

Ulvik herad

# ► Detaljregulering Holmen

Naturfare

Områdestabilitet, skred, flaum, overvatn, erosjon og vassdrag

Oppdragsnr.: 52209134 Dokumentnr.: 1.0 Versjon: 52209134-RIG-R01 Dato: 2024-09-16



**Oppdragsgjevar:** Ulvik herad  
**Oppdragsgjevares kontaktperson:**  
**Rådsgjevar** Norconsult Norge AS, Sandvenvegen 43, NO-5600 Norheimsund  
**Oppdragsleiar:** Vidar Østerbø  
**Fagansvarleg:** Stephanie Hjelmeland  
**Andre nøkkelpersonar:** Eirin Sandstå Kvale, Marie Steine, Henning Andersson, Marie Hepsøe Torpe, Alv Terje Fotland, Keren Schwartz, Berit Soldal, Anton Hasselquist Evensen, Steinar Myrabø, Kuganesan Sivasubramaniam,

52209134-RIG-R01	2024-09-16	Naturfare; områdestabilitet, flaum, erosjon, skred i bratt terreng og overvatn	VIDOES	STPHJE	VIDOES
Versjon	Dato	Omtale	Utarbeidd	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrer Norconsult. Dokumentet må berre nyttast til det formål som går fram i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

## ▼ Samandrag

Naturfare er vurdert med vekt på områdestabilitet (fare for kvikkleireskred), skred i bratt terreng, flaum og erosjonsfare og overvatn. Det er utarbeidd egne rapportar for flaum og skred i bratt terreng.

Områdestabiliteten i område er ivareteken for planlagde tiltak ut frå føreliggjande undersøkingar. Det er ikkje gjort grunnboringar i sjø.

Planområdet er utsett for flaum både frå stormflo og frå flaum i elva. Det ligg tre bruer på berekningsstrekninga. Bruene har ikkje tilstrekkeleg kapasitet til å ta unna 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag og deler av flaumvatnet går over vegbana og renn i terrenget utanom elveløpet.

Simuleringa med 40% påslag i flaumvassføringa (200-årsflom inkl. klimapåslag) gir en auke i resulterande flaumvasstand i Gauro i planområdet på opp mot 20 cm. Dette sikkerhetspåslaget bør vurderast som et minimumspåslag. Alt infrastruktur som kan bli skada av flaum bør sikrast til minst dette nivået, eventuelt høgare i området nærast vassdraget. Terrengendingar og øvrig infrastruktur bør utformast slik at flaumvasstandar i området ikkje aukar.

Overvasshandteringa i området i dag består av små lukkingar og små grøfter med liten kapasitet. I ein framtidig situasjon er det viktig at alle eksisterande rør vert kartlagt, saman med alle nedbørfelt frå flaumvegar som renner gjennom området.

Det vert rådd til at alle tiltak vert dimensjonert for 200-årsflaum med klimapåslag i med at kostnaden for desse tiltaka ikkje er mykje meir enn for 20-årsflaumen med klimapåslag.

Flaumvegen må dimensjonerast til å kunne handtere flaumvatn frå nærliggjande og oppstrøms areal. Flaumvegane vert anbefalt å etablerast som opne grøfter med djupdrenering. Flaumvegane må erosjonssikrast hele vegen ut til resipient.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innleiing</b>	<b>6</b>
1.1	Prosess og føresetnader	6
1.2	Planområde	6
<b>2</b>	<b>Tiltak i planområde</b>	<b>7</b>
2.1	Fortau	7
2.2	Holmen kulturpark	10
<b>3</b>	<b>Generelt om utgreiingskrav naturfare i detaljregulering</b>	<b>12</b>
3.1.1	<i>Lovverk</i>	12
3.2	Fare for områdeskred av kvikkleire	13
3.3	Flaum- og erosjonsfare	13
3.4	Skred i bratt terreng	14
3.5	Vurdere ev. inngrep i vassdrag etter vassressurslova	14
3.6	Overvatn	15
<b>4</b>	<b>Skred i bratt terreng</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Områdeskred i marin leire</b>	<b>17</b>
5.1	Marin grense	17
5.2	Kvartærgeologi	18
5.3	Grunnundersøkingar	19
5.4	Befaring	21
5.5	Terrengforhold	21
5.6	Vurdering av områdeskredfare på land	23
5.7	Vurdering av områdeskredfare fra sjø	25
5.8	Oppsummering fare for områdeskred	26
<b>6</b>	<b>Flaumfare og erosjon i vassdrag – flaum/erosjon frå havet</b>	<b>27</b>
6.1	Inngrep i vassdrag	27
6.1.1	<i>Tilstopping av bruer</i>	27
6.1.2	<i>Datagrunnlag</i>	27
6.2	Flomfare	27
6.2.1	<i>Sikkerhetspåslag</i>	31
6.3	Vurdering av erosjon i vassdraget	31
6.4	Flomsikringstiltak	32
<b>7</b>	<b>Overvatn</b>	<b>33</b>
7.1	Befaring og kartgrunnlag	33
7.2	Analyse av avrenning inn til planområdet	42
7.2.1	<i>Nedbørfelt og feltegenskaper</i>	42
7.2.2	<i>Metode og dimensjoneringsgrunnlag</i>	45

7.2.3	<i>Flomberegninger</i>	47
7.3	Vurdering av tiltak, samt anbefalinger	48
7.3.1	<i>Oppgradering av veg og grøfter</i>	49
7.3.2	<i>Krysset mellom Tymbernesvegen og Hjeltnesvegen</i>	50
7.3.3	<i>Holmen kulturpark</i>	52
7.4	Konklusjon og foreslåtte tiltak	53
<b>8</b>	<b>Sammenfallende naturfarer</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>56</b>

# 1 Innleiing

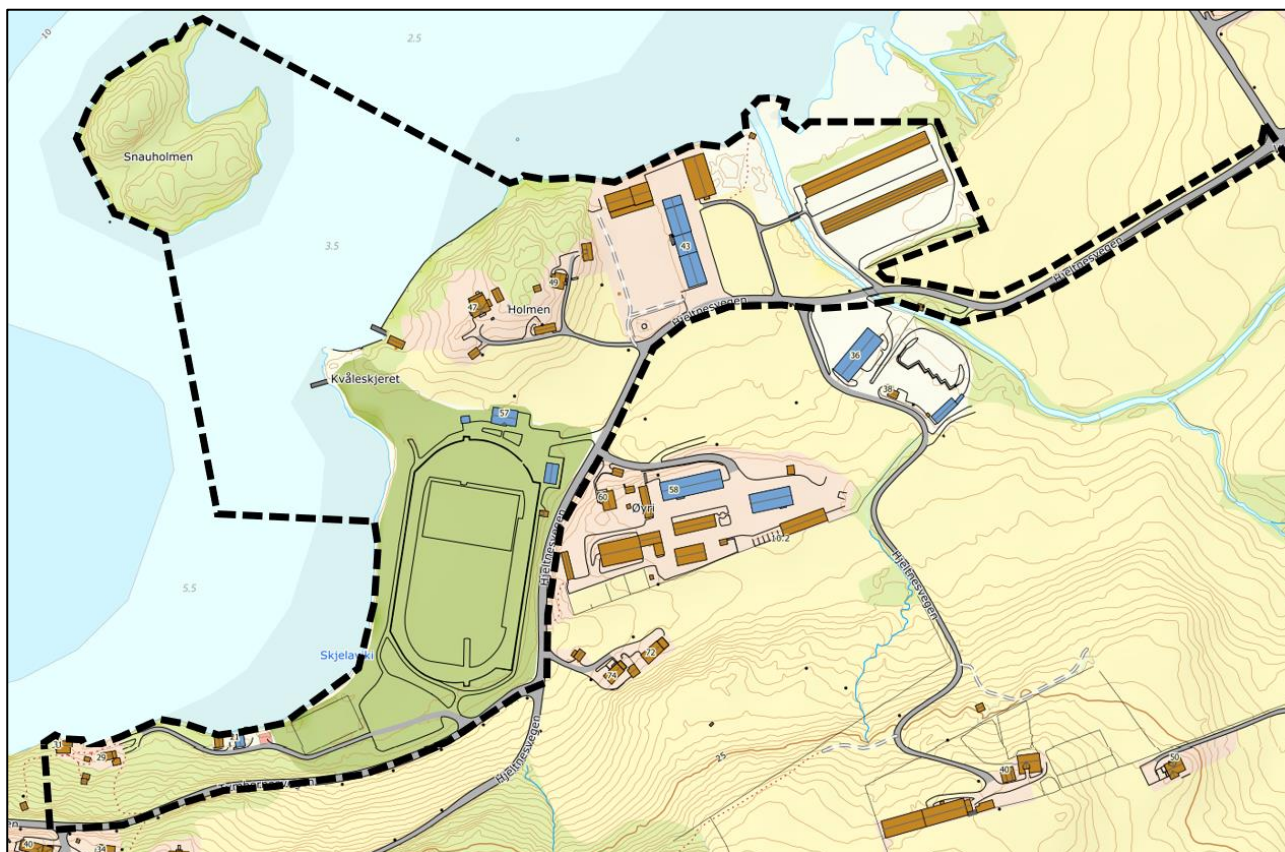
Det har vore kunngjort oppstart av planarbeidet hausten 2022. Det kom inn fleire uttaler som oppmoda om at ei rad tema innanfor naturfare, naturmangfald og trafikktryggleik vart utgreidd.

Det har tidlegare vore sendt eit planforslag for områderegulering på høyring, men då med noko større planområde. Dette arbeidet stogga opp og det vart seinare sett i gang detaljregulering for eit noko mindre område (i nord), der mellom anna Ulvikapollen naturreservat ikkje inngår i dette planarbeidet.

## 1.1 Prosess og føresetnader

I samband med kunngjort oppstart av planarbeidet kom det inn fire uttaler frå offentlege styresmakter og fire uttaler frå private.

## 1.2 Planområde

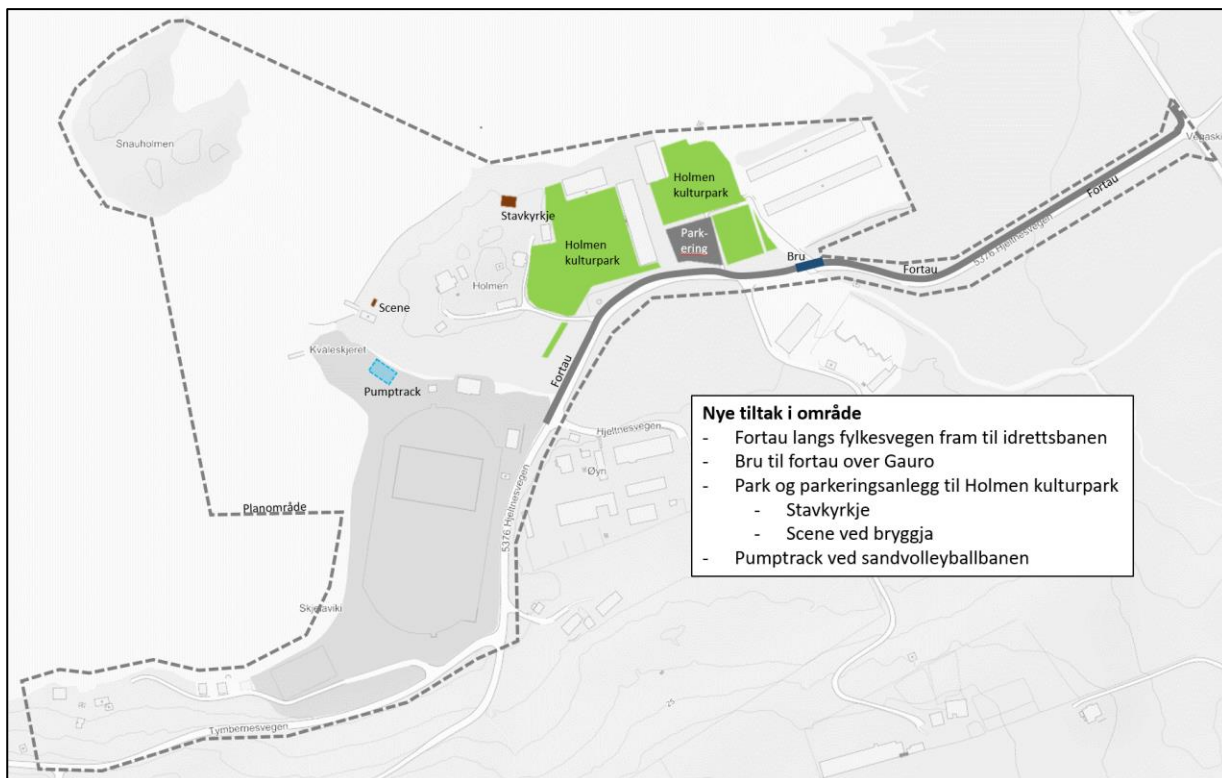


Figur 1-1 Planområde går frå fylkesvegen i aust, avgrensa av fylkesvegen i sør, bustadtomt i vest og Snauholmen i nord.

## 2 Tiltak i planområde

Kort omtale og oversiktskart (Figur 2-1) over hele planområdet, med markering av de tre hovedtiltakene

Det er planlagt tre hovudtiltak; fortau langs fylkesvegen til idrettsplassen, renesansehagen i Holmen kulturpark, inkludert replika av stavkyrkje og ei scene. Og avsett areal til pumptrack ved idrettsbana.



Figur 2-1 Tiltak i planområde er vist i kartet over (Illustrasjon: Norconsult Norge AS).

### 2.1 Fortau

Det er planlagt fortau langs fylkesveg 5376 Hjeltnesvegen samt gjennom krysset mot fylkesveg 5374 Osavegen. Hjeltnesvegen blir planlagt med utbetring og eksisterande avkøyrsler blir oppretthaldt med gjennomgåande fortau og nedsenk i kantstein. Fortauet tilpassast planarbeid for Syselandet i kryss med Osavegen og avsluttast ved driftsavkøyrsl nord for idrettsanlegget i Holmen. Ved idrettsplass er det opparbeid gangveg som mjuke trafikantar kan nytta vidare sørover mot parkeringsplass.

Vegutbetring av Hjeltnesvegen avsluttast i kryss med Tymbernesvegen og fortset langs sistnemnde kommunale veg til og med avkøyrsl til parkeringsplass.

Det er fire avkøyrsler som kryssar fortau langs Hjeltnesvegen, inkludert avkøyrsl til idrettsplass.

Hjeltnesvegen har skilta fartsgrense 50 km/t og fortauet er planlagt med kantstein og ei breidde på 2,5 meter, fortauskulder kjem utanom. Der det er kantstopp for buss er fortauet utvida i tråd med krav i Statens vegvesen vegnormal N100.





Statens Vegvesens handbok N400 [N400:2023 | Viewer \(vegvesen.no\)](#) anbefaler 0,5 m klaring (3.6.2 fri høyde) over berekna flaumvasstand for dimensjonerande vassføring (200-årsflom inkl. 40% klimapåslag).

Det er avsett plass til utviding av vegbreidde og fortau over elva i vegteikning og planframlegget.

### Bilete – Holmen bru (september 2021)



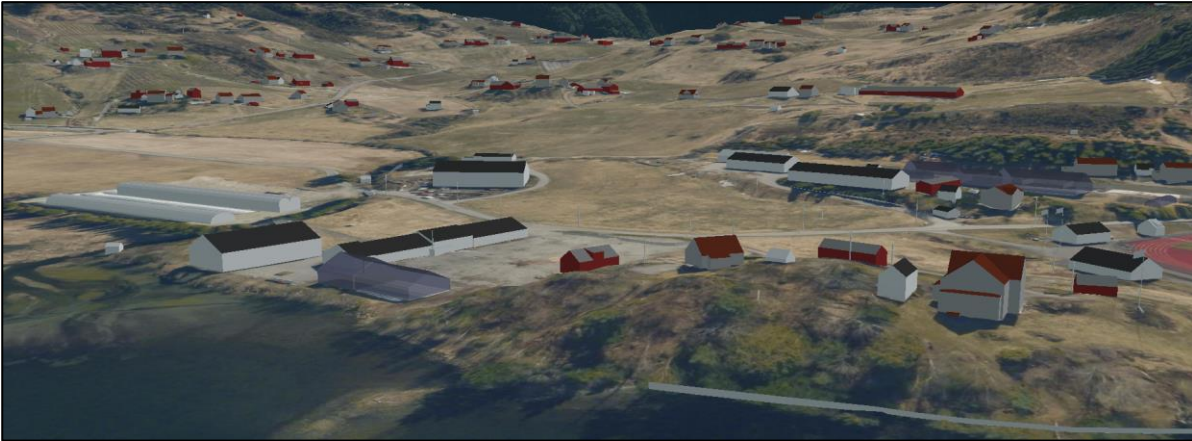
Figur 2-3 Fylkesveg 5376 Hjeltnesvegen og brua over Gauro.



Figur 2-4 Detalj som viser litt av lysopninga under brua og utfordringene med avlagring av masser under brua.

