

**Flaumfarevurdering for
Fagerdalen lager, gnr.
216 bnr. 853 mfl. i
Bergen kommune**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnr.:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2021-08-255	-	Flaumfarevurdering for Fagerdalen lager, gnr. 216 bnr. 853 i Bergen kommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:
0	Godkjent rapport	08.11.2021
Kontraktør:		
 Sunnfjord Geo Center		
Kontaktinformasjon:		
Sunnfjord Geo Center AS Småbakkane 19 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA		
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Flaumfarevurdering	Rapport	Fagerdalen, Bergen
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:
Risikogruppe 1	08.10.2021	Nei
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	
Anders Haaland	08.10.2021	
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:
Rev 0: Anders Haaland	05.11.2021	Anders Haaland (sign.)
Rapport kvalitetssikret av:	Godkjent, dato:	Signatur:
Rev 0: Atle Nesje	05.11.2021	Atle Nesje (sign.)

Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS (SGC) har utført ei vurdering av flaumfaren etter TEK17 i samband med reguleringsplanarbeid for Fagerdalen lager i Bergen kommune. Flaumfarevurderinga er gjort for Helvetesvatnet som ligg delvis innanfor plangrensa mot nordvest.

Helvetesvatnet har utløp mot nordvest i ein kulvert som går under Eidsvågvegen. 200-årsflaum ved utløpet er berekna til 1160 l/s. Kapasitetsberekningane av kulverten ved utløpet av Helvetesvatnet viser at den har kapasitet til å handsame ein 200-årsflaum, inkludert klimapåslag. Ved ein 200-årsflaum viser berekningane at vasstanden ved inntaket til røyret vil vere på kote 48,3. I følgje Statens kartverk sine kart ligg Helvetesvatnet på kote 47, noko som samsvarar bra med kotehøgda på vassoverflata som kan hentast frå laserdata. Dette gjev ei vasstandsauke på 1,3 m, og dette er eit konservativt anslag for eit felt med denne storleiken. På bakgrunn av flaumberekningane og kapasitetsberekningar av kulverten nedstraums for planområdet, er det utarbeida eit faresonekart for flaum, der kotenivået ved 200-årsflaum er sett til 48,3 moh.

Faresonekartet viser at ein 200-årsflaum ikkje vil råke dei planlagde tiltaka i planområdet. På grunn av usikkerheit i berekningane og modelleringa, bør ein legge til ein tryggleiksmargin ved fastsetjing av trygg byggehøgde, og normalt legg ein til ein margin på 0,5 m. Dette gjev ei trygg byggehøgde på kote 48,8 moh. i planområdet.



Innhald

Samandrag	3
1. Innleiing.....	5
1.1 Bakgrunn og føremål.....	5
1.2 Tryggleikskrav	5
2. Det undersøkte området	7
2.1 Områdeskildring.....	7
2.2 Skildring av nedbørfeltet.....	8
2.3 Klima.....	10
2.4 Aktsemdskart for flaum.....	11
2.5 Eksisterande flaumfarevurderingar	12
3. Fastsetjing av flaumstorleikar.....	13
3.1 Metode.....	13
3.1.1 <i>Den rasjonelle metode</i>	13
3.1.2 <i>Nasjonalt formelverk for flaumberekningar i små felt (NIFS)</i>	14
3.2 Usikkerheit i flaumberekningane	14
3.3 Dimensjonerande flaumstorleik	15
4. Kapasitetsberekning av kulvert	16
4.1 Synfaring	16
4.2 Kapasitetsberekning av røyrkulvert og kanal.....	17
5. Vurdering av flaumfare	20
6. Referansar.....	21
6.1 Vedlegg 1 – Faresonekart.....	I

1. Innleiing

1.1 Bakgrunn og føremål

Sunnfjord Geo Center AS har på oppdrag av Fagerdalen AS utført ei vurdering av flaumfaren ved Helvetesvatnet i Fagerdalen i Bergen kommune. Vurderinga er gjort i samband med reguleringsplanarbeid for Fagerdalen lager og er gjort i samsvar med §7-2 i TEK17 og NVE sine retningslinjer for flaum og skredfare i arealplanar (retningslinjer 2/2011).

1.2 Tryggleikskrav

Akseptkriterium for flaumfare er gjeve i §7-2 i Byggteknisk forskrift (TEK17). Tryggleikskrava i TEK17 gjeld for nye byggverk. Krava vil òg gjelde ved utvidingar og nybygg knytte til eksisterande byggverk, jf. temarettleiaren «Utbygging i fareområder» frå Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).

Byggverk der konsekvensane av skred og flaum er særleg store skal plasserast utanfor flaumutsett område. Dette gjeld til dømes byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehandtering, samt byggverk som er omfatta av storulykkeforskrifta.

For byggverk i flaumutsett område skal kommunen alltid fastsette tryggleiksklasse. Kommunen må sjå til at byggverk vert plassert trygt nok i høve til dei tre tryggleiksklassane F1 - F3.

Tabell 1: I byggteknisk forskrift vert byggverk kategorisert i tre tryggleiksklassar, som definerer akseptnivå for flaum.

