

Ulvik herad

► **Detaljregulering Brakanes sentrum**

Naturfare

Erosjon, områdestabilitet, skred, flaum, overvatn, vassdrag, maritim ferdsel

Oppdragsnr.: 52209130 Dokumentnr.: 1.0 Versjon: 52209130-RIG-R01 Dato: 2024-09-10



Oppdragsgjevar: Ulvik herad
Oppdragsgjevars kontaktperson: Jarle Grevstad
Rådgjevar Norconsult Norge AS, Sandvenvegen 43, NO-5600 Norheimsund
Oppdragsleiar: Vidar Østerbø
Fagansvarleg: Stephanie Hjelmeland, Steinar Myrabø, Berit Soldal Skogseth, Daniel Fossberg, Athul Sasikumar
Andre nøkkelpersonar: Michael Fuglestrand Myhrvold, Keren Schwartz, Anton Hasselquist Evensen, Marijn Alferink, Torgeir Fiskum Hansvik, Jørn Harald S, Andersen

52209130-RIG-R01	2024-09-10	Utgreiing naturfare for detaljregulering Brakanes sentrum, Ulvik herad	VIDOES	STLGJ	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

Generelt

Som del av detaljregulering må relevante tema utgreiast og inngå som grunnlag og føresetnader for tiltak i planområde. Resultatet av utgreiingane, som her gjeld naturfare, må nedfellast i juridiske bindande dokument (plankart og føresegner) som sikrar at tiltak som vert gjeve løyve til oppnår naudsynt tryggleik.

Norconsult Norge AS er engasjert av Ulvik kommune for å vurdere naturfarer i samanheng med detaljreguleringsplan. Planlagde tiltak er bustadområde, strandpromenade, gangbru, scene/amfi, leikeplassar, utegym, parkeringsplassar, gjenvinningsordning, sykkelparkering, parkering og ladestasjon.

Grunnforhold

Grunnforholda er skildra ved tidlegare og nye grunnundersøkingar og datarapporten frå undersøkingane ligg til grunn for vurderingar av skredfare. Heile planområde ligg under marin grense. Som grunnlag for vurderingar er det nytta tidlegare undersøkingar (Multiconsult) og nye som vart utført i sommar.

Det er kun påtruffet antatt berg i posisjon 32 som ligger ved Grusbrekko ca. 350 m nordvest for Brakanes sentrum.

Naturfaretema

Erosjon i samband med elva Tysso er skildra under tema vanlinjeberegninger – flom.

Erosjon i strandsone

Det er i dag tegn på overflateutglidningar, det er nødvendig å utføre sikringstiltak i form av f.eks plastring. Dagens mur foran strandpromenaden har erosjonsskader. Dimensjoner for erosjonssikring er vist i kapittel 6.

Skred i bratt terreng

Det er utarbeidd faresonekart for skred i Ulvik. Det er eitt område ved Køylobukta som vert råka av faresona. I dette område er det i dag regulert til friområde. Der ligg nokre nausteigedomar, men bygningane er ikkje råka av faresona. Vidare utelukkar faresona berre tiltak i tryggleiksklasse S2 og S3, slik at bygningar utan varig opphald kan tillatast. Eksisterende faresoner videreføres som hensynssoner i plankartet med tilhørende bestemmelser, dette for å sikre tilstrekkelig sikkerhet iht. TEK17 §7-3.

Det er gjort geotekniske stabilitetsberekningar langs kysten. Basert på berekningsresultata er det ikkje funnet tilstrekkeleg stabilitet. Se kapittel for stabilitetsberekningar for detaljert informasjon. Det er også observert tegn til pågående utglidningar langs kystlinjen. Tilstrekkelig sikkerhet iht. SVV, Eurokode og TEK17 §7-3 er derfor ikkje oppfylt. For å sikre dette området i reguleringsplanen tegnes det et bestemmelsesområde 10m inn frå kystlinjen. Avbøtende tiltak, beskrevet i kapittel 6 må gjennomføres for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet og disse tiltakene må sikres i bestemmelsene til bestemmelsesområdet.

Overvatn

Det er utført beregning av naturlig avrenning ved dimensjonerende flom fra planområdet. NVE sin veileder «Rettleiar for handtering av overvann i arealplanar» anbefaler å dimensjonere flomveier i sentrumsområder så de kan håndtere et klimajustert 100-årsregn. Det er derfor gjort beregninger for 100-årsflom med klimapåslag.

Det er få tydelige bekker og flomveier i området, og mye avrenning vil renne diffust på terrenget i lavpunkter.

Skred i oppstrøms områder vil kunne påvirke avrenningen og vannveiene, samt at vann på avveie og erosjon kan utløse skred også der det ikke er skredfarefareområde, også i og inn mot planområdet.

Det ble observert få egnete flomveier og dårlig kapasitet i grøfter. Overvannsnett er ikke kartlagt, men det er antatt at dette har dårlig kapasitet, spesielt ved høyvann i fjorden og flom i Tysso. Området oppstrøms og i planområdet er allerede bebyggt uten en helhetlig vurdering for området, og overvannstiltakene er dårlig vedlikeholdt. Det er i fremtiden viktig at en håndterer vannet som kommer oppstrøms og i planområdet trygt gjennom området i flomveier.

Flomfare frå havet

Med flom menes all form for uønsket vanninntrenging, og man må vurdere den samlede effekten fra stormflo og bølger samtidig. Bølger utgjør en fare ved at vann (og drivgods) skyller over fyllingsfronten og kan påføre skade mot bygningsdeler. De foreslåtte tiltakene knyttet til modernisering for Brakanes sentrum og tilhørende sikkerhetsklasse. Planen inneholder ingen anlegg som på dette tidspunkt kan identifiseres som samfunnskritisk infrastruktur (Flomklasse F3). Dersom man på et senere tidspunkt vil vurdere å plassere et F3-bygg i området (nær sjøen), må det gjøres en separat vurdering av det bygget.

For Storøyeni (pallefabrikken) anbefales det for å tilfredsstille TEK 17 § 7-2 at bebyggelsen sikres mot stormflo til kote + 2,11 m over NN2000 (Klasse F2). Fra kartet ser man at deler av terrenget rundt planlagte boliger eller leiligheter ligger mellom ca. +1,5 til +4,5 NN2000. Vi anbefaler at deler av terrenget som ligger under +2,2 m NN2000 heves til +2,2 m NN2000.

I tillegg bør det legges til en sikkerhetsmargin på 0,5 m i fastsettelse av laveste gulvhøyde. Det må sørges for at bølger ikke skader bygget.

Alternativ 1 – sikkerhetsavstand

I bølgeanalysen er dimensjonerende bølgelengde utregnet til ca. 25 m. Det vil si at bølger potensielt kan skylle ca. 15 m inn på land. Boligene eller leilighetene kan derfor ikke plasseres nærmere fyllingskanten enn ca. 15 m dersom terrenget ligger på +2,2 m NN2000.

Alternativ 2– Flombarriere

Hvis man ønsker å plassere et bygg nærmere fyllingskanten enn 15,0 m, må det bygges en flombarriere. Høyden på flombarrieren er +4,0 m NN2000.

Strandpromenaden kan byggjast på ulike måtar, og de mest vanlege er en mura/plastra sprengsteinfylling eller en frittstående bru på pålar.

Det er utført vasslinjeberegningar. Flaumfaren frå elva Tysso er deretter vurdert.

Flaumfare

Ved en 200-årsflaum holder vatn seg stor sett innenfor hovedløpet, kun ved parkeringsplassen til Brakanes hotell trer vatn ut av hovedløpet. Hotellen sjølv blir ikkje berørt.

Utviding av bru Skeiesvegen

Det er planlagt å utvide bru Skeiesvegen med et gangfelt, det er allerede regulert, men er ikke gjennomført. Brua har ikke tilstrekkelig kapasitet for en 200-årsflaum, som har årsak i for liten lysopning. Det er mogleg å etablere et gangfelt, men berre på nedstraums side slik det ikkje forverre kapasiteten.

Plassering av ny gangbru

Der det er tenkt å etablere en ny gangbru er vasstanden under 200-års flaum inkl. klimapåslag mellom 1,78-1,98 moh. For å unngå at brua blir en hindring i flaumvegen vert det rådd til at underkant brua ligger på kote 2,5 eller høgare. Brua sine fundament bør ikkje blir lagt ut i elva. På austsida fløymer ein del av parkeringsplassen over og vatnet renner tilbake til elveløpet, fundamentet til bru må utformast slik at det ikkje hindrar det. Sidan bruspenet er ca. 30 m bør hydraulisk kapasitet av brua vurderast i detaljprosjekteringa, om det blir nødvendig å ha en pilar i elva.

Fare for områdeskred av kvikkleire

Tiltaket er satt til tiltakskategori 4 i og med at boligområdet på Storøyeni medfører større tilflytting. Det er tidligere utført grunnundersøkelser i flere omganger i og i nærheten av planområdet. Grunnundersøkelsene ble vurdert til ikke å gi tilstrekkelig dokumentasjon og dermed utelukke fare for områdeskred som kan påvirke planområdet. Det er indentifisert kritiske skråninger etter at eksisterende grunnundersøkelser er tatt i betraktning. Videre har det blitt gjennomført befarings for å plassere berg i dagen, kartlegge erosjon og verifisere kritiske skråninger. Befaringen kunne ikke utelukke fare for områdeskred.

Totalt er det gjennomført grunnundersøkelser i 29 nye posisjoner spredt ut over Brakanes sentrum, overliggende område og på sjø. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale gjennom tidligere- eller nylig utførte undersøkelser. Dokumentasjon og utredning sett under ett, vurderes som tilstrekkelig til å konkludere med at det ikke er fare for områdeskred som berører planområdet.

Det påpekes at stedvis lav motstand i sjøbunnsmassene, kan indikere lav stabilitet for skråning i strandsonen.

Maritim ferdsel

Planområdet har ikkje bygningar som ligg nær opp mot sjøfronten. Viss ein ønskjer å plassere eit bygg nærare fyllingskanten enn 15,0 m, må det byggjast ein flaumbarriere. Høgda på flaumbarrieren er +4,0 meter NN2000. Slike barriere blir vurderte å gje tilstrekkeleg vern av menneske og samfunnsverdiar i tilfelle sammenstøyt mellom skip og sjøfront i ein normalsituasjon uten flaum.

Fare for skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale

Det er gjort stabilitetsberekningar. Basert på berekningsresultata er det ikkje funnet tilstrekkeleg stabilitet, der berekna tryggleiksfaktor var 1.21 mens kravet er på 1.5. Det betyr at det er nødvendig med stabiliserende tiltak i området. Etablering av nye konstruksjonar ved sjøfronten vil krevje stabiliserende tiltak, samtidig som omfang på tiltaket blir ganske avhengig av krav til tryggleik. Om krav til tryggleik skal svare til krav i Statens vegvesen (SVV) si handbok N200 eller Eurokode 7 må vurderast i samråd med SVV, fylkeskommune, kommune mm.

Utfylling i strandsona kan utløyse skred

Basert på beregningsresultatene er det ikke funnet tiltrekkeleg stabilitet. Dette vil i hovedsak si at etablering av nye konstruksjoner ved sjøfronten vil kreve stabiliserende tiltak, for eks. samtidig som omfang på tiltaket blir ganske avhengig av krav til sikkerhet. Om krav til sikkerhet skal tilsvare krav i SVVs Hb. N200 eller Eurokode 7 må vurderes i samråd med SVV, fylkeskommune, kommune mm. For å tilfredstille krav i Eurokode 7 er det forholdsvis begrenset motfylling som skal til.

Det er ikkje planlagt direkte inngrep i vassdrag, slik at det vert ikkje omtala inngåande.

Innhold

1	Innleiing	9
1.1	Prosess og føresetnader	9
1.1.1	<i>Politisk gruppe som arbeider med Brakanes sentrum</i>	10
1.1.2	<i>Uttaler til oppstart av planarbeidet</i>	10
2	Tiltak i planområde	11
2.1	Bustader på Storøyni (også kalla «Skeietomta» eller Pallefabrikken) med gangbru over Tyssø	11
2.1.1	<i>Bustader ved sjøen. Bustader ved elva Tyssø</i>	12
2.1.2	<i>Nabolagsfabrikken</i>	12
2.1.3	<i>Gangbru over Tyssø frå nytt bustadområde til sentrum</i>	13
2.1.4	<i>Mogleg gangbru over Tyssø ved busstoppen til skuleområde</i>	14
2.2	Almenningen	16
2.3	Strandpromenaden	17
2.3.1	<i>Alternativ</i>	18
2.3.2	<i>Samanhengande gangveg langs fjorden</i>	18
2.4	Ladestasjon i sentrum ved fylkesvegen	19
3	Generelt om utgreiingskrav naturfare i detaljregulering	21
3.1.1	<i>Lovverk</i>	21
3.2	Overvatn	22
3.3	Skred i bratt terreng	22
3.4	Innspel til føresegner/plankart	22
3.4.1	<i>Omsynssone skredfare, faresone 1/1000:</i>	22
3.4.2	<i>Omsynssone skredfare, faresone 1/5000:</i>	22
3.4.3	<i>Bestemmelsesområde sjøfront:</i>	23
3.5	Fare for områdeskred av kvikkleire	23
3.6	Fare for skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale	23
3.7	Utfylling i strandsona kan utløyse skred	23
3.8	Flaumfare	23
3.9	Vasslineberekningar	23
3.10	Vurdere ev. inngrep i vassdrag etter vassressurslova	23
4	Grunnforhold og topografi	24
4.1	Marin grense	24
4.2	Kvartærgeologi	25
4.3	Terrengforhold	25
4.4	Grunnundersøkingar	27
4.4.1	<i>Tidligere grunnundersøkingar</i>	27

4.4.2	Nye grunnundersøkingar	27
5	Erosjonssikring for skred og flom	29
5.1	Erosjon i samband med elva Tysso	29
5.2	Overvatn	32
5.3	Særskilt om gangbru over Tysso	32
6	Erosjonssikring av strandsona	34
6.1	Erosjon i samband strandsone	34
6.2	Erosjonssikring	36
6.3	Støttekonstruksjoner	37
7	Overvann	38
7.1	Befaring	38
7.2	Vurdering av overvann i området	42
7.2.1	Viktige prinsipper for overvannshåndteringen i området.	43
7.2.2	Menneskeskapte forhold som spesielt må vurderes.	43
	Parkeringsplasser	43
	Veger og grøfter	43
	Snødeponi	43
7.3	Analyse av avrenning i planområdet.	44
7.3.1	Metode for flomberegning og dimensjoneringsgrunnlag	44
7.3.2	Nedbørfelt, feltparametere og flomberegninger	46
7.4	Vurdering av overvannshåndtering, samt anbefalinger	47
7.4.1	Planområdet vest for Tysso (Storøyne bustader)	48
7.4.2	Planområdet midt, med muligheter til avrenning i Tysso fra øst	52
7.4.3	Planområdet øst (Almenningen og strandpromenade)	54
8	Flaumfare frå havet og maritim trafikk	57
8.1	Stormflo og havnivåstigning	57
8.2	Bølger	58
8.2.1	Vindbølger	58
8.2.2	Skipsbølger	58
8.3	Vurdering av flom fra havet - Samlet vurdering av bølger og stormflo	60
8.3.1	Bustadområde på Storøyne (tidlegare pallefabrikken) med gangbru over Tysso	61
8.3.2	Maritim ferdsel - fare for samanstøyt	64
8.3.3	Allmenningen, El-bil lading/parkering	64
9	Vasslinjeberekningar og flaum i vassdrag	66
9.1.1	Beskrivelse av vassdrag	66
9.1.2	Vurdering av årsmiddeltilsig	67
9.1.3	Sesongvariasjon	67
9.1.4	Flaumfrekvensanalyse	67
9.1.5	Regional flaumfrekvensanalyse RFFA-2018	69

9.1.6	<i>Samanlikning av metodar</i>	69
9.1.7	<i>Kulminasjonsfaktor</i>	70
9.1.8	<i>Klimapåslag</i>	70
9.1.9	<i>Ruting av Solsævatn</i>	70
9.1.10	<i>Endeleg flaumstorleik</i>	72
9.2	<i>Flaumfare i vassdrag</i>	72
9.2.1	<i>Flaumsone</i>	72
9.2.2	<i>Utviding av bru Skeiesvegen</i>	76
9.2.3	<i>Plassering av gangbru</i>	76
9.2.4	<i>Oppsummering flaumfare</i>	78
10	Skred i bratt terreng	79
11	Vurdering av områdeskredfare	80
11.1	Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	80
11.2	Steg 2: Avgrens områder med mogleg marin leire	80
11.3	Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsett for områdeskred	81
11.4	Steg 4: Bestemme tiltakskategori	82
11.5	Steg 5: Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråningar og moglege lausneområder	83
11.6	Steg 6: Befaring	87
11.7	Steg 7: Gjennomføring av grunnundersøkelser	88
11.8	Samlet vurdering områdeskredfare steg 1 til 7	89
12	Skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale	90
12.1	Stabilitetsvurderingar	90
12.2	Resultater	91
12.3	Diskusjon	92
12.4	Tilpasning i planmateriale:	92
13	Sammenfallende naturfarer	93
14	References	94

1 Innleiing

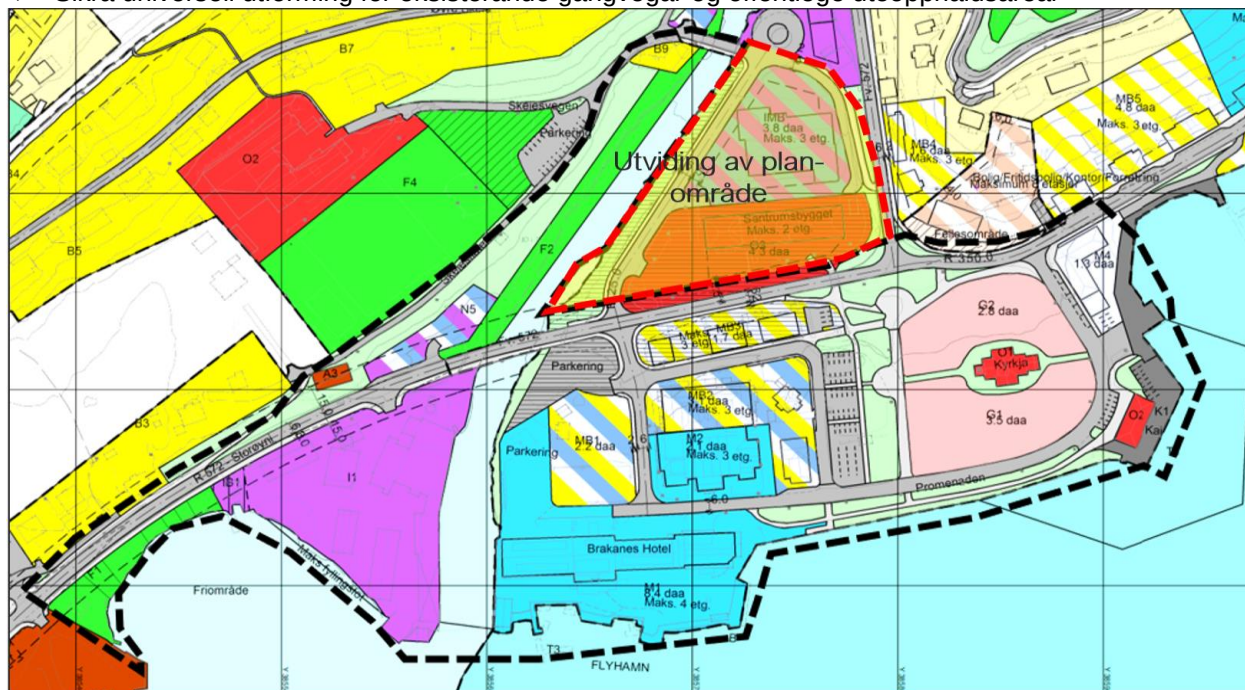
Det ligg føre gjeldande detaljreguleringsplanar for alt areal som er omfatta av varsla planområde. Føremålet med planarbeidet no er såleis å endra desse i det mon at planen stettar gjeldande krav.

1.1 Prosess og føresetnader

Det har vore kunngjort oppstart av planarbeidet to gonger; hausten 2022 og våren 2023 etter ønskje frå Ulvik herad om utvida planområde.