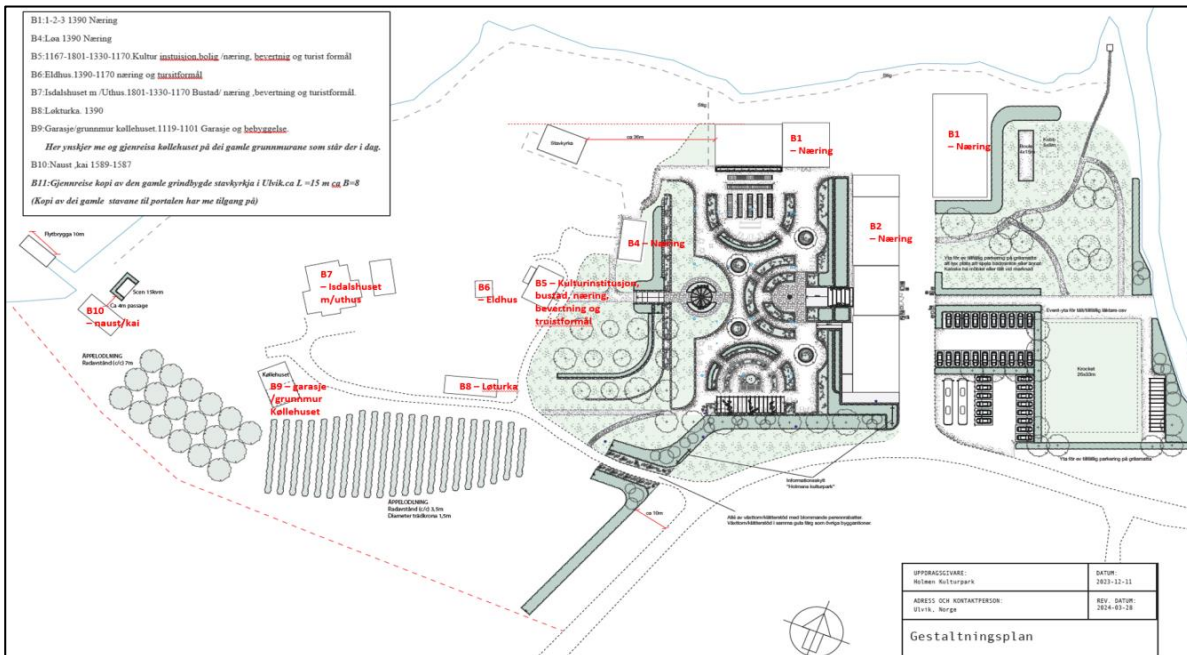
## 2.2 Holmen kulturpark

I tillegg planlegg Holmen kulturpark AS restaurering av Katrine Kølle huset og føre opp ein kopi av ei av dei fire stavkyrkjene som har vore i Ulvik. Holmen kulturpark AS ønskjer å etablere ein park og parkeringsplassar for vitjande til visningssenteret som er planlagt etablert i eksisterande bygningsmasse på staden. Visningssenteret er planlagt å bli ein særprega arena for natur og kulturbaserte opplevingar innan gastronomi, kultur og hagebruk.



Figur 2-5 Bygningane (vist med svart tak) til venstre i bilete over er planlagt som visningscenter for Holmen kulturpark AS (illustrasjon: Kommunekart.com)

I samband med bygningane til venstre i bilete over (bygg med svart tak på illustrasjonen) vert det planlagt ein «renesansepark».



Figur 2-6 Holmen kulturpark AS sitt innspel til arealdisponering (Kjelde: [add : green]). Norconsult har ført på nemningar på bygga, i samsvar med tilleggnotat til innspelet.

### 3 Generelt om utgreiingskrav naturfare i detaljregulering

Det er utgreidd naturfare i samsvar med gjeldande lovverk og overordna planar. I tillegg har sektorstyresmaktene presisert kva for naturfare som skal utgreiast og på kva måte.

#### 3.1.1 Lovverk

Byggteknisk forskrift [1], TEK 17 § 7, krever at byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Angående sikkerhet mot stormflo og bølger har Byggeforskriften [1], TEK17 stillet følgende krav,

(1) *Byggverk som er avgjørende for nasjonal eller regional beredskap og krisehåndtering skal ikke plasseres i flomutsatt område, dersom konsekvensen av flom vil føre til at beredskapen svekkes.*

(2) *For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.*

Forskriften opererer med tre ulike sikkerhetsklasser. Den viktigste utløsende faktor for valg av klasse er graden av personopphold og konsekvensen ved oversvømmelse. Her opererer § 7-2 med sikkerhetsklassene F1, F2 og F3 for flom.

Tabell 3-1 Sikkerhetsklasse for flom [2]

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

- Klasse F1 omfatter midlertidige konstruksjoner og steder uten permanent menneskelig opphold og med små eller ingen konsekvenser for miljøet ved skader, og benytter 20 års returperiode. F.eks. Turstier og parker, friområder, naust og garasjer.
- Klasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold og innebærer at flomrisiko skal estimeres for 200 års returperiode. F.eks. boliger, kontorbygg og industribygg.
- Klasse F3 omfatter samfunnskritisk infrastruktur, og gjelder konstruksjoner som må fungere også under en krise, dvs. brannstasjoner, politistasjoner og helseinstitusjoner. Her skal det benyttes 1000 års returperiode.

Krava til utgreiing av naturfare er knytt til Byggteknisk forskrift (TEK17) og sektorstyresmaktene; NVE, Statsforvaltaren, Vestland fylkeskommune har gjeve uttale om dette ved kunngjort oppstart av planarbeidet. Tilhøva som sial utgreiast er:

- ❖ Fare for områdeskred av kvikkleire
- ❖ Skredfare i bratt terreng
- ❖ Flaumfare og erosjonsfare
- ❖ Inngrep i vassdrag
- ❖ Overvatn

Ovanfor nemnde krav er knytt til kapittel 7 i Byggteknisk forskrift (TEK17). Kravet vert utløyst knytt til «siste plannivå» som i dette tilfelle er detaljregulering, dersom det i samband med tidlegare reguleringsplanar ikkje

er utført slike utgreiingar. Om det ligg føre slike utgreiingar, kan det vera at desse må ajourførast oppdaterte myndighetskrav/regelverk. Det vert trong for noko tid til å samordne utgreiingane.

### 3.2 Fare for områdeskred av kvikkleire

Områdeskred vert brukt som eit samleomgrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddkarakter. Vurderinga av områdestabilitet er utført med utgangspunkt i krav til sikker byggegrunn som gitt i plan og bygningsloven (pbl § 28-1) [3] og byggt teknisk forskrift (TEK17 § 7-3) [4].

Føreliggande kapittel gir ei vurdering av områdestabilitet i samsvar med NVE-veileder *Nr. 1 / 2019 Sikkerheit mot kvikkleireskred* [5].

Norconsult gjør oppmerksom på at vurderinga av områdestabilitet kun er gyldig for det omtalte tiltaksområdet. Rapporten må ikkje brukas vidare i rådgivings- og prosjekterings-samanheng uten geoteknisk kompetanse. Geoteknisk rådgiving, prosjektering eller lokalstabilitet er ikkje behandla her.

### 3.3 Flaum- og erosjonsfare

Statsforvaltaren skriv: *Vassdraget Gauro ligg i planområdet. Det skal oppretthaldast eit avgrensa naturleg vegetasjonsbelte langs bredda av vassdrag, jamfør vassressurslova § 11. Reguleringsplanen må ta omsyn til dette. Gauro er eit anadromt vassdrag. Det er viktig å sikre at naturlege bestandar av anadrome laksefisk og deira leveområde, samt andre ferskvassorganismar, forvaltast i samsvar med naturmangfaldlova og slik at naturens mangfald og produktivitet bevarast jf. Lakse- og innlandsfiskeloven § 1. Omsynet til fiskeinteressene og ivaretaking av fiskens og andre ferskvassorganismers økologiske funksjonsområder skal innpassast i planar etter plan- og bygningsloven i kommune og fylke (§ 7). Dette må difor følgjast opp i planforslaget.*

Norconsult utførte flomvurdering for Gauro i Ulvik i 2021 for Hjeltnes Gartneri, og beregningene er beskrevet i rapporten med flomsonkart ([eksisterande rapport](#)).

Eksisterende rapport for flomfare i området dekker i stor grad planområdet for detaljregulering.

Norconsult vil foreta en vurdering av den eksisterende rapporten for Gauro om denne dekker hele planområdet, eller om andre deler av planområdet må vurderes i tillegg.

Flomvurderingen i 2021 inkluderer ikke en beregning for 20-årsflom. Bygninger og infrastruktur i planområde som er plassert i TEK17 sikkerhetsklasse F1 (bygninger med lite personopphold, lager/garasje etc.) stiller krav til sikkerhet mot 20-årsflom. Norconsult anbefaler at det utføres flomberegninger for 20-årsflom inkludert flomutbredelse og flomvannstand.

Videre har NVE publisert en ny veileder for sikkerhet mot flom i 2022, som gir føringer for et prosentvis påslag på vannføringen for beregning av en sikkerhetsmargin ([https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022\\_03.pdf](https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf)).

Rapporten-flomvurdering Gauro i Ulvik vil oppdateres med bakgrunn i NVEs nye veileder. Norconsult vil derfor utføre følsomhetsanalyse og beregning av sikkerhetspåslag som legges på flomvannstander iht. veilederen.

Vi vil legge til grunn grunnlaget fra rapporten i 2021 og supplere med nye beregninger og lage en ny selvstendig flomrapport som skal brukes for detaljregulering.

Flomutbredelse vises på kart (20-årsflom uten og med klimapåslag og 200-årsflom uten og med klimapåslag).

Eventuell vurdering av flomsikringstiltak, overflateavrenning eller flomvurdering for små nabobekker er ikke inkludert i dette tilbudet.

### 3.4 Skred i bratt terreng

Når en reguleringsplan skal utarbeides for et område, eller man skal gjennomføre et byggetiltak (jf. Plan- og bygningsloven (pbl) §§ 1-6 og 20-1) må det dokumenteres at det er tilstrekkelig sikkerhet mot blant annet naturfare (jf. Pbl §28-1 og TEK17 kapittel 7). For å finne ut om det er nødvendig med skredfarevurdering, må man sjekke NVE sine aktsomhetskart for ulike skredtyper, og vurdere om det er forhold som tilsier at det kan være skredfare i det aktuelle området. I høve til NVE sin veileder for reguleringsplan står det at dersom planområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde for skred eller det tidligere er registrert skredhendelser innenfor planområdet, må det dokumenteres at sikkerheten er ivaretatt i høve til byggt teknisk forskrift TEK17 §7-3. TEK17 henviser til NVE sin veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Det ble i 2018 faresonekartlagt i store deler av Ulvik sentrum, og kartleggingsområdet dekker hele planområdet for Brakanes/Syselandet. Dimensjonerende skredtype er vurdert å være jordskred/jordskred og sørpeskred i dette området.

I områdene hvor tiltak eventuelt blir liggende innenfor en faresone, må tiltak med tilhørende sikkerhetsklasse vurderes opp mot tilhørende faresonegrense. Et tiltak skal ligge utenfor tilhørende faresonegrense. Det betyr eksempelvis at så lenge et tiltak i sikkerhetsklasse S1 ligger utenfor faresonegrensen 1/100 er sikkerhetskrav mot skred iht. TEK17 §7 oppfylt. Dersom man ønsker å plassere tiltaket innenfor tilhørende faresonegrense, må sikringstiltak for å øke sikkerhet mot skred vurderes av fagkyndig personell.

### 3.5 Vurdere ev. inngrep i vassdrag etter vassressurslova

NVE skriver i sin uttale til oppstart av planarbeidet: «*må vurdere ev. inngrep i vassdrag etter vassressurslova Vi oppmodar dykk om å legge opp til ein arealbruk som ikkje betyr inngrep i Gauro. Dersom planen likevel legg opp til inngrep i vassdraget må NVE vurdere tiltaka etter vassressurslova i samband med planhandsaminga. For å få til ei koordinert handsaming er det viktig at planen gir ei god skildring av inngrepa, og at de har vurdert konsekvensane for ålmenne interesser i vassdraget. Som døme på ålmenne interesser kan vi nemne fiskens frie gong, ålmenn ferdsel, naturvern, biologisk mangfald, vitenskapleg interesse, kultur og landskapsomsyn, jordvern, omsyn til flaum og skred osb. Gauro munnar ut i Ulvikpollen naturreservat. Kva verknad eventuelle inngrep i vassdraget kan få i naturreservatet vil i dette tilfellet vere sær s viktig å gjere greie for.*»

Statsforvaltaren skriv: «*Gauro er eit anadromt vassdrag. Det er viktig å sikre at naturlege bestandar av anadrome laksefisk og deira leveområde, samt andre ferskvassorganismar, forvaltast i samsvar med naturmangfaldlova og slik at naturens mangfald og produktivitet bevarast jf. Lakse- og innlandsfiskeloven § 1. Omsynet til fiskeinteressene og ivaretaking av fiskens og andre ferskvassorganismers økologiske funksjonsområder skal innpassast i planar etter plan- og bygningsloven i kommune og fylke (§ 7). Dette må difor følgjast opp i planforslaget.*»

Det vert ikkje lagt opp til direkte inngrep i vassdraget.

Vidare er det peikt på følgjande vurderingar av tiltaket:

1. Ta vare på kantvegetasjon langs vassdrag
2. Sikre naturlege bestandar av anadrome laksefisk

Det er ikkje planlagt tiltak som vil råka desse tilhøva i planarbeidet. Einaste tiltaket nær Gauro vert eventuell utviding av brua, og at det i samband med anleggsarbeidet må sikrast at vassdraget ikkje vert råka på ein måte som er uheldig.

### 3.6 Overvatn

Overvann skal håndteres etter anbefalinger frå NVEs rapport nr. 4/2022 «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar». I tillegg er det satt krav med følgende punkter i TEK17 §15-8:

1. Løsninger for infiltrasjon, fordrøyning og avledning av overvann skal til sammen dimensjoneres for nedbør med klimajustert 100-års gjentaksintervall, så langt ikke annet er bestemt i arealplan.
2. Drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt. Avledning av drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.

Tiltak som kan bli berørt av bekker og eller tydelige vassdrag må sikres mot flom for gjentaksintervaller beskrevet i tabell 3.1.

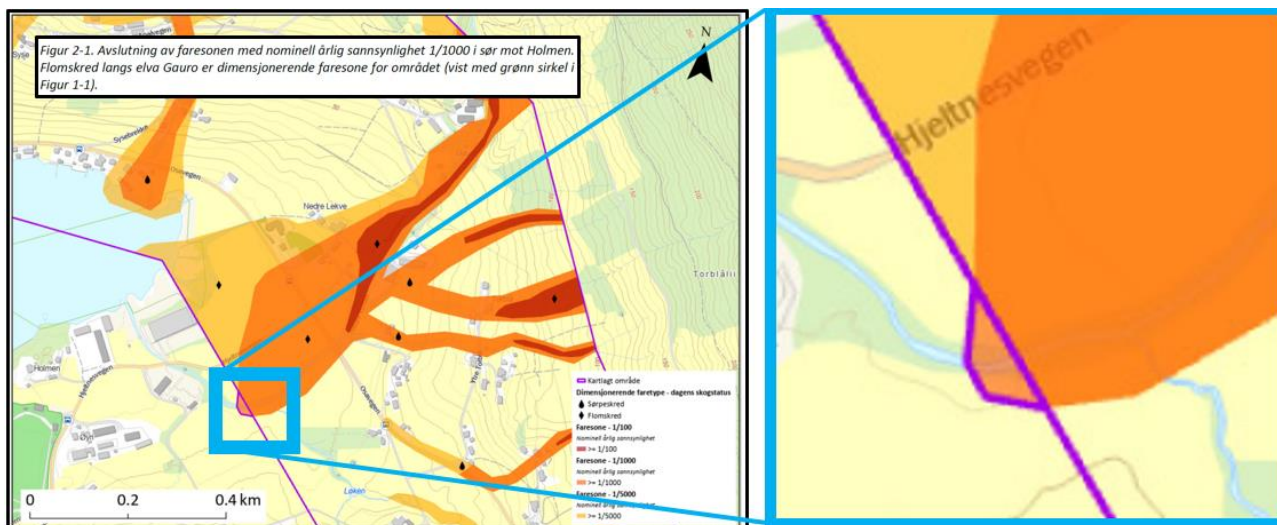
## 4 Skred i bratt terreng

Det vert også vist til eigen rapport frå NGI (sjå vedlegg).

Det er utarbeidd faresonekart for skred i Ulvik. Det er eitt område vestover mot Gauro der faresona er avskoren i rapporten frå NGI (2018). Det er undersøkt om NGI har data som kan nyttast vidare for å avklara faresituasjonen. På det råka arealet ligg der veksthus i dag, eng og fylkesvegen.

Då avgrensinga av vurderingsområde som vart undersøkt og omtala i NGI-rapporten frå 2018, ikkje dekkja heile planområde vårt, spurde Ulvik herad NGI om å gjera greie for dette. Fareområda, som dermed var avskorne i rapporten frå 2018, vart ønskt skildra på ein tenleg måte for dette planarbeidet. NGI har skrivne ein stutt rapport om denne problemstillinga og vi viser til denne: 20240241-01-TN\_Avklaring skredfare Holmen Ulvik\_endelig, NGI - sjå vedlegg, der følgjande konklusjon ligg føre:

*NGI har i 2018 utredet skredfaren fra Lekvesli og de bratte områdene nord og øst for Lekve samt langs elva Gauro i Ulvik. I 2018-kartleggingen har kartleggingsområdet sin sørlige avgrensning ved Holmen, og faresone 1/1000 og 1/5000 er avsluttet mot denne avgrensningen. Utbredelse av faresonen med nominell årlig sannsynlighet 1/1000 (sikkerhetsklasse S2) er i dette notatet vist i sin fulle utstrekning, basert på utredningen fra 2018 (Figur 2-1). Flomskred langs elva Gauro er dimensjonerende faretype.*



Figur 4-1 I utsnittet til høgre ser vi at avslutninga av faresona råkar areal utanfor plankartet og vil ikkje påverke dei tiltak som vert gjort gjeldande i planen (illustrasjon med utgangspunkt i NGI sitt kart (Norconsult Norge AS).

Den utvida delen av fareområde som gjev forbod mot tiltak i tryggleiksklasse S2 er i liten grad utvida jf, NGI og vil ikkje råka noko aktuelt byggeområde, slik det kjem fram av dette planarbeidet.

Det er utført en skrivebordsanalyse av effekten av flomskred som går i Gauro i området vist i Figur 4-1. Resultat av det viser at flomsituasjonen ikkje blir betydeleg forverret. Flomskred oppstrøms i Gauro vil fortsatt være en aktuell hending som kan føre til flom nedstrøms, det anbefalast å inkludere denne effekten i detaljprosjektering av avbøtande tiltak.



## 5 Områdeskred i marin leire

Det aktuelle området ligg under marin grense, noko som vil seie at det kan vere sensitive massar i grunnen (kvikkleire eller sprøbrotmateriale). Følgeleg vert det utløyst krav til vurdering av fare for kvikkleireskred (områdeskredfare).