Tryggleiksklasse for flaum	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn	Døme
F1	Liten	1/20	Lager med lite personopphald, garasje
F2	Middels	1/200	Bustad, skule, barnehage, industribygg
F3	Stor	1/1000	Sjukeheim, brannstasjon, sjukehus, avfallsdeponi med forureiningsfare

I tryggleiksklasse F1 inngår byggverk med lite personopphald og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar.

Tryggleiksklasse F2 omfattar dei fleste byggverk som er berekna for personopphald. Dei økonomiske konsekvensane ved skadar på byggverk kan vere store, men kritiske samfunnsfunksjonar vert ikkje sett ut av spel. I delar av flaumutsette område kan det vere større flaumfare enn elles. I område der det under flaum vil vere stor djupne eller sterk straum, bør det vere same tryggleiksnivå som tryggleiksklasse F3. Dette gjeld område der djupna er større enn 2 meter og der produktet av djupne og vasshastigheit (m/s) er større enn $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tryggleiksklasse F3 omfattar byggverk for sårbare samfunnsfunksjonar og byggverk der overfløyming kan gje stor forureining på omgjevnadane. Byggverk som inngår i F3 er byggverk for særleg sårbare grupper av befolkninga (t.d. sjukeheim), byggverk som skal fungere i lokale beredskapssituasjonar og avfallsdeponi der overfløyming kan gje forureiningsfare.

Føresegna om flaum omfattar òg stormflo. Det betyr at dei same tryggleiksnivåa gjeld.

TEK17 opnar for at byggverk i F1 - F3 kan oppnå naudsynt tryggleik ved at det vert gjennomført sikringstiltak.

Føremålet med planarbeidet er å regulere området til lager med tilhøyrande kontor og forretningslokale. Tiltaka kjem under tryggleiksklasse F2.

2. Det undersøkte området

2.1 Områdeskildring

Planområdet ligg i Fagerdalen ved Lønborg i Bergen kommune. Området ligg nedst i Fagerdalen og består i dag av næringsområdet. I vestre del av planområdet ligg Helvetesvatnet, som har utløp gjennom ein kulvert under Helleveien i nord-vest. Figur 1 viser plassering og avgrensing av det kartlagde området som flaumfarevurderinga gjeld for.

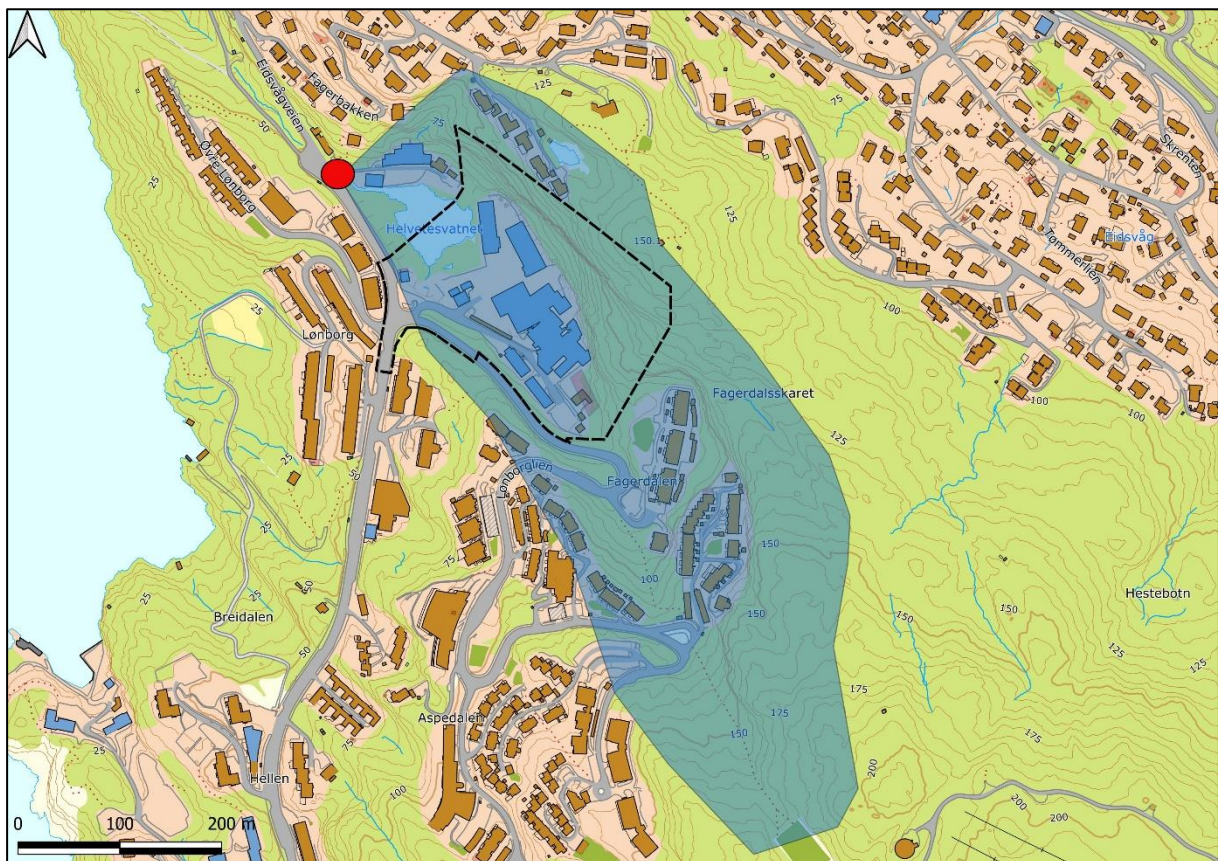


Figur 1: Planområdet ligg i Fagerdalen ved Lønborg i Bergen kommune. Kartkjelde: Statens kartverk.