Planen vil i hovudsak vidareføra dei føremål som alt er regulert, med følgjande endringar i arealbruken:

- ❖ Skeietomta/Pallefabrikken/Storøyini 12, gnr. 69, bnr. 34 og 75 endring til bustadføremål
 - Utnyttingsgrad
 - Parkering
 - Avkøyrsløp/kryss til fylkesvegen
 - Bustadtiltak nord for fylkesvegen (mellom skuleplassen og fylkesvegen)
- ❖ Gangbru mellom Storøyini 12 til Promenaden (gnr. 53, bnr. 97)
- ❖ Promenaden mellom Brakanes hotell og Olav H. Hauge-senteret (Promenaden 7)
 - Endra trafikkmønster – vurdering av mogleg stenging av Promenaden for bilar frå Almenningen til Olav H. Hauge-senteret, etablering av gatetun
 - Mogleg utbygging av strandpromenaden i sjøen (utfylling, ev. trebrygge og sitjetrinn i blokkstein mv., tilrettelegging for ålmenta)
 - Sentrale park- og parkeringsløyser
- ❖ Vurdering av regulerte vegareal opp mot Statens vegvesen si gjeldande handbok N100, endring i gjeldande planar for å sikre samsvar mellom krav og regulert løysing
- ❖ Sikra universell utforming for eksisterande gangveggar og offentlege uteoppfallsareal



Figur 1-1 Opphavleg (svart stipla strek) kunngjort planområde og utvida (raud stipla strek) planområde.

1.1.1 Politisk gruppe som arbeider med Brakanes sentrum

Ulvik heradstyre (sak 59/23 – arkivsak 23/336) etablerte den 21. juni 2023 ei politisk gruppe som skal arbeide for utvikling av Brakanes sentrum. Gruppa vil utarbeide rapport som heradstyre handsamar 30. september 2023. Heradstyrevedtaket lyder:

1. Det vert sett ned ei politisk arbeidsgruppe for å gje innspel til innhald og utforming av sentrum i samband med reguleringsplan for Brakanes sentrum. Arbeidsgruppa rapporterer til heradsstyret 20. september og avsluttar sitt arbeid. Valnemda legg fram si innstilling til medlemmar i gruppa, i heradsstyremøtet. Rådmannen peikar ut ein frå administrasjonen til å vere sekretær for arbeidsgruppa.
2. Til å sitje i arbeidsgruppa vert vald:

1: Hans Petter Thorbjørnsen (AP)

2: Jens Olav Holven (SP)

3: Håkon Gjerde (V)

4: Torunn Pedersen Polden (SV)

5: Hans Åge Ohnstad Johansen (H)

1.1.2 Uttaler til oppstart av planarbeidet

I samband med kunngjort oppstart av planarbeidet, siste gong, kom det inn ti uttaler; fire frå offentlege partar og seks frå private partar. Dei mest omfattande uttalene kom frå NVE som krev ei rad utgreiingar av naturfare knytt til følgjande tilhøve:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ❖ Skred i bratt terreng | ❖ Fare for skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale |
| ❖ Flaumfare | ❖ Utfylling i strandsona kan utløyse skred |
| ❖ Erosjon i samband med elva Tysso | ❖ Overvatn |
| ❖ Flaumfare frå havet | ❖ Inngrep i vassdrag |
| ❖ Erosjon i strandsone | ❖ Maritim ferdsel* |
| ❖ Vasslinjeberekningar | |
| ❖ Fare for område-skred av kvikkleire | |

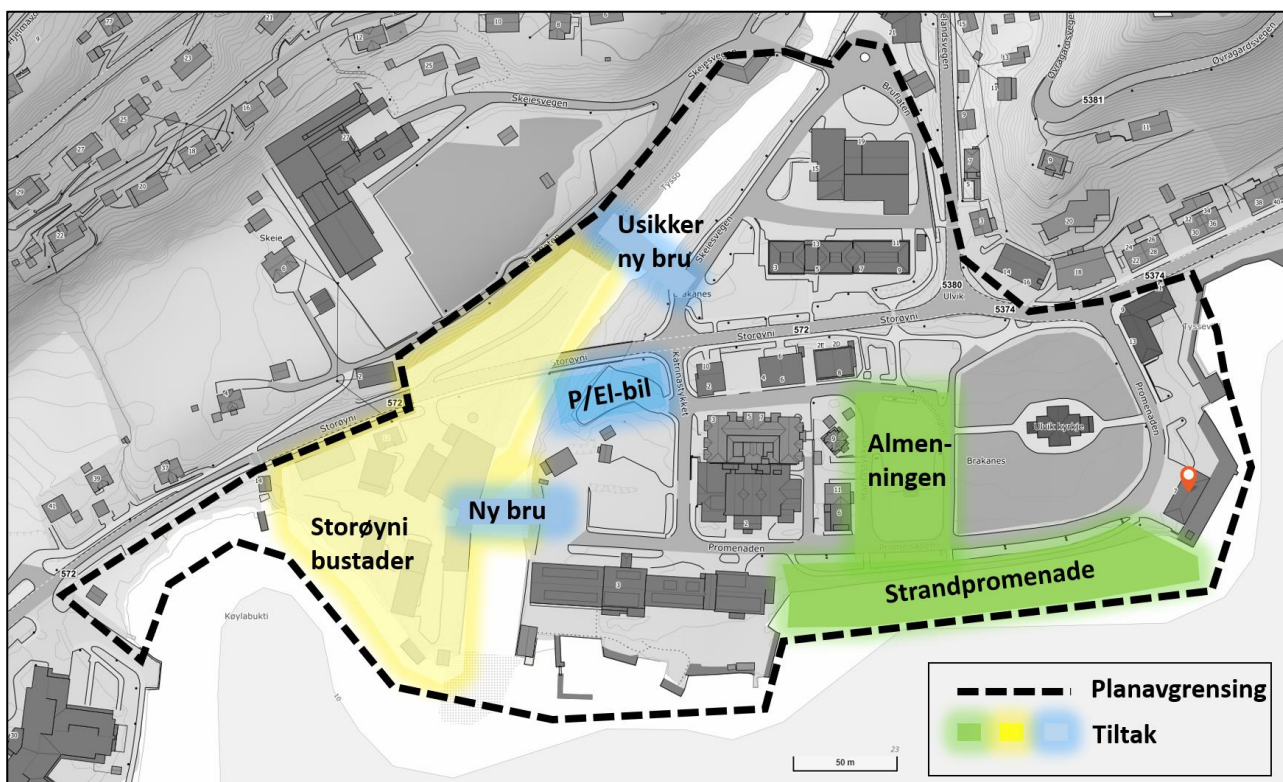
*Kystverket uttalt at bøljeveknader frå skip, innsnevra farvatn (kollisjonsrisiko) og risiko for samanstyrt med bygningar skal omtalast. Dette er teke inn sjølv om det berre indirekte er ein «naturfare».

2 Tiltak i planområde

Føremålet med planarbeidet er å modernisere gjeldende reguleringsplanar i Brakanes sentrum og å finne plass til nokre nye tiltak. Tiltaka som er vurdert baserer seg hovudsakleg på moglegheitsstudie som Ulvik herad har fått utarbeidd. Det er

1. Bustadområde på Storøyini (tidlegare pallefabrikken) med gangbru over Tysso
2. Allmenningen
3. Strandpromenaden
4. El-bil lading/parkering
5. Mogleg ny bru frå busstopp til skuleområde

I tillegg vil planarbeidet måtte ta stilling til om gjeldande regulert vegsystem (fylkesveg 572) og kommunale vegar; Skeiesvegen, Promenaden, Katarinastykket, Maritastykket og Almenningen – om desse svarar til dagens krav i vegnormalane. Det vert vurdert nye løysingar for gåande, mellom anna frå Storøyini over elva Tysso og til sentrum.



Figur 2-1 Moglege tiltak som vert vurdert å finna stad i detaljreguleringa for Brakanes sentrum.

2.1 Bustader på Storøyini (også kalla «Skeietomta» eller Pallefabrikken) med gangbru over Tysso

BRUKET arkitektur på Voss har utarbeidd ei moglegheitstudie der dei har funne plass til 34 bustadeiningar, kulturbygg, underjordisk parkering og gangbru over Tysso. Hovudelementa i studien er

- Bustader ved sjøen
- Rekkebustader nord for fylkesvegen

- «Nabolagsfabrikken» (den store pallefabrikken med nye funksjonar)
- Gangbru over Tysso
- Fellestiltak langs sjøen, kai og småbåthamn
- Underjordisk parkering

2.1.1 Bustader ved sjøen. Bustader ved elva Tysso



Figur 2-2 Illustrasjon av mogleg utbygging på Storøyne (også kalla «Skeietomta» eller Pallefabrikken). Bilete til høgre viser område lengst nord (for fylkesvegen) Illustrasjon: BRUKET arkitektur, Voss.



Figur 2-3 Det er ønskeleg med fellesfunksjonar for bebuarar og ålmenta nedtil sjøen i bustadområde.

2.1.2 Nabolagsfabrikken

Studien føreslår å ta vare på den store bygningen som ligg tett på elva Tysso og å nytta den til fellesfunksjonar og som kulturminne.



Figur 2-4 Pallefabrikken kan bli ein «nabolagsfabrikk» jf mulighetsstudien til BRUKET arkitektur. Den kan få nytt innhald; verkstad, festlokale, hybel, kjøkken, bilvask o.a. (foto til venstre: BRUKET arkitektur. foto til høgre: Google).

2.1.3 Gangbru over Tysso frå nytt bustadområde til sentrum

Det bør etablerast ei gangbru over elva Tysso, som foreslått i tidlegare moglegheitstudiar. Ei slik bru vil knytte det nye nabolaget til sentrum på ein god måte. Brua vil og bidra til å etablere kontinuitet i gangstien som delvis ligg langs fjorden i dag. Den vil gjere mogleg eit nettverk av gangstiar som skapar gode lågterskelturar i sentrum.

Brua bør leggst inn som eit rekkefølgekrav i ein detaljreguleringsplan.



Figur 2-5 Gangbru som bind det nye bustadområde og sentrum saman (utklypp av illustrasjon: BRUKET arkitektur).



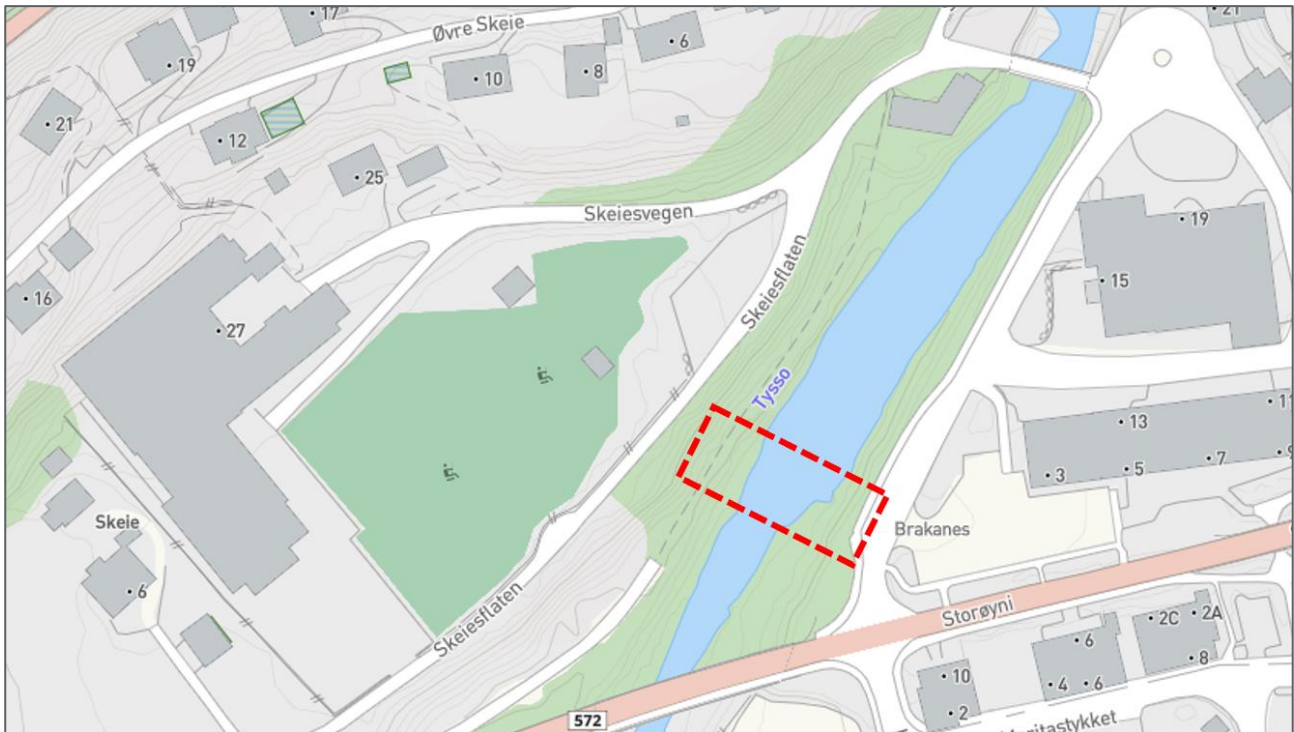
Figur 2-6 BRUKET arkitektur foreslår at gangbrua vert lagt nær den opphavlege pallefabrikken - «nabolagsfabrikken» i nytt bustadområde (Illustrasjon Bruket arkitektur).

2.1.4 Mogleg gangbru over Tysso ved busstoppen til skuleområde

Det er regulert gangbru i samband med eksisterande bru nord i planområde. Denne er ikkje realisert og det har vore tale om ei alternativ bruløysing med tanke på skuleelevar som går av bussen og som skal til skulen.



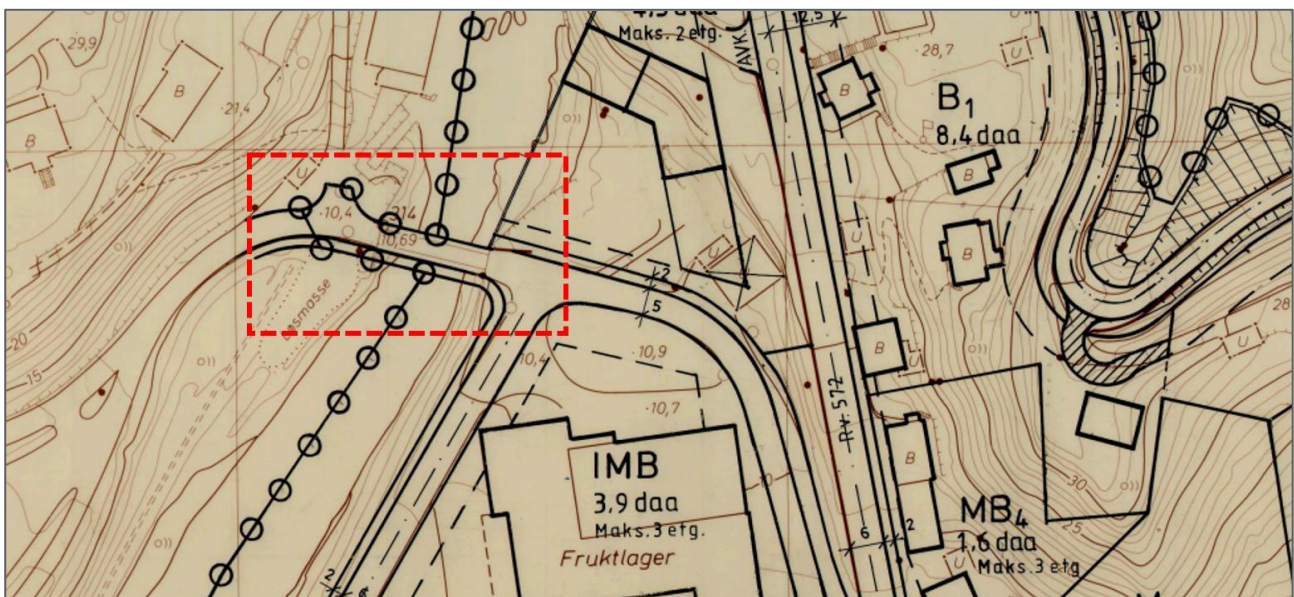
Figur 2-7 Mogleg ny gangbru frå busstopp til skuleområde.



Figur 2-8 Mogleg plassering av ny gangbru frå busstopp til skuleområde (?).

Dermed vert det eit val om å utbetra gangløyseringa knytt til dagens bru nord i planområde eller å byggja ei ny gangbru tilknytt busshaldeplassen og gangareal på vestsida av Tysso.

Dagens regulerte løysing er vist slik i gjeldande reguleringsplan:



Figur 2-9 Reguleringsplan frå 1983 som viser fortau over brua. Tiltaket er ikkje gjennomført.

Brua er smal har eitt felt med smale fortau for gåande. Regulert løysing med utviding av gangarealet på sørsida (venstre side i bilete under) er ikkje realisert.



Figur 2-10 Gangarealet over brua er smalt og lite eigna for trygg ferdsle for skuleborn. Lengst til venstre skimtar vi busstoppet der elevane går på/av bussen. Det er vurdert ei løysing med ny gangbru knytt til dette stoppet.

2.2 Almenningen

Område framfor kyrkja er i dag eit areal der vel halvta er veg og parkeringsareal. Område er noko utflytande og det er ønskjeleg å få stramma opp strukturen og å tilby fleire funksjonar på arealet. BRUKET arkitektur har laga ei moglegheitsstudie som føreslår tiltak.

Dagens situasjon er om lag slik flyfoto under viser:



Figur 2-11 Almenningen - flyfoto viser kyrkja oppe til høgre i bilete.

BRUKET arkitektur føreslår å organisera område med amfi, leikeareal, grøntområde og plantering, men å behalda noko av parkeringsarealet i nord. Det er vist eit areal framfor kyrkjeporten som både kan vera

gangareal og mogleg å komma til med bil – t.d. ved gravferd. Reguleringsplanen vil leggja opp til at desse tiltaka kan gjennomførast.

Det vert føreslege endra plassering av monument;

- ❖ Olav H. Hauge bauta flytta til Haugesenteret
- ❖ Minnesmerke for dei falne 1807-1814 flytta til område framfor rådhuset
- ❖ Minnesmerke over Lars Osa flytta til strandpromenaden



Figur 2-12 BRUKET arkitektur føreslår scene/amfi, sitjegrupper, avfallstasjon (to stk.), leikeplass, utegym og aktivitetspark (treningsapparat), fast plass til juletre, sykkelparkering (med lading og reparasjon), drikkfontene og oppmerka parkering (illustrasjon: BRUKET arkitektur).

2.3 Strandpromenaden

Endra reguleringsplan må sikra at det kan etablerast gjestehamn, og elles dei tiltak som moglegheitsstudiane har peika på;

- ❖ Rasteplass
- ❖ Gjestehamn

2.3.1 Alternativ

Norconsult utforma ei moglegheitstudie for strandpromenaden i juni 2021. I konklusjonen for studien vart det rekna opp ein del forhold som ein må ta omsyn til og sikra at reguleringsplanen tilbyr løysingar for. Det er

- ❖ Som erosjonssikring langs vannkanten anbefales det en trappeløsning fremfor en ny støttemur. En slik utforming vil gi langt flere muligheter for nærhet til vannet og opphold langs vannkanten.
- ❖ Den nord-sør aksen gjennom Ulviks sentrum bør fremheves som et sentralt element i promenadens utforming.
- ❖ En ny gjestehavn vil være et fint tilskudd til promenaden og vil bidra til å aktivisere arealet. Foreløpig konklusjon er at den vestdelen av promenaden er den beste plassering.
- ❖ Trafikkmønster i arealet bør undersøkes videre med hensyn til å redusere biltrafikk langs promenaden. En gatetunløsning gir mulighet for en trygg og inviterende forbindelse mellom promenaden og parken.
- ❖ Parken er en ideal plass for et leke- familieareal i Ulvik sentrum. Langsiktige forbedringer til parken bør sees i sammenheng med reguleringsplaner og parkeringsbehov i arealet. Som alternativ kan det etableres et midlertidige anlegg.
- ❖ Nye elementer langs promenaden bør planlegges for å aktivisere arealet, oppmuntre til opphold og tiltrekke et mangfold av brukers. Eksempler kan inkludere blant annet, lekeutstyr, treningspark, paviljong, badeplass, grillplass, blomster- og frukthage.



Figur 2-13 Norconsult har utarbeidd ei moglegheitsstudie for strandpromenaden og parken. Reguleringsplanen bør sikra at dei respektive elementa i studien kan realiserast.