Planområdet er avgrensa av sjøen i nordvest og Hjeltnesvegen og Tymbernesvegen i sør og aust. Terrenget i planområdet ligg mellom kote 0 ved sjøen i vest og nord og rundt kote +10 på det høgste. Terrenget ligg i stor grad på flatt terreng ved rundt kote +4, men midt i området ligg høgda Holmen som er en haug på rundt 10 meters høyde. Utanfor, i sjøen, ligger snauholmen som stikker rundt 9 meter opp frå sjøen. Mot Tymbernesvegen i sør stiger terreng med en skråningshelling på rundt 1:4. Øst for området stiger terrenget med varierende helling inntil ca. 1:2.

Basert på tilgjengelege kart verkar det å vere langgrunt i sjøen. Karta viser ei helling på botn i størrelsesområdet 1:10 – 1:15.

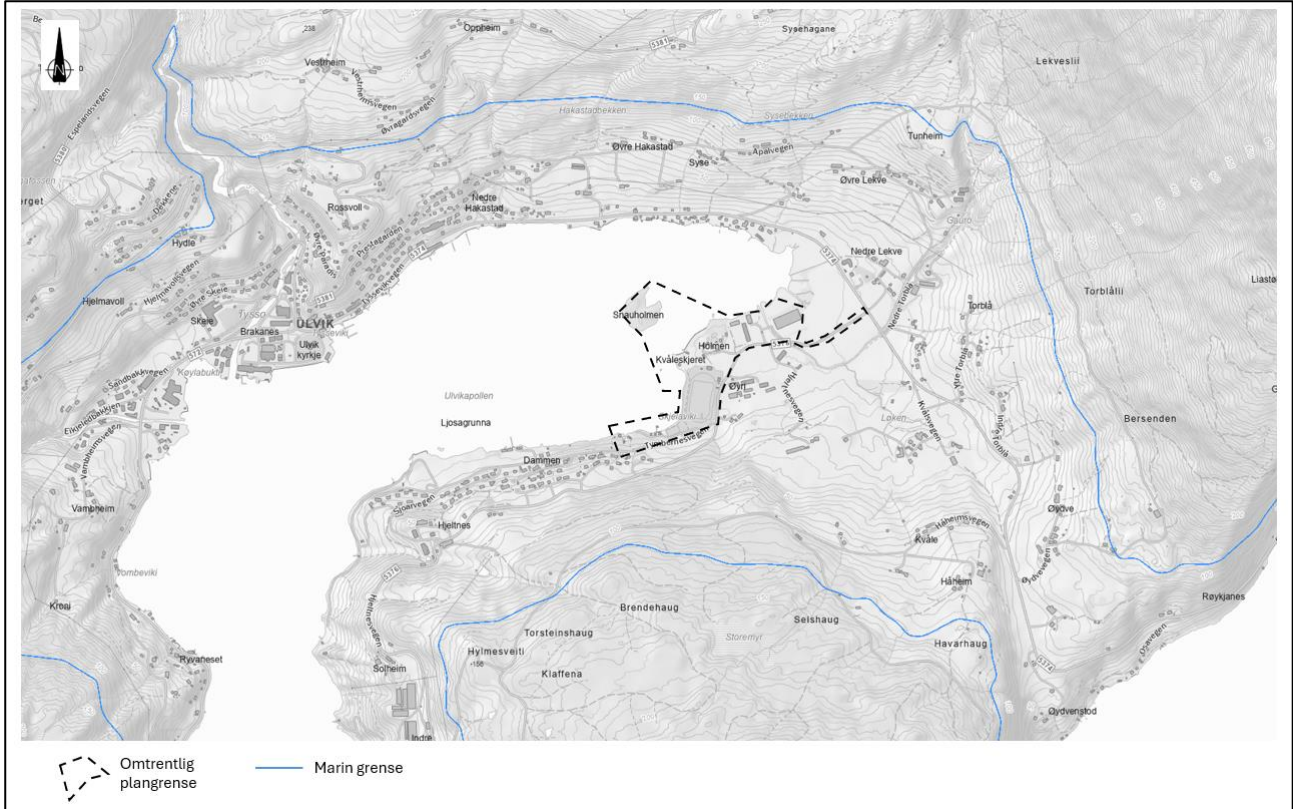
Lausmassekart indikerer i hovudsak elv- og bekkeavsetningar, det vil seie massar som kan ligge over marine avsetningar. I omliggende areal viser lausmassekartet eit tynt lag med morene.

Det ligg ikkje tidlige utførte grunnundersøkingar i [NADAG](#). Norconsult er ikke kjent med at det er utført geotekniske grunnundersøkingar i området.

Som grunnlag for våre vurderingar var det behov for nye grunnundersøkingar i området. Dette inkluderte boringar utanfor sjølve planområde for å avklare at planområdet ikkje ligg i utløpsområde frå skred frå høgareliggande terreng. Dersom undersøkingar på land hadde vist sensitive massar kunne det vorte behov for boringar på sjøen for å etablere eit tilfredsstillande grunnlag for utgreiinga av områdeskredfare.

### 5.1 Marin grense

Marin grense i området ligg mellom 120-130 meter over havet, sjå Figur 5-1 Kart som viser marin grense i området blå strek . Dette betyr at det kan finnast avsetningar med leire, bla. sprøbrot- og kvikkleiremateriale, i terreng lågare enn dette.

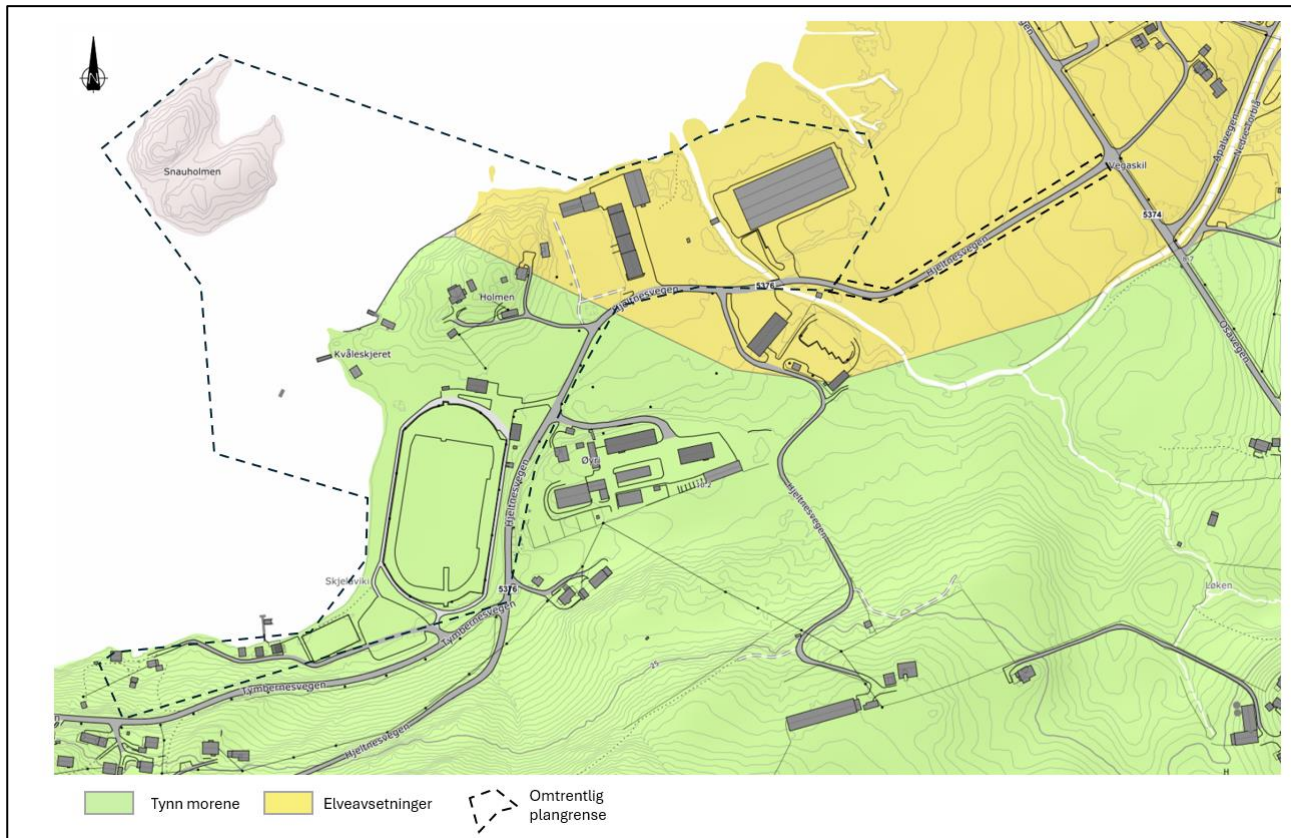


Figur 5-1 Kart som viser marin grense i området blå strek [3].

## 5.2 Kvartærgeologi

Lausmassekartet frå Norges Geologiske Undersøking (NGU) viser ei oversikt over kass type lausmasser som kan forventast i det øvre jordprofilet. Kartet har målestokk 1:250 000 og grensene mellom avsetningane er derfor veldig unøyaktig. For å få kjennskap til grunnens eigenskapar i djupne, er det naudsynt med geotekniske grunnundersøkingar.

Lausmassane i topplaget ved Holmen er på kvartærgeologisk kart vist som elveavsetningar i nord og tynt morenemateriale over berg i sør, sjå Figur 5-2. Elveavsetningar er materiale som er transportert og avsett av elver og bekker. Materialet er ofte godt runda, og sortert sand og grus dominerer. Morenemateriale er transportert og avsett av isbrear, og er dårleg sortert, ofte kompakt og kan innehalde alle kornstørrelsar, alt frå leir til stein og store blokker [4].



Figur 5-2 Utklipp frå NGU sitt lausmassekart som viser at det hovudsakeleg forventast marine strandavsetningar og randmorene i området [4]

### 5.3 Grunnundersøkingar

Det vart utført geotekniske grunnundersøkingar i tidsrommet mellom veke 20-23 (2024), under leiging av Øystein Grovehagen i Norconsult Boretteknikk AS. Innanfor området ved Holmen er det boret i 4 posisjonar. Ei forenkla beskriving av grunnforholda er gitt nedanfor.

Lokalisering av borede punkter er vist i Figur 5-3, mens sonderingsprofilar er vist i Figur 5-4. For meir utfyllande informasjon, sjå rapport 52209130-RIG-R01 *Detaljregulering av Brakanes sentrum – Geoteknisk datarapport* [5].

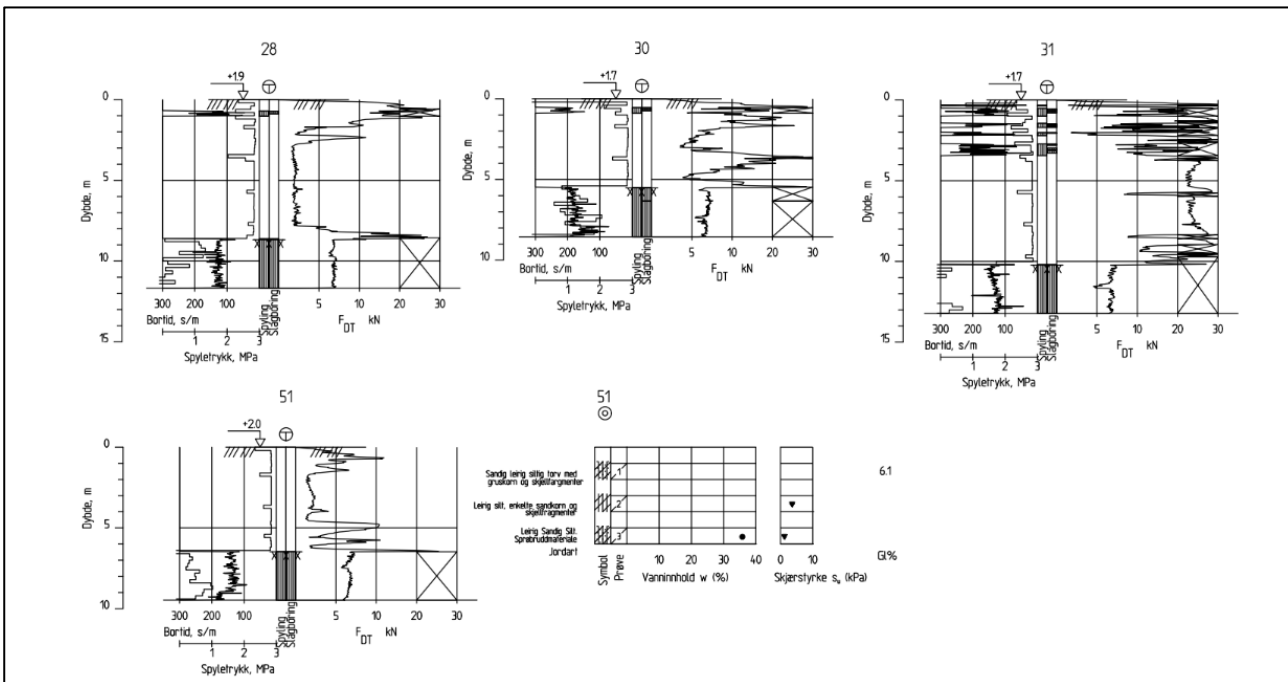
I dei to nordlegaste posisjonane, 28 og 51, er det registrert låg boremotstand, med unntak av noko høgare boremotstand i toppen og botnen av boringane. Det er treft antatt berg 8,7 og 6,5 m under terrengnivå. I posisjon 51 er det i djupne 5,0-6,0 påvist leirig, sandig silt med oppførsel av sprøbrotmateriale.

Lausmassane i posisjon 31 har jamt over høg boremotstand, mens i posisjon 30 er det vekslende boremotstand mellom middels høg og låg boremotstand. Det er treft antatt berg etter 10,2 m og 5,5 m boring.

Det var i tillegg planlagt ei boring på toppen av skråning heilt i sør, men denne utgjekk då det ved ankomst viste seg at det var gravd på området og det var grunt til berg, sjå Figur 5-3.



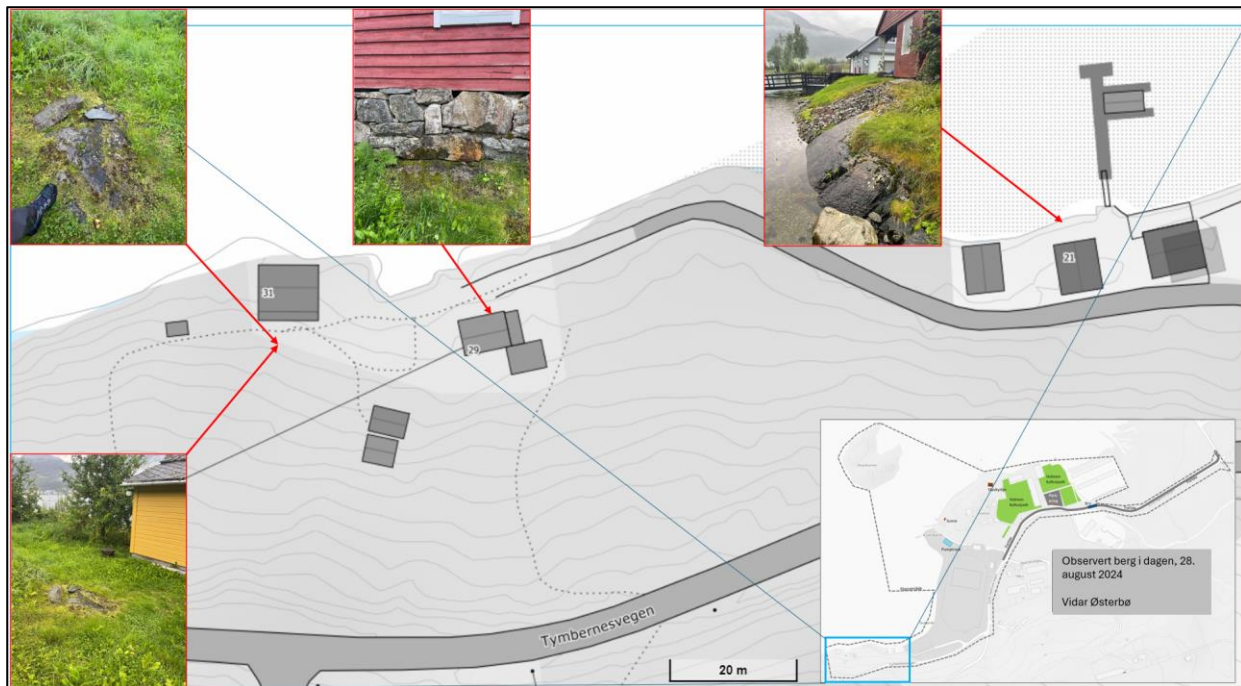
Figur 5-3: Bilete som viser at det er grunt til berg i opphavlege planlagte posisjon 29.



Figur 5-4: Sonderingsprofil av utførte borerer [5].

## 5.4 Befaring

Figur 5-5 viser bergblotninger som vart funne 28.08.2024 av Vidar Østerbø, Norconsult. I tillegg er det funnet bergblotninger ved bruk av karttenestene Google Maps [6] og historiske flybilete i finn.no [7]. Dei registrerte funna er vist med eget symbol på Figur 5-6.



Figur 5-5: Illustrasjon som viser berg i dagen og lokalisering av bergblotningene

## 5.5 Terrengforhold

Figur 5-6 viser terrenghelling i grader for området. Det er nokon områder i kartet, spesielt ned mot sjøen i nordvest, kor dekninga ikkje er tilstrekkeleg slik at hellinga ikkje vises. Området aust og sør for Holmen er generelt flatt (0-3 grader, <math><1:20</math>) i lågtliggende terreng, mens terrenget stiger oppover skråningane mot sør og aust.

Mot nord og vest ligger Ulvikafjorden, kor det er utført sjøbotnskanning [8]. Skanninga viser at marbakken startar omtrentleg 115 meter ut fra land ved kote -7, og går ned til ca. kote -15 med helling ca. 1:6 før det flatar noko ut, sjå Figur 5-7.



Figur 5-6 Utklipp fra NVE-atlas som viser helling på terrenget i grader [3].



Figur 5-7 Utsnitt frå sjøbotnkartlegginga utført av Veseth Survey & Inspection 20.03.2024 [8].