2.2 Skildring av nedbørfeltet

Det er ingen definerte og kartfesta bekkeløp ned mot Helvetesvatnet. I sørvestre hjørne av vatnet kjem det ned ein OV-leidning med ein dimensjon på 400 mm, og frå næringsområdet kjem det ut ein OV-leidning med diameter på 500 mm.

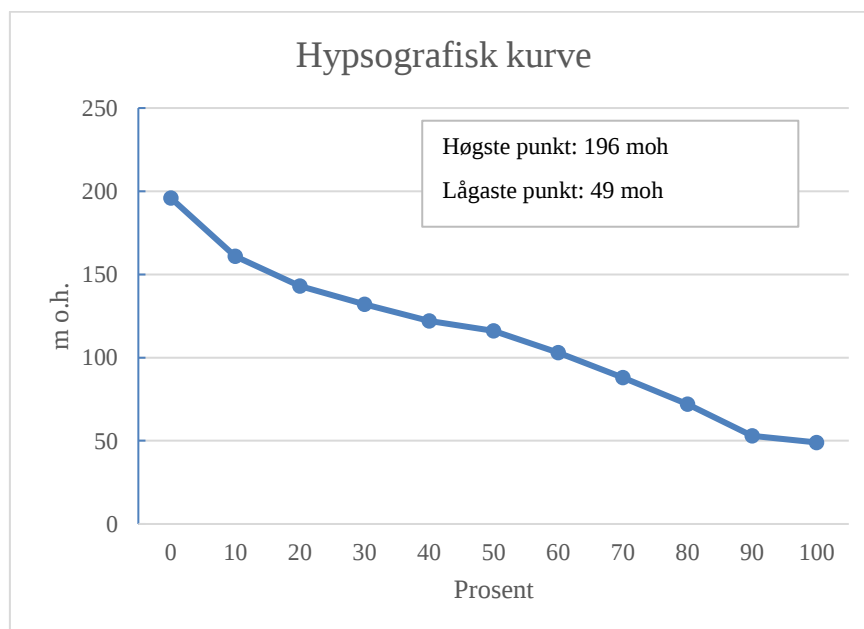
Nedbørfeltet er avgrensa av Fagerdalen og ved utløpet av Helvetesvatnet, nord for planområdet, er nedbørfeltet 19 ha stort. I følge nedbørparameter henta frå NEVINA består feltet av skog, urban og ikkje klassifisert areal. Ser ein på arealkartet AR5 til NIBIO og på flyfoto (Figur 3), ser ein at det ikkje klassifiserte arealet består av skog. Nedbørfeltet er lite og relativt bratt, og er lokalisert nært kysten. Denne typen felt er mest utsett for regnflaumar. Figur 2 viser nedbørfeltet, Figur 5 viser arealfordelinga til feltet, medan Tabell 2 viser feltkarakteristikkane til nedbørfeltet. Feltkarakteristikkane er henta frå NVE sin lågvassapplikasjon NEVINA, medan normalavrenninga er henta frå NVE sitt avrenningskart for referanseperioden 1961-1990.



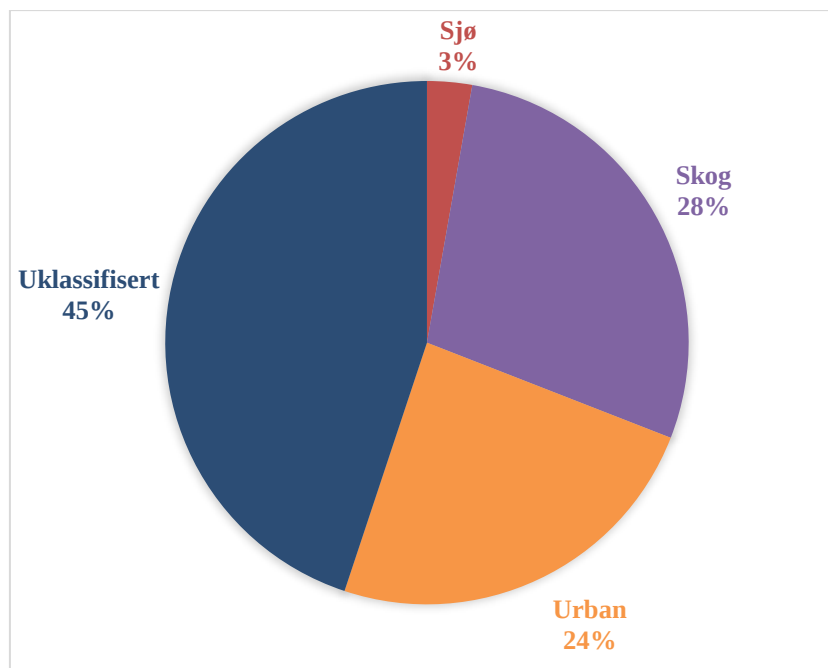
Figur 2: Nedbørfeltet til Helvetesvatnet. Raudt sirkel markerer utløpet. Kjelder: nevina.no og Statens kartverk.



