av andel tette flater medfører økt overflateavrenning både i intensitet og volum, og samtidig vesentlig reduksjon av de naturlige prosessene som fordrøyning, infiltrasjon og fordamping.

Det er beregnet at avrenningen vil øke med 16 l/s som følge økte nedbørsmengder og utbygging. Overvannet i planområdet skal forsinkes og fordrøyes med regulert utslipp fra tomten, samt infiltrasjonen til grunnen. Fremtidig avrenning skal ikke bli større enn dagens avrenning, dvs. 27 l/s.

Med disse forutsetningene vil det være behov for å etablere et åpent fordrøyningsanlegg med totalt volum på ca. 14,3 m³. Beregningene av nødvendig fordrøyningsvolum er gjort vha. regnvelopmetoden med kasseregn og antatt konstant utløp. Fordrøyningsanlegget kan være i form av regnbed og/eller andre åpne fordrøyningsbassenger.

Terrenget tilpasses slik at vann som faller på tomten vil ha naturlig avrenning mot fordrøyningsanleggene på tomten. Flomvegene og avrenning etter utbygging er vist i tegning GH003 vedlagt.

Overvann fra tette flater som veg og parkeringsareal i vestre del av eiendommen dreneres til sluk/sandfang og videreføres til jorden på andre siden av Krokeidevegen via en stikkrenne. Sluk/sandfang og de tilknyttede overvannsledningene er vist på tegning GH001. Plassering av og antall sluk/sandfang må detaljeres under detaljprosjekteringen. Sluk må plasseres på lavpunkt i terrenget.

Det er viktig at bekken og kisteveiten (nevnt i Kap. 5.3) på naboeiendommen ivaretas. Det må derfor ikke gjøres inngrep på tomten som kan komme i konflikt med disse.

I regnbed vil det bli bruk av vegetasjon som bidrar til å etterligne den måten naturen håndterer vannet på. Vegetasjon bidrar til å redusere avrenningshastigheten og opprettholde infiltrasjonen. Problemer med overvann forekommer ofte fordi vegetasjon fjernes fra et område. Bevaring og reetablering av vegetasjon er derfor viktige tiltak for å imøtekomme utfordringer knyttet til overvannshåndtering.