## 5.6 Vurdering av områdeskredfare på land

Basert på utførte grunnundersøkingar er det i dette kapittelet gitt ei vurdering av områdestabilitet i samsvar med Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE) si stegvise prosedyre for utredning av områdestabilitet i kap. 3.2 i NVE-retteljar Nr. 1/2019 Sikkerheit mot kvikkleireskred [9].

### Steg 1: Undersøk om det finnast registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

Planområdet ligg ikkje i ei registrert faresone.

### Steg 2: Avgrens område med mulig marin leire

Planområdet ligg under marin grense, som er estimert å vere mellom 120 og 130 meter over havet. Området er dermed eit generelt aktsomhetsområde for områdeskred.

Innleiingsvis er det observert berg i dagen øst for Holmen idrettsanlegg, ved Holmen og ved Hjeltnesvegen 40. Ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m) er det ikkje fare for områdeskred. Dette ulelukkar berre eit lite område, og det er dermed gått vidare i prosedyra i kap 3.2 i NVE sin kvikkleireretteljar [9].

### Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

For at områdeskred i marin leire skal kunne utløyses, må terrenget vere brattare enn 1:20 og vise høgdeforskjell over 5 m. I Figur 5-8 er det tegna opp tre kritiske profil; profil A, profil B og profil C.

**Profil A:** Analyse av terrenget viser at det kun er skråningen heilt i sør som har høgdeforskjell over 5 m og er brattare enn 1:20. Denne skråningen kan derfor vere et losneområde kor skredmassene får utløp ned mot planområdet. Likevel, med bakgrunn i at det er påvist grunt til berg på toppen av denne skråninga vurderes lausmassemektigheten av skråninga som liten (< 2m). At iht. kriteria i prosedyre i kap. 3 i veilederen (steg 2) vil det ikkje være nok lausmasser til å frembringe eit områdeskred som har utløp ned til planområdet.

Videre nord viser boringar lausmassemektigheten mellom 5,5-10,2 m, inkl. bløte masser. Samtidig tilsier terrenghold at det ikke er fare til områdeskred (høgdeforskjell < 5 m)

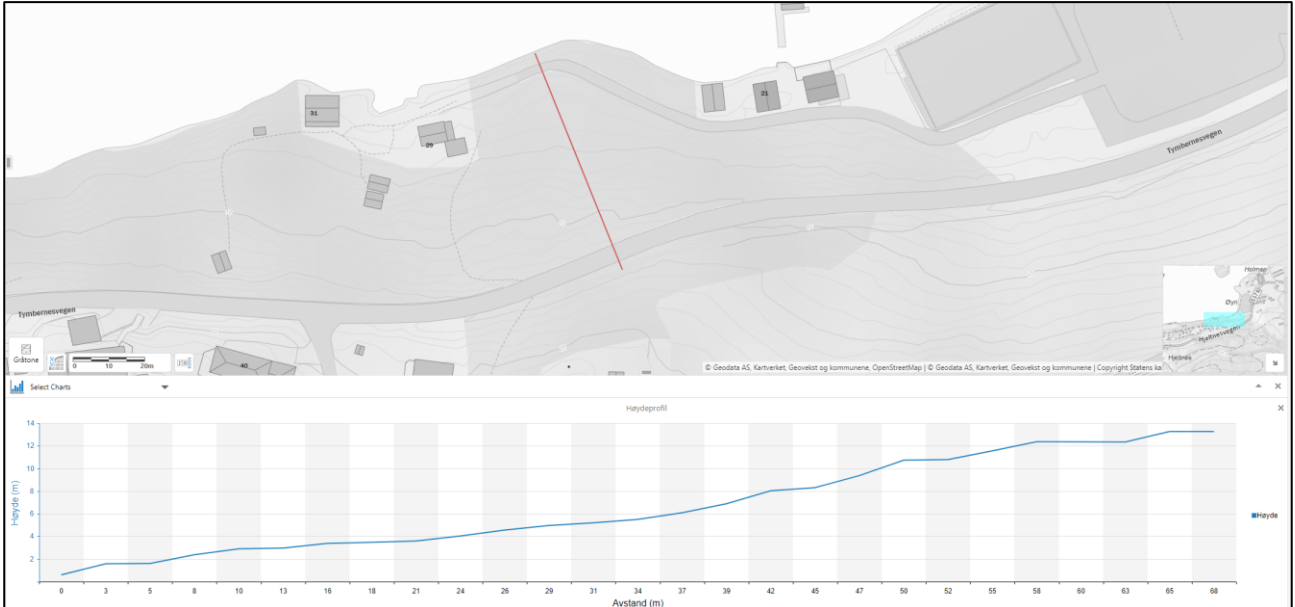


Figur 5-8: Kritiske profil for området med hellingskart som bakgrunn. Hellinga er gitt i grader og 0-3 grader svarar til 1:20.

**Profil B:** Analyse av terrenget i viser at det er slakare enn 1:20 og ingen høgdeforskjeller over 5 meter i avstanden mellom sjøkanten og til bakre del av planområdet. I tillegg er det funnet bergblotninger i svingen ved Hjeltnesvegen ovenfor idrettsbana og ved Hjeltnesvegen 74. Det vurderes at planområdet knytta til profil B ikkje kan være eit losneområde for skred, og heller ikkje liggje i et utløpsområde siden det er grunt til berg i terrenget mot aust.

**Profil C:** Heilt vest i planområdet er det tegna opp eit profil, profil C, som strekker seg frå bergblotninger i sør og ned til sjøen. Bratthetskartet fra NVE-atlasen har noke ufullstendig dekning i dette området, og det latar til at skråninga er flat. Terrenghprofil i Figur 5-9 viser at skråninga har gjennomsnittlig helning større enn 1:20. Likevel vil ikkje dette være eit losneområde på grunn av registrerte bergblotninger ved Tymbernesvegen 21, 29 og 31.

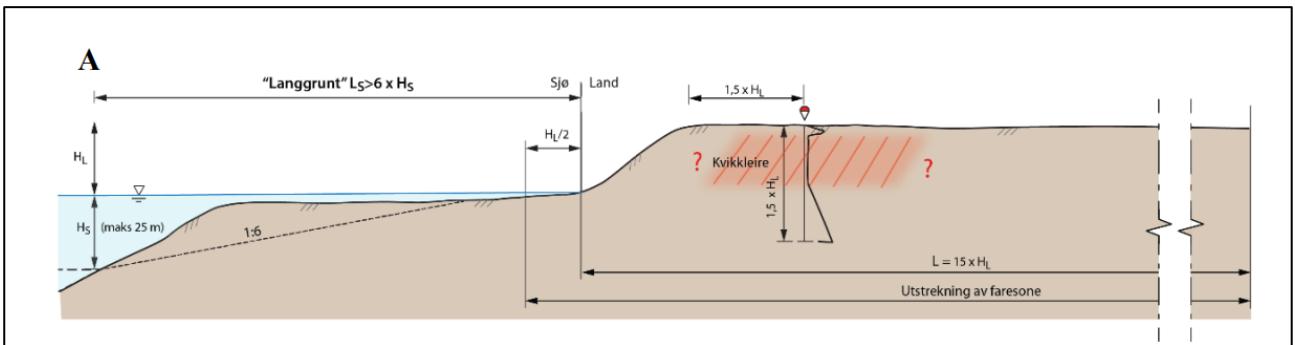




Figur 5-9: Terrengprofil for profil C, tegne ut fra NVE-atlas [3].

### 5.7 Vurdering av områdeskredfare fra sjø

For å avklare faren for at ei områdeskred skal losne i sjøen, og videre breie seg til land er hellinga av sjøbotn vurdert opp mot kriterium i NVE sin eksterne rapport nr. 9/2020 [10]. Området på sjø for profil Ber vurdert til å være langgrunt fordi foten av marbakken ligger meir enn 6 x marbakkehøgda ( $6 \times 8 \text{ m} = 48 \text{ m}$ ) frå land. For profil A er det enda lengre til foten av marbakken. Ved tilfelle med langgrunt vert det forutsett at eventuelle skred i marbakken ikkje når inn til land og forårsakar skred der, og faresonene vert avgrensa til litt utenfor strandlinja, med en avstand  $H_L/2$ , jammfør Figur 5-10.

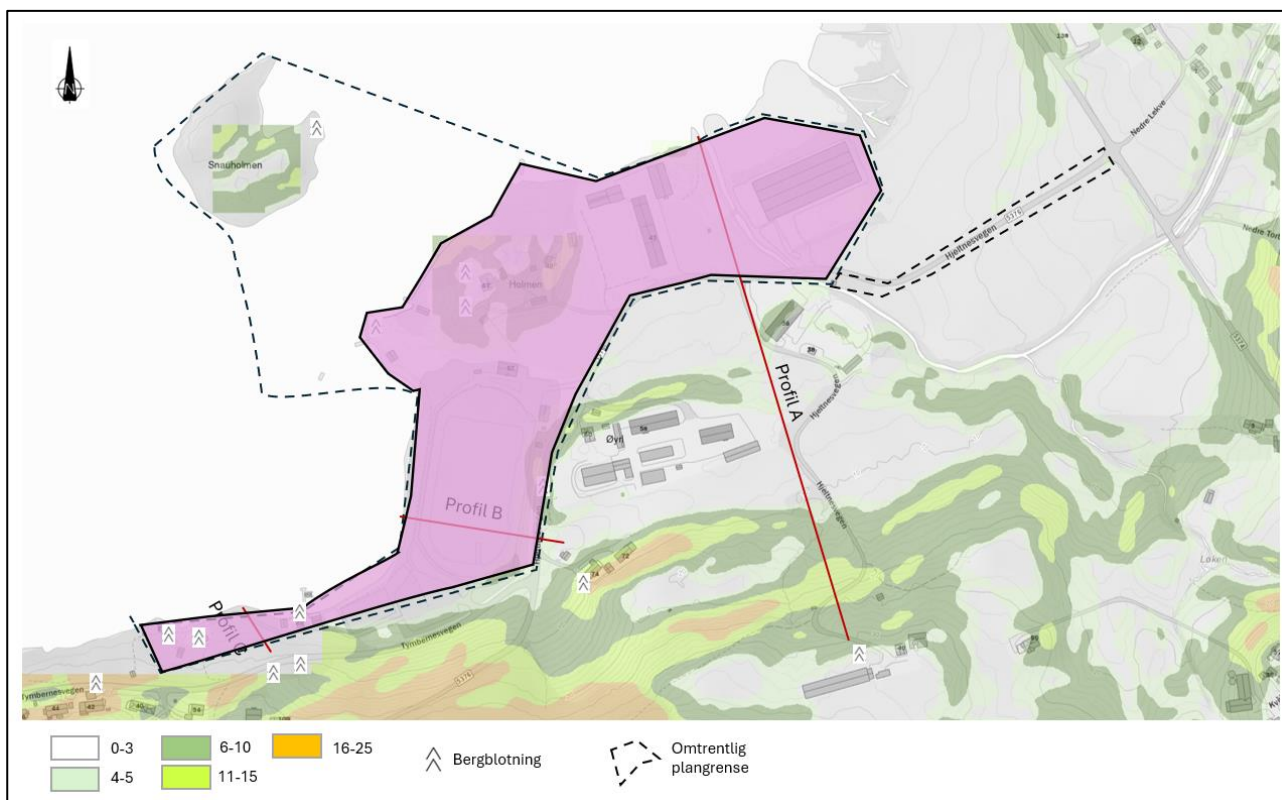


Figur 5-10: Utklipp henta frå figur 9 i eksterne rapport 9/2020 [10]. Figur viser prinsipp for topografiske kriterium i strandsona og på land.

## 5.8 Oppsummering fare for områdeskred

Med bakgrunn i at terrengkriterier er oppfylt, og avgrensande bergblotninger i området, er det vurdert at planområdet i profil A, profil B og profil C ikkje vil ligge i eit losne- og/eller utløpsområde. Det er heller ikkje fare for at eit skred i marbakken skal nå land fordi sjøbotn er langgrunn i profil A og profil B. For profil C er det bergblotninger som avgrensar mot sjø. Det er ikkje utført grunnundersøkingar på sjø i planområdet.

Områdestabiliteten i området som er markert med lilla i figuren nedanfor vurderast som ivaretatt i høve til NVE-retteljar nr. 1/2019 [9] og NVE-ekstern rapport 9/2020 [10].



Figur 5-11: Faren for områdeskred er vurdert som ivaretatt i området markert med lilla på kartutsnittet

## 6 Flaumfare og erosjon i vassdrag – flaum/erosjon frå havet

Norconsult utførte flomvurdering for Gauro i 2021 i forbindelse med utbygging av veksthus for Hjeltnes Gartneri. I denne rapporten er grunnlaget fra rapporten i 2021 lagt til grunn og supplert med nye beregninger. Utbredelse av stormflo er hentet fra kartverkets verktøy «Se Havnivå», <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>. Erosjon frå havet er ikkje vurdert i denne rapporten.

### 6.1 Inngrep i vassdrag

Det er ikke planlagt inngrep i vassdrag ut over tiltak på fylkesvegen/brua over Gauro. Eventuelle tilpasninger må ta hensyn til punktene i kapittelet over.

#### 6.1.1 Tilstopping av bruer

I beregningene er det forutsatt at bruene er åpne (ikke tilstoppet). Eventuell tilstopping av bruene vil føre til høyere vannstand og større flomutbredelse sammenlignet med det flomsonekartet viser.

#### 6.1.2 Datagrunnlag

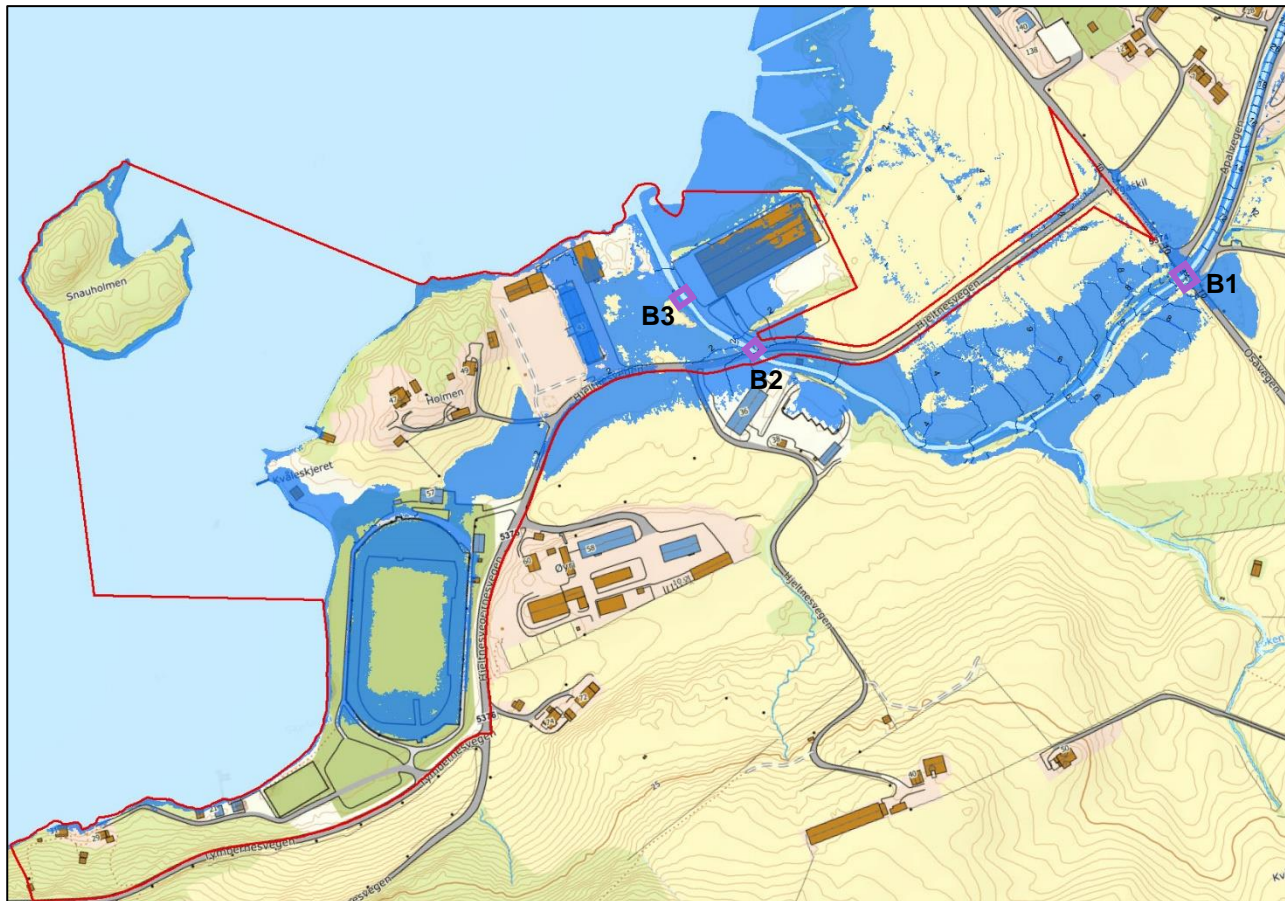
Terrenghogmodellen som vannlinjemodellen er basert på er laget med punktoppmåling fra 2014 registrert fra fly, supplert med Norconsults egne innmålinger fra felt. Punktoppmåling fra fly har i utgangspunktet høy nøyaktighet, men nøyaktigheten reduseres i områder med skog og der vanndybden er stor.

Erosjon kan føre til eventuelle påfølgende løpsendringer og/eller endringer i kapasiteten til elveløpet. I denne beregningen er erosjon/sedimentering i elveløpet etter skanningstidspunktet tatt høyde for ved at det er benyttet innmålte tverrprofiler fra september 2021 til å endre terrenghogmodellen i elveløpet. Med mindre det er utført store endringer i terrenget siden 2014, kan terrenghoggrunnlaget ansees å være godt. Mer detaljert terrenghoggrunnlag vil kunne øke nøyaktigheten i beregningene, men eksisterende detaljeringsgrad vurderes som tilstrekkelig og det er ikke forventet at et annet grunnlag vil ha stor innvirkning på flomutbredelsen i utbyggingsområdet.