Figur 3: Flyfoto viser at områda som ikkje er bygd ut i nedbørfeltet består av skog.



Figur 4: Hypsografisk kurve for vassdraget. Kurva syner kor stor del av feltarealet som ligg over ei viss høgd.



Figur 5: Arealfordeling for nedbørfeltet.

Tabell 2: Feltkarakteristikkar ved utløpet av Helvetesvatnet. Kjelde: nevina.nve.no.

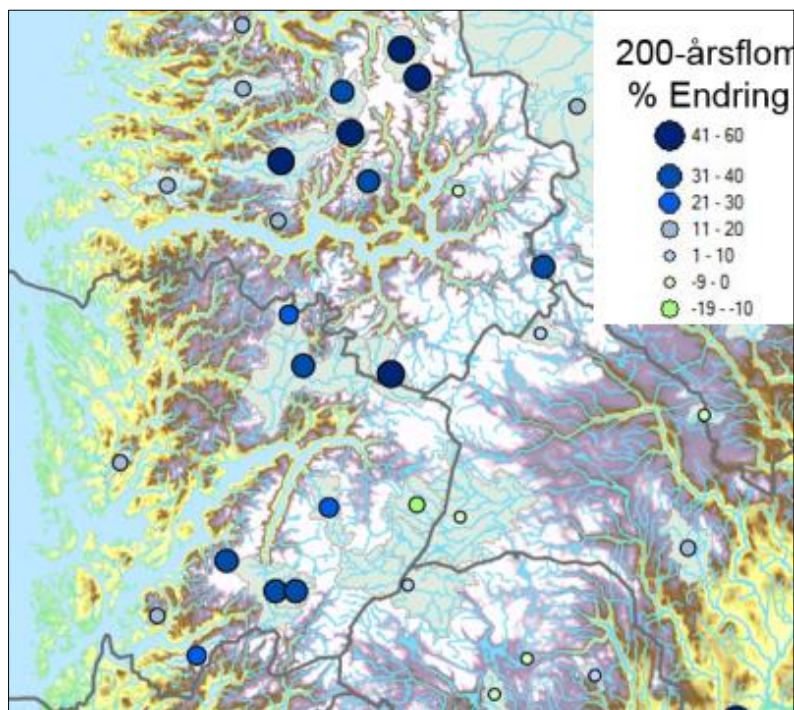
Felt-storleik (ha)	Effektiv sjø (%)	Feltlengd (km)	Elvegradient (m/km)	Normal-avrenning (l/s*km ²)	Skog (%)	Urban (%)	Uklassifisert (%)	H _{min} - H _{max} (moh.)
19	2,11	0,8	178	65,8	28,4	24,4	45,3	49-196

2.3 Klima

Dei fleste klimamodellane byrjar å gje rimeleg pålitelege data om global vêr- og klimautvikling, men modellane har framleis store uvisser, spesielt på regional og lokal skala. Likevel bør ein ta høgde for dei mange resultatane som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. Hausten 2015 vart den siste *Klima i Norge 2100*-rapporten publisert av Norsk klimaservicesenter (NKSS). Hovudfunna i denne rapporten er at ein i Noreg må forvente høgare temperaturar, meir nedbør og meir ekstremnedbør. Ei følgje av dette vil vere at ein må ta høgde for at flaumane vert større og kjem hyppigare, og at skredfrekvensen vil auke i Noreg.

Norsk klimaservicesenter har på bakgrunn av denne rapporten utarbeidd ein klimaprofil for Hordaland (Ref-2), som er meint som eit hjelpemiddel i planlegging. I klimaprofilen er det mellom anna skildra korleis ein bør førebu seg på framtidige klimaendringar som stormflo, auka avrenning, hyppigare episodar med styrtregn og større flaumar. I klimaprofilen er det tilrådd å legge til eit klimapåslag på 20 eller 40 % på dei berekna flaumstorleikane avhengig av plassering av feltet og flaumsesong. Figur 6 viser prosentvis endring i 200-årsflaum i Vestland. Nedbørfeltet i det kartlagde området kan karakteriserast som eit bratt sidedbørfelt og kan også definerast som eit mikrofelt. Denne typen felt vil reagere raskt på intens nedbør og ha eit flaumforløp med høge kulminasjonsverdiar. På bakgrunn av dette, legg vi til eit klimapåslag på 40 % på dei berekna flaumstorleikane.

Det er også henta intensitet-varigheit-frekvensstatistikk (IVF) stasjon 50480 Sandsli (Tabell 3). Det er fleire IVF-stasjonar i Bergensområdet, men stasjonen på Sandsli er den med lengst serie, og har i tillegg statistikk frå dei siste 30 åra.