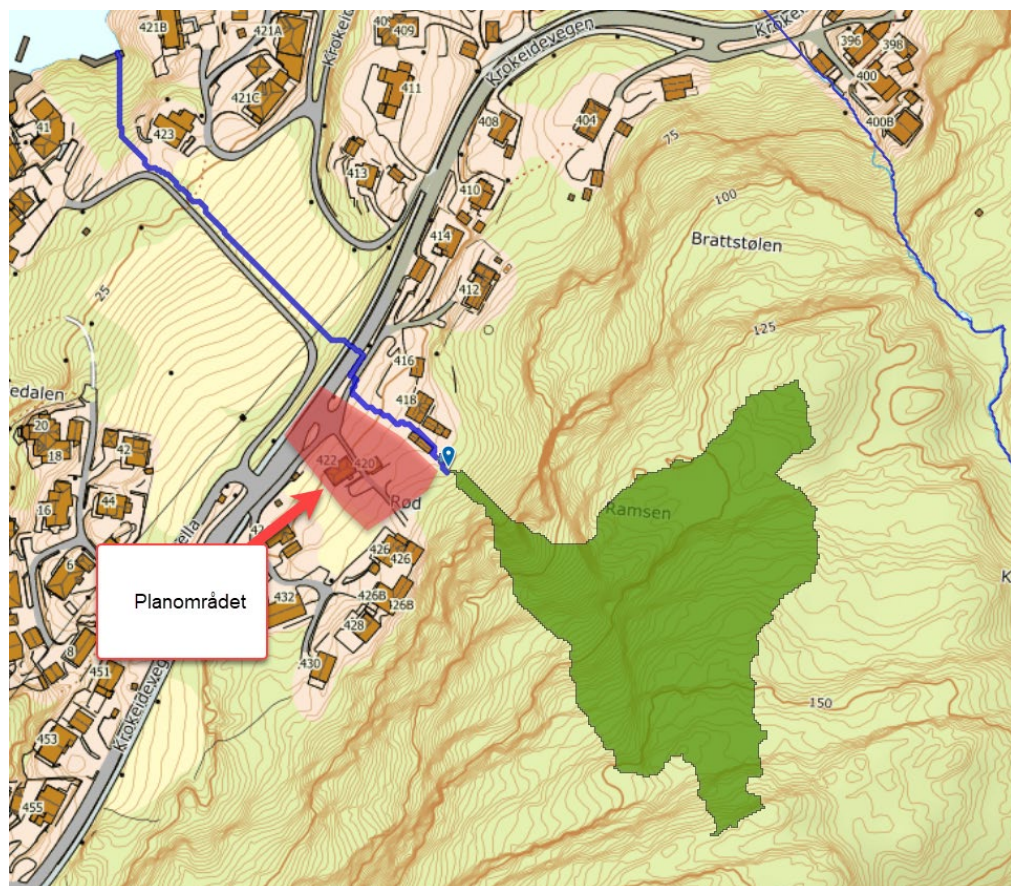
7. FLOM

Ved ekstrem nedbør, når fordrøyningsmagasin og infiltrasjon er mettet eller dersom ledningsnettet blir overbelastet, tett eller ødelagt, skal det være et avrenningssystem på overflaten der overvannet kan renne bort uten å gjøre skade. Slike flomveier skal dimensjoneres for å kunne ta unna all avrenning fra hele nedbørsfeltet, og må ha kapasitet til å håndtere ekstreme nedbørshendelser.

Området ligger med fall fra øst mot vest, og er ikke flomutsatt.
Flomvegene og avrenning etter utbygging er vist i tegning GH003 vedlagt.

Dersom innløpet til kisteveiten på naboeiendommen (gnr. 92 bnr. 234) er tett, eller ved en ekstrem nedbørshendelse og overskridelse av kapasitet i kisteveiten, vil bekken (se Kap. 5.3 og Figur 5-3) renne på overflaten gjennom naboeiendommene nord for tomten. Flomvei forsetter ned til hovedvegen og krysser den før flomveien forsetter over jorden med utløp til sjø.

Ved tette sluk og overvannsinstallasjoner på planområdet vil avrenning fra eiendommen renne ned til hovedvegen, krysse vegen og følge samme flomvei ned til sjøen som vist i Figur 7-1 under.



Figur 7-1 Flomvei fra tomten

8. REFERANSER

- [1] VA- norm Bergen kommune, lastet ned fra: <http://va-norm.no/bergen/> 20.06.2022
- [2] Bergen kommune, kommunedelplan for overvann 2019-2029
<https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/1860089/Kommunedelplan-for-overvann>
- [3] Norsk Vann rapport 193 – 2012. Veiledning dimensjonering og utforming VA-transportssystem
- [4] Forskrift om utslipp av sanitært avløpsvann fra mindre avløpsanlegg, Bergen kommune, Hordaland
<https://lovdata.no/dokument/LF/forskrift/2015-11-25-1484>
- [5] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) Nasjonal berggrunndatabase,
<http://www.ngu.no/emne/kartinnsyn>
- [6] Norsk klimaservicesenter, 2020
<https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/idf.xhtml>

9. VEDLEGG

9.1 Tegninger

Vedlegg 1 – GH001 – VA plan

Vedlegg 2 – GH002 – Flomveger og avrenningsmønster – før utbygging

Vedlegg 3 – GH003 – Flomveger og avrenningsmønster – etter utbygging

Vedlegg 4 – GH004 – Eksisterende nedbørsfelt

9.2 Beregninger

Vedlegg 5 – Beregningsnotat, eksisterende avrenning overvann

Vedlegg 6 – Beregningsnotat, fremtidig avrenning overvann

Vedlegg 7 – Beregningsnotat, fremtidig avrenning overvann



TEGNFORKLARING

Flomveg før utbygging

Avrenning før utbygging

Plangrense

Revisjon	Endring	Dato	Utskrift	Utskrift	Utskrift
1					

Rambøll Norge AS

Org. nr. 915 251 293

www.ramboll.no

DATE: 19.01.2023

TEGN: ALLR

KONT: IRSE

UTGIV: 13.08.2023

PROJ: 1350040231-008

KLUBBING

LAY: GH.dwg

1:200

Bergen kommune, Etat for utbygging

Gnr.94 Bnr.6 Rød utleieboliger

VA-RAMMEPLAN

Flomveger og avrenning før utbygging

Kompleks	Bygg	Etapp	Fag	System	Type	Løpnummer	Prosjekt fase	Rev.opp	Status
						GH_002			