### 6.2 Flomfare

Vurdering av flomstørrelse i vassdraget baserer seg på «Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt», flomfrekvensanalyse på nærliggende vannmerker og nedbør-avløpsmodell (PQRUT). 200-årsflom for Gauro er estimert til 18 m<sup>3</sup>/s, og 200-årsflom med 40% klimapåslag til 25,2 m<sup>3</sup>/s. Oppdaterte flomverdier i denne rapporten er noe høyere enn i 2021. Dette skyldes blant annet høyere årsmiddeltilslig i 1991-2020, som er brukt i denne rapporten, og ny IVF-kurve.

Flomvannstand og flomutbredelse i vassdraget er beregnet ved bruk av en todimensjonal hydraulisk modell i dataprogrammet HEC-RAS 6.3.1. Figur 6-1 viser oversvømt område ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag. På enkelte delstrekninger renner elva ut av sitt naturlige løp og oversvømmer nærliggende områder. Flommen brer seg ut av elveløpet i nedre del av Gauro, og planområdet er utsatt for flom fra Gauro. Flomsonekart som viser flomutbredelse langs elva ved planområdet, ligger vedlagt denne rapporten.



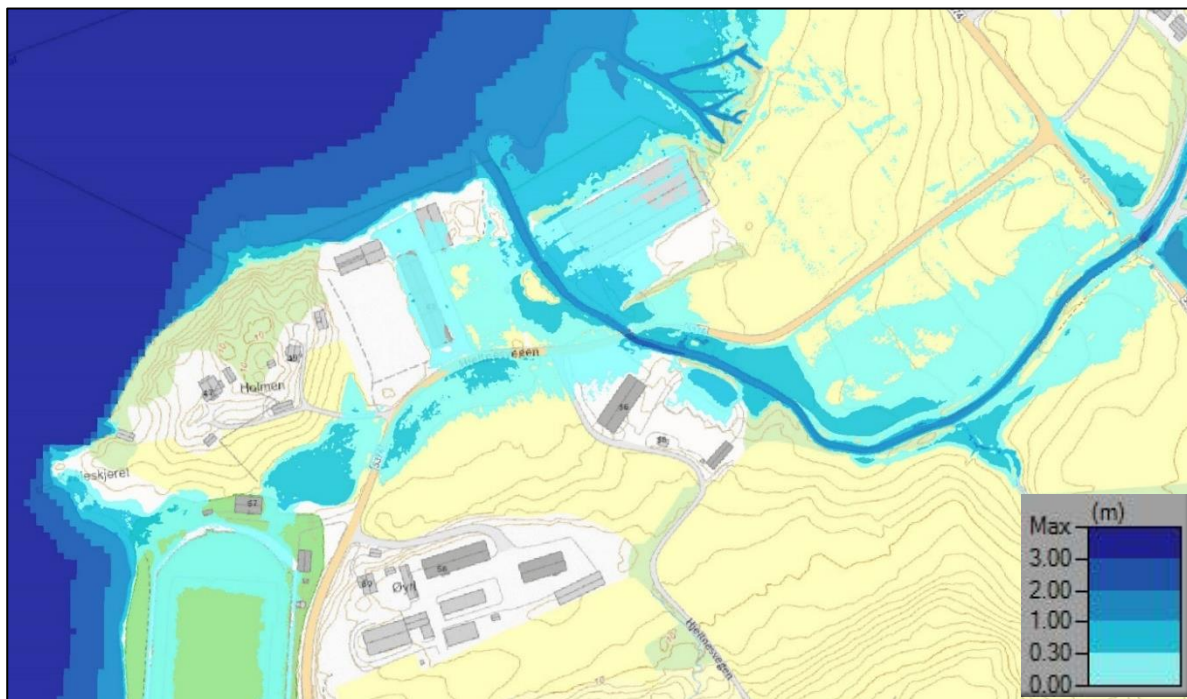
Figur 6-1: Flombredelse i Gauro ved planområdet for 200-årsflom med 40% klimapåslag. Planområdet er vist med rød polygon (se flomsonekart i Vedlegg).

Det ligger tre bruer på beregningsstrekningen. Bruene har ikke tilstrekkelig kapasitet til å ta unna 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag og deler av flomvannet går over veibanen og renner i terrenget utenom elveløpet. Tabell 6-1 viser oppstrøms vannstand for 20-, 100 og 200-årsflom samt 200-årsflom med 40% klimapåslag. Holmen bru på Hjeltnesvegen (FV5376) ligger innenfor området for regulering. Overkant brua (topp brudekke) ligger på kote 2,30 m o.h. Flomvannstand oppnår allerede ved 20-årsflom litt over overkanten av brua (se Tabell 6-1), men veien på sidene av brua overtoppes ikke. Ved 100-årsflom og høyere gjentaksintervall har Holmen bru ikke kapasitet til å ta unna flommen og veien vil bli oversvømt.

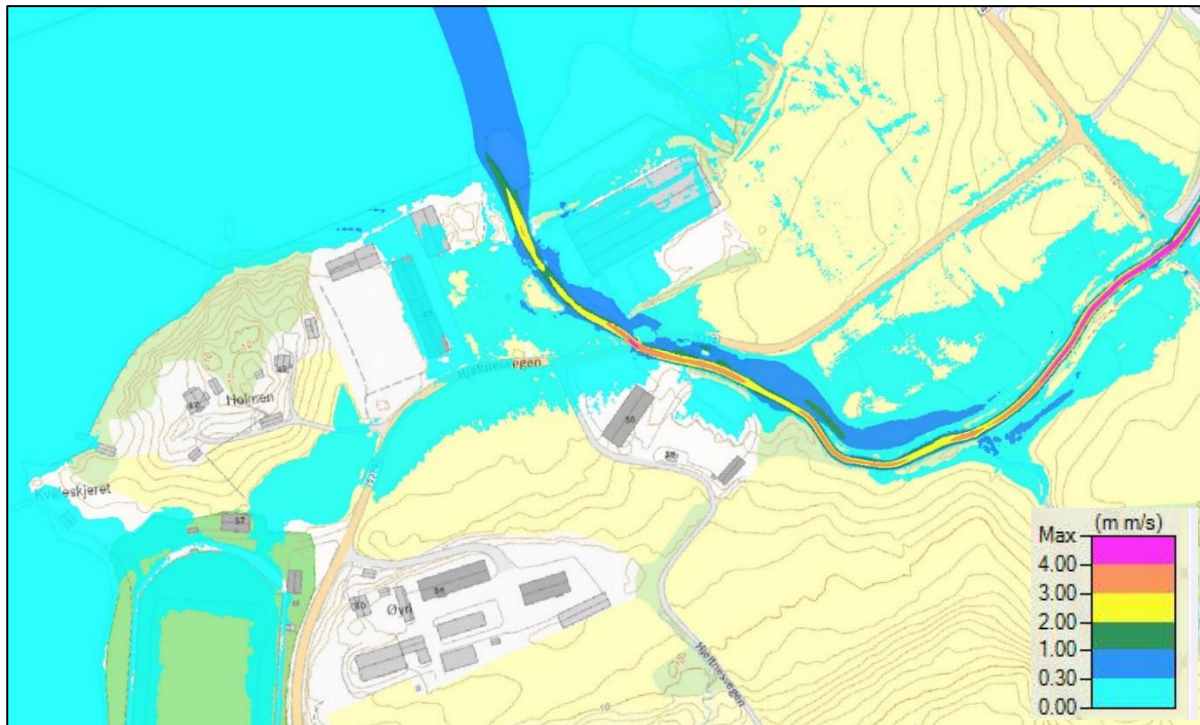
Tabell 6-1: Beregnet vannstand oppstrøms bruene for ulike gjentaksintervaller.

	B1	B2 (Holmen bru)	B3
Overkant brudekke (m o.h.)	10,60	2,30	1,90
Underkant brudekke (m o. h.)	9,90	1,70	1,60
<b>Gjentaksinterval</b>	<b>Vannstand oppstrøms bruene (m o.h.)</b>		
Q <sub>20</sub> (13,1 m <sup>3</sup> /s)	10,18	2,35	1,61
Q <sub>100</sub> (16,2 m <sup>3</sup> /s)	10,44	2,51	1,73
Q <sub>200</sub> (18,0 m <sup>3</sup> /s)	10,61	2,58	1,75
Q <sub>200</sub> + 40% (25,2 m <sup>3</sup> /s)	10,89	2,68	1,85

Figur 6-2 viser beregnede vanndybder i Gauro ved planområdet, mens Figur 6-3 viser «dybde\*hastighet» for 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag. Som vist i Figur 6-3 er dybde\*hastighet for flommen stort sett relativ lav (mindre enn 0,3) for flomutbredelse i planområdet bortsett fra selve elveløpet til Gauro. I områder der «dybde\*hastighet» og vanndybder er lave (< 0,3) er det liten fare for liv og helse, men det kan likevel oppstå materielle skader ved flom med mindre avbøtende tiltak er iverksatt.



Figur 6-2: Vanndybde [m] i Gauro i planområdet, 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag.



Figur 6-3: Dybde\*Hastighet [ $m^2/s$ ] i Gaura i planområdet, 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag.

Utførte beregninger viser at planområdet er utsatt for flom både fra flom i elva (Figur 6-1) og fra stormflo (se Figur 6-4). Dimensjonerende flomvannstand ved planområdet er bestemt av både 200-års stormflo og 200-års flomvannstand i elva i kombinasjon med 1-års stormflo. Forventet vannstand i Ulvikafjorden ved stormflo med gjentaksintervall på 200 år med klimapåslag (sikkerhetsklasse F2 i TEK17) er 1,99 m i høydesystem NN2000, basert på fremtidig havnivå beregnet av Statens kartverk. Vannlinjeberegninger viser at vannstanden i Gaura er 2,0 m.o.h. ved 200-årsflom med 40% klimapåslag ca. 20 m nedstrøms Holmen bru. Derfor er en 200-årsflom med 40% klimapåslag i kombinasjon med 1-års stormflo kritisk langs Gaura ovenfor dette stedet, sammenlignet med 200-års stormflo. En 200-års stormflo blir imidlertid kritisk ved Holmen langs strandsonen og elveutløpet fra dette stedet til fjorden.



Figur 6-4: Kart som viser utbredelse av 200-års stormflo + klimapåslag. Hentet fra kartverkets verktøy «Se Havnivå», <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>.

### 6.2.1 Sikkerhetspåslag

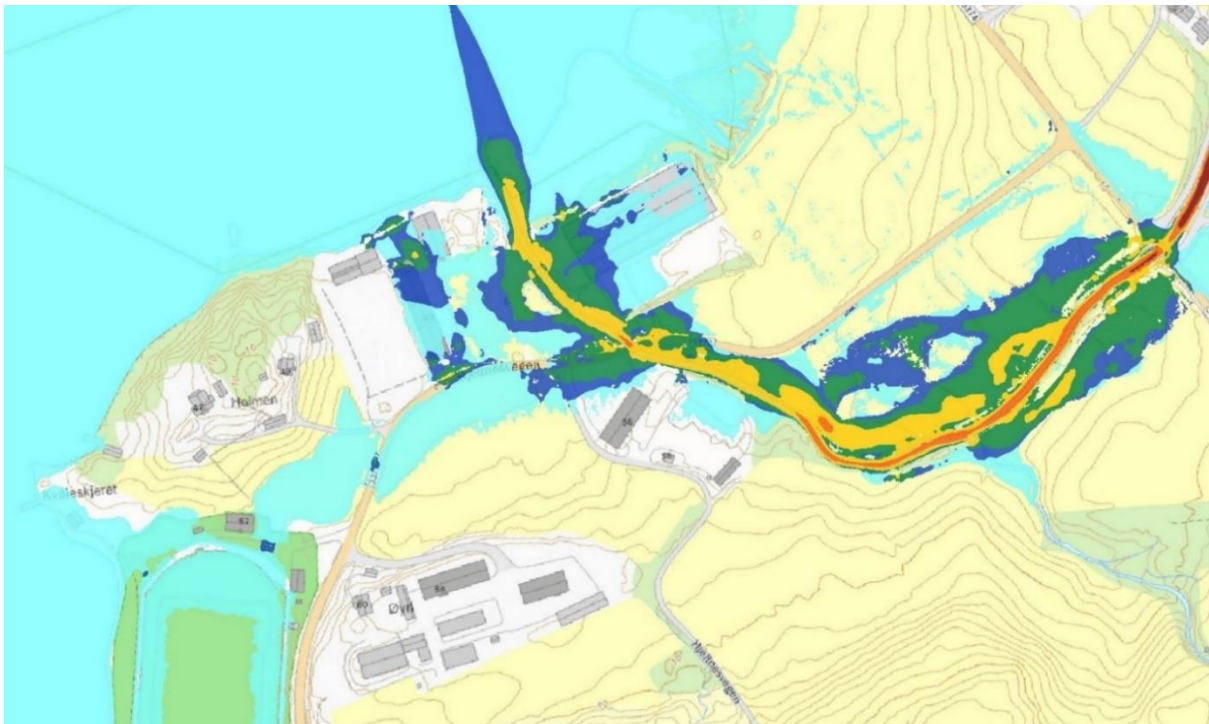
NVEs veileder for sikkerhet mot flom anbefaler et prosentvis påslag på vannføringen som sikkerhetspåslag. I henhold til veilederen er flomberegningsklassen og den hydrauliske modellen vurdert til å være i hhv. Klasse 3 og klasse D. Simuleringen med 40% påslag i flomvannføringen (200-årsflom inkl. klimapåslag) gir en økning i resulterende flomvannstand i Gauro i planområdet på opp mot 20 cm. Dette sikkerhetspåslaget bør ansees som et minimumspåslag. Det foreslås at det benyttes beregnede flomvannstander inkl. sikkerhetspåslag for arealplanlegging.

### 6.3 Vurdering av erosjon i vassdraget

Løsmassekart fra NGU viser at terrenget i beregningstrekningen består av elveavsetning og tynn morene. I nedre del av Gauro mot utløpet i fjorden domineres løsmassene av elveavsetninger. Elveavsetninger kan være utsatt med tanke på erosjon da avsetningen som oftest består av fine partikler.

Figur 6-5 viser vannhastigheter for flomutbredelse i planområdet ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag. Vannhastigheter varierer typisk mellom 1 og 2 m/s langs Gauro ved planområdet, med maks. vannhastighet 2,5 m/s nedstrøms Holmen bru. Ved høy vannhastighet kan det forventes erosjon og massetransport av løsmasser i vassdraget.

Det anbefales at det utføres en mer detaljert utredning av erosjonsfare dersom det planlegges tiltak i nærheten av elveløpet, ev. også i områder hvor det er forventet at problemer med erosjon/massertransport kan oppstå.



Figur 6-5: Vannhastighet [m/s] i Gaura i planområdet, 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag.

## 6.4 Flomsikringstiltak

Planområdet er utsatt for flom både fra flom i elva og fra stormflo. Det er ikke vurdert flomsikringstiltak i vassdraget i denne rapporten. Dette må ivaretas ved detaljprosjektering.

Alt infrastruktur som kan bli skadet av flom bør sikres til minst nivået av beregnet flomvannstand inkl. klima og sikkerhetspåslag som beskrevet i avsnitt 6.2.1, eventuelt høyere i området nærmest vassdraget. Terrengendringer og øvrig infrastruktur bør utformes slik at flomvannstander i området ikke øker.



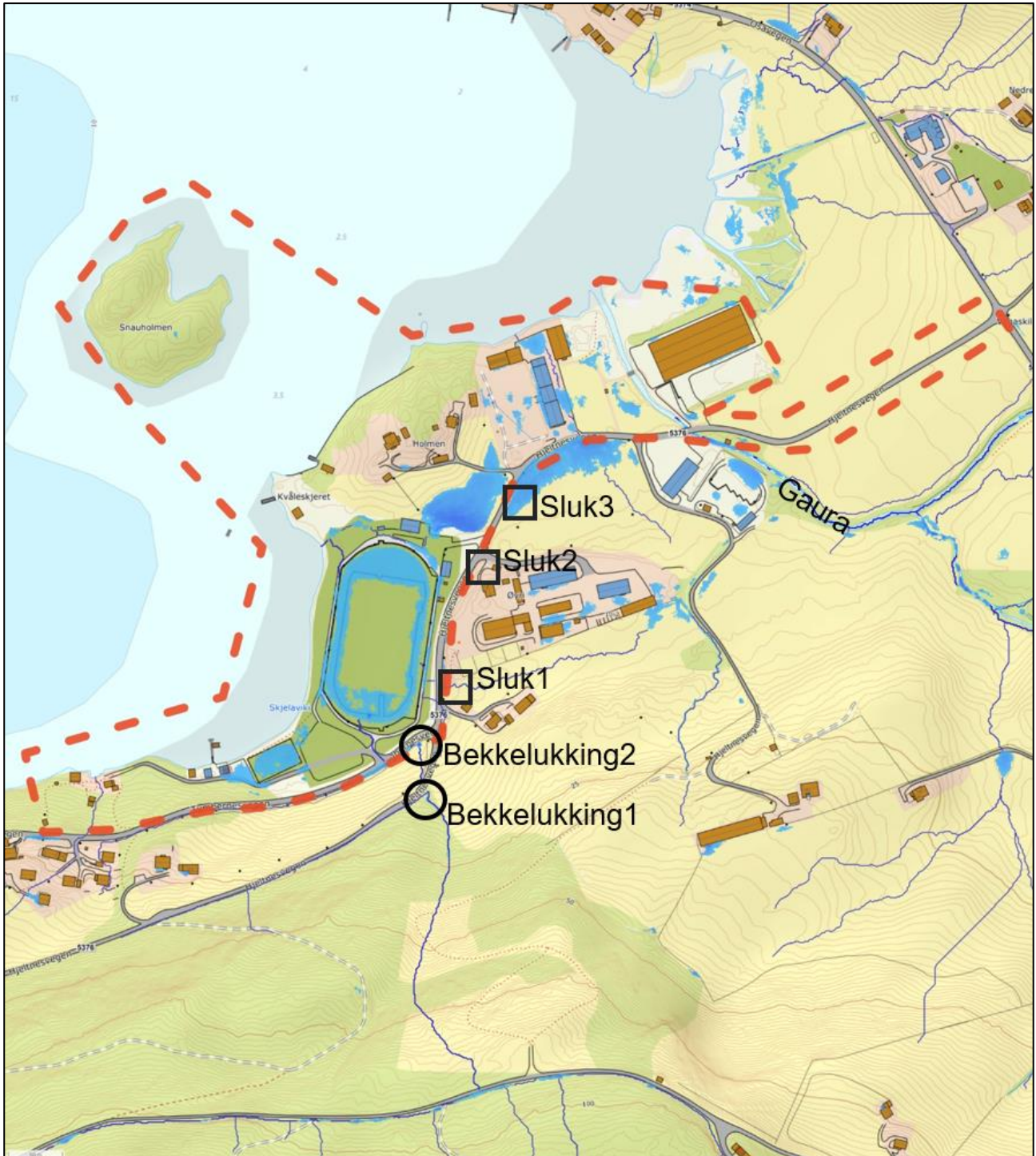
## 7 Overvatn

I forbindelse med reguleringsplan for Holmen må det gjøres overvannsvurderinger for området. Det er planglagt 3 hovedtiltak i området. Disse er etablering av fortau og nye avkjørsler, ny bru over elva Gauro, og Holmen kulturpark. Disse tiltakene vil endre overvannssituasjonen i området, og det er dermed nødvendig men en overordnet overvannsplan for å forsikre at overvannet blir håndtert.