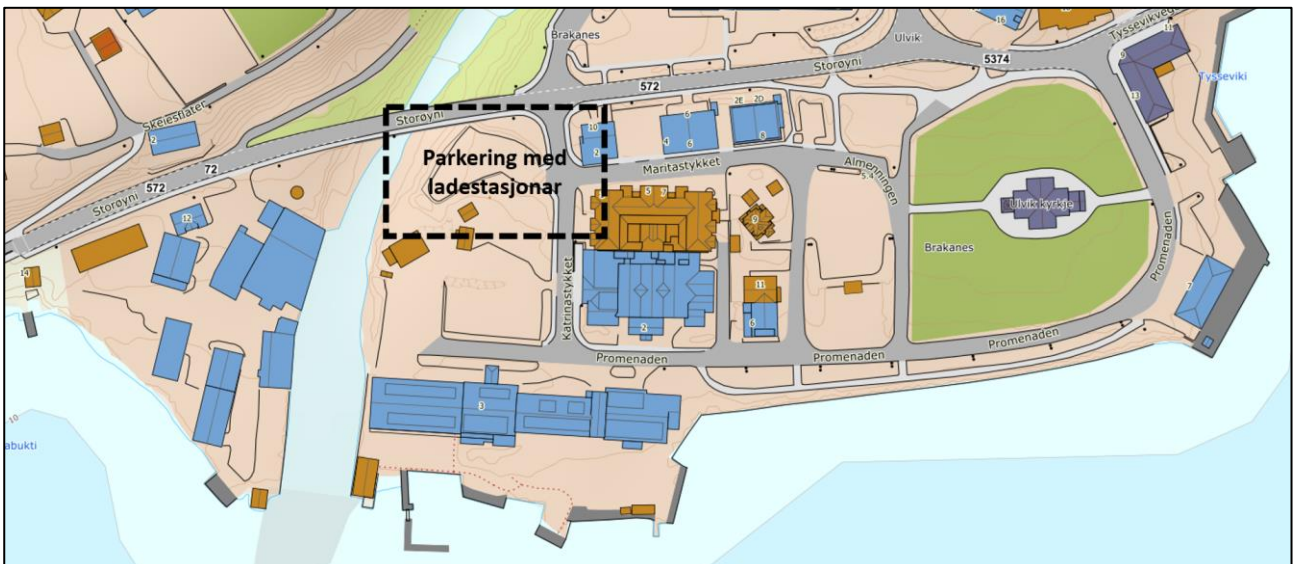
2.3.2 Samanhengande gangveg langs fjorden

Strandpromenaden vil vere eit element i ein samanhengande gangveg langs fjorden i sentrum; frå Haugesenteret og til Skeietomta (Pallefabrikken/Storøyeni) via ny gangbru. Tanken er at gangvegen kan gå på nordsida av Brakanes hotell og binda gangsystemet saman.



Figur 2-14 Det samanhengende gangsystemet er foreslått plassert nord for Brakanes hotell (illustrasjon BRUKET arkitektur).

2.4 Ladestasjon i sentrum ved fylkesvegen



Figur 2-15 Det er foreslege vidareføre dagens p-plass og etablering av nye ladestasjonar for elbil (Illustrasjon henta frå Norgeskart.no).



Figur 2-16 Føreslege løsning for parkering og lading (illustrasjon BRUKET arkitektur).

3 Generelt om utgreiingskrav naturfare i detaljregulering

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.

Etter uttale til oppstart av planarbeidet fra sektorstyresmaktene så er det peika på dei tilhøva som skal utgreiast:

- ❖ Skred i bratt terreng
- ❖ Flaumfare
- ❖ Erosjon i samband med elva Tysso
- ❖ Flaumfare frå havet
- ❖ Erosjon i strandsone
- ❖ Vasslinjeberekningar
- ❖ Fare for områdeskred av kvikkleire
- ❖ Fare for skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale
- ❖ Utfylling i strandsona kan utløyse skred
- ❖ Overvatn
- ❖ Inngrep i vassdrag

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 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.

3.3 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.

3.4 Innspel til føreseigner/plankart

Faresonene bør være med som hensynssoner i plankartet med tilhørende bestemmelser som sikrer tilstrekkelig sikkerhet jf. TEK17 §7-3. Omsynssone skredfare, faresone 1/100:

Områda ligg innafor faresone skred 1/100 kartlagt av NGI i 2018.

Det er ikkje tillatt med tiltak innafor sikkerheitsklasse S1, S2 eller S3 i høve til krava i teknisk forskrift.

3.4.1 Omsynssone skredfare, faresone 1/1000:

Områda ligg innafor faresone skred 1/1000 kartlagt av NGI i 2018.

Det er ikkje tillat med tiltak innafor sikkerheitsklasse S2 eller S3 i høve til krava i teknisk forskrift.

3.4.2 Omsynssone skredfare, faresone 1/5000:

Områda ligg innafor faresone skred 1/5000 kartlagt av NGI i 2018.

Det er ikkje tillat med tiltak innafor sikkerheitsklasse S3 i høve til krava i teknisk forskrift.

Om byggverk og tilhøyrande uteareal skal plasserast innafor faresoner, må dei dimensjonerast eller sikrast mot skred, her under sekundærverknader av skred, slik at største nominell årlege sannsyn for skred for tilhøyrande sikkerheitsklasse ikkje overskridast. Slike vurderingar må i tilfelle utførast av skredfagleg personell.

3.4.3 Bestemmelsesområde sjøfront:

For å sikre ustabil sjøfront i reguleringsplanen tegnes det et bestemmelsesområde 10m inn frå kystlinjen. Avbøtende tiltak, beskrevet i kapittel 6 må gjennomføres for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet og disse tiltakene må sikres i bestemmelsene til bestemmelsesområdet.

3.5 Fare for områdeskred av kvikkleire

Områdeskred brukes 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 prosjekteringssamanheng uten geoteknisk kompetanse. Geoteknisk rådgiving, prosjektering eller lokalstabilitet er ikkje behandla her.

3.6 Fare for skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale

Vurdering av fare for skred i strandsona som ikkje er knytt sprøbrotsmateriale (lokalstabilitet av dagens terreng) er utført ved stabilitetsberekningar med bakgrunn i grunnundersøkingar omtalt nedanfor.

3.7 Utfylling i strandsona kan utløyse skred

Vurdering av fare for skred i strandsona som følger utfylling i sjø (lokalstabilitet av ny fylling ved gjeldande krav) er utført ved stabilitetsberekningar med bakgrunn i grunnundersøkingar detaljert nedanfor.

3.8 Flaumfare

For å vurdere flaumfare må det reknast på vassføringar for elva (200-årsflom/1000-årsflom) og utførast ei vasslinjeberekning for strekninga, jf NVE sin uttale. [Rettleiaren 3/22](#) må følgjast.

3.9 Vasslineberekningar

Det må utførast vasslineberekning for å kunne vurdere flaumfaren. Det er utført oppmåling av bruer og elveprofilar.

3.10 Vurdere ev. inngrep i vassdrag etter vassressurslova

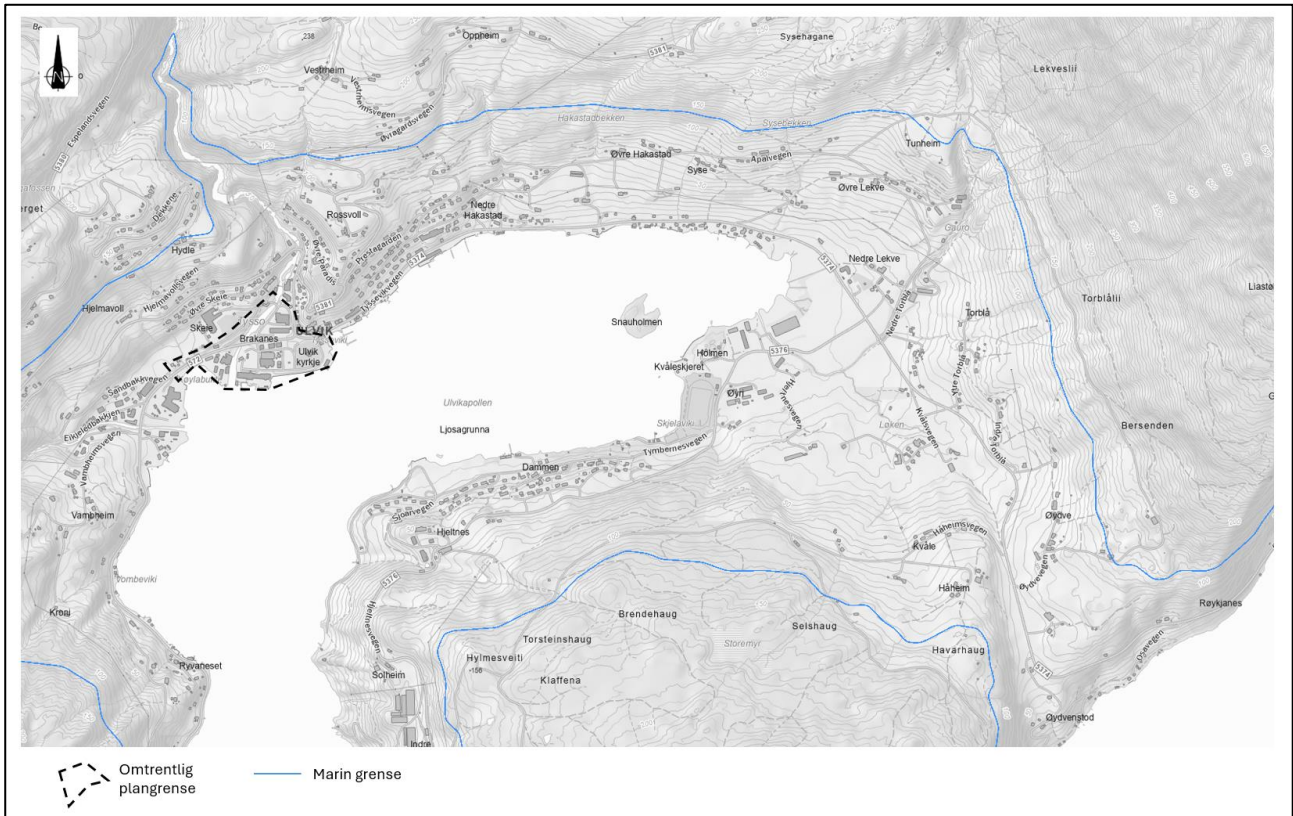
Dersom planen likevel legg opp til inngrep i vassdraget må NVE vurdere tiltaka etter vassressurslova i samband med planhandsaminga. For å få til ei koordinert handsaming er det viktig at planen gir ei god skildring av inngrepa, og at de har vurdert konsekvensane for ålmenne interesser i vassdraget. Som døme på ålmenne interesser kan vi nemne fiskens frie gong, ålmenn ferdsel, naturvern, biologisk mangfald, vitskapleg interesse, kultur og landskapsomsyn, jordvern, omsyn til flaum og skred osb. NVE kan i nokre tilfelle fastsette at tiltak som er tillate i reguleringsplan ikkje treng særskilt løyve etter vassressurslova, jf. §§ 8 og 20.

Det vert ikkje lagt opp til direkte inngrep i vassdraget i dette oppdraget.

4 Grunnforhold og topografi

4.1 Marin grense

Marin grense i området ligger mellom 120-130 meter over havet, se figur under. Det betyr at det kan finnes avsetninger med leire i terreng lavere enn dette.

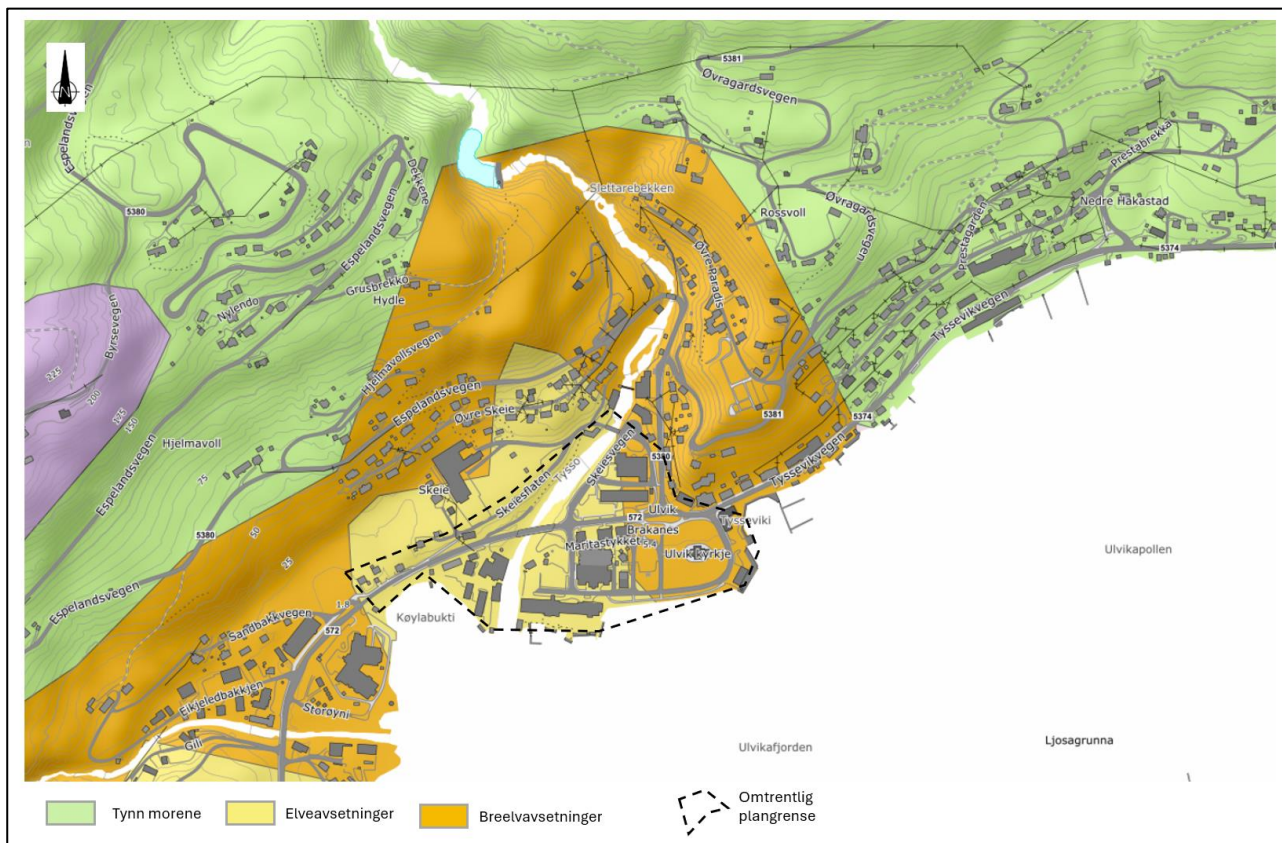


Figur 4-1 Kart som viser marin grense i området [6].

4.2 Kvartærgeologi

Løsmassekartet fra Norges geologiske undersøkingar (NGU) viser ei oversikt over kva for type løsmasser ein kan forvente i det øvre jordprofillet. Kartet har målestokk 1:250 000 og grensene mellom avsetningene er derfor svært unøyaktig. For å få kjennskap til grunnens eigenskapar i djupet er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkingar.

Kvartærgeologisk kart indikerer breelv- og elveavsetninger for Brakanes sentrum. Elveavsetninger er materiale som er transportert og avsett av elver og bekker. Materialet er ofte godt runda, og sortert sand og grus dominerer. Breelvavsetninger er materiale transportert og avsett av breelver. Sedimenta består av sorterte, ofte lagdelte avsetninger av forskjellig kornstorleik fra fin sand til stein og blokk. Breelvavsetninger har ofte tydelige overflateformer som tørrlagte kanaler, terrasser og rygger. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter. Ellers i området forventes det morene.



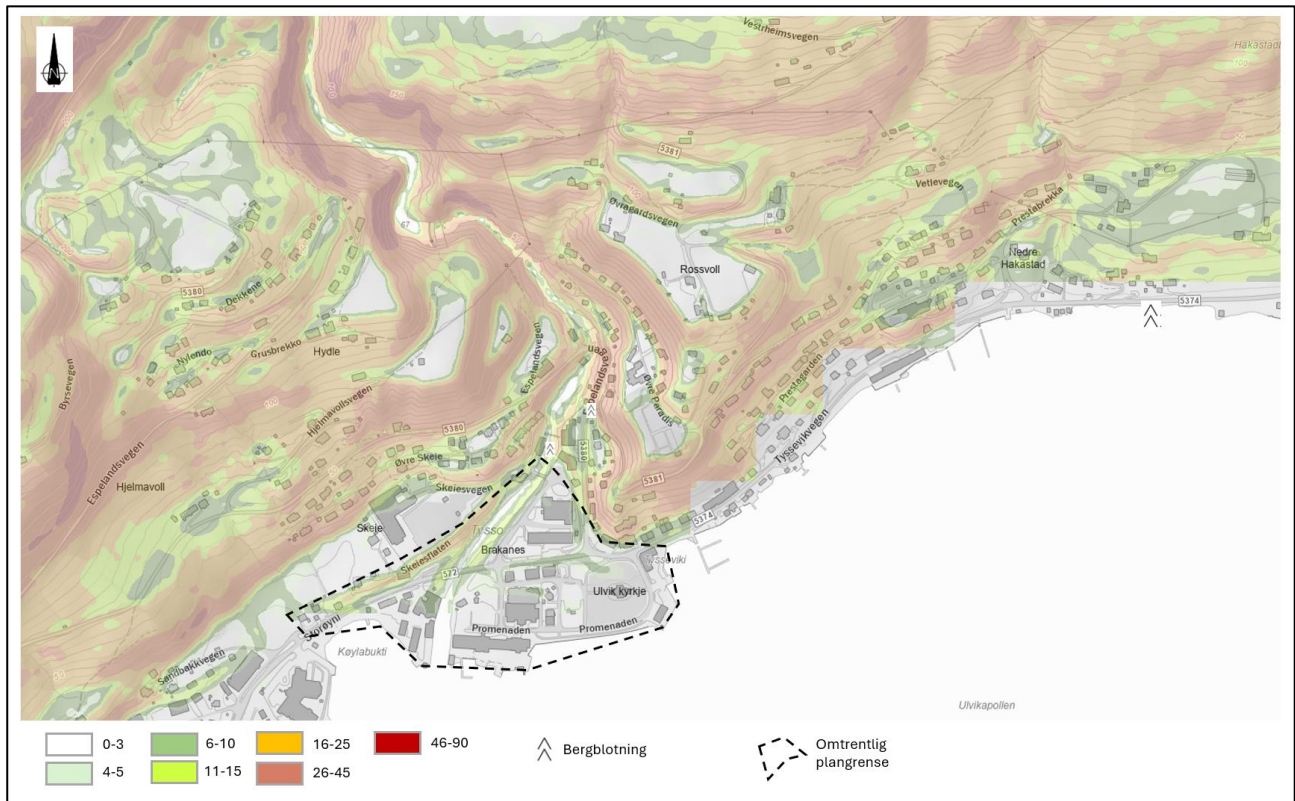
Figur 4-2 NGU sitt løsmassekart indikerer breelvavsetninger og elveavsetninger i planområdet [7].

4.3 Terrengforhold

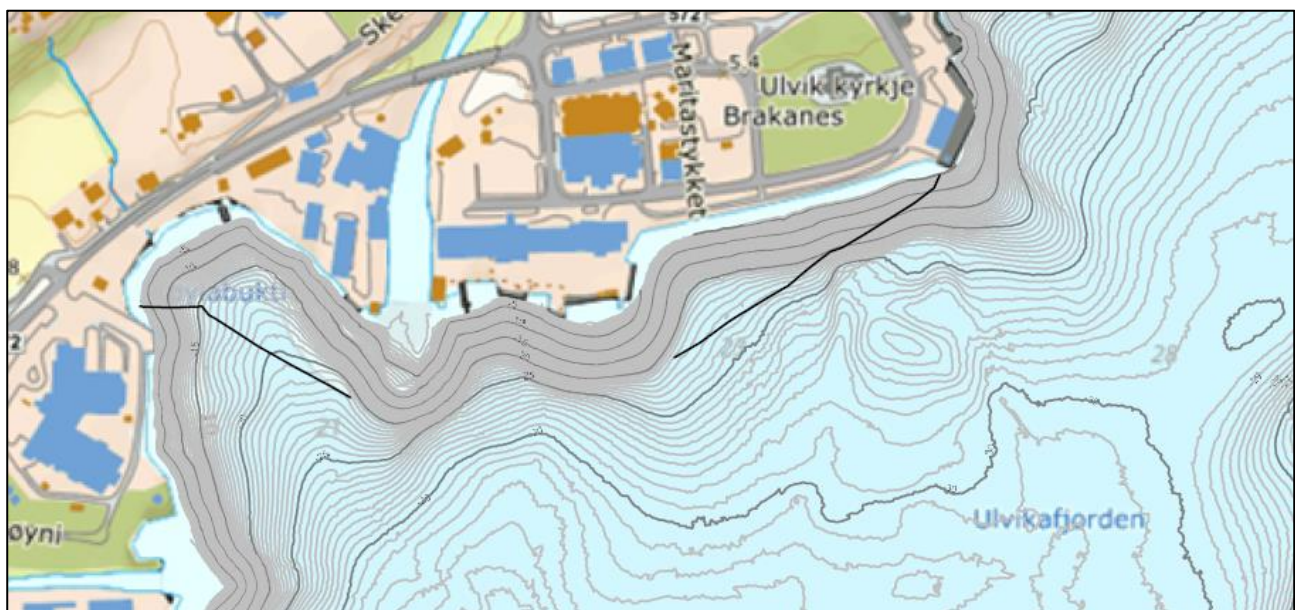
Brakanes sentrum ligg der kor elva Tyssø munnar ut i Ulvikafjorden. Figur under viser at den nedre delen av Brakanes sentrum ligg i flatt terreng (0-3 grader), som også gjelder terrenget mot vest. Mot nordøst avgrenses sentrum av en bratt rygg som strekker seg helt opp til Rossvoll ved kote +88. Nord for sentrum renner elva Tyssø og terrenget karakteriseres av bratte skråninger på hver side av elva.