Figur 6: Prosentvis endring i 200-årsflaum for nedbørfelt i Sogn og Fjordane og Hordaland.

Tabell 3: IVF-verdiar frå stasjon 50480 Sandsli (38 moh.).

	IVF-verdier (l/(s*ha))									
	Varigheter (minutter)									
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60
2	262,7	216,6	191,3	158,7	117,2	92,9	78,0	60,5	47,8	40,9
5	325,5	268,5	239,1	198,7	139,8	109,7	93,2	73,7	58,5	50,4
10	367,0	302,9	270,7	225,2	154,8	120,9	103,3	82,4	65,5	56,7
20	406,9	335,8	301,0	250,6	169,2	131,6	113,0	90,8	72,3	62,7
25	419,5	346,3	310,6	258,6	173,8	135,0	116,1	93,5	74,4	64,6
50	458,5	378,5	340,3	283,5	187,9	145,5	125,5	101,7	81,1	70,5
100	497,2	410,5	369,7	308,1	201,8	155,9	134,9	109,8	87,6	76,4
200	535,8	442,4	399,0	332,7	215,8	166,3	144,3	118,0	94,2	82,2

2.4 Aktsemdskart for flaum

NVE har utarbeidd og presentert aktsemdskart for flaum på atlas.nve.no som syner kva område som kan vere utsette for flaum. Aktsemdsområda er generert basert erfaringstal for norske vassdrag som vert kombinert med ein terrengmodell. Aktsemdskarta er som oftast overestimert, og ei meir detaljert kartlegging vil som regel redusere aktsemdsområda si utstrekning. Området

kring Helvetesvatnet er ikkje markert som aktsemdsområde for flaum. Årsaka til dette er at nedbørfeltet er for lite til at det er blitt registrert.

2.5 Eksisterande flaumfarevurderingar

Vi kjenner ikkje til tidlegare flaumfarevurderingar for vassdraget. Byggadministrasjon Harald Bjørndal AS har utarbeidd VA-plan for området, og i denne planen er handtering av overvatn skildra (Ref-5).

3. Fastsetjing av flaumstorleikar

3.1 Metode

I nedbørfelt som er under 5 km² kan ein nytte den *rasjonelle metode* for å berekne dimensjonerande flaumstorleikar. Metoden er også godt eigna i mikrofelt som er mindre enn 0,5 km². I felt mindre enn 60 km² kan ein også nytte *Nasjonalt formelverk for flaumberekningar i små felt* (NIFS). For å ha eit godt samanlikningsgrunnlag, vil begge metodane verte nytta i denne rapporten.

3.1.1 Den rasjonelle metode

For å berekne dimensjonerande avrenning for dei to nedbørfelta er *den rasjonelle metoden* nytta. Denne er eigna for berekningar av avrenning frå nedbørsfelt som er mindre enn 5 km² (SVV, *håndbok N200*). Avrenninga er berekna ut ifrå ein returperiode på 20 og 200 år; altså 20 og 200-årsflaum. I fylgje *den rasjonelle metode* er avrenninga (Q) gitt ved:

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

der C er avrenningsfaktoren som er midlare vekta og lagt til 30 % for 200-årsflaum. i er dimensjonerande nedbørsintensitet, A er feltarealet og K_f er klimafaktor (1,4, jf. Kap. 2.3).

Vekta avrenningsfaktor vert berekna ut i frå følgjande formel:

$$C = (C_1 \times A_1 + \dots + C_n \times A_n) / A$$

der der $C_1 \dots C_n$ er avrenningsfaktorane og $A_1 \dots A_n$ er areala til dei ulike delfelta.

Tabell 4: Avrenningsfaktor for ulike arealtypar og vekta arealfaktor for dei to nedbørfelta.

	Areal (ha)	Avrenningsfaktor (C)
Skog	14	0,4
Urban	5	0,90
Vekta avrenningsfaktor	-	0,51

Den dimensjonerande nedbørsintensiteten vert rekna ut i frå feltet si konsentrasjonstid (t_c) og varierer med gjentakingsintervallet. I fylgje Statens vegvesen, *handbok N200*, er konsentrasjonstida t_c gitt ved:

$$t_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$$

der L er lengda av feltet (m), H er høgdeskilnaden i feltet (m) og A_{se} er andel innsjø i feltet. Tabell 5 summerer opp utrekninga av konsentrasjonstida og avrenninga frå nedbørsfelt til dei to bekkane. Konsentrasjonstida (tidsfaktoren) er berekna frå formelen ovanfor. Deretter er nedbørsintensiteten henta frå Tabell 3 i Kap. 2.3.

Tabell 5: Feltparameter og utrekning av vassføringa langs bekken ved 20- og 200-årsflaum. Det er lagt til eit klimapåslag på 40 % på storleiken på avrenninga, og 30 % på avrenningsfaktoren for 200-årsflaum.