### 7.1 Befaring og kartgrunnlag

Den 11. september 2023 utførte Norconsult ved Steinar Myrabø og Anton Hasselquist Evensen en kort befaring av planområdet. På befaringen ble det utført en enkel kartlegging av stikkrenner, sluk og hvor vannet drenerer i området. Observasjoner gjort på befaringen er vist i Figur 7-1., og bilder fra Google streetview er vist i Figur 7-2 - Figur 7-6. Det ble observert at lukninger i området har stor fare for å bli tettet i flomsituasjoner. Grøftene i området var få og hadde små tverrsnitt med liten kapasitet til å håndtere flomvann.

Det bør i en senere fase gjøres en mer detaljert befaring av området, hvor samtlige lukninger måles inn og feltgrensener til oppstrøms nedbørfelt kontrolleres.



Figur 7-1. Observasjoner gjort på befaring, med flomveiskart som grunnlag (generert i GIS analyseprogrammet Scalgo Live). Kartlagte sluk og bekkelukkinger er markert i svart, dreneringslinjer/flomveier og områder med oppstuvning av vann er vist i blått. Ca. planområde er vist med rød stiplet linje.



Figur 7-2. Innløp bekkelukking under Hjeltnesvegen, vist som bekkelukking1 i **Feil! Fant ikke referanseilden..** Bilde fra google street view (aug. 2022).



Figur 7-3. Innløp bekkelukking under Tymbernesvegen og idrettsbane, vist som bekkelukking2 i Figur 7-1.. Bilde fra google street view (aug. 2022).



Figur 7-4. Sluk nederst på jordet i flomvei, vist som Sluk1 i Figur 7-1.. Bilde fra google street view (mai 2023).



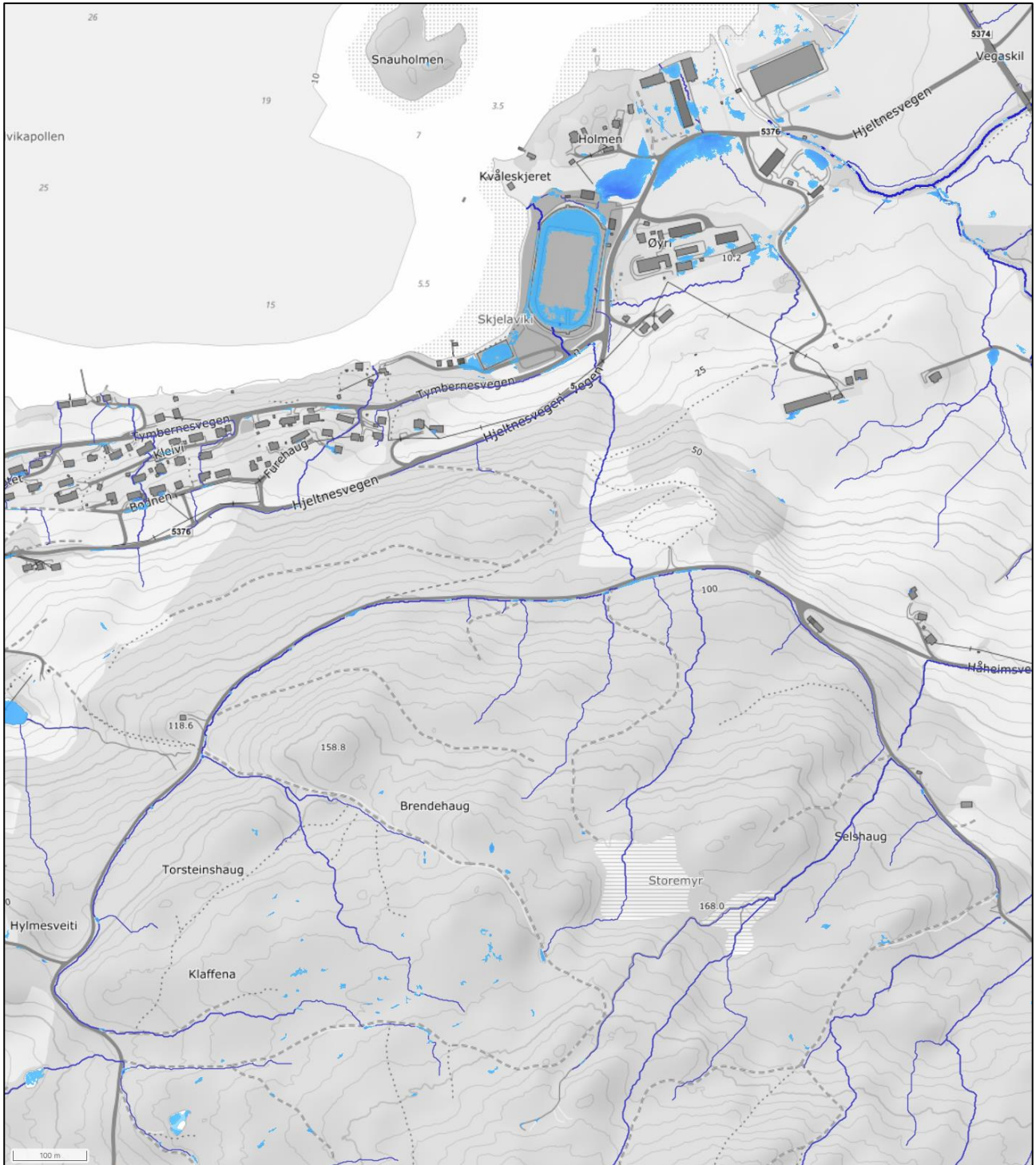
Figur 7-5. Sluk i vegggrøft, vist som Sluk2 i Figur 7-1.. Bilde fra google street view (mai 2023).



Figur 7-6. Sluk i kant av veg/jordet, vist som Sluk3 i Figur 7-1.. Bilde fra google street view (mai 2023).

Som grunnlag på befaringen ble det brukt flomveiskart, se Figur 7-7. Flomveiskart viser flomveier beregnet i Scalgo med nedbørfelt over 1 hektar. Det er usikkerheter i flomveiskart spesielt ved krysninger av veier. Planområdet og nedbørfeltene består av mye jordbruk og grøntareal, som vist i Figur 7-8.

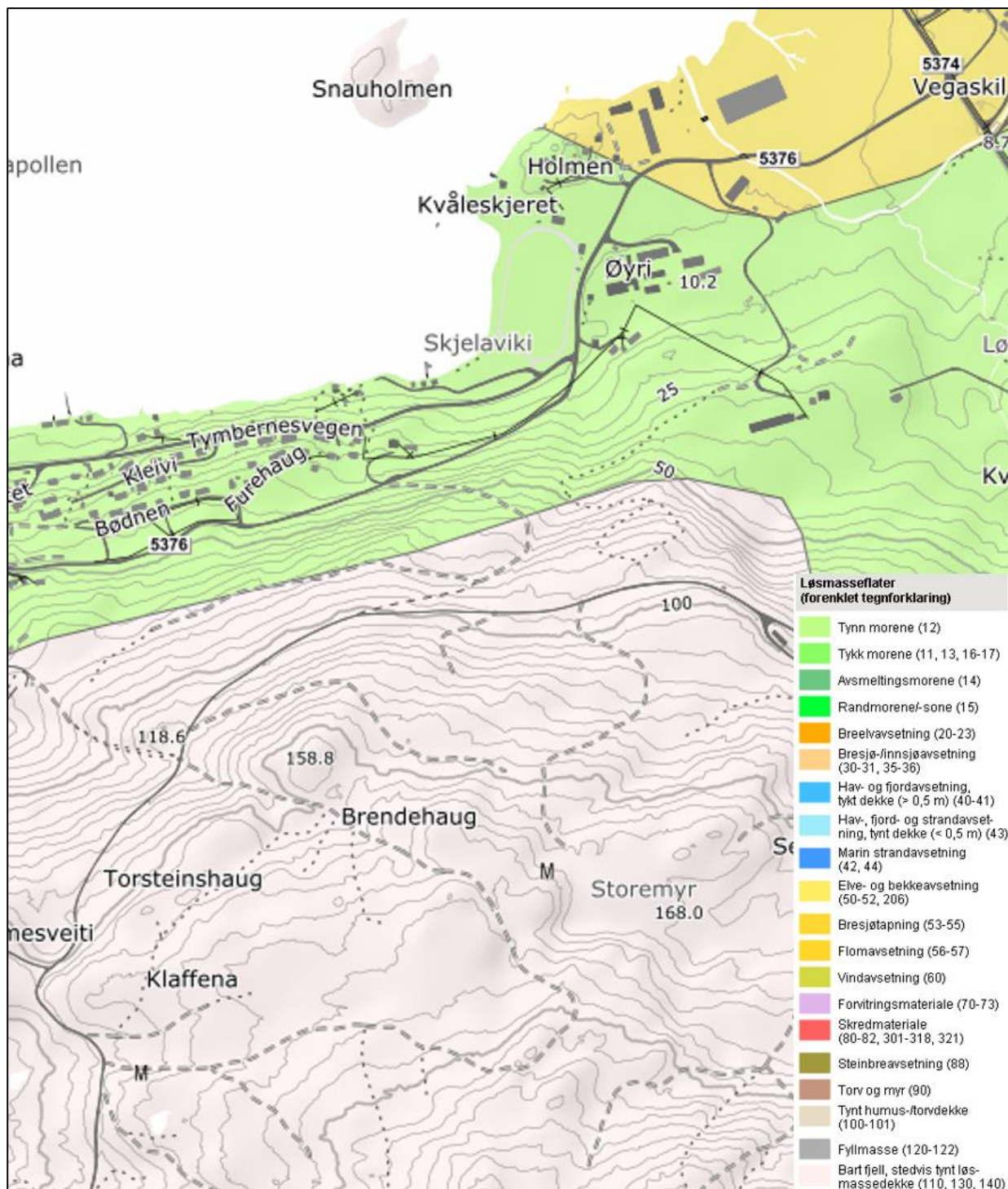
Løsmasser i området, vist i Figur 7-9, består av bart fjell som er uegnet for infiltrasjon, over et lag med tynn morene som er antatt lite godt egnet for infiltrasjon. Nord i planområdet rundt elva Gauro består løsmassene av elve- og bekkeavsetning som er antatt godt egnet til infiltrasjon.



Figur 7-7. Flomveiskart fra GIS analyseverktøyet Scalgo. Flomveier er vist med blå streker.



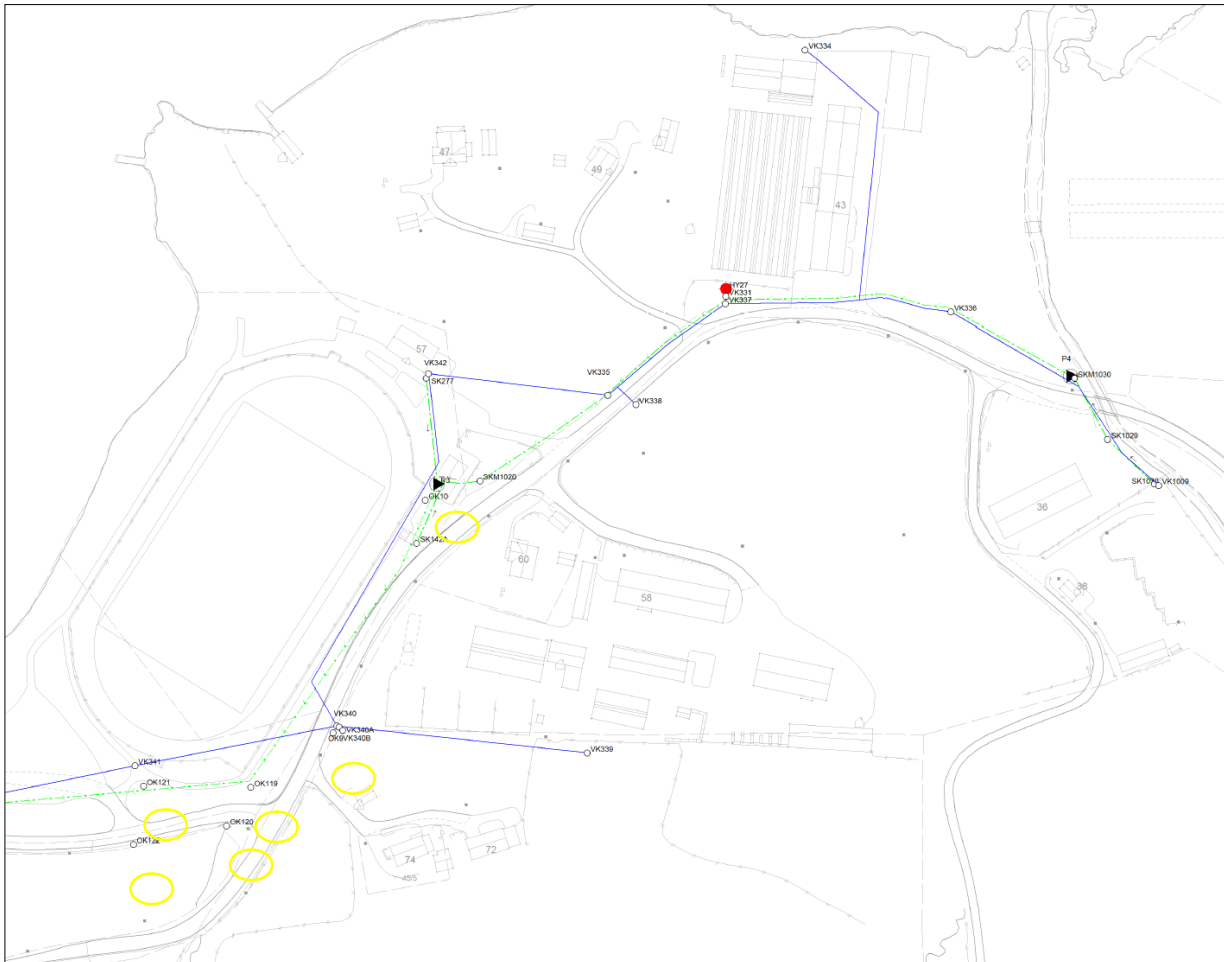
Figur 7-8. Ortofoto av området. Området består av mye jordbruk og skog. Nedbørfeltgrenser er markert i svart.



Figur 7-9. Løsmassekart for området fra ngu.no.



Det er et overvannnett i området, og det ble observert flere sluk og bekkeinntak enn vist i Figur 7-1.. Overvannsnettet i området er ikke kartlagt, og kommunen har ikke målt inn hvor det går overvannsrør og hvor inntak og utløp til disse er. Den eneste tilgjengelige informasjonen er vist i Figur 7-10, som viser kartlagt ledningsnett for spillvann og vann.



Figur 7-10. Kommunal VA-kart over området. Kartet viser vann og spillvannsledninger, men ikke noe overvannnett. Kummer markert med OK (gul ring) er mest sannsynlig overvannskummer, men det er lite informasjon om disse.

I vegkart er det registrerte stikkrenner gjennom Hjeltnesvegen, vist i Figur 7-11. Stikkrennene har hovedsakelig en dimensjon fra 300-400 mm. Stikkrennene har dårlige innløp og det er antatt at de har dårlig kapasitet i en flomsituasjon.



Figur 7-11. Registrerte stikkrenner i Statens Vegvesens vegkart er markert i rødt. (hentet fra [vegkart.atlas.vegvesen.no](http://vegkart.atlas.vegvesen.no))

## 7.2 Analyse av avrenning inn til planområdet

Det er gjort en analyse av flomsonen til elva Gauro og kapasiteten til den eksisterende brua over Gauro. Denne er beskrevet i kapittel 6, og inkluderes ikke her. I dette kapittelet er det sett på mindre bekker og flomveier som berører planområdet. Det er en tydelig bekk og 5 hoved-flomveier som renner gjennom planområdet.

### 7.2.1 Nedbørfelt og feltegenskaper

Nedbørfeltene til flomveiene er vist i Figur 7-12 og feltegenskapene til de forskjellige feltene er vist i Tabell 7-1. Felt C er det eneste feltet med en tydelig bekk. De andre feltene er små, og vannet fra disse feltene vil drenerer inn mot planområdet hovedsakelig som diffus avrenning.