Det er funnet bergblotninger i elva ved Skeiesvegen 23 (kraftverket), samt i krysset mellom Espelandsvegen og Øvregardsvegen [8]. Disse er også markert på figur.

Scanning av sjøbotnen viser at sjøbotnen har bratt helling ned til ca. kote -25, før det kommer et flatere området, og hellinga aukar igjen, se figur frå sjøbunns scanning under.

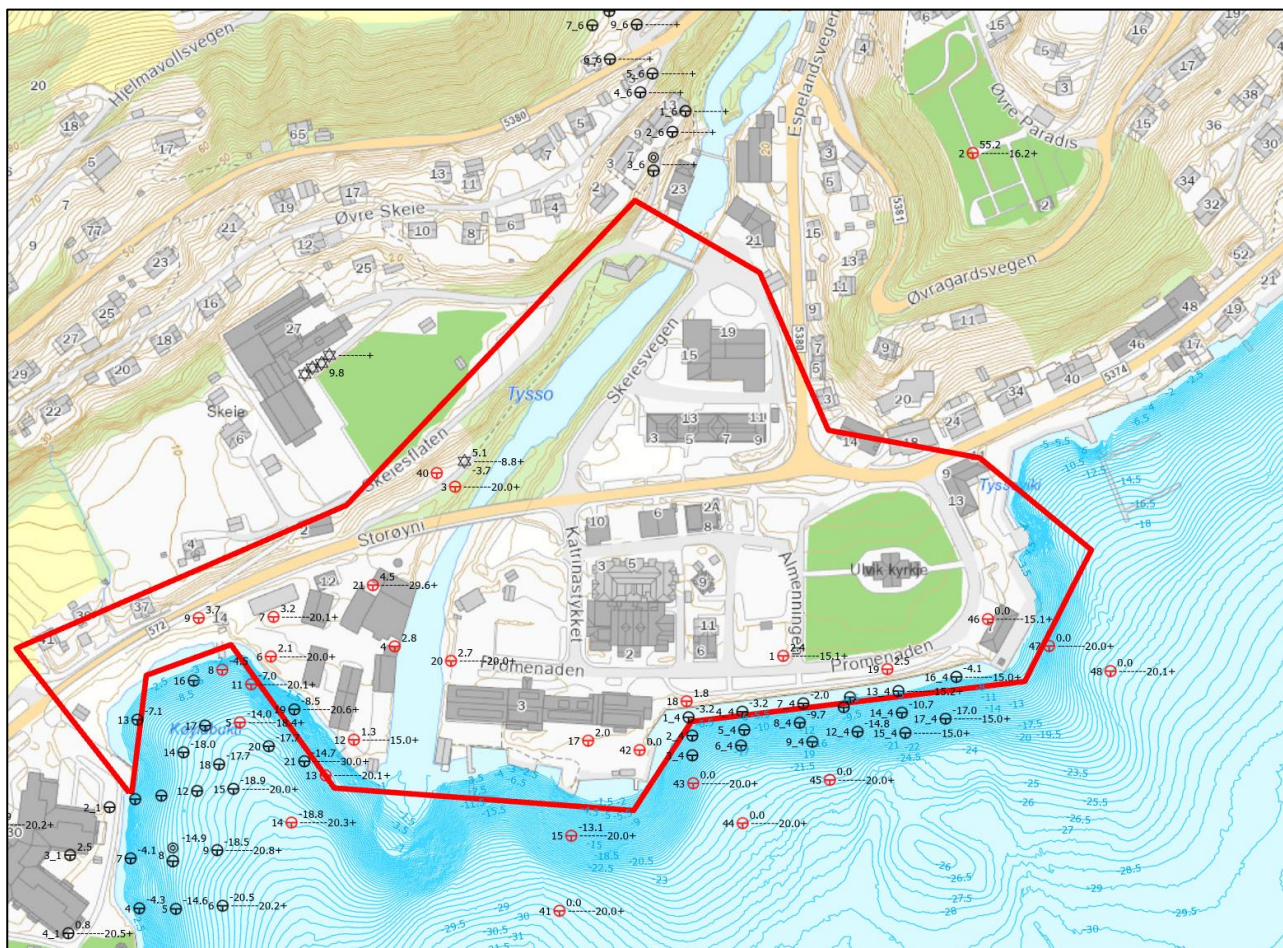


Figur 4-3 Utklipp fra NVE-atlas som viser helling av terrenget i grader [6], samt bergblotninger [8].



Figur 4-4 Utklipp fra sjøbunnskartleggingen utført av Veseth Survey & Inspection

4.4 Grunnundersøkingar



Figur 4-5 Tidligere grunnundersøkelser vist i svart og nye grunnundersøkelser vist i rødt, utsnitt fra Arcgis

4.4.1 Tidligere grunnundersøkingar

Tidligere grunnundersøkingar med relevans i området :

- 1) Multiconsult rapport 614047-001 - Promenaden, Ulvik [9]
- 2) Multiconsult rapport 10244686-01-RIG-RAP-001 – Tysso kraftverk [10]

1) Resultatene fra undersøkingane ved promenaden i sentrum syner at massane øvst er laust til middels fast lagra, deretter er materialet hovudsakleg fastare lagra med aukande djupne. Massane er på bakgrunn av borelogg og tolking av totalsonderingskurver tolka som sand og grus med stein [9].

2) Løsmassene i undersøkingsområdet ved Tysso kraftverk nord for sentrum består generelt av sand og grus, delvis fyllmasser i toppen og antatt sand og morene over berg [10].

4.4.2 Nye grunnundersøkingar

Geotekniske grunnundersøkingar ble utført i tidsrommet mellom veke 20-23 (2024), under leiing av Øystein Grovehagen i Norconsult Boretteknikk AS. Undersøkingane bestod av totalsonderinger i 29 posisjoner, kor

12 av disse var sjøboringar. For ei fullstendig beskriving av resultata vises det til rapport 52209130-RIG-R01 *Detaljregulering av Brakanes sentrum – Geoteknisk datarapport* [11].

Boringane som er utført på land er boret til mellom 15-20 meters djupne og viser generelt lav til middels høg boremotstand. Samtidig er det innslag av høgare boremotstand i enkelte djupne, hovudsakleg i topp og botn av boringa. Massane vert også fastare i nordleg retning.

På sjø er det boret til ca. 20 meters djupne og det ligger jevnt over løsmasser med svært lav til lav boremotstand over løsmasser med høye boremotstand. I enkelte boringer er det også innslag av fastere masser i enkelte intervaller.

Det er kun påtruffet antatt berg i posisjon 32 som ligger ved Grusbrekko ca. 350 m nordvest for Brakanes sentrum.

5 Erosjonssikring for skred og flom

5.1 Erosjon i samband med elva Tysso

Erosjon i samband med elva Tysso tas saman med vurdering av eksisterande sikringstiltak langs Tysso.

Det er TEK17 §7.2 som angir at byggverk skal plasseres eller sikres at det ikkje oppstår skade ved erosjon og flom. TEK17 er under revisjon, men det tas utgangspunkt i nåværende versjon (september 2024). Jamfør NVE, skal følgjande [retteleing](#) nyttast. Resultata av vasslineberekningane er også nytta i samband med erosjonsvurderinga.

Eksisterande sikringstiltak er på austkanten av elveløpet og inneber ei stenging av sideløp i 1987 ifølge NVE Atlas. Men på historiske bilete kjem det fram at stenging må skjedd før 1983, då bileta frå 1983 og no ikkje viser skilnad i terreng og ingen sideløp i 1983. Bilete frå 1961 viser at området var dekket av trær (sjå bilete under) **Feil! Fant ikke referansekilden.** og viser noe utydelige sideløp. Stenging av sideløp har sannsynlegvis blir gjort i forbindelse med bygging av bru Storøyne.



Figur 5-1: Bakgrunnskart er kart frå 1961.



Figur 5-2: Bilete av eksisterande sikring, tatt motstraums.



Figur 5-3: Bilde av overgang fra tørmur til sidesikring, medstraums.

Det er NVEs veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein [12] som nyttes i erosjonsvurdering, same med anbefalinger frå NVEs Sikringshåndboka.

Ut frå terrengmodellen er sidehellinga estimert til 1:2,5-3 og hellinga av elvebotn er ca. 3,2 %.

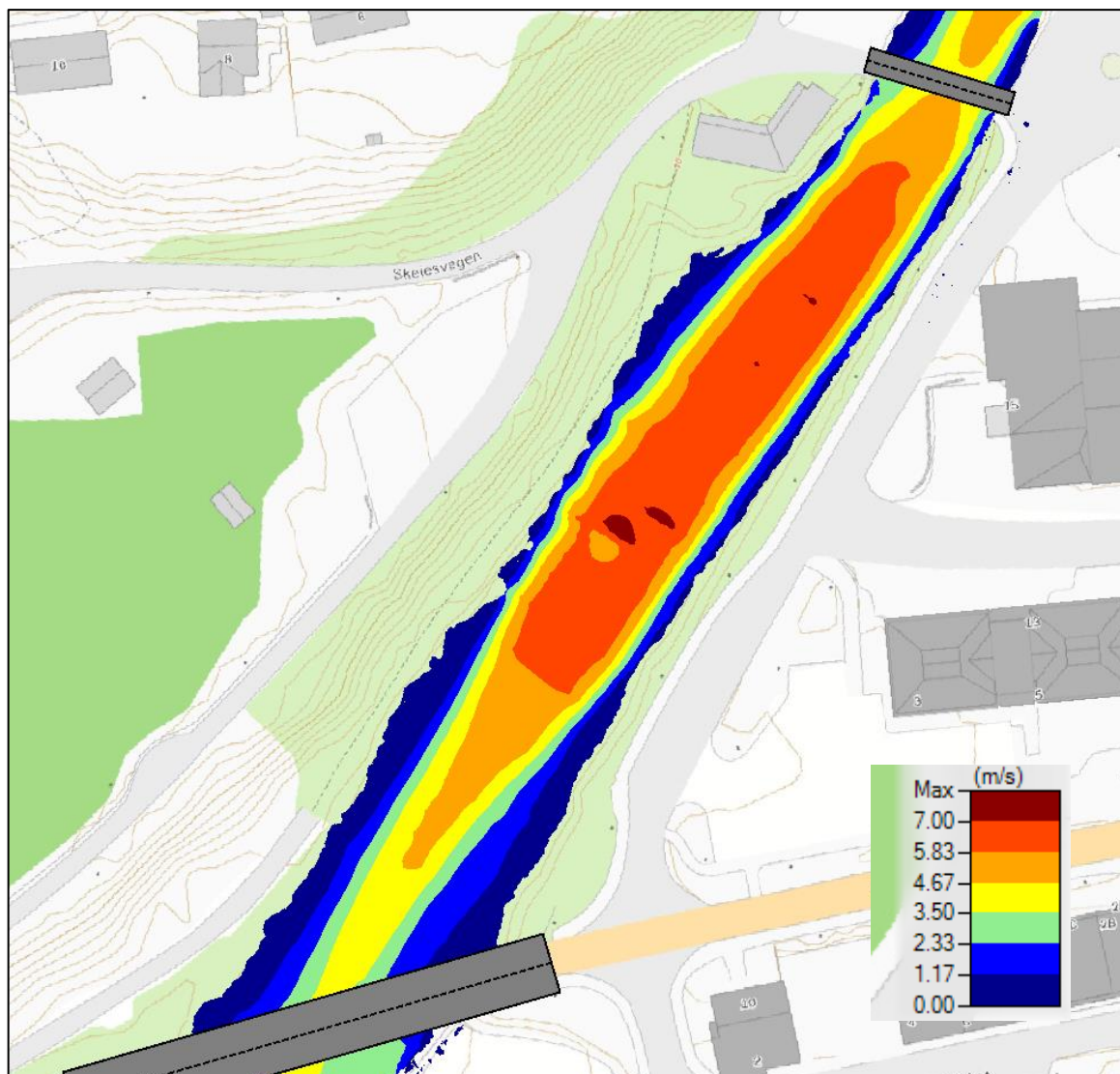
Det er nytta Robinsons formel [12] for å berekne stabil steinstorleik ved en 200-årsflaum, som er gyldig for helling brattare enn 2 % og i dette tilfellet er botn ca. 3,2 %. Formelen er gitt av følgjande:

$$D_{50} = 1,5 S_0^{0,79} q^{0,53}$$

Der S_0 er botnhelling og q er enhetsvassføring (Q/B).

Botnbreidda varierer mellom 20 – 25 m, mens vassføringa er konstant. Stabil steinstorleik i botn er dermed ca. 400 – 450 mm, og i sida er den ca. 500 mm. Disse steinstorleikane svarar til eit lag av 200-1000 mm.

Eksisterande sikringen består av en tørrmur rett nedstrøms av bru Skeiesvegen. Videre nedstrøms går det over til en sidesikring med ein miks av stein og blokker. Mesteparten av stein som ligg i sida fell innanfor den ovan for nemnde 200 – 1000 mm steingradering, og er dermed sikker nok. Men overgangen frå tørrmur til sidesikring vert vurdert som for lågt, vassdjupn under flaumen er ca. 2,0 – 2,2 m. Det kan gje fare for utvasking i sida. Ein rår til å opprette/reparere dette svake punktet.



Figur 5-4: Hastighetskart langs sikringstreking.

5.2 Overvatn

Overvassshandtering i planområdet, samt vurdering av flaumvegar/små bekker inn mot, i og ut av planområdet må utgreies mellom anna med omsyn til erosjonsfare. Flaumberekningar av de ulike nedbørfelta er nødvendig. Grunnlag for utgreiinga er [Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar](#). Alle stikkrenner og overvannsnett i de ulike nedbørfelta må målast inn. Hvilken påvirkning erosjon fra overvann og vann på avveie kan ha for de andre erosjonsfarene og sikringene, må også utgreies.

5.3 Særskilt om gangbru over Tysso

Gangbrua må planleggast slik at den ikkje stuvar opp flaumvatn og aukar flaum- og erosjonsfaren på tilstøytande areal. Når de har fått utarbeidd flaumsonekart som syner utbreiing av 200 års flaum med klimapåslag, kan brua innarbeidast i den hydrauliske modellen for å sjå korleis den påverkar flaumfaren. Utforming og plassering av brua kan så optimaliserast for å påverke flaumfaren minst mogeleg. De får då

grunnlag for å sette konkrete krav til kvar og korleis den skal byggast. Bru over elva er eit vassdragstiltak som NVE må vurdere etter vassressurslova.

I tilfelle plassering av bru kjem i konflikt med flaumnivå og det må gjerast endringar i elveløpet/breidda, så må det påreknast tid til å vurdere forholdet.

Tema vert ikkje utgreidd, forutsett at bruplassering vert lagt over flaumnivå og at konstruksjonen ikkje reduserer elveløpet (breidd).

6 Erosjonssikring av strandsona

For å sikre stabilitet av sjøfronten på sikt må sjøfronten erosjonssikres, noe som i utgangspunkt kan også kombinere med stabiliserende tiltak (se kap. 12.3). Alternativt må det etableres støttekonstruksjon som også kan motstå laster frå bølger.

6.1 Erosjon i samband strandsone

Figur 6-1 viser dagens tilstand av erosjonssikringen foran det planlagte boligområdet på Storøy. Erosjonssikringen vurderes som utilstrekkelig for å oppfylle kravene til sikkerhetsklasse F2 og må derfor oppgraderes. Erosjonssikring må dimensjoneres mot bølgene med 200 års returperiode.

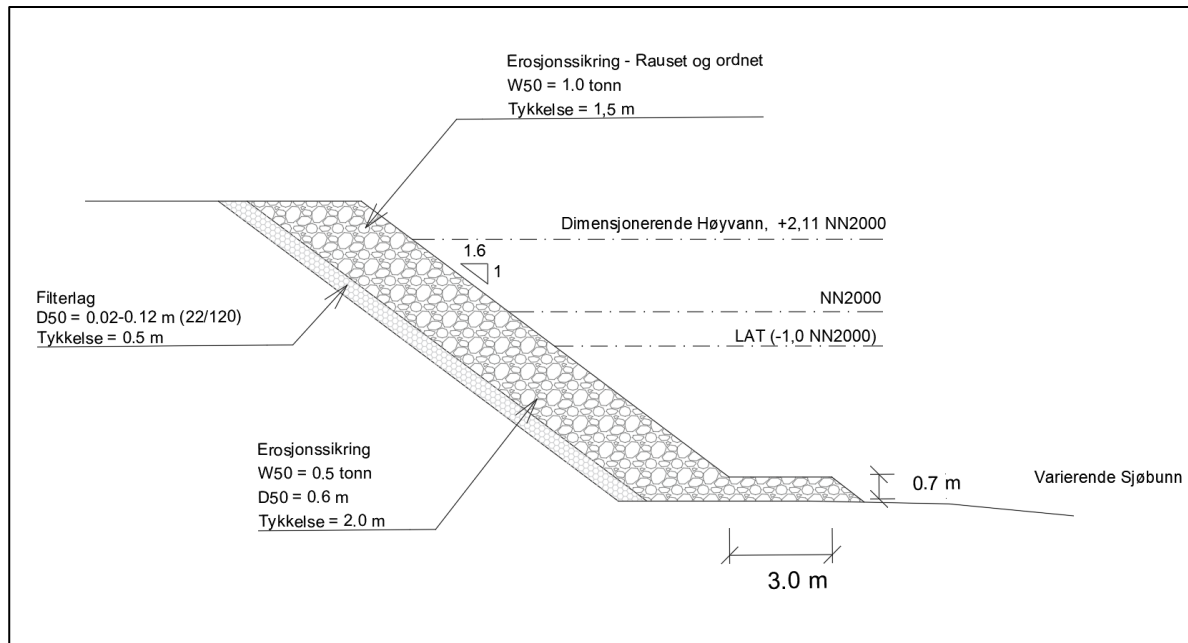


Figur 6-1 Dagens erosjonssikring foran planlagte boligområdet på Storøy/Pallefabrikken (til høyre i bildet over).



Figur 6-2 Stranda sør for Storøy/Pallefabrikken er fylling utan plastring/sikringstiltak.