	Avrenningsfaktor (C)		Feltareal (ha)	Nedbørsintensitet (l/s*km ²)		Q20		Q200	
	Q20	Q200		Q20	Q200	l/s	l/s*km ²	l/s	l/s*km ²
Utløp Helvetesvatnet	0,52	0,66	19	49,6	66,1	479	2520	829	4365

3.1.2 Nasjonalt formelverk for flaumberekningar i små felt (NIFS)

For å fastsetje flaumstorleikar i vassdraget er det mellom anna utført berekningar med nasjonalt formelverk for flomberekningar i små felt (Ref-3). Formelverket bereknar middelflaum og vassføringar med høgare returperiodar, direkte på kulminasjonsverdiar for små (< ca. 50 km²) uregulerte felt i Noreg og er basert på regresjonsanalysar. Formelverket er testa på meir enn 4000 nedbørsfelt. Inngåande parameter er feltareal, normalavrenning og effektiv sjøprosent. I følge formelverket er middelflaumen (Q_M) gitt ved:

$$(1) \quad Q_M = 18.97 Q_N^{0.864} e^{-0.251 \sqrt{A_{SE}}}$$

der Q_N er nedbørsfeltets normalavrenning (m³/s), henta frå NVE sitt avrenningskart i perioden 1961 – 90, A_{SE} er den effektive sjøprosenten og *e* er eit grunntal.

Vekstkurva er gitt ved:

$$(2) \quad Q_T/Q_M = 1 + 0.3808 \times q_N^{-0.137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}] / k$$

der q_N er normalavrenninga (l/s × km²) i perioden 1961-1990 henta frå avrenningskartet, Γ er gammafunksjonen, T er gjentakingsintervall og k er ein konstant som er gitt ved:

$$(3) \quad k = -1 + 2 / [1 + e^{0.391 + 1.54 \times A_{SE} / 100}]$$

Tabell 6 viser resultatata frå flaumberekninga ved bruk av nasjonalt formelverk for små nedbørfelt.

Tabell 6: Resultat frå flaumberekning ved nasjonalt formelverk for små felt.

	Q _M		Q ₂₀		Q ₂₀₀	
	l/s	l/s*km ²	l/s	l/s*km ²	l/s	l/s*km ²
Utløp Helvetesvatnet	430	2265	700	3693	1009	5756

3.2 Usikkerheit i flaumberekningane

Flaumberekningar i små felt som dette har generelt ein del usikkerheit. Når det gjeld *den rasjonelle metode*, har IVF-kurva som er nytta måleserie på meir enn 30 år, der også den siste klimaperioden er inkludert. Grunnlagsmaterialet er derfor vurdert til å vere bra. Ein stor del av usikkerheita ved bruk av *den rasjonelle metode*, er knytt til avrenningsfaktoren, og feil

avrenningsfaktor kan gje store utslag på berekningane. I dette prosjektet er det derfor nytta ein konservativ avrenningsfaktor. Når det gjeld berekningane med NIFS, er det også knytt ein del usikkerheit til berekningane. Formelverket er eigentleg berre gyldig for felt med areal 0,2 – 53 km², og feltet ved planområdet er derfor like under det gyldige intervallet. Ein kan likevel bruke formelen, men usikkerheita i berekningane vert større.

3.3 Dimensjonerande flaumstorleik

Tabell 7 summerer opp og samanliknar resultata frå flaumberekningane med *den rasjonelle metode* og med NIFS. Resultata frå NIFS viser ein del høgare flaumverdiar enn resultata frå *den rasjonelle metode*. Ser ein på den spesifikke avrenninga, viser resultata frå NIFS noko høgare verdiar enn kva erfaringstal frå Vestlandet viser, medan *den rasjonelle metode* har resultat som ligg i øvre sjikt (Ref- 3). I eit vassdrag som dette, forventar ein resultat i øvre sjikt. Sidan *den rasjonelle metode* samsvarar best med erfaringstala og sidan NIFS ligg utanfor gyldighetsintervallet for nedbørfelt med denne storleiken, vel SGC å nytte resultata frå *den rasjonelle metode* vidare i denne rapporten. Sjå Tabell 8 for dimensjonerande flaumstorleikar.

Tabell 7: Samanlikning av flaumberekningar med *den rasjonelle metode* og NIFS.

	Q ₂₀		Q ₂₀₀	
	l/s	l/s*km ²	l/s	l/s*km ²
Den rasjonelle metode	479	2520	829	4365
NIFS	700	3693	1009	5756

Tabell 8: Dimensjonerande flaumstorleikar ved det kartlagde området. Flaumverdiane er gjeve som kulminasjonsflaumar og er inkludert eit klimapåslag på 40 %.

	Q ₂₀ (l/s)	Q ₂₀₀ (l/s)
Dimensjonerande flaumstorleik	670	1160

4. Kapasitetsberekning av kulvert

4.1 Synfaring

Det vart utført ei synfaring i området 08.10.2021 av Anders Haaland frå Sunnfjord Geo Center (SGC).

Helvetesvatnet har utløp i nord i ein kulvert som går under Eidsvågvegen. Dei fyrste om lag 20 m er det ein betongkulvert med diameter 90-100 cm. Diameteren vart målt til 90 cm, men det er truleg at det noko lausmassar i botnen av kulverten. Etter om lag 20 m består underløpet av ein steinsett kanal som ved utløpet er 90 (b) x 120 (h) cm.

Det hadde kome mykje nedbør i dagane før synfaringa slik at Helvetesvatnet var flaumstor og at inntaket ved betongkulverten var delvis under vatn.