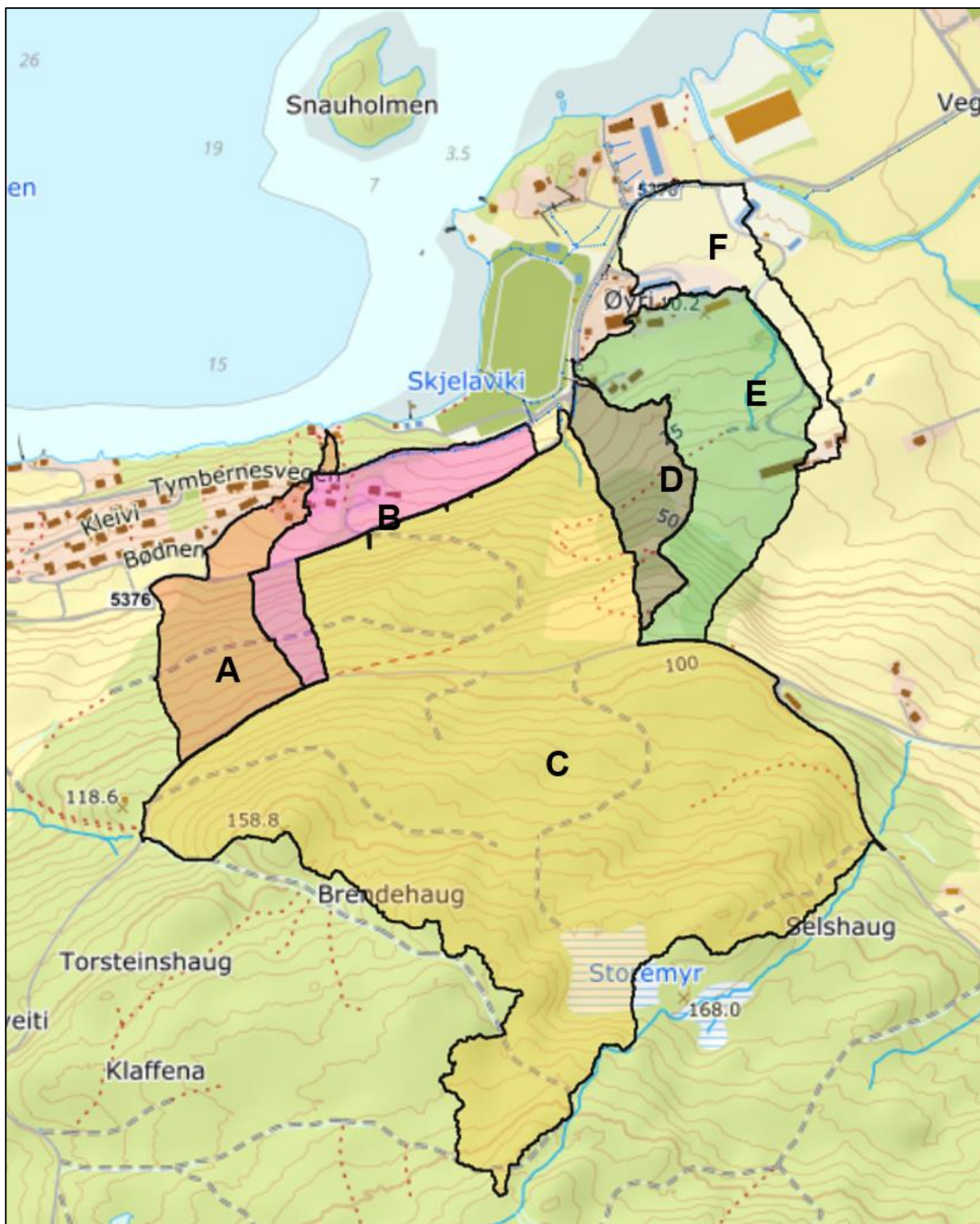
Nedbørfeltene er funnet ved bruk av GIS-analyseverktøyet Scalgo som finner dreneringslinjer/flomveier og feltgrenser basert på høydedata, uten å ta hensyn til dreneringsveier under bakkenivå. Feltgrensene er kontrollert via andre kartgrunnlag, som ortofoto og vegkart. I området er det store usikkerheter hvor vannet

renner, dette er fordi det er etablert små stikkrenner og sluk, med lav kapasitet og stor fare for å bli gjentettet. I en normalsituasjon vil nok disse ha en funksjon, men i en ekstremhendelse har ikke disse nok kapasitet.

Langs vegen mellom nedbørfelt C og B er det flere registrerte små stikkrenner i vegkartet til Statens Vegvesen (Figur 7-11). Disse er antatt å være i dårlig stand og vil ikke ha kapasitet til flomvann. Noe vann fra felt C vil gå over i felt B, men det er antatt at mesteparten renner i vegggrøfter og inn i felt C. Det samme gjelder for A og C. I felt E er det registret en bekk i norgeskart, som ser ut for å lede vann inn i felt F via ei grøft (markert med lyseblått). Denne bekken er også synlig i ortofoto. Bekken vil føre noe vann fra felt E til Felt F og videre østover ut i elva Gauro, eller ev. ned vegggrøfta nord-vestover mot planområdet. Det er store usikkerheter når det gjelder kapasiteten til denne bekken og grøfta, spesielt kapasiteten til lukkingene og stikkrennene i bekken. Det er dermed i denne rapporten antatt at mesteparten av vannet i denne bekken holder seg i felt E og ev. F i en flomsituasjon og renner ned mot planområdet.

For nedbørfeltene vist i Figur 7-12 vil det bli gjort flomberegninger for å estimere hvor mye vann som kommer inn til planområdet, og beregningene gir grunnlag til hvor en bør etablere grøfter, stikkrenner, sluk og andre overvannstiltak.

Beregnete flomstørrelser vil ha store usikkerheter, dette fordi det ikke er gjort en grundig befarings av feltgrensene. Kapasiteter på stikkrenner og grøfter vil ha stor innvirkning på nedbørfeltene. Feltgrensene antatt i Figur 7-12 viser verste tenkelige situasjon, hvor felt C, E og F har noe større nedbørfelt enn det som kan være den virkelige situasjonen (E og F kan i virkeligheten være større. C kan også være enda større hvis den også får flomvann inn fra vegen i sørvest enda lenger unna, som flomveiskartet viser). Det er anbefalt at feltene befares mer detaljert så en får en bedre oversikt på hvor vannet renner i området. Dette må gjøres senest i neste planfase.



Figur 7-12. Antatte nedbørfelt til bekker og flomveier oppstrøms planområdet i en flomsituasjon. Felt C kan også strekke seg enda mer mot sørvest.

Tabell 7-1. Feltparametere brukt i flomberegning av feltene vist i Figur 7-12.

Nedbørfelt	Areal [ha]	Feltlengde [m]	Helning [%]	Overflatetype	Infiltrasjonspotensial
A	3,9	470	22	Skog, Jordbruk og noe bebygde	Lite godt/uegnet
B	3,4	520	18	Skog, jordbruk og bebygde	Lite godt
C	41.0	1170	19	Hovedsakelig skog	Uegnet/lite godt
D	2,5	335	26	Skog og jordbruk	Lite godt
E	7,1	720	12	Hovedsakelig jordbruk med noe skog	Lite godt/uegnet
F	3,2	435	8	Hovedsakelig jordbruk	Lite godt/ godt

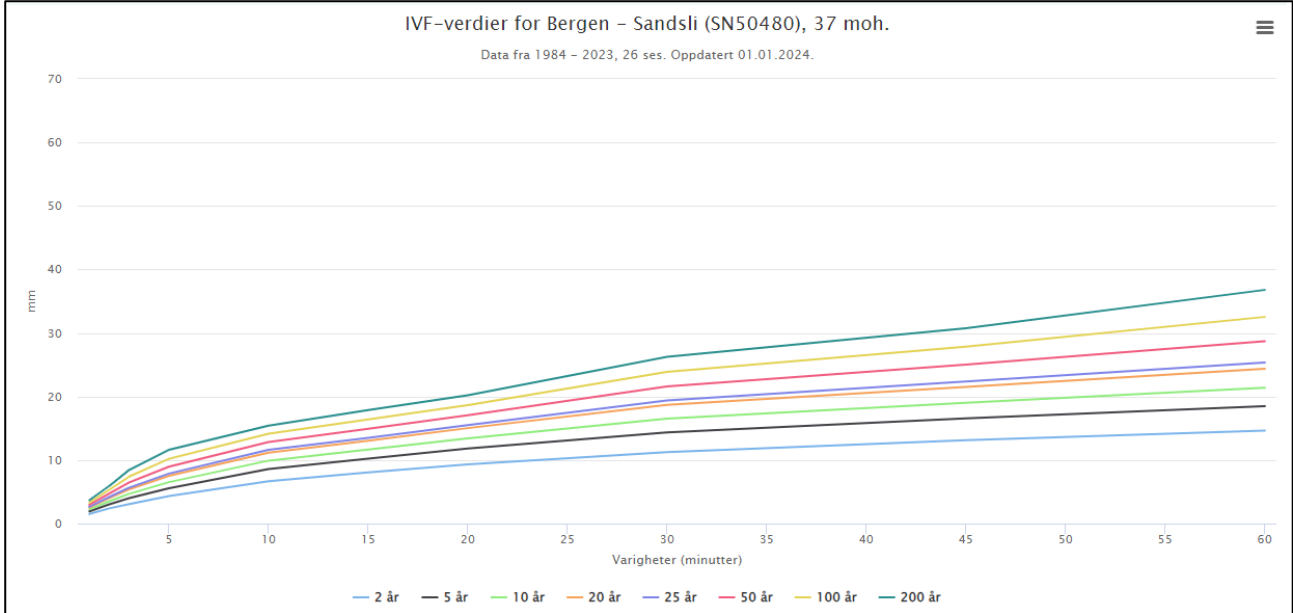
### 7.2.2 Metode og dimensjoneringsgrunnlag

Dimensjoneringsgrunnlaget for flomberegningsmetoder i små felt avhenger av tilgjengelig observasjoner i området. Det finnes ingen målestasjoner for avrenning som kan benyttes, så nedbørdata må benyttes som grunnlag. Beregningene er gjort med den rasjonelle formel.

#### 7.2.2.1 Dimensjoneringsgrunnlag

Dimensjonerende nedbørintensitet er tatt ut fra konstruerte IVF-kurver for Sandsli, som vist i Figur 7-13, med varighet basert på aktuelle tilrenningstider for vannet som bidrar til flomtoppen og dimensjonerende gjentakintervall basert på krav i TEK17 for sikkerheten i området, som resulterer i 20, 100 og 200-års returperiode. I klimaprofil for Hordaland (se [www.klimaservicesenteret.no](http://www.klimaservicesenteret.no)) anbefales det en klimafaktor på minimum 40% på intens korttidsnedbør.

IVF-kurven for Sandsli er vurdert til å være god for nærliggende analyser, for korte og lange varigheter. For Holmen er IVF-kurven ikke like god i med at Holmen ligger relativt langt unna Sandsli geografisk og klimatisk. Men grunnet mangel på gode data i området er IVF-kurven fra Sandsli vurdert til å ha de mest nøyaktige verdiene som kan brukes i flomberegning for små felt med kort konsentrasjonstid i Hardanger.



Figur 7-13 IVF-kurve fra Sandsli som kan benyttes for beregninger i forbindelse med overvann i Ulvik kommune. Kurven viser mm nedbør. Tabell i l/s\*ha vises i Tabell 5.

Tabell 7-2 IVF-verdier fra Sandsli som kan benyttes for beregninger i forbindelse med overvann i Ulvik kommune. Tabellen vises for l/s\*ha for varighet fra 1-1440 min og returperiode 2-200 år.

IVF-verdier for Bergen - Sandsli (SN50480), 37 moh.																
Data fra 1984 - 2023, 26 ses. Oppdatert 01.01.2024.																
	Varigheter (minutter)															
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	199,4	171,1	144,9	110,9	89,3	77,8	62,4	48,6	40,7	33,0	28,7	23,4	16,5	10,8	7,4
5	321,2	252,7	222,7	185,9	143,3	113,5	98,4	79,7	61,3	51,3	41,0	36,4	29,9	20,4	13,4	9,0
10	371,3	292,9	260,3	217,3	165,2	129,5	111,9	91,7	70,5	59,4	47,1	41,9	34,3	22,8	15,2	10,2
20	421,8	335,0	300,3	250,9	186,2	145,1	125,2	103,7	79,6	67,7	53,5	47,4	38,7	25,1	17,1	11,4
25	438,2	348,5	314,5	262,4	193,4	150,1	129,2	107,7	82,8	70,4	55,7	49,2	40,1	25,8	17,6	11,8
50	491,8	393,5	359,9	298,3	214,1	166,0	142,2	120,0	92,7	79,7	62,9	55,0	44,4	27,9	19,4	13,1
100	551,0	442,8	411,3	340,2	235,8	182,0	155,3	132,7	103,1	90,4	71,0	61,3	48,8	29,9	21,2	14,4
200	613,7	493,3	469,0	387,6	257,0	198,5	168,4	145,7	113,9	102,2	79,9	67,7	53,2	31,9	23,2	15,8

### 7.2.2.2 Den rasjonelle formel

På grunn av nedbørfeltenes størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle formel til å beregne flomstørrelse. Metoden er nærmere beskrevet bl.a. i NVEs Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (Stenius, Glad, Wang, & Væringstad, 2015), der flomvannføringen beregnes ut fra en avrenningskoeffisient, dimensjonerende nedbørintensitet, feltareal og en klimafaktor. Avrenningskoeffisienten angir hvor stor del av nedbøren som renner hurtig av og bidrar til flomtoppen, og velges i de ulike deler av feltet ut fra tabell med ulike terrengetyper, korrigert for bl.a. løsmassetype og -dybde, samt terrenghelning. Dimensjonerende nedbørintensitet er tatt ut fra IVF-kurven for Sandsli med varighet basert på aktuelle tilrenningstider for vannet som bidrar til flomtoppen og dimensjonerende gjentaksintervall.

Avrenning Q beregnes ved:  $Q = C * i * A * K_f$

- C = avrenningsfaktor
- i = dimensjonerende nedbørintensitet i  $\frac{l}{s*ha}$  ut fra IVF-verdiene (Tabell 7-2) for Sandsli med gjentaksintervall 20, 100 og 200 år ved beregnet konsentrasjonstid
- A = feltareal i ha (hektar)
- K<sub>f</sub> = Klimafaktor, hensyntar fremtidig klimajustering (Norsk Klimaservicesenter, 2021), settes til 1,4

### 7.2.2.3 Beregning av konsentrasjonstid i feltet

Konsentrasjonstiden i feltet kan beregnes med følgende formel:

$T_{C, \text{ naturlig}} = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$ , hvor

$T_{C, \text{ naturlig}}$  = Konsentrasjonstid, [min]

L = Lengde av feltet, [m]

H = Høydeforskjellen i feltet, [m]

A<sub>se</sub> = Effektiv andel innsjø i feltet, (ingen innsjøer → A<sub>se</sub> = 0)

## 7.2.3 **Flomberegninger**

Flomberegningene er gjort med grunnlag i parameterne vist i Tabell 7-3. Resultatet fra flomberegningene for 20, 100 og 200-årsflom for nedbørfeltene vist i Figur 7-12 er vist i Tabell 7-4.

Det er store usikkerheter i flomberegningene. Den største usikkerheten kommer fra størrelsen på nedbørfeltene. Usikkerhetene i feltgrensene kan minimeres hvis det gjøres en befaring av feltene. Etter en befaring har man mer kontroll på kapasiteter i stikkrenner og grøfter langs oppstrøms veger. Det er også usikkerheter i nedbørsverdier hvor det i dette kapitlet er brukt verdier fra Sandsli. En ny konstruert IVF-kurve for området basert på lokale nedbørstasjoner vil gi et mer korrekt resultat.

Med store usikkerheter er det ikke anbefalt å bruke disse beregnede flomverdiene til detaljprosjektering av overvannstiltak, som stikkrenner, grøfter, fordrøyning osv. Verdiene kan brukes som veiledende verdier til å anta ca. hvor mye vann som kommer til flomveiene. I neste planfase i planområdet må det gjøres nye beregninger for flomveiene etter befaring. De spesifikke flomverdiene i Tabell 7-4 kan brukes som grunnlag for nye beregninger med justerte feltgrenser, hvis endringene ikke blir veldig store.

Tabell 7-3. Parametere brukt for beregning av 20, 100 og 200-årsflom for nedbørfeltene vist i Figur 7-12.

Nedbørfelt	Areal [ha]	T [min]	Nedbørintensitet (20 år) [l/s*ha]	Nedbørintensitet (100 år) [l/s*ha]	Nedbørintensitet (200 år) [l/s*ha]	C-faktor [-]
A	3,9	30	103,7	132,7	145,7	0,50
B	3,4	30	103,7	132,7	145,7	0,40
C	41,0	45	79,6	103,1	113,9	0,40
D	2,5	20	125,2	155,3	168,4	0,35
E	7,1	30	103,7	132,7	145,7	0,35
F	3,2	30	103,7	132,7	145,7	0,30

Tabell 7-4. Resultater fra flomberegninger for feltene i Figur 7-12 for gjentaksintervall på 20, 100 og 200 år. Resultater er vist for spesifikk avrenning (qxx), flomvannføring (Qxx) og flomvannføring med klimapåslag på 40 % (Qxx+40%).

Nedbørfelt	A	B	C	D	E	F
q20 [l/s*km <sup>2</sup> ]	5200	4200	3200	4400	3600	3100
Q20 [m <sup>3</sup> /s]	0,21	0,14	1,31	0,11	0,26	0,10
Q20+40%[m <sup>3</sup> /s]	0,29	0,20	1,83	0,15	0,36	0,14
Q100 [l/s*km <sup>2</sup> ]	6600	5300	4100	5400	4600	4000
Q100 [m <sup>3</sup> /s]	0,27	0,18	1,69	0,14	0,33	0,13
Q100+40%[m <sup>3</sup> /s]	0,37	0,25	2,36	0,19	0,46	0,18
q200 [l/s*km <sup>2</sup> ]	7300	5800	4500	5900	5100	4400
Q200 [m <sup>3</sup> /s]	0,29	0,20	1,86	0,15	0,36	0,14
Q200+40%[m <sup>3</sup> /s]	0,41	0,28	2,61	0,21	0,51	0,19

### 7.3 Vurdering av tiltak, samt anbefalinger

Reguleringsplanen har 3 hovedtiltak; ny veg med fortau, bru over Gauro og visningssenter for Holmen kulturpark. Med bakgrunn i disse tiltakene vil det i dette kapittelet beskrives hvordan det anbefales å håndtere overvannet i området.

Det er i dagens situasjon noe overvann som går i lukka systemer og noe som renner diffust på overflaten, samt i små lavbrekk. I normalsituasjoner vil det ikke være problemer med overvann, men i flomsituasjoner kan store areal oversvømmes og vann kan gå på avveie blant annet over veger og inn mot bygg og idrettsanlegg. Dette kan skape problemer i området, og kan ha store økonomiske konsekvenser.