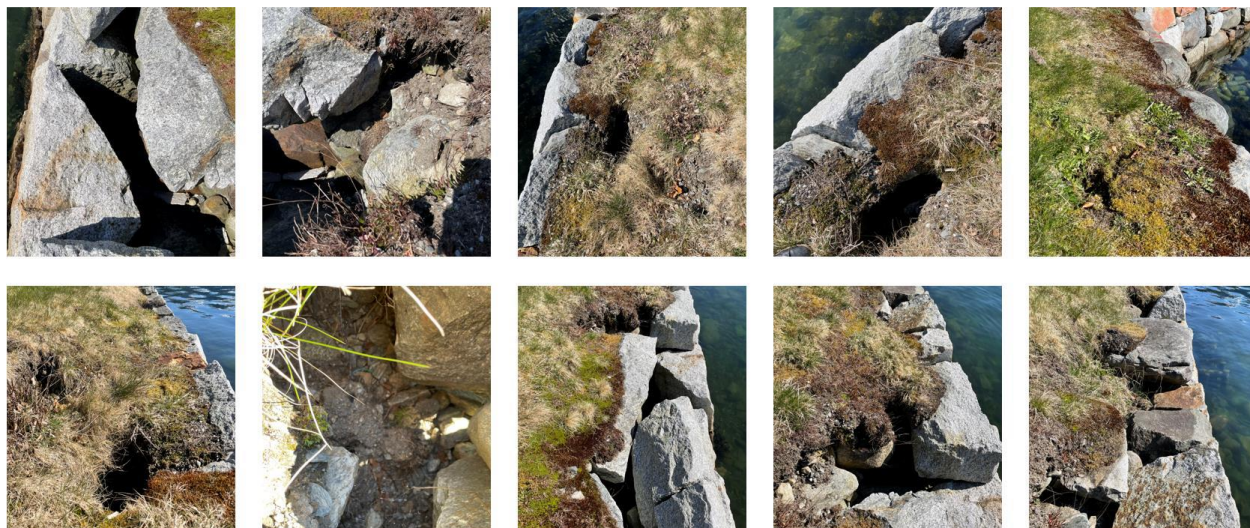
I skrivende stund er det ukjent hvordan sjøfronten foran planlagte boligområdet på Storøyeni skal utformes, men kystlinjen i disse områdene må erosjonssikres for å unngå erosjon og utvasking av terrenget. Ved å benytte van der Meer's formel får vi en nødvendig blokkstørrelse $W50 = 1,0$ tonn for erosjonssikring. Figur 6-3 viser forslag til erosjonssikring. Helningen på blokklaget er antatt 1: 1,6 og egenvekt for steinmateriale er forutsatt $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$.



Figur 6-3 Forslag til erosjonssikring dimensjoner langs planlagte boligområdet på Storøyeni/Pallefabrikken

Tilstanden på muren langs dagens promenade sør for Ulvik kyrkje og øst for Brakanes hotel er tidligere vurdert i en tilstandsanalyse av Norconsult [13]. I hele lengden er det observert flere tydelige erosjonsskader i bakkant av muren, som vist i Figur 6-4. Det er tydelig at bølger har vasket bort finstoffet i bakfyllingen, noe som fører til at muren mister sin bakstøtte og kan risikere å rase ned, enten bakover eller ut i vannet. Partier med setninger i muren kan også ha blitt påvirket av erosjon, ved at fundamentet under muren er undergravd. tillegg slippes overvannet ut i området bak muren, noe som vasker bort fyllingsmassene og kan påvirke stabiliteten til fronten ytterligere. Dette øker risikoen for at muren vil miste sin støtte og forverrer faren for setninger.

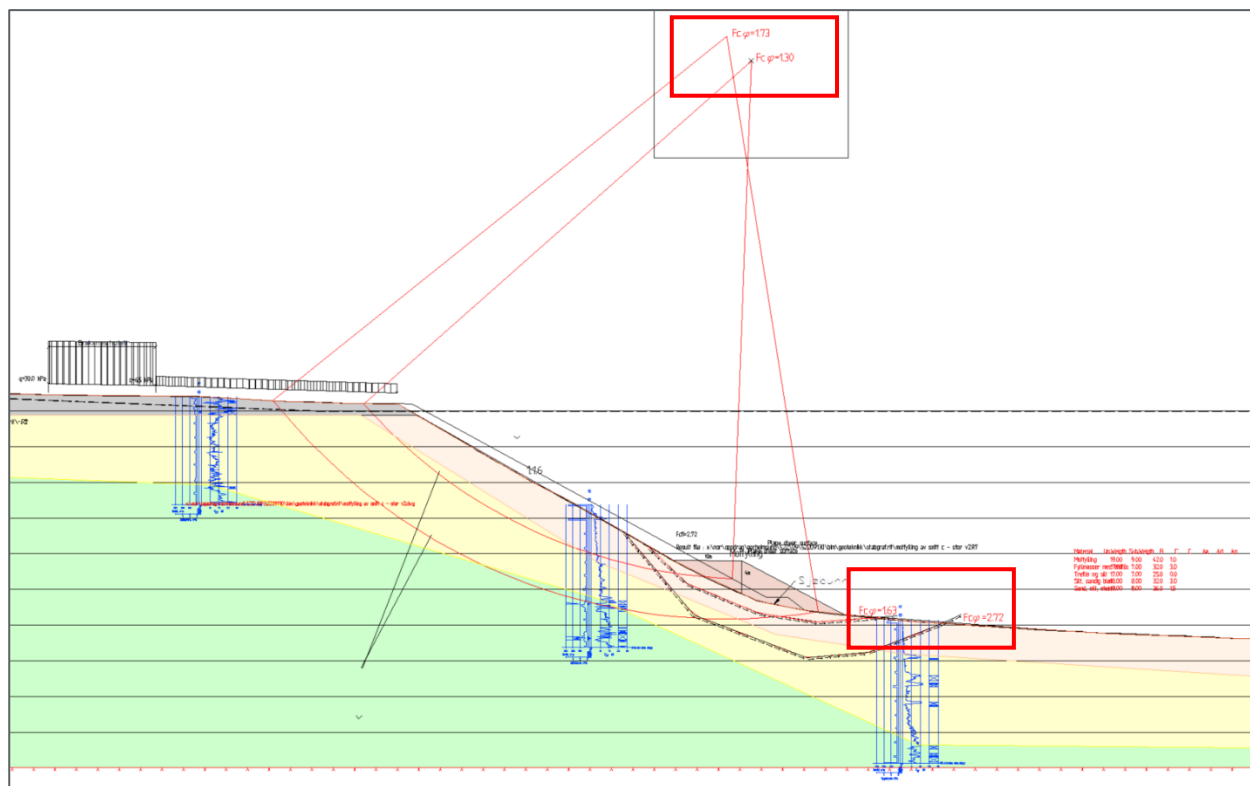
Muren bygges opp med naturstein med $W50$ på 1,0 tonn, opp til ønsket nivå. Store deler av steinen fra den eksisterende muren kan sannsynligvis gjenbrukes. Mellom muren og fyllmassene legges et filterlag av velgradert sprengstein i fraksjonen 120/300, med en tykkelse på 0,5 meter. Muren bør fundamentes på en tilstrekkelig stor pute av pukk, gjerne av samme fraksjon som filterlaget. For å sikre stabiliteten bør sjøbunnen foran muren også erosjonssikres.



Figur 6-4 Erosjonsskader topp mur [13]

6.2 Erosjonssikring

Dimensjoner for erosjonssikring er illustrert i Figur 6-5 med 10x4m. Det tas utgangspunkt i dagens fronthelning på opptil 1:1,6. Ved plastring og erosjonssikring som illustrert tidligere på Figur 7-2, vil sikkerhetsfaktorene øke betydelig. Overflateutglidning vil gå fra $F_{\text{C}\phi}=1,21$ til 1,30, noe som gjør at kravet fra Eurokode 7 nås.



Figur 6-5: Erosjonssikring og motfylling av Snitt C med tilførende sikkerhetsfaktorar.

Ved å etablere en motfylling som stabiliserende tiltak er det sett på to ulike situasjoner. Situasjon 1, hvor mye motfylling som kreves for å nå kravet fra Eurocode 7 på $F = 1.25$.

Situasjon 2, hvor mye motfylling for å nå kravet iht. krav i SVVs Hb.N200 på $F = 1,5$. Her er det beregnet en dimension (tykkelse x lengde fra fyllingsfoten) på 6m x 18m.

6.3 Støttekonstruksjoner

En vanlig løsning for å utbedre stabiliteten i sjøfronten er permanent spunt med horisontal avstivning. I dette tilfellet er massene er rammbare og det er dypt til berg.

Vi ser det som mest aktuelt med spunt som rammes til en forhåndsbestemt dybde og horisontal avstivning i form av friksjonsplate bak spunten. Dette innebærer dog noen begrensning av arealbruk.

Skråstag i løsmasse vil også kunne være alternativ forutsatt supplerende grunnundersøkelser med CPTu/spesiellforsøk for fastelse av friksjonsegenskaper i det løse laget, forholdsvis dype innbøringslengder og omfattende program for testing av stagene. Dette synes i utgangspunktet som meget kostbar.

Andre alternativer vil kunne være bruk av jettpeler bestående a betongkoloner langs kystlinje, evt. forsterkning av deler av tomta med kalksementinsjisering.

7 Overvann

7.1 Befaring

Den 11. september 2023 utførte Norconsult ved Steinar Myrabø og Anton Hasselquist Evensen en befaring av Brakanes sentrum. På befaringen ble det kartlagt stikkrenner, sluk og hvor vannet drenerer i området. Forholdene på befaringen var gode. Det regnet under befaringen og en kunne derfor observere hvor vannet renner i planområdet. Interessepunkter der det er gjort observasjoner er vist i Figur 7-1 og notater fra punktene er vist i Tabell 7-1.



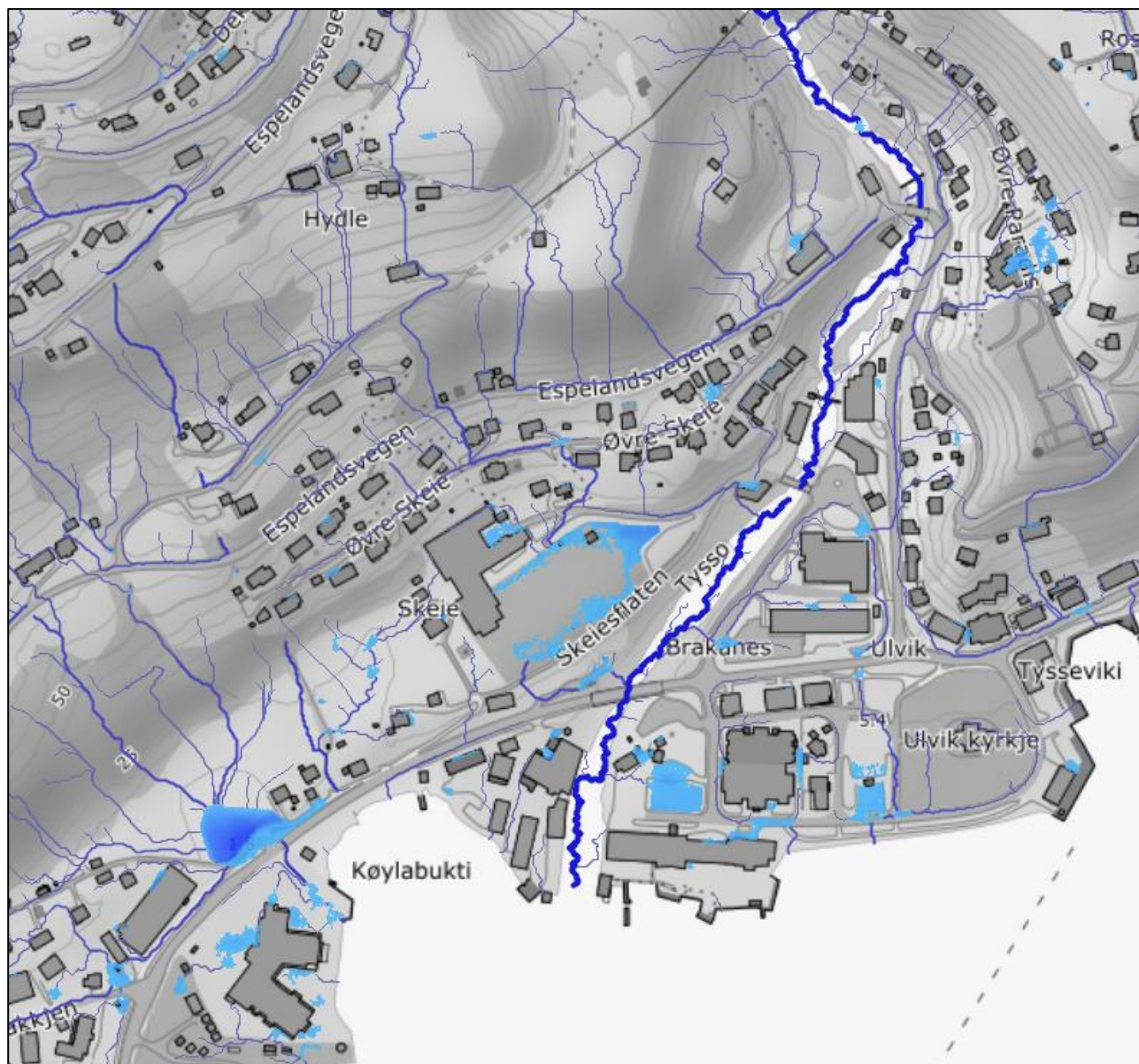
Figur 7-1. Befaringskart med interessepunkter markert med punktnr. Tilsvarende punktet i Tabell 7-1. Flomveier og lavpunkt er vist i blått. Spøringslogg er vist i rosa.

Tabell 7-1. Kommentarer ved interessepunkter vist i Figur 7-1.

Punktnr.	Tittel	Kommentar
1	inntaksrist overvann	full av vann, tett sandfang
2	inntaksrist	Liten kapasitet

3	dykka utløp overvannsledning ut i fjorden	erosjon ved mur, tyder på overflate avrenning fra oppstrøms
4	Sluk	Tettet av sedimenter
5	sluk	Ligger ikke i lavpunkt. Vann renner forbi sluk
6	kjeftsluk	Vann renner forbi nedover hovedveien
7	kum ved gangkulvert	stor kum som fanger overvann fra oppstrøms
8	sluk i lavpunkt	Kum fanger overvann fra oppstrøms. Ved oppslutning renner vannet ned mot gangvei
9	sluk	Tettet av mye sedimenter
10	flomvei	Anbefales å avskjære til sluk
11	flomvei som tar noe vann	mesteparten av vannet renner nedover vegen
12	Sluk	Tar deler av vannet fra vegen, det resterende renner i vegen.
13	kum	
14	vegen heller mot elva	Oppstrøms vann renner ut i Tysso
15	vannvei	Vann fra vestsiden av vegen renner ned mot punkt 9
16	kjeftssluk	Mulig utløp i Tysso
17	oppstuvning	Vann fra bru (pga tette sluk) renner til dette punktet hvor det er oppstuvning av vann
18	kjeftsluk	Kjeftsluk i kantsteinen mellom fortau og veg
19	innløp bekkelukking	Bekken er plastra med steinheller oppstrøms
20	utløp bekkelukking	500 mm, plast
22	innløp stikkrenne	600 mm
23	flomvei på overflaten	overvann i flomsituasjoner vil kunne drenere fra vegen og ned her
24	utløp	dykket ca. 400 mm. Mest sannsynlig utløp fra 600 mm oppstrøms vegen
25	utløp	800 mm BET
26	stikkrenne innløp	Ganske gjentettet
27	bekkelukking innløp	Litt oppstrøms vegen. Med fangrist som har fare for gjentetting
28	utløp	Fra punkt 27.
29	erosjon	Tyder på at det har gått mye vann i vegen/grunnen
30	tett kum/rist	Tett kum fungerer ikke
31	bekkelukking	Stikkrenne under veg
32	bekkelukking	Ny større innløp til lukking nedstrøms vegen
33	utvasking vei nedstrøms	Tyder på at det er mye vann som renner utenfor bekkeløpene.

Som grunnlag på befaringen ble det brukt flomveiskart, vist i Figur 7-2. Flomveiskart viser flomveier beregnet i Scalgo med grunnlag i laserdata fra høydedata.no. Det er usikkerheter i flomveiskart spesielt ved sluk, stikkrenner og andre lukkede overvannssystemer. Flomveiskartet i Figur 7-2, stemmer for det meste med observasjoner gjort på befaring. Planområdet består av mye tette flater med noen grønne områder, som vist i Figur 7-3.

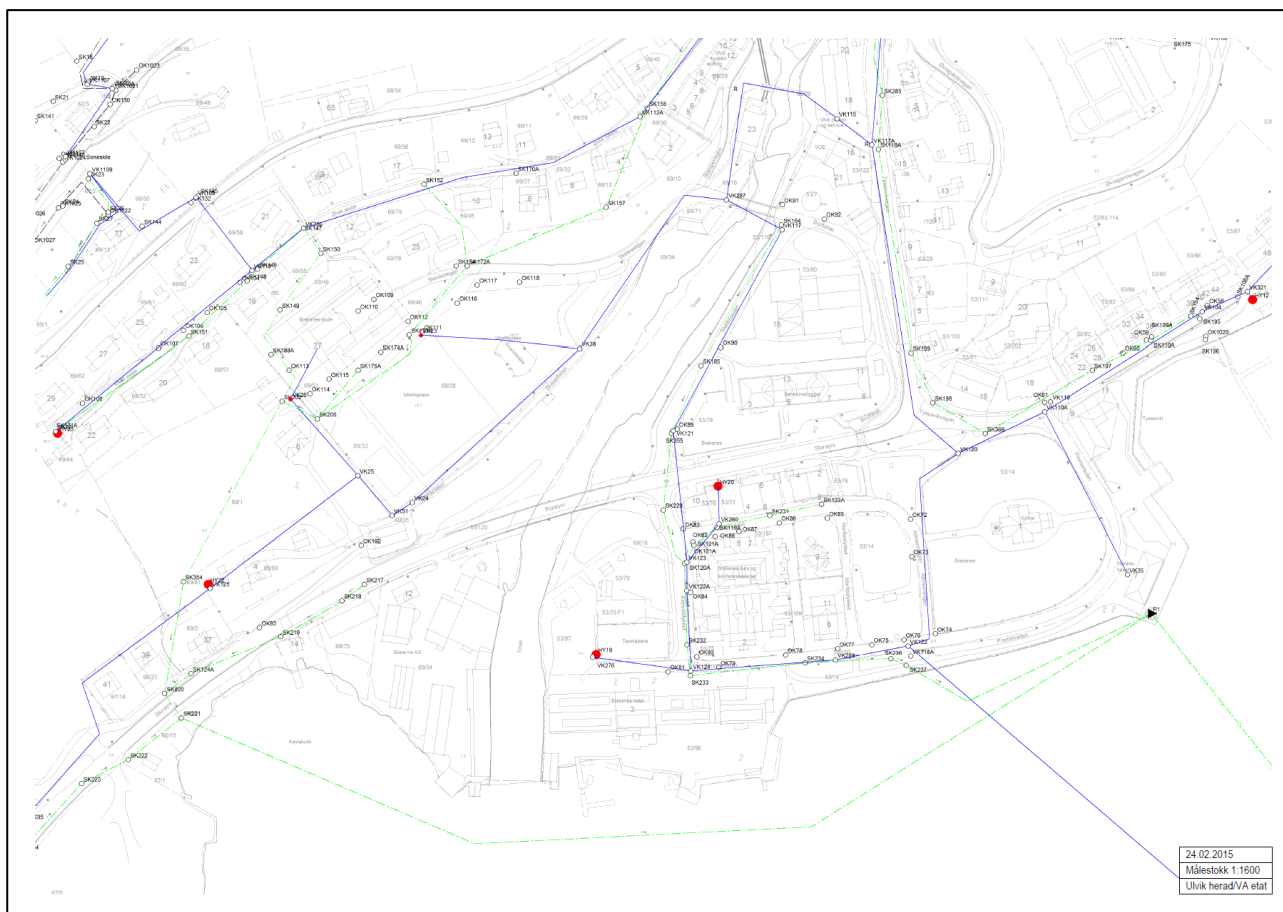


Figur 7-2. Flomveiskart for planområdet. Flomveier er vist i blått.



Figur 7-3. Ortofoto av planområdet viser mye tette flater, men også noen grøntområder.

Kommunen har ikke kartlagt overvannsnett i området, kun vann og spillvann er kartlagt (Figur 7-4). Det er usikkert hvor vannet som renner ned i sluk ender. Det er antatt at noe føres til Tysso, mens noen sluk kan være koblet på spillvannsnett og/eller ha utløp i fjorden. Kapasiteten til det lukkede overvannsnett er dermed også ukjent, og dokumentet vil dermed fokusere hovedsakelig på flomveier på overflaten.



Figur 7-4. Kartlagt ledningsnett i Brakanes sentrum. Det er ikke kartlagt overvannsnett, men det er mulig at noe avrenning fra sluk går inn på spillvannsnettet (grønne linjer) i felles avløp.

7.2 Vurdering av overvann i området

De inngrepene som utbygningen i planområdet medfører, vil kunne endre dreneringen og flomavrenningen i og fra området. Det er dermed viktig at man finner gode løsninger som ikke medfører flomproblemer i planområdet. Overvannet skal håndteres lokalt. Et viktig prinsipp er at en skal etablere sikre flomveier hele vegen ned til utløp i fjorden eller ut i Tyssø.