Figur 7: Kulvertinnløp ved enden av Helvetesvatnet. Under synfaringa var det høg vasstand i vatnet på grunn av mykje nedbør og inntaket var delvis under vatn.



Figur 8: Utløp nedstrøms for Eidsvågvegen. Størstedelen av underløpet består av ein steinsett kanal med ein dimensjon på om lag 90x120 cm.

4.2 Kapasitetsberekning av røyrkulvert og kanal

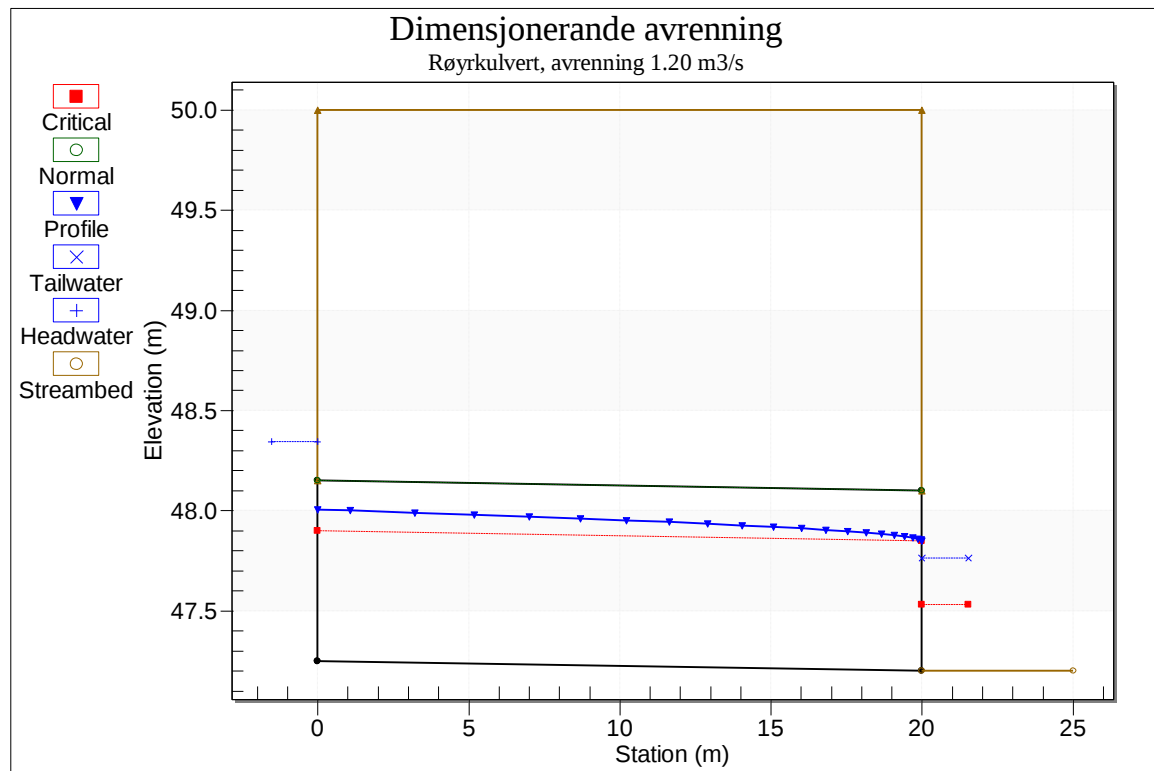
Modelleringsprogrammet HY-8 er nytta for å berekne kapasiteten til røyrkulverten og kanalen frå utløpet til Helvetesvatnet. HY-8 er utarbeida av Federal Highway Administration ved U.S. Department og Transportation, og er eit hydraulisk program som mellom anna vert nytta til å berekne kapasitet ved kulvertar.

Inngangsparameter i berekningane er manningstal (ruheita til kulvertane), helling og dimensjonar på kulvertane og kva type inntak dei har (Tabell 9). Terrenggradienten er berekna med bakgrunn i laserdata frå prosjekt Bergen 10 pkt. frå 2016, i tillegg til manuelle kontrolloppmålingar på staden. Tapskoeffisienten er sett til 0,5, noko som svarar til ein vertikal frontmur. Inntaket er derimot noko traktforma, noko som i realiteten kan gje ein noko lågare tapskoeffisient som vil ha ein positiv effekt på kapasiteten.