TEGNFORKLARING

Flomveg etter utbygging

Avrenning etter utbygging

Plangrense

Revisjon	Endring	Dato	Utskrift	Utskrift	Utskrift
1					

RAMBOLL

Ramboll Norge AS

Org. nr. 915 251 293

www.ramboll.no

DATE: 19.01.2023

TEGN: ALIR

KONT: IRSE

1350040231-008

KLUBERG

LAY GH.dwg

1:200

Bergen kommune, Etat for utbygging

Gnr.94 Bnr.6 Rød utleieboliger

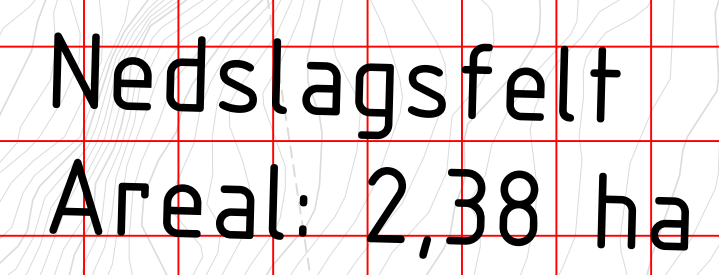
VA-RAMMEPLAN

Flomveger og avrenning etter utbygging

Kompleks	Bygg	Etapp	Fag	System	Type	Løpnummer	Prosjekt fase	Rev.opp	Status
						GH_003			

TEGNFORKLARING

Plangrense



Personen		Relatører				Dato		Tidspunkt		Kontaktpunkt		Godkjent	

Vedlegg nr: 5



Avrenning - Rasjonell formel

Beregningsnotat, eksisterende avrenning overvann

Dato: 16.12.2022
 Utført av: ALILR
 Kontrollert av: IRSE
 Godkjent av: IRSE

Prosjektnr: 1350040231-008
 Prosjektnavn: D0610 Krokeide
 Revisjon:

Metode: 681 Lærebok Drenering og håndtering av overvann
 Nedbørsfelt navn: Eksisterende situasjon

Input
Beregning
Resultat

Grunnlagsdata

Dim. Returperiode	n	10	år
Klimafaktor	Kf	1	-
IVF kurve benyttet		Bergen	(Sandsli)

Konsentrasjonstid (iht. SVV 681)

Felt type		Naturlig	
Overflatetype		Høy vegetasjon / busker	
K verdi - NVE 2016/28	K	0,4	
Høydeforskjell	Δh	31	m
Lengde	L	139	m
Areal, sjø	A_{se}	0	-
Konsentrasjonstid, estimert		10,0	min
Valgt konsentrasjonstid	tc	10	min

<- Naturlig felt og Urban felt har ulik formel for kons. tid.

<- Gjelder kun for "Naturlig" felt type

Avrenningsareal

Type	Areal (m2)	Koeffisient	A_{red} (m2)
Tette flater (tak, vei, etc)	884	0,9	796
Høy vegetasjon/skog	2 456	0,4	982
	0	0	0
	0	0	0
Sum areal / Avr. Koeff	3 340	0,53	1 778
Sum areal (ha)	0,334		0,18

Kommentar

Beregninger

Øke C iht. returperiode (SVV 681)		NEI	
% økning av C		0 %	
C justert iht. SVV 681	C_justert	0,53	
Areal justert	A_justert	0,18	ha

Intensitet fra IVF	i_{dim}	149	l/s*ha
Intensitet inkl. klimafak.	i_{dim}	149	l/s*ha
Intensitet inkl. klimafak.	i_{dim}	0,9	mm/min
Regnvolum inkl. klimafakto	V_{regn}	9,0	mm

Regntid = Konsentrasjonstid

Vannføring ut av felt	Q	27	l/s
Spesifikk avrenning	q	80	l/s*ha

Nedbørsfeltet har lite areal og rasjonell metode kan benyttes

Rasjonell formel

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

Q = vannføring (l/s)
 i = Nedbørs intensitet (l/s*ha)
 A = Areal av nedbørsfelt (ha)
 K_f = Klimafaktor (-)

Nedbørs intensitet velges utifra IVF kurve etter returperiode og regnvarighet = konsentrasjonstid.

Konsentrasjonstid (iht. til SVV Lærebok 681)

For naturlige felt (f.eks. skogsområder, ikke utbygde felt)

$$t_c = K \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{se}$$

Urbane felt (utbygde felt)

$$t_c = 0,02 \cdot L^{1,15} \cdot H^{-0,39}$$

t_c = konsentrasjonstid (min)
 K = Verdi basert på overflatetype. Se Tabell NVE 2016/28.
 L = Lengde (m)
 H = Høydeforskjell i feltet (m)
 A_{se} = Andel innsjø i feltet (forholdstall)

Lengde og høydeforskjellen i feltet regnes fra hhv. fjerneste punkt i feltet til utløpet og fra høyeste punkt i feltet til utløpet.