Utfordringene i sentrumsområder generelt består blant annet av for liten kapasitet i flomveier, krysninger og eksisterende overvannsnett. Områder er ofte allerede bebyggt uten noe krav til overvannshåndtering. Dette gjelder også her.

Det er viktig at avrenningen i flomveier i planområdet ikke økes med den nye situasjonen. Området vil med nye vegger, bygg og andre endringer bl.a. kunne få lavere infiltrasjon sammenlignet med hvordan området ser ut i dag. Denne forskjellen vil føre til en raskere avrenning fra området, og endringen må kompenseres lokalt for eksempel via, revegetering og/eller permeable forsenkninger som forsinker avrenningen fra området og forbedrer infiltrasjonen. Da det i hovedsak er elve- og bekkeavsetninger eller breelavsetninger i og rundt Brakanes sentrum, så er det antatt god infiltrasjon i grunnen her.

7.2.1 Viktige prinsipper for overvannshåndteringen i området.

Det skal i utgangspunktet prioriteres åpne løsninger for overvannshåndtering og vurderes muligheter for infiltrasjon og fordrøyning. Alle overflater på bakkenivå anbefales å være permeable. Rør bør helst bare benyttes der en må krysse veger med stikkrenner.

En må se på hele nedbørfeltet til planområdet; både vann i planområdet og vann som kan komme fra oppstrøms områder. Drens-/overflatevann anbefales ledet slik at en får nærmest mulig dreneringsfordeling fra hele området til de nedstrøms områdene som de naturlig gjør før utbyggingen. Det er svært viktig å ha kontroll på erosjonsfare, sedimenthåndtering og flomvannføring i hele utbyggingsområdet.

Det bør settes av nok plass til drenering og dreneringstiltak.

Trygge flomveier må utredes, spesielt mht. utfordringer med sedimenter og erosjon.

Det anbefales at det utarbeides en plan for hvordan en håndterer en ev. flomsituasjon i utbyggingsperioden, spesielt mht. å hindre erosjon, sedimenttransport og vann på avveie.

For at alle tiltakene skal fungere tilfredsstillende også etter utbyggingen, så anbefales at det utarbeides en drift- og vedlikeholdsplan. Da minimerer en sjansene for flom-/overvannsproblemer, som kan føre til store skader. Erfaringer viser at mangel på drift og vedlikehold er en av de viktigste årsakene til skadehendelser ved både små og store flomsituasjoner.

7.2.2 Menneskeskapte forhold som spesielt må vurderes.

Bygg med tette takflater

Et godt tiltak er grønne tak, f.eks. dekt med et tykt lag av torv (30-50 cm), for å ta opp og fordrøye mest mulig vann. Ellers må en ha kontroll på vannet fra konsentrerte taknedløp, f.eks. infiltrere/fordrøye vannet ned i pukkmagasin før det drenerer ut i løsmassene, ev. ledes til nærliggende flomvei.

Parkeringsplasser

Anbefales å ha permeabel overflate av grus el., som armert grus, ev. permeabel drenstein. Hvis det er mulig med fordrøyning, f.eks. pukkmagasin under, så anbefales det å vurderes. Drenering videre ledes trygt til nærmeste flomvei.

Veger og grøfter

Blokkering av vannveier må unngås. En må hindre at vann renner på vegbanen over lengre strekninger der dette er hensiktsmessig, noe som kan løses ved utforming av vegoverflaten, lavbrekk og/eller renner på tvers av veger i bratt terreng. Grøfter må ha stort nok volum til å transportere både flom- og snøsmeltevann, samt sedimenttransport.

Snødeponi

Lagring av mye snø i området anbefales å unngås. Brøytakanter vil kunne føre til at det er mer snø i grøfter og flomveier enn ellers, og det er viktig å gi plass til smeltevann om våren. Grøfter og flomveier må derfor etterses og holdes åpne. Det er en stor fordel at en setter av god plass til eventuelle grøfter og flomveier, slik at de har plass til både vann og snø.

Drift- og vedlikeholdsplan

For å sikre at dreneringsveiene og -tiltakene fungerer tilfredsstillende i en flomsituasjon og ved vinterforhold er det helt avgjørende med gode rutiner for drift- og vedlikehold, og at det da utarbeides en plan for dette.

Det er viktig med ansvarliggjøring og beskrivelse av rutinemessig ettersyn, samt når det er behov for vedlikehold, f.eks. rensk, tining ol. Pass også på at det ikke brøytes snø ned i dreneringsveiene.

7.3 Analyse av avrenning i planområdet.

Det gjøres en beregning av naturlig avrenning ved dimensjonerende flom fra planområdet. NVE sin veileder «Rettleiar for handtering av overvann i arealplanar» anbefaler å dimensjonere flomveier i sentrumsområder så de kan håndtere et klimajustert 100-årsregn. Det er derfor gjort beregninger for 100-årsflom med klimapåslag.

7.3.1 Metode for flomberegning og dimensjoneringsgrunnlag

Flomberegningen utføres med den rasjonelle formel. Metoden er nærmere beskrevet bl.a. i Myrabø (1991), 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 ut fra tabell med ulike terrengtyper, korrigert for bl.a. løsmassetype og -dybde, samt terrenghelning. Dimensjonerende nedbørintensitet er tatt ut fra konstruerte IVF-kurver for Sandsli som vist i Figur 7-5 med varighet basert på aktuelle tilrenningstider for vannet som bidrar til flomtoppen og dimensjonerende gjentakintervall basert på anbefalinger fra NVE, som resulterer i 100-årsregn. I klimaprofil for Vestland (se www.klimaservicesenteret.no) anbefales det en klimafaktor på minimum 40% på intens korttidsnedbør.

Avrenning Q er beregnet ved:

$Q = C \times i \times A$, hvor:

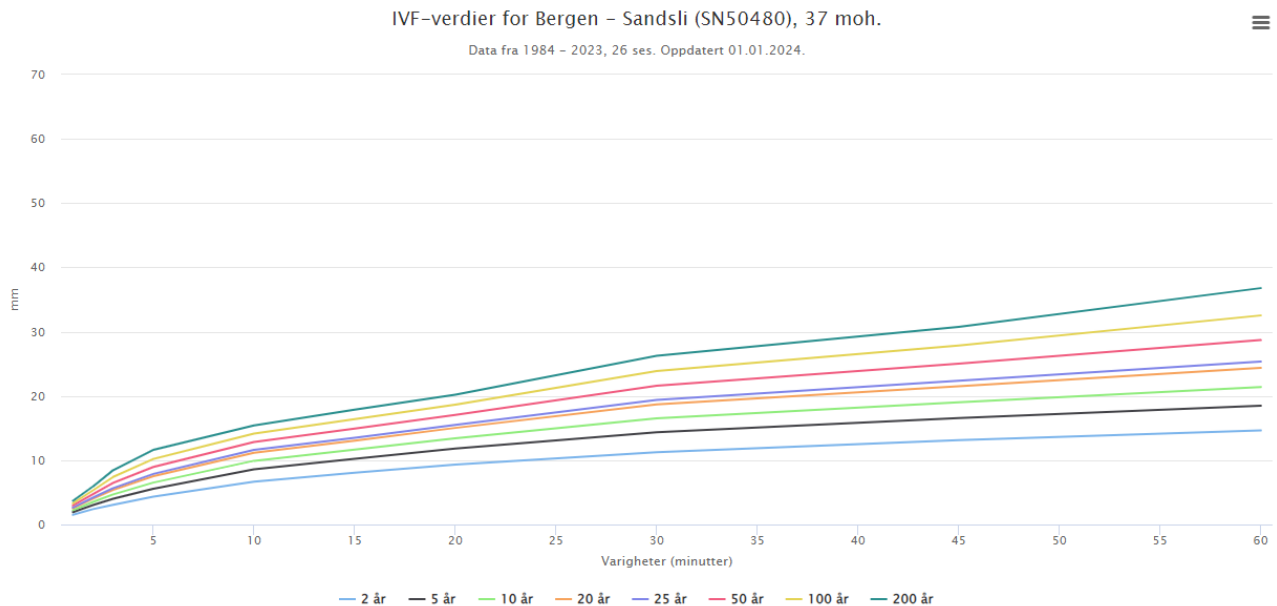
- C : avrenningsfaktor, anslått på bakgrunn av nedbørfeltets egenskaper
- i : dimensjonerende nedbørintensitet hentet fra IVF-kurve [$l/(s \times ha)$]
- A : feltareal [ha]

Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid.

Konsentrasjonstiden for naturlige felt utregnes ved formelen:

7.3.1.1 $T_c, \text{naturlig} = 0,6 \times L \times H_{-0,5} + 3000 \times A_{se}$, hvor

- T_c , naturlig: konsentrasjonstid, [min]
- L : lengde av feltet, [m]
- H : høydeforskjellen i feltet, [m]
- A_{se} : effektiv andel innsjø i feltet, [-] (ingen innsjøer $\rightarrow A_{se} = 0$)



Figur 7-5. IVF-kurve for Sandsli som benyttes for beregninger i forbindelse med overvann i Brakanes. Kurven viser mm nedbør. Tabell i l/s*ha vises i Tabell 7-2.

Tabell 7-2. IVF-verdier for Sandsli som benyttes for beregninger i forbindelse med overvann i Brakanes.. Tabell viser nedbør i 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.

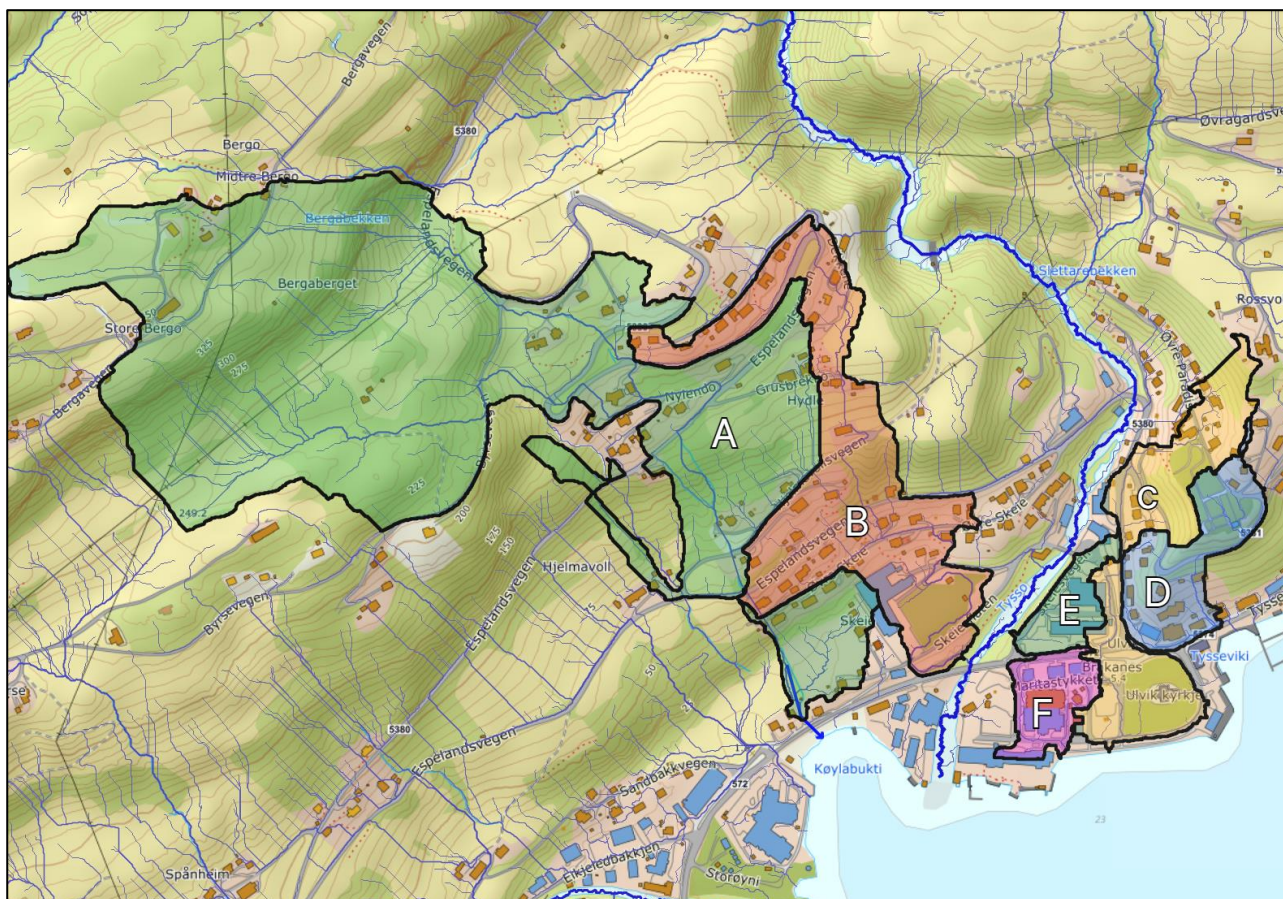
	Varigheter (minutter)															
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	199,4	171,1	144,9	110,9	89,3	77,8	62,4	48,6	40,7	33,0	28,7	23,4	16,5	10,8	7,4
5	321,2	252,7	222,7	185,9	143,3	113,5	98,4	79,7	61,3	51,3	41,0	36,4	29,9	20,4	13,4	9,0
10	371,3	292,9	260,3	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

7.3.2 Nedbørfelt, feltparametere og flomberegninger

Det er få tydelige bekker og flomveier i området, og mye avrenning vil renne diffust på terrenget i lavpunkter. Nedbørfelt til flomveier som berører planområdet er vist i Figur 7-6. Felt A er det eneste feltet der det ble observert en bekk. I de andre feltene ble det observert at vannet renner i vegen og langs med kantstein/grøfter.

Ved ny regulering av området har man mulighet til å få bedre kontroll på vannet. Det gjøres derfor flomberegninger på feltene vist i Figur 7-6, for å kunne dimensjonere flomveier og sikre at vannet har nok plass og ikke fører til skader i området.

Feltparametere brukt i flomberegninger er vist i Tabell 7-3.



Figur 7-6. Nedbørfelt til utvalgte flomveier som berører planområdet (A-F).

Tabell 7-3. Feltparametere til nedbørfelt vist i Figur 7-6.

Nedbørfelt	Areal [ha]	Lengde [m]	Høydeforskjell [m]	Overflate [-]
A	28,0	1360	364	Skog (75%), Dyrka mark (15%), Bebygd (10%)
B	7,3	860	164	Skog (60%), Bebygd (30%), Dyrka mark (10%)
C	3,8	550	88	Bebygd (70%), Skog (30%)
D	2,2	350	60	Skog (60%), Bebygd (40%)
E	0,8	170	14	Bebygd med noen få grønne områder
F	1,1	150	7	Bebygd med noen få grønne områder

Ut fra feltparametere vist i Tabell 7-3 er det i Tabell 7-4 beregnet 100-årsflom med klimapåslag.

Tabell 7-4. Beregnet 100-årsflom med klimapåslag ved bruk av den rasjonelle formel for nedbørfelt vist i Figur 7-6.

Nedbørfe lt	Konsentrasjonst id [min]	100- årsregnintensitet [l/s*ha]	C-faktor [-]	q100 [l/s*km²]	Q100 [l/s]	Q100 +40% [l/s]
A	45	103,1	0,45	4600	1110	1560
B	30	132,7	0,45	6000	440	610
C	20	155,3	0,7	10900	410	580
D	20	155,3	0,6	9300	200	290
E	5	340,2	0,9	30600	240	340
F	5	340,2	0,9	30600	340	470

Flomberegningene har store usikkerheter. Den største usikkerheten finner man i nedbørfeltgrensene. Grensene er funnet med Scalgo, som beregner nedbørfelt ut fra terrenggrunnlag. Det er ikke tatt hensyn til alle lukninger og kapasiteter i grøfter/veger osv., noe som gjør at de faktiske feltgrensene kan være noe annerledes. En annen usikkerhet er valg av dimensjonerende 100-årsregn. Det finnes lite data med korttidsregn i området og Sandsli er vurdert til å være den beste stasjonen i området. Sandsli ligger nærmere kysten og verdiene der er antatt å være noe høyere de faktiske verdiene i Brakanes sentrum. Men grunnet dårlige lokale data er Sandsli det beste man har.

Alt i alt er det usikkerheter i beregningene, men beregningene viser god nok nøyaktighet på 100-årsflom til at resultatet kan brukes til å vurdere hvilke tiltak som bør etableres for å sikre området mot en overvannsflo.

7.4 Vurdering av overvannshåndtering, samt anbefalinger

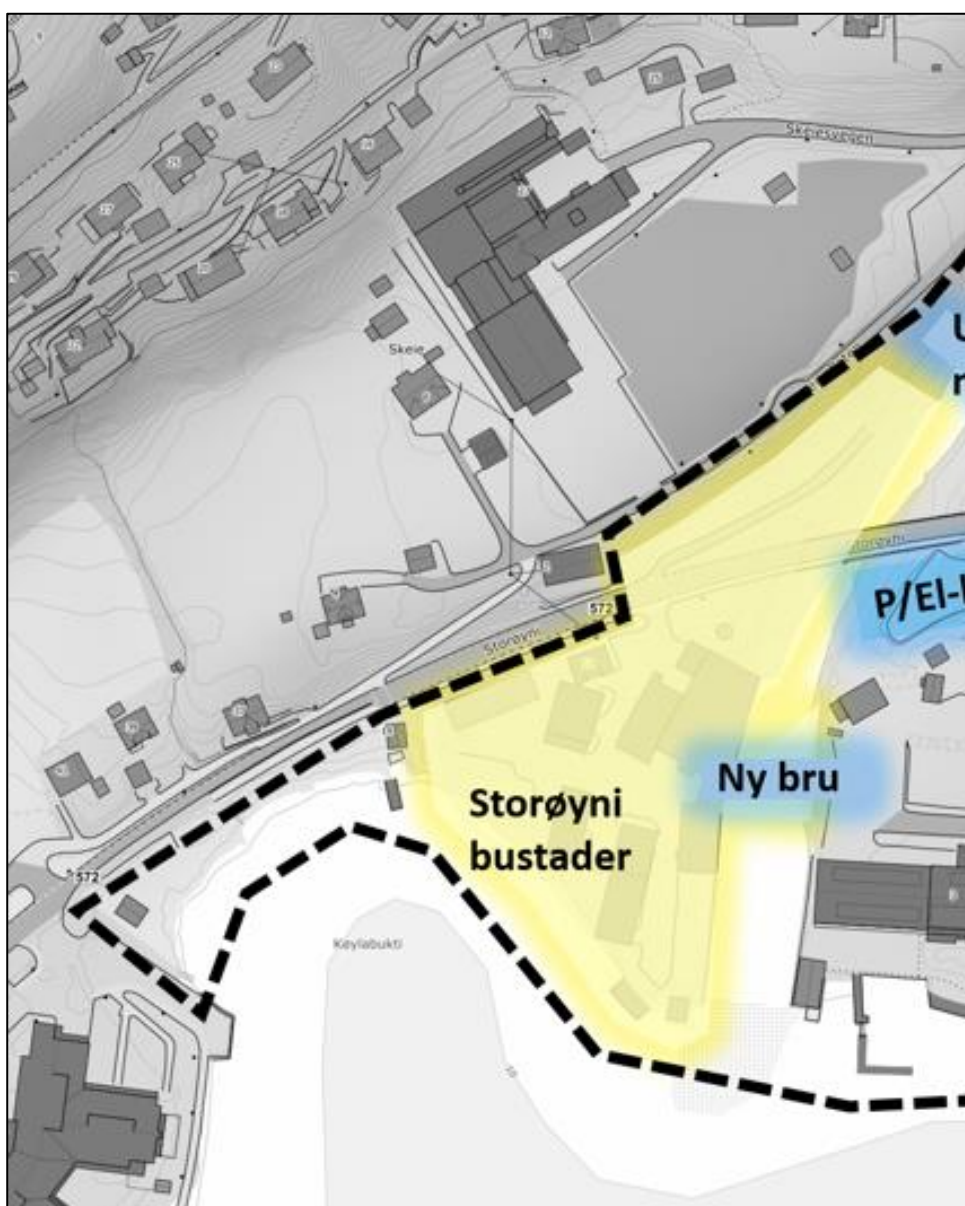
De inngrepene som utbyggingen i planområdet medfører, vil kunne endre dreneringen og flomavrenningen i området. Hvis en ikke etablerer gode dreneringsløsninger og lokaltilpassede tiltak vil dette kunne føre til erosjon, vann på avveie og flomskader.