Et billig og effektivt tiltak er å etablere gode grøfter med stikkrenner og ev. lukninger der det er nødvendig. En må påse at stikkrenner/lukninger ligger i lavpunkt, og at de etableres med stor nok dimensjon til å håndtere flom og overvann. Hvis det er mulig å gjenåpne lukninger, så anbefales det, ev. at en erstatter/supplerer lukninger med åpne naturbaserte løsninger. Da har en mye bedre kontroll på overvannet i området, samt at det er lettere å drifte/vedlikeholde og ev. endre/justere hvis det blir behov. I området er det ingen krav til fordrøyning, dette fordi området ligger helt nede ved fjorden. Selv om dette ikke er et krav, så

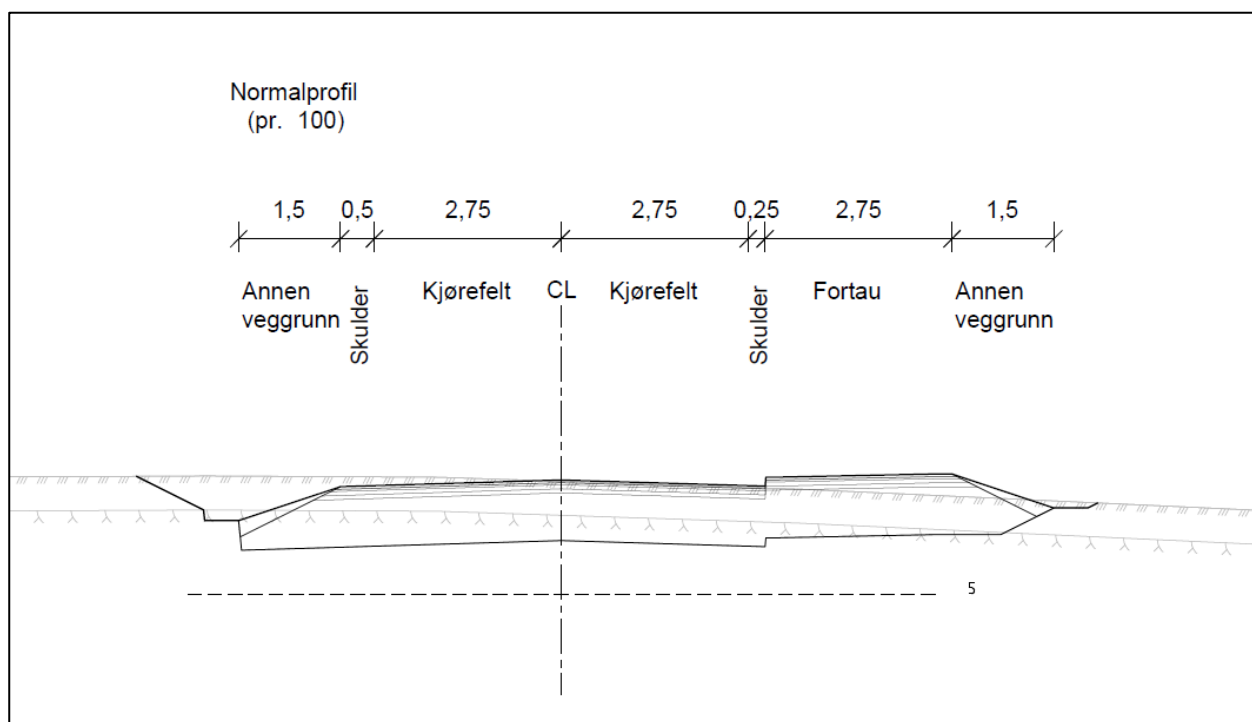


vil fordrøyning virke positivt med at det blir mindre vann i flomveier og dermed lavere sjanse for erosjon og vann på avveie, samt mindre dimensjoner på dreneringstiltakene.

Det anbefales at det etableres minst mulig tette flater. Parkeringsplasser eller lignende anbefales å etableres med permeable flater som permeabel drensstein eller lignende, over et pukkmagasin med utløp i en etablert flomvei. Takvann fra bygninger anbefales å føres via pukkgrofter til nærmeste flomvei.

### 7.3.1 Oppgradering av veg og grøfter

Det er planlagt å etablere fortau langs hovedvegen (Hjeltnesvegen) gjennom planområdet. Vegen er planlagt å bli etablert med normalprofilen vist i Figur 7-14. Med tanke på overvann er det viktig at det avsettes nok areal til grøfter som kan håndtere vannet fra vegen og eventuelt oppstrøms overvann. Grøftene må ha utløp i flomveier som er sikra mot erosjon hele veien ut i fjorden eller til Gauro. Etableres det utløp fra grøfter der det ikke går vann i dag vil dette kunne føre til erosjonsskader. Det anbefales at grøfter etableres med et lag med grov pukk av sprengstein. Dette laget vil minske faren for erosjon og massetransport, som minsker faren for at stikkrenner og lukninger tettes. Vann kan renne i steinlaget og dette vi fordrøye vannet noe ved at hastigheten til vann i grøfta minskes, som fører til at man kan etablere grøfter med et smalere åpent tverrsnitt. Grøftene kan dekkes med gress eller andre planter for å få bedre estetisk preg, samt at vegetasjon vil hjelpe mot erosjon. Det er viktig at helningen på vegen heller mot grøftene. Der vegen er lagt med takfall etableres grøfter på begge sider av vegen.



Figur 7-14. Normalprofil for veg.

### 7.3.2 Krysset mellom Tymbernesvegen og Hjeltnesvegen

Det er flere flomveier som renner inn i planområdet fra sør og øst ved krysset mellom Tymbernesvegen og Hjeltnesvegen. Blant annet er det en bekkelukking i krysset. Det er i Figur 7-15 vist hvordan en anbefaler å lede oppstrøms overvann sikkert gjennom denne delen av planområdet. Det er ingen bygg eller tiltak som kan klassifiseres som F2 tiltak i TEK17, men det anbefales så langt som det er mulig å etablere tiltak som hindrer skade på idrettsanlegget. Med tanke på skadeomfanget fra bekken og overvann er det hovedsakelig vegen og idrettsanlegget som kan skades. Det er dermed anbefalt at overvannstiltak i dette området er dimensjonert til å håndtere minimum 20-årsflom med klimapåslag.

Det renner en bekk fra sør, med antatt nedbørfelt D, som krysser Hjeltnesvegen ved punkt B1 og renner inn i en bekkelukking i punkt B2 (Figur 7-15). Denne bekken er beregnet til å ha en 20-årsflom med klimapåslag på 1,8 m<sup>3</sup>/s, men det er store usikkerheter i denne beregningen. Utfra tilgjengelig grunnlag har stikkrennen ved B2 og bekkelukkingen ved S3 dimensjoner på 500 mm, noe som tilsvarer en kapasitet på ca. 0,2 m<sup>3</sup>/s. Selv med usikkerheter i flomberegningen kan man konkludere med at disse lukkingene ikke har kapasitet til å håndtere en 20-årsflom. I utgangspunktet må derfor lukking B1 og B2 oppgraderes så de kan håndtere en 20-årsflom med klimapåslag. Bekkelukkingen er mest sannsynlig gammel og lang, noe som fører til at den kan være vanskelig å få oppgradert. Det er derfor et anbefalt alternativ å etablere åpne grøfter for å lede flomvannet trygt ut i fjorden. Dette vil også kunne kombineres med flere lokale grøfter, som vist i Figur 7-15, for å løse alle overvannsutfordringene i dette området. I tillegg anbefales å tilrettelegge for et overløp fra B1 ned til B2 og videre til en ny stikkrenne, markert som S3. Det anbefales uansett at det etableres en god stikkrenne ved S3 som kan håndtere vannet fra felt B i Figur 7-12 sammen med et overløp fra B2. Stikkrennen etableres med utløp i en grøft på andre siden av vegen, som videre fører vannet åpent ut i fjorden, som vist i Figur 7-15. Det er også mulig å la vannet renne over vegen i flomsituasjoner ved punkt B1, men da er det viktig at vannet ikke går på avveie og at vegen er etablert med helning mot foreslått grøft.

Et anbefalt alternativ til dette er å føre vann i overløp fra B1 i en grøft langs vegen til S4. I S4 kan det etableres en stikkrenne som er dimensjonert til å håndtere både vann fra overløpet og det som kommer ned fra jordet i øst i flomsituasjoner. Stikkrennen i S4 anbefales å etableres med utløp i grøft på vestsiden av vegen som vist i Figur 7-15.

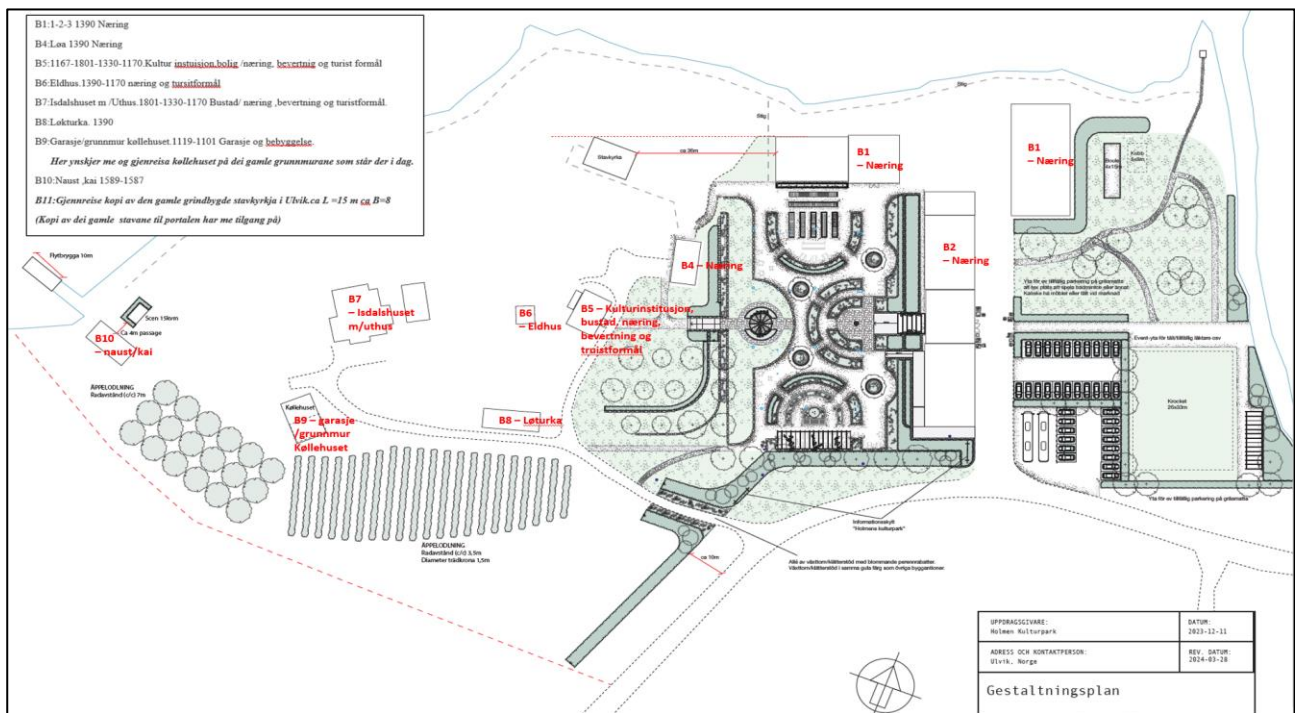
Ved S5 er det i dag et sluk som har relativt liten kapasitet og stor fare for å bli tettet i en flomsituasjon. Dette sluket anbefales å oppgraderes til en stikkrenne med bedre innløp, og utløp i ny grøft i vest som vist i Figur 7-15.



Figur 7-15. Overvannsplann for krysset sør i planområdet. Anbefalte grøfter er vist i oransje, flomveier er vist i blå, eksisterende er vist i svart og anbefalte nye stikkrenner i rødt.

### 7.3.3 Holmen kulturpark

I forbindelse med reguleringsplanen er det planlagt å etablere en kulturpark. Et forslag til hvordan denne skal se ut er vist i Figur 7-16.



Figur 7-16. Eksisterende plan for Holmen kulturpark.

Ved etablering av en ny park er det viktig å ha kontroll på vannet i, nedstrøms og oppstrøms parken. En overordnet overvannsplan for området er vist i Figur 7-17.

Det anbefales at det etableres en åpen flomvei langs med det eksisterende jordet som samler opp overvann fra nærliggende areal og fører det trygt ut i fjorden. Noe av overvannet fra Hjeltnesvegen anbefales også å ledes til denne flomveien. Oppstrøms vann som renner ned mot vegen fra Øyri anbefales å ledes til flomveien via en stikkrenne under vegen markert som S6. Det er i dag et eksisterende sluk i S6, som anbefales å byttes med et innløp som har mindre fare for å bli tettet under en flomhendelse.

Parkområdet mellom bygget markert med B4, B2 og B1 (vest) anbefales å ledes mot nord og ut i fjorden via en flomvei vest for bygget B1 (vest); se Figur 7-17. Denne flomveien må erosjonssikres. Dette kan gjøres ved å revegetere flomveien med naturlig vegetasjon.

Overvannsavrenning fra Hjeltnesvegen og oppstrøms vann fra jordet ved S7 anbefales å samles opp i en grøft langs Hjeltnesvegen. Vannet føres deretter under vegen i en ny stikkrenne i lavpunkt (S7) og østover ut i Gauro. Dette forhindrer at oppstrøms overvann tar seg inn i parken. Utløpet fra grøfta ut i Gauro må erosjon sikres slik at vann ikke graver i elveskråningen. Grøftene og stikkrennen ved punkt S7 må dimensjoneres til å også kunne håndtere flomvann fra Gauro (se figur av flomsone for Gauro i egen flomrapport) hvis det ikke blir gjort tilstrekkelige tiltak for å unngå dette langs elva.

Parken mellom bygg B2 og elva Gauro anbefales å etableres med naturlig fall ned mot Gauro. Det anbefales at en samler opp vannet fra parkeringsareal og andre harde flater og leder dette via erosjonssikrede åpne

grøfter ut i Gauro. Hvis tiltakene i forbindelse med flomsikring av Gauro gjør dette vanskelig, så må det vurderes å etableres en flomvei direkte ut i fjorden.



Figur 7-17. Overvannsplann for holmen kulturpark. Anbefalte grøfter/flomveier er vist i oransje, flomveier er vist i blå, anbefalte nye stikkrenner er vist i rødt.

#### 7.4 Konklusjon og foreslåtte tiltak

Overvannshåndteringen i området i dag består av små lukkinger og små grøfter med liten kapasitet. Det er ingen kjent informasjon over hvordan vannet i området blir drenert i lukkinger, eller tilstanden til lukkingene. I en flomsituasjon er det antatt at det vil komme mye vann på avveie som kan erodere, og oversvømme bygg og annen infrastruktur. I en fremtidig situasjon er det viktig at alle eksisterende rør kartlegges, sammen med samtlige nedbørfelt fra flomveier som renner gjennom området. Med bedre informasjon om eksisterende overvannshåndtering kan man bedre dimensjonere tiltak som er nødvendige for å sikre området mot flom- og overvann. (ev. oppgradere all overvannshåndtering i området og oppstrøms) Hvis ikke, så må

overvannsplanen med foreslåtte tiltak kunne håndtere alt overvann i området, samt det som potensielt kan komme fra alle områder oppstrøms.

Det er foreslått at en etablerer åpne flomveier som har god nok kapasitet til å håndtere flom- og overvann. Disse flomveiene må dimensjoneres for minst en 20-årsflom med klimapåslag de fleste steder, men flomveier der vann kan gå på avveie inn mot bygg anbefales å dimensjoneres for 200-årsflom med klimapåslag. Det anbefales at samtlige tiltak dimensjoneres for 200-årsflom med klimapåslag i med at kostnaden for disse tiltakene ikke er betydelig mye mer enn 20-årsflommen med klimapåslag.

Det anbefales at man etablerer åpne flomveier og stikkrenner som vist i Figur 7-15 og Figur 7-17. Disse flomveiene må dimensjoneres til å kunne håndtere flomvann fra nærliggende og oppstrøms areal. Flomveiene anbefales å etableres som åpne grøfter med dypdrenering. Flomveiene må erosjonssikres hele vegen ut til resipient. Dette med grov pukk av sprengstein, kombinert med naturlig erosjonssikring.

## 8 Sammenfallende naturfarer

Sammenfallende naturfarer kan føre til at det blir større og ev. flere naturfarer som kan påvirke planområdet. F.eks. vil flomskred i Gauro i oppstrøms områder kunne påvirke massetransporten i elva og vann ut av elveløpet, og dermed flomutbredelsen, erosjon og vannveiene. Flomvann ut av løpet til Gauro vil også påvirke overvannssituasjonen og overvannshåndteringen i området. Det samme vil stormflo gjøre, som en ser av figurene i kapittel 6. Dette viser spesielt at overvann i planområdet må ha åpne løsninger og ledes ut i åpne kanaler/forsenkninger. Ved lukkede rør under bakkenivå vil utløpene ligge dykket og det vil bli oppstuvning og fare for vann på avveie ved innløpene. Der mye overvann renner ut i strandsonen, spesielt i ekstreme vær-situasjoner, så vil det kunne påvirke erosjonsfaren i strandsonen. Slike sammenfallende naturfarer må vurderes mer i detalj i neste planfase mht de tiltakene som er foreslått i denne rapporten, f.eks. hvor overvann skal ledes i planområdet og ut i fjorden, og om en ev. skal vurdere sikringstiltak mot skredfare, selv om faresonene ligger utenfor/oppstrøms planområdet. Lede-/flomvoller langs Gauro må det også tas hensyn til de andre naturfarene og tiltakene, spesielt for overvannshåndteringen.

## 9 Vedlegg

- 52209130\_RIG-R01\_J01\_Detaljregulering Brakanes sentrum\_Geoteknisk datarapport (her er Holmen-område inkludert)
- 20240241-01-TN\_Avklaring skredfare Holmen Ulvik\_endelig, NGI
- 52209134\_Flomvurdering Holmen i Ulvik
- Flomsonekart: 200-årsflom med 40% klimapåslag