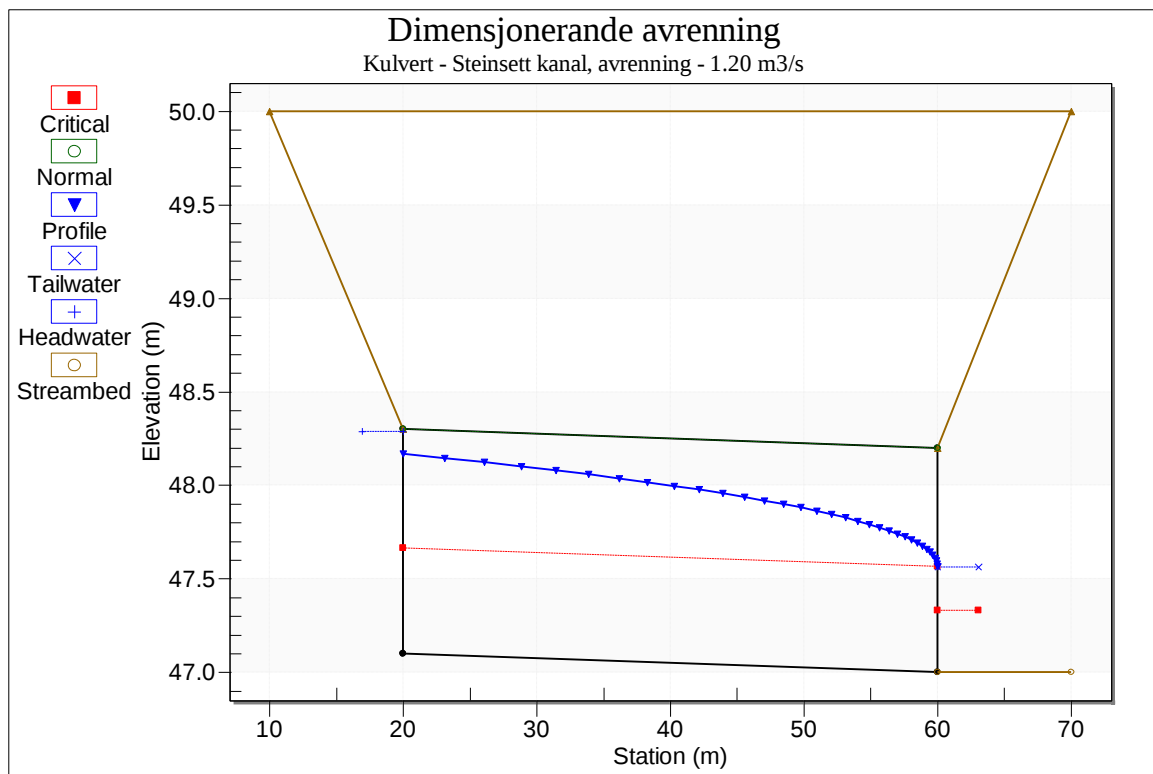
Berekningane viser at kulverten ved utløpet av Helvetesvatnet ikkje vil gå full og har kapasitet til å handsame ein 200-årsflaum, inkludert klimapåslag. Berekningane viser at kulverten er utløpskontrollert og at vassdjupet ved innløpet er 1,07 m.

Tabell 9: Inngangsparameter i HY-8 modellen.

	Gradient (m/m)	Manningstal	Lengde (m)	Dimensjon (mm)	Inntak (tapskoeffisient)
Røyrkulvert	0,0025	0,012	20	Ø900	Frontmur, $K_1=0,5$
Steinsett kanal	0,0025	0,030	40	900(b) x 1200 (h)	



Figur 9: Kapasitetsberegning ved dimensjonerende avrenning for røyrkulverten.



Figur 10: Kapasitetsberegning ved dimensjonerende avrenning for den steinsette kanalen.

5. Vurdering av flaumfare

Kapasitetsberekningane av kulverten ved utløpet av Helvetesvatnet viser at den har kapasitet til å handsame ein 200-årsflaum, inkludert klimapåslag. Ved ein 200-årsflaum viser berekningane at vasstanden ved inntaket til røyret vil vere på kote 48,3. I følgje Statens kartverk sine kart, ligg Helvetesvatnet på kote 47, noko som samsvarar bra med kotehøgda på vassoverflata som kan hentast frå laserdata. Dette gjev ein vasstandsauke på 1,3 m, og dette er eit konservativt anslag for eit felt med denne storleiken. På bakgrunn av flaumberekningane og kapasitetsberekningar av kulverten nedstraums for planområdet, er det utarbeida eit faresonekart for flaum, der kotenivået ved 200-årsflaum er sett til 48,3 moh. Faresonekartet viser at ein 200-årsflaum ikkje vil råke dei planlagde tiltaka i planområdet. På grunn av usikkerheit i berekningane og modelleringa, bør ein legge til ein tryggleiksmargin ved fastsetjing av trygg byggehøgde, og normalt legg ein til ein margin på 0,5 m. Dette gjev ei trygg byggehøgde på kote 48,8 moh. i planområdet.

6. Referansar

- Ref-1: NVE, 2020: *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE-rapport 10/2020
- Ref-2: Norsk Klimaservicesenter, 2021: *Klimaprofil Hordaland*
- Ref-3: NVE, 2015: *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. NVE-veileder 7/15
- Ref-4: Chow, V.T., 2009: *Open Channel Hydraulics*.
- Ref-5: Byggadministrasjon Harald Bjørndal AS, 2021: *VA-Rammeplan tilknyttet reguleringsplan*

Internettsider:

Kart, satellittbilete og topografiske profil:

<http://www.norgeskart.no>

<http://www.hoydedata.no>

Hydrologiske data:

<http://nevina.nve.no>

Klima:

<http://www.senorge.no>

<http://klimaservicesenter.no>

Føreskrifter:

<http://www.lovdata.no>

6.1 Vedlegg 1 – Faresonekart