Det ble observert få egnede flomveier og dårlig kapasitet i grøfter. Overvannsnett er ikke kartlagt, men det er antatt at dette har dårlig kapasitet, spesielt ved høyvann i fjorden og/eller flom i Tysso. Området oppstrøms og i planområdet er allerede bebygd uten en helhetlig vurdering for området, og overvannstiltakene er dårlig vedlikeholdt. Det er i fremtiden viktig at en håndterer vannet som kommer oppstrøms og i planområdet trygt gjennom området i sikre flomveier.

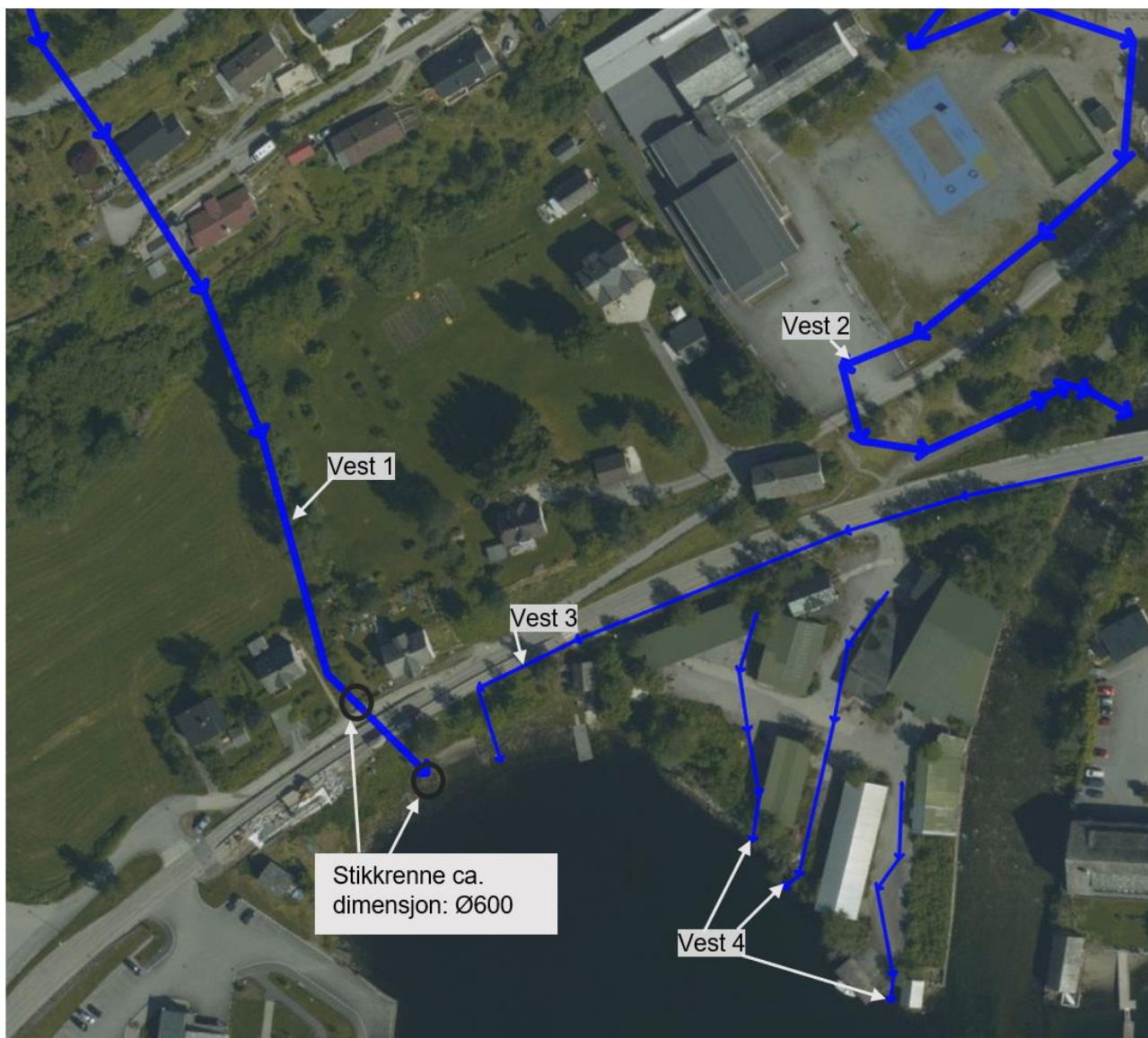
Det er fortsatt usikkert hva som blir bygd i området. Det vil derfor i dette kapittelet bli gjennomgått forslag til tiltak som forbedrer situasjonen med grunnlag i dagens situasjon og mulige fremtidige planforslag.

7.4.1 Planområdet vest for Tysso (Storøyni bustader)

Vest for Tysso er det planlagt å etablere nye boliger i området vist i Figur 7-7. Dette har påvirkning på overvannssituasjonen som er i dag. Dagens situasjon er vist i Figur 7-8, med flomveier som renner på overflaten. Anbefalte tiltak for flomveien er beskrevet under, men i hovedsak er det viktig at man i en senere planfase finner gode løsninger for disse flomveiene og at det blir etablert en egen overvannsplan for området.



Figur 7-7. Det er planlagt nye boliger i feltet vist i gult. Plangrense er vist med svart stiptet linje.



Figur 7-8. Dagens situasjon for avrenning i området vest for Tysso. Flomveier i dagens situasjon er vist i blått (Vest 1-4).

7.4.1.1 Vest 1

Flomveien vest 1 består av en bekk som går i flere lukkinger. Bekken er vist som nedbørfelt A i Figur 7-6 og det er beregnet at bekken vil ha en 100-årsflom med klimapåslag på ca. 1,5 m³/s. Dette tilsvarer kapasiteten til en stikkrenne med dimensjon Ø1000/Ø1200. Bekken har lukkinger med dimensjoner på rundt Ø600. Dette vil si at krysningene oppstrøms og i planområdet ikke håndterer en 100-årsflom og det er stor fare for at vann kan gå på avveie og gjøre skade på bygg i nærheten.

Det er ikke planlagt å regulere for endringer i området rundt denne flomveien, men pga. at lukkingene er underdimensjonert er det fare for at vann tar seg over vegen, noe som kan gjøre skade på vegen, bygg og erodere i strandsona. Det anbefales at kommunen gjør mer nøyaktige beregninger for denne bekken og kartlegger samtlige lukkinger. Utfra dette anbefales det å utføre tiltak som sikrer mot flomskader, erosjon og ev. skred.

7.4.1.2 Vest 2

Flomveien vest 2 består av diffus avrenning fra nedbørfelt B i Figur 7-6. Det er beregnet at flomveien vil ha en 100-årsflom med klimapåslag på ca. 0,6 m³/s. Dette tilsvarer kapasiteten til en stikkrenne med dimensjon på ca. Ø800. Vannet fra dette feltet vil samles i lavpunkt i skolegården før det renner ned skråningen sør og ut i Tysso. I flomsituasjoner kan også vann renne over vegen (Storøyeni) og til flomvei Vest 3. Da er det fare for at flomvann også kan drenere inn gjennom det planlagte boligområdet til flomvei Vest 4. Det er i denne rapporten ikke kartlagt eventuelle sluk og overvannstiltak i skolegården.

Som vist i Figur 7-9 renner flomveien i dag (blå pil) ned en bratt skråning som fører til høye hastigheter og stor fare for erosjon. Nedstrøms skråningen er det også planlagt eventuell ny bebyggelse. Det er derfor anbefalt å heller lede vannet nord øst og ut i Tysso. Dette er en bedre flomvei som er slakere og vil føre til mindre erosjon, samt større sikkerhet for eventuelt nytt byggeområde. Dette kan gjøres ved å samle opp vannet i en nedsenkning i det rødt siplede området og etablere en stikkrenne i lavpunkt ved det grønne punktet, som leder vannet (røde piler) nord øst og ut i Tysso.



Figur 7-9. Omlegging av flomvei. Eksisterende flomvei er vist i blått. Område for fordrøyning er vist med rød sipla linje. Anbefalt lavpunkt/starten på grøft er vist med grønt punkt og anbefalte flomveier/grøfter er med røde piler.

7.4.1.3 Vest 3

Veivann vil følge flomveien vest 3 og ut i fjorden om vannet ikke håndteres av sluk. Det ble på befaringen observert oppstuvning av vann på veien. I flomsituasjoner kan det være fare for at vann kan renne inn til det planlagte boligområdet og flomvei Vest 4. Ved eventuell utbedring av veien anbefales det å etablere sluk som ligger i lavpunkt langs med fortauskanten som forhindrer at vann oppstues eller renner i vegbanen over lengre strekninger. Eventuelt kan sluk erstattes med en grøft, så man har bedre kontroll på vannet i en flomsituasjon. Det anbefales også å påse at sluk/grøfter vedlikeholdes ofte og tømmes for grus og sedimenter. Dette gjelder også for eksisterende bru over Tysso, hvor det ble observert at dreneringshull var helt tette, som førte vannet vestover i vegen.

7.4.1.4 Vest 4

For Vest 4 er det i dag ingen helhetlig overvannshåndtering. Vannet renner i dag som overflateavrenning i 3 flomveier vist i Figur 7-8. Det er usikkert hvordan området vil se ut i fremtiden, men det anbefales at alt overvannet samles opp og føres via åpne grøfter eller lavpunkt trygt ut i fjorden eller Tysso. Dette gjelder takvann, vegvann og annet diffust overvann. Det anbefales å etablere mest mulig grønne områder, med forsenkninger som kan samle opp vannet og fører det videre via åpne grøfter. Hvilke tiltak som bør etableres i detalj må komme frem i en senere fase i en detaljregulering av Storøyeni, etter det er mer fastsatt hvordan bygg og infrastruktur endelig plasseres. Det anbefales at utløp fra grøfter og eller lukkede systemer blir plassert der utløpene er i dag. Det bør med andre ord avsettes noe areal ved utløpet til de tre flomveiene vist i Figur 7-8.

Området er relativt lite og hvis en i fremtidig situasjon ikke leder mer vann inn til området er det ikke behov for store dimensjoner på overvannstiltak i dette området.

7.4.2 *Planområdet midt, med muligheter til avrenning i Tysso fra øst*

Planområdet midt er vist i Figur 7-10, og viser dagen avrenning fra området. Det er i dette området kun planlagt en elbil parkering og en ny gangbru. Det er ikke antatt at disse tiltakene vil endre overvannssituasjonen, og det er derfor gjort en vurdering for dagens situasjon.

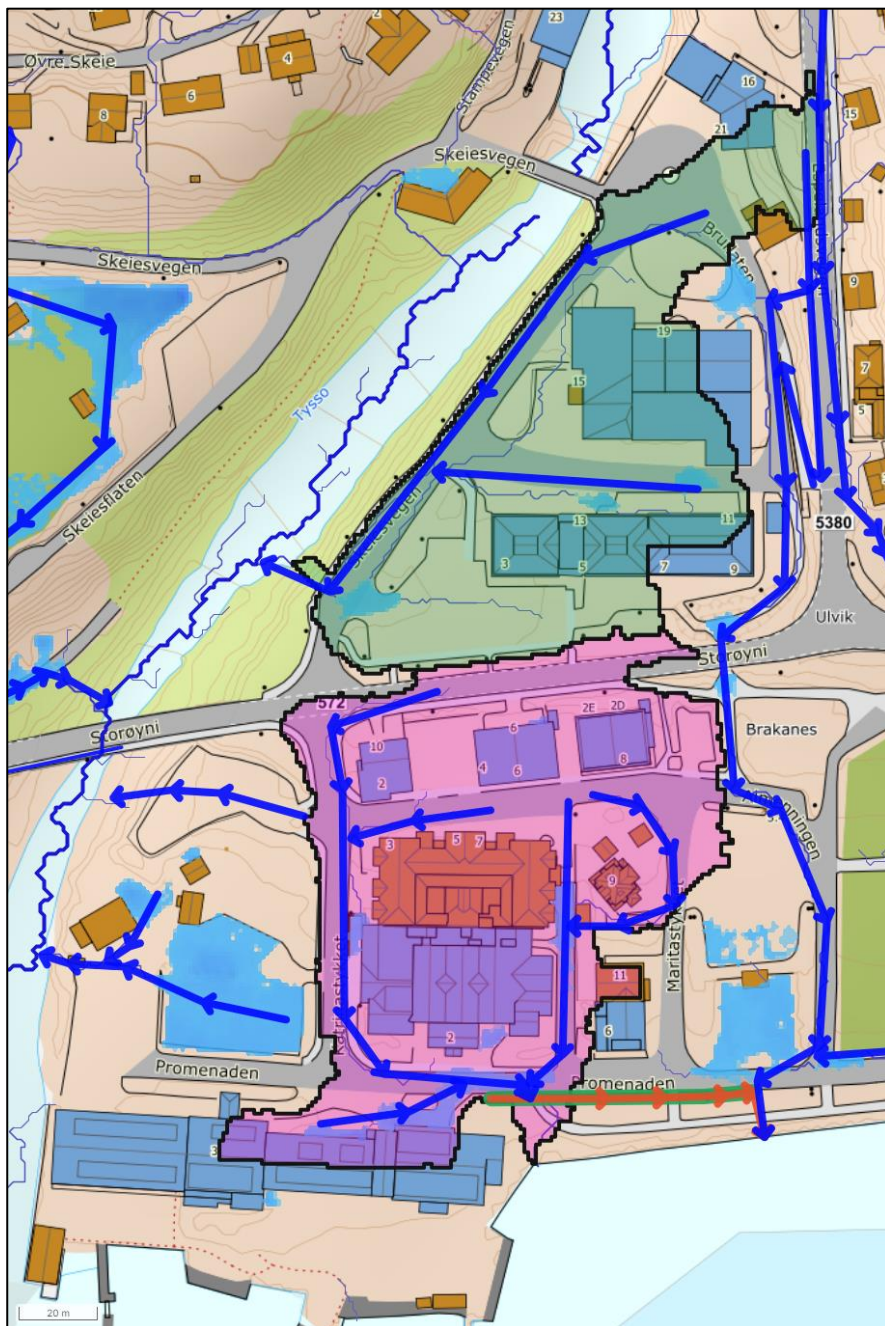
I nord (grønt felt) er det beregnet en 100-årsflom med klimapåslag på 340 l/s. Feltet har mye tette flater og kort konsentrasjonstid. I dagens situasjon blir overvannet håndtert av sluk, samt at en del vann renner på overflaten og ut i Tysso. Det er liten fare for at vann kan gjøre stor skade i dette området under flom, men det ble observert lavpunkt i asfalten som det ble stående vann på. En anbefaler i fremtidig situasjon å påse at det ikke er nedsenkninger der en ikke ønsker vann. Og i eventuelle nedsenkninger anbefales det å etablere sluk, om dette er tilfellet.

Ved ekstremregn vil det renne en del vann på vegoverflaten og ut i Tysso som vist i figuren. Det anbefales her å sikre at skråningen ned mot Tysso er godt erosjonssikret, så vann ikke graver seg ned og fører til utglidninger.

I sørvest er det to parkeringsområder hvor vannet føres diffust ut i Tysso. Det anbefales i fremtiden, om det legges nytt dekke, å påse at vannet fortsatt føres mot Tysso og ikke inn mot bebyggelsen i øst.

Det rosa feltet består av flere flomveier som i sør har utløp ut i fjorden. Dette området er beregnet til å ha en 100-årsflom på ca. 470 l/s. Det er noen sluk i området, men det er antatt at disse har svært liten kapasitet, spesielt ved stormflo. Det må derfor tilrettelegges for at vann kan renne sikkert og kontrollert på overflaten. Taknedløp i området ledes i dag rett ut i vegen som har ført til dårlig asfalt flere steder. Vi anbefaler at vannet fra taknedløp, ledes til nærmeste flomvei via en liten pukkgroft eller lignende.

Det anbefales i dette området vist i Figur 7-10 å vurdere å etablere grøfter som samler opp vannet. Om det ikke er plass til grøfter kan vannet føres ut i vegen, anbefales sammenhengende kantstein som forhindrer at vann tar seg inn mot bygg. Ved promenaden anbefales det at vannet fra det rosa feltet ledes samles opp i en grøft langs promenaden og føres til et felles utløp i fjorden sammen med vannet fra nedbørfelt C i Figur 7-6. Her ble det på befaringen observert erosjon. Utløpet må derfor erosjonssikres.



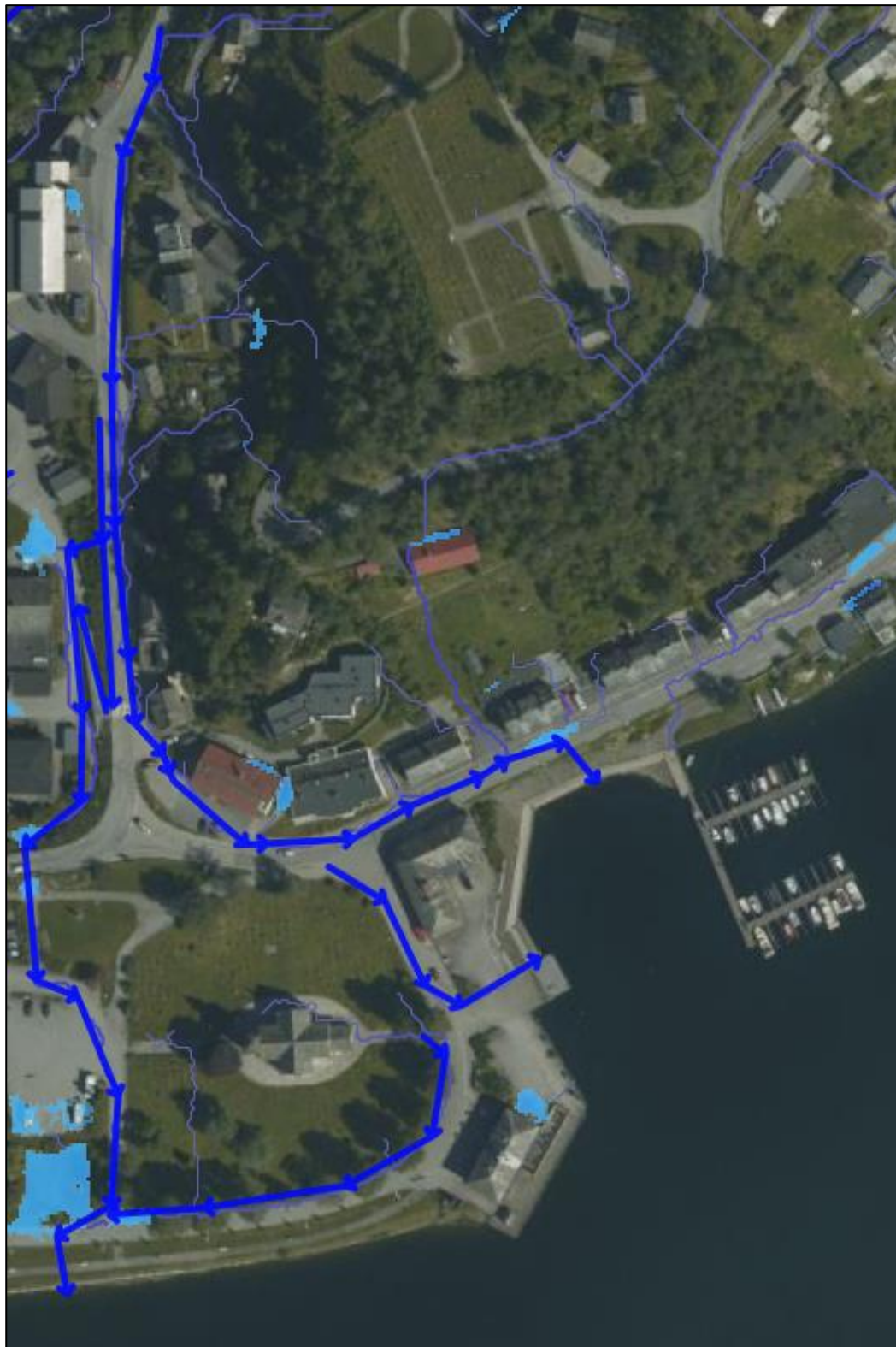
Figur 7-10. Eksisterende flomveier i planområdet er vist i blått. Nedbørfelt E er vist i grønt og nedbørfelt F er vist i rosa. Foreslått ny grøft langs promenaden med et forbedret utløp er vist med røde piler på grønn linje.