Vedlegg nr: 6



Avrenning - Rasjonell formel

Beregningsnotat, fremtidig avrenning overvann

Dato: 16.12.2022
 Utført av: ALILR
 Kontrollert av: IRSE
 Godkjent av: IRSE

Prosjektnr: 1350040231-008
 Prosjektnavn: D0610 Krokeide
 Revisjon:

Metode: [681 Lærebok Drenering og håndtering av overvann](#)
 Nedbørsfelt navn: Planlagt situasjon

Input
Beregning
Resultat

Grunnlagsdata

Dim. Returperiode	n	10	år
Klimafaktor	Kf	1,4	-
IVF kurve benyttet		Bergen	(Sandsli)

Konsentrasjonstid (iht. SVV 681)

Felt type		Naturlig	
Overflatetype		Høy vegetasjon / busker	
K verdi - NVE 2016/28	K	0,4	
Høydeforskjell	Δh	31	m
Lengde	L	139	m
Areal, sjø	A_{se}	0	-
Konsentrasjonstid, estimert		10,0	min
Valgt konsentrasjonstid	tc	10	min

<- Naturlig felt og Urban felt har ulike formel for kons. tid.

<- Gjelder kun for "Naturlig" felt type

Avrenningsareal

Type	Areal (m2)	Koeffisient	A_{red} (m2)
Tette flater (tak, vei, etc)	1 418	0,9	1 276
Høy vegetasjon/skog	1 922	0,4	769
	0	0	0
	0	0	0
Sum areal / Avr. Koeff	3 340	0,61	2 045
Sum areal (ha)	0,334		0,20

Kommentar

Beregninger

Øke C iht. returperiode (SVV 681)		NEI	
% økning av C		0 %	
C justert iht. SVV 681	C_justert	0,61	
Areal justert	A_justert	0,20	ha

Intensitet fra IVF	i_{dim}	149	l/s*ha
Intensitet inkl. klimafak.	i_{dim}	209	l/s*ha
Intensitet inkl. klimafak.	i_{dim}	1,3	mm/min
Regnvolum inkl. klimafakto	V_{regn}	12,5	mm

Regntid = Konsentrasjonstid

Vannføring ut av felt	Q	43	l/s
Spesifikk avrenning	q	128	l/s*ha

Nedbørsfeltet har lite areal og rasjonell metode kan benyttes

Rasjonell formel

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

Q = vannføring (l/s)
 i = Nedbørs intensitet (l/s*ha)
 A = Areal av nedbørsfelt (ha)
 K_f = Klimafaktor (-)

Nedbørs intensitet velges utifra IVF kurve etter returperiode og regnvarighet = konsentrasjonstid.

Konsentrasjonstid (iht. til SVV Lærebok 681)

For naturlige felt (f.eks. skogsområder, ikke utbygde felt)

$$t_c = K \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{se}$$

Urbane felt (utbygde felt)

$$t_c = 0,02 \cdot L^{1,15} \cdot H^{-0,39}$$

t_c = konsentrasjonstid (min)
 K = Verdi basert på overflatetype. Se Tabell NVE 2016/28.
 L = Lengde (m)
 H = Høydeforskjell i feltet (m)
 A_{se} = Andel innsjø i feltet (forholdstall)

Lengde og høydeforskjellen i feltet regnes fra hhv. fjerneste punkt i feltet til utløpet og fra høyeste punkt i feltet til utløpet.

Vedlegg nr: 7

Fordrøyningsvolum (Metode: Konstant Utløp)

Dato: 16.12.2022 Prosjektnr: 1350040231-008
 Utført av: ALILR Prosjektnavn: D0610 Krokeide
 Kontrollert av: IRSE Revisjon: _____
 Godkjent av: IRSE

Metode: [VA Miljøblad 69 - Overvannsdammer. Beregning av volum.](#)

Nedbørsfelt / Merknad: _____

Input

Beregning

Resultat

Metode:

Konstant Utløp

Grunnlagsdata

Kommentar

Dim. Returperiode	n	10	år	
Klimafaktor	Kf	1,4	-	
IVF kurve benyttet		Bergen	(Sandsli)	
Valgt konsentrasjonstid	tc	10	min	

Areal / Avrenningsfaktor

Type	Areal (m2)	Koeffisient	A _{red} (m2)	
Tette flater (tak, vei, etc)	1 418	0,9	1 276	
Høy vegetasjon/skog	1 922	0,4	769	
			0	
			0	
Sum areal / Avr. Koeff	3 340	0,61	2 045	
Sum areal (ha)	0,33		0,2045	ha

Utslipp

Kommentar

Maks tillatt utslipp	Qmaks	27	l/s	
Reduksjon pga. Mengderegulator		70 %		
Midlere utslipp	Qut	18,9	l/s	

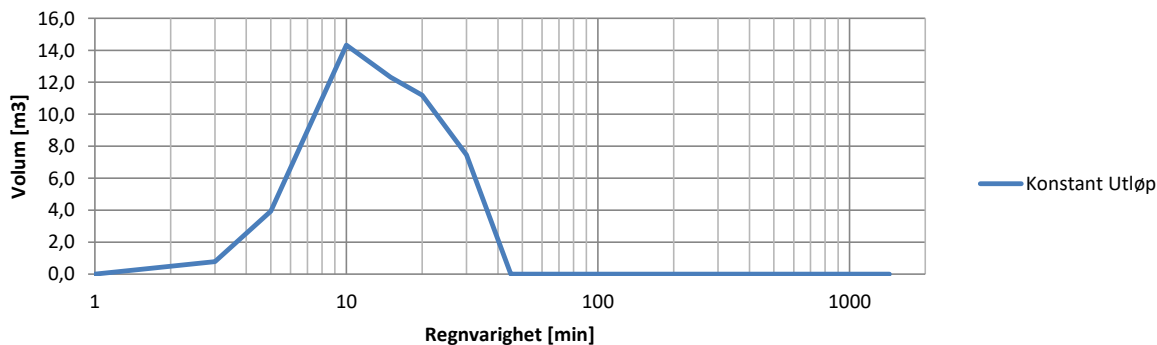
Resultat

Nødv. Fordrøyningsvolum	V _{fordr}	14,3	m3
-------------------------	--------------------	------	----

Dimensjonerende regn

Intensitet	i _{dim}	149,4	l/s*ha	
Intensitet inkl. klimafak.	i _{dim,Kf}	209,2	l/s*ha	
Intensitet inkl. klimafak.	i _{dim,Kf}	1,3	mm/min	
Dim. Regnvarighet	t _{regn}	10	min	
Regnvolum inkl. klimafaktor	V _{regn}	12,5	mm	

Fordrøyningsvolum



Magasinberegning :

						Konstant Utløp
Varighet	Intensitet	Innløp vannføring	Utløps vannføring	Regnvolum	Utløpsvolum	Nødvendig fordrøyning
	i	q _{inn}	q _{ut}	V _{inn}	V _{ut}	V _{fordrøyn}
Min.	l/s*ha	l/s	l/s	m ³	m ³	m ³
1	369,8	10,6	18,9	0,6	0,6	0,0
3	270,4	23,2	18,9	4,2	3,4	0,8
5	223,7	32,0	18,9	9,6	5,7	3,9
10	149,4	42,8	18,9	25,7	11,3	14,3
15	113,8	32,6	18,9	29,3	17,0	12,3
20	98,6	28,2	18,9	33,9	22,7	11,2
30	80,5	23,0	18,9	41,5	34,0	7,5
45	62,5	17,9	18,9	48,3	48,3	0,0
60	52,8	15,1	18,9	54,4	54,4	0,0
90	42,8	12,3	18,9	66,2	66,2	0,0
120	40,6	11,6	18,9	83,7	83,7	0,0
180	32,4	9,3	18,9	100,2	100,2	0,0
360	21,6	6,2	18,9	133,6	133,6	0,0
720	15,6	4,5	18,9	192,9	192,9	0,0
1440	9,9	2,8	18,9	244,9	244,9	0,0

Ligninger**Regnvolum**

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

V_{inn} = Regnvolum (L)

$i_{z,tr}$ = Regnintensiteten for et kasseregnet med gjentakintervall z og varighet tr (l/s*ha)

t_r = Varighet på kasseregnet (s)

A = Areal av nedbørsfelt (ha)

ϕ = Avrenningskoeffisient

Metode: Konstant Utløp**Nødvendig fordrøyningsvolum**

$$V_{fordrøyn} = V_{inn} - V_{ut} = V_{inn} - q_{ut} \cdot t$$

q_{ut} = Utløps vannføring (Maks påslipp) (l/s)

t = Tids intervall (s)

Nødvendig fordrøyningsvolum = maksimal verdi av $V_{fordrøyn}$ som blir regnet ut over ulike regnvarigheter.

Metode: Aron og Kibler**Nødvendig fordrøyningsvolum**

$$V = Q_{maks} \cdot t_r - Q_u \frac{(t_r + t_k)}{2}$$

V = Nødvendig magasinivolum (m³)

Q_{maks} = høyeste innløpsvannføring (m³/s)

t_r = Regnvarighet (s)

Q_u = Høyeste utløpsvannføring (m³/s)

t_k = Konsentrasjonstid (s)