7.4.3 Planområdet øst (Almenningen og strandpromenade)

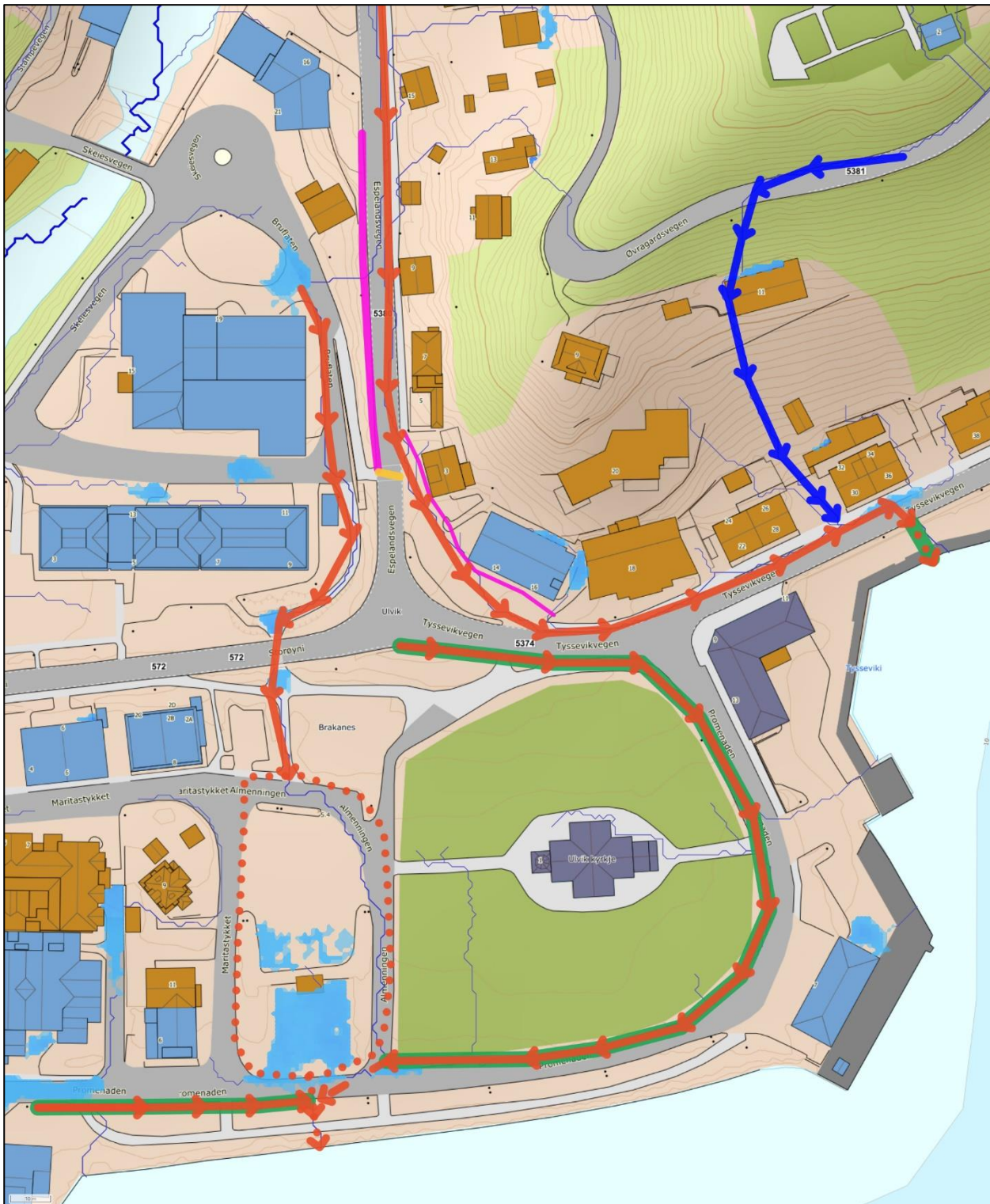
For planområdet øst er det planlagt en del tiltak. Det skal lages en ny strandpromenade samt et nytt tilhørende leke-/parkområde. Eksisterende overvannssituasjon for planområdet øst er vist i Figur 7-11. Mesteparten av vannet som kommer ned Espelandsvegen vil renne inn til sentrum og under en undergang til det fremtidige mulige park og lekeområdet. Mens noe vil renne østover ut i fjorden.

I en fremtidig situasjon må en ha bedre kontroll på vannet. Det er i Figur 7-12 tegnet inn anbefalte tiltak på hvordan oppstrøms vann kan håndteres øst i planområdet. Veivann som renner ned Espelandsvegen anbefales å ledes mot øst med et erosjonssikret utløp ut i fjorden. Det anbefales at det etableres kantstein eller en forhøyning som forhindrer vann i å renne ut av vegen og inn mot sentrum vest. Det er anbefalt at en bruker et opphøyd gangfelt etablert på skrå til å føre oppstrøms veivann mot øst.

Det anbefales at det etableres en grøft mellom vegen og kirkegården som fører vannet til et samlet utløp ut i fjorden. Det bør påses at vegen heller mot grøfta så vann ikke går på avveie østover. Vannet fra sentrumsområdet nord ledes gjennom kulverten under vegen og til det fremtidige lekeområdet. Lekeområdet anbefales å etableres i en nedsenkning slik at vannet blir samlet opp og ført ut i fjorden i et samlet utløp som vist i Figur 7-12.



Figur 7-11. Dagens situasjon for avrenning i planområdet øst.



Figur 7-12. Anbefalt fremtidig situasjon. Røde piler er nye flomveier, rødt stiplet område er en forsenkning med utløp sør, rosa strek er kantstein eller liten forhøyning, gul strek er opphøyd gangfelt, grønn strek er grøfter.

8 Flaumfare frå havet og maritim trafikk

Dette kapittel innebærer en risikovurdering for flom fra havet og ferdsel på sjø. Resultatene fra beregning av ekstreme bølger, stormflo samt havnivåstigning etter kravene i TEK17 er oppsummert her.

8.1 Stormflo og havnivåstigning

Tidevannsnivåer og stormflonivå er hentet fra Se havnivå [14] for Brakanes og er vist i cm over NN2000 i og i Tabell 8-1. Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Bruravik og estimerer på framtidig endring av middelvann i Ulvik kommune. Figur 8-1 viser eksisterende situasjon under en 200 års stormflo i 2100 [14]. Merk at figurene ikke tar hensyn til effekten fra bølger.

Tabell 8-1 Tidevannstander og stormflonivå i cm over NN2000 ved Brakanes.

Vannstand	Verdi
200 års stormflo med klimapåslag i 2100 (F2)	211 cm
20 års stormflo uten klimapåslag (F1)	125 cm
200 års stormflo i 2024	139 cm
20 års stormflo i 2024	125 cm
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	83 cm
Middelvann (MV)	-7 cm
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	-100 cm

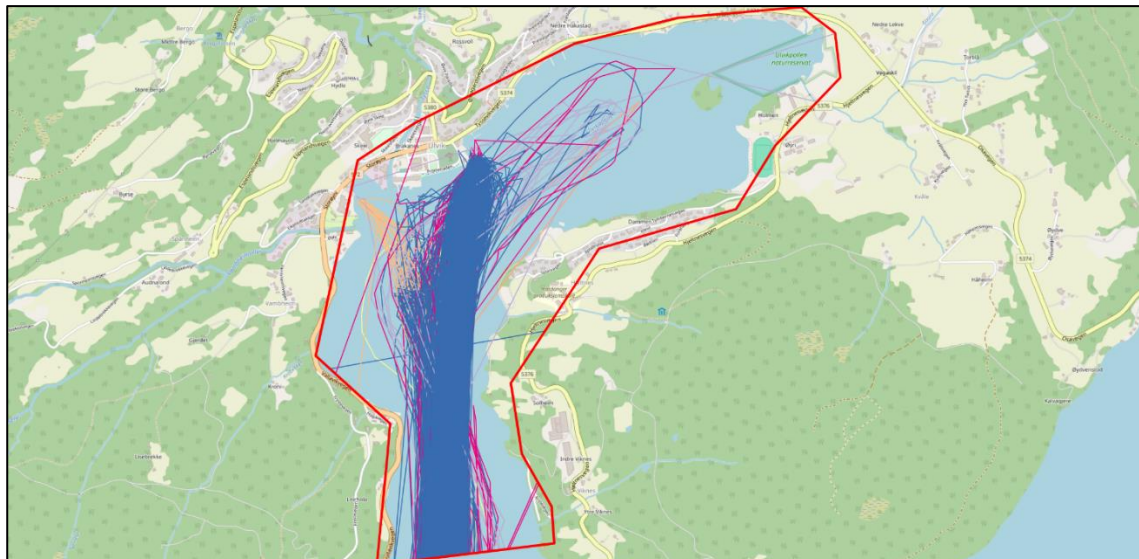


To typer bølger er omtalt i det følgende – vindbølger og skipsbølger.

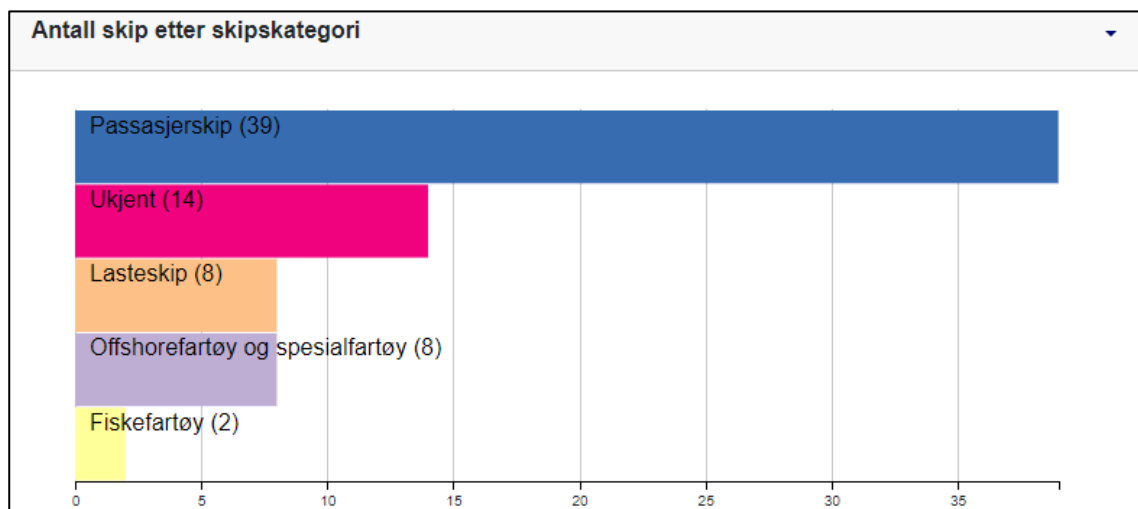
Bølgene som kommer inn mot planområdet ved Brakanes, vil være lokalt genererte vindbølger med strøklengder mot sør og nordøst. Vind data er tatt fra Norsk Standard, NS-EN 1991 (Ref.1) for Ullensvang Kommune. Forventet hoved-vindretningen er fra 180 grader sør og 60 grader nordøst. 20-års og 200-års vindhastighet er beregnet til 30 m/s og 34 m/s. Resulterende signifikant bølgehøyde leses til å være 1,5 m fra 180 grader (sør). Spektral topp-periode er 3,8 s.

$$T_{p,20\text{ år}} = 3,6\text{ s}$$

Figur 8-2 viser skipstrafikken i Ulvikafjorden for perioden mellom 1. januar 2014 og 1. januar 2024. Skipstrafikken i Ulvikafjorden er hovedsakelig dominert av passasjerbåter og ferger (Figur 8-3). Det er også registrert store lasteskip med en lengde på ca. 240 meter, som er vurdert som dimensjonerende skip i beregningene her.

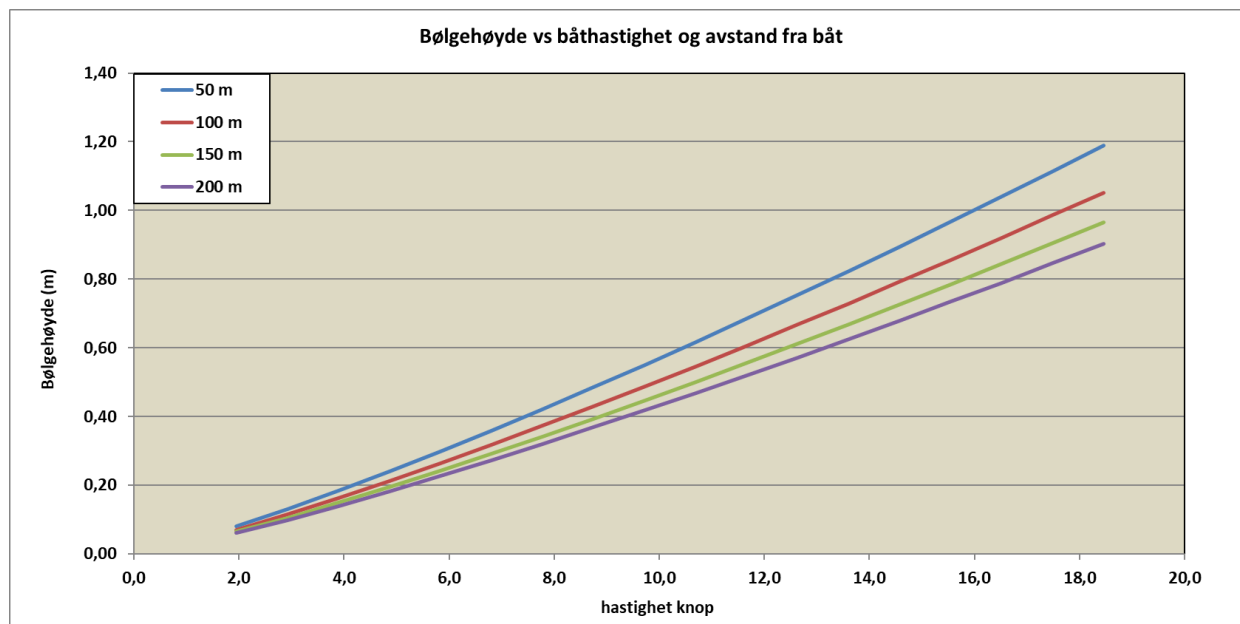


Figur 8-2 Seilas innen område



Figur 8-3 Antall skip etter skipskategori i Ulvikafjorden

Vi tar utgangspunkt i det største fartøyet som er beskrevet i Figur 8-3. Figur 8-4 viser beregnet bølgehøyde generert av et stykkgodsskip med lengde 240 m som går gjennom Ulvikafjorden. For farvannet generelt gjelder en fartsgrense på 6 knop for fartøyer som ikke er lystfartøy, og det er grunn til å anta at farvannet er så vanskelig at denne fartsgrensen blir respektert. Det betyr at stykkgodsfartøyet vil kunne generere bølger med høyde fra 0.2 m til 0.3 m i en avstand på 50 – 200 m fra skipet.



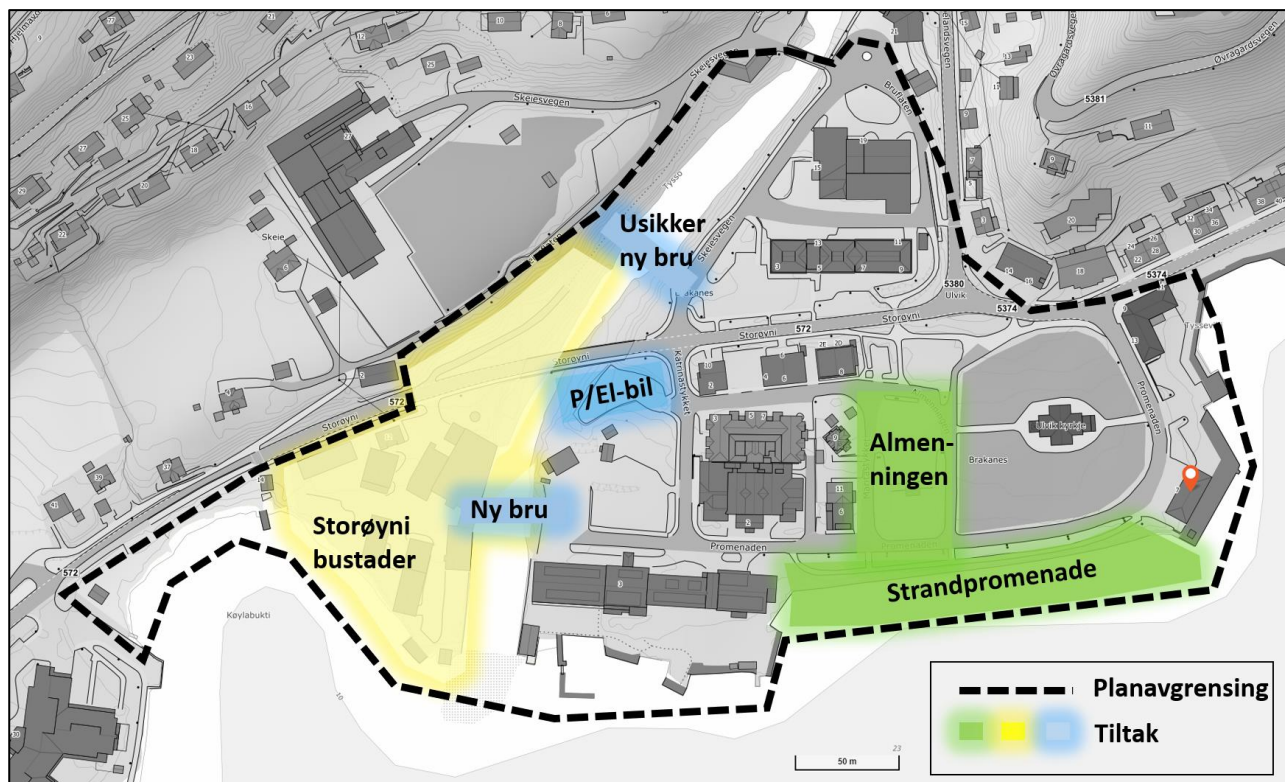
Figur 8-4 Skipsbølger generert av 240 m stykkgodsskip vs hastighet i knop, ved 50 m, 100 m, 150 m og 200 m avstand fra skipets senterlinje.

8.3 Vurdering av flom fra havet - Samlet vurdering av bølger og stormflo

Med flom menes all form for uønsket vanninntrenging, og man må vurdere den samlede effekten fra stormflo og bølger samtidig. Bølger utgjør en fare ved at vann (og drivgods) skyller over fyllingsfronten og kan påføre skade mot bygningsdeler. De foreslåtte tiltakene knyttet til modernisering for Brakanes sentrum og tilhørende sikkerhetsklasse er vist i Tabell 8-2. Planen inneholder ingen anlegg som på dette tidspunkt kan identifiseres som samfunnskritisk infrastruktur (Flomklasse F3). Dersom man på et senere tidspunkt vil vurdere å plassere et F3-bygg i området (nær sjøen), må det gjøres en separat vurdering av det bygget.

Tabell 8-2 Inndeling av foreslåtte tiltakene for Brakanes sentrum

Anvendelse	Sikkerhetsklasse
Bustadområde på Storøyeni (tidlegare pallegabriken) med gangbru over Tysso	F2
Allmenningen	F2
Strandpromenaden	F1/F2
El-bil lading/parkering	F2



Figur 8-5 Moglege tiltak som vert vurdert å finna stad i detaljreguleringa for Brakanes sentrum.

8.3.1 Bustadområde på Storøyne (tidlegare pallefabrikken) med gangbru over Tysso

Sikkerhetsklasse F2 gjelder typisk for boliger eller leiligheter hvor konsekvensen av oversvømmelse anses som middels. TEK 17 krever her at det benyttes et gjentakelsesintervall på 200 år i beregningene for stormflo og bølger. Videre krever direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) at man tar hensyn til at havnivået stiger. For tiltak i sikkerhetsklasse F2 gjelder utslippsscenario SSP3-7.0, 83 prosentil fram til år 2100 [15].

For å tilfredsstille TEK 17 § 7-2 må bebyggelsen sikres mot stormflo til kote + 2,11 m over NN2000 (Klasse F2). Fra kartet [16] ser man at deler av terrenget rundt planlagte boliger eller leiligheter ligger mellom ca.+1,5 til +4,5 NN2000. Vi anbefaler at deler av terrenget som ligger under +2,2 m NN2000 heves til +2,2 m NN2000.

I tillegg bør det legges til en sikkerhetsmargin på 0,5 m i fastsettelse av laveste gulvhøyde. Det vil si at nederste etasje / parkeringskjeller bygges vanntett opp til minimum +2,7 m NN2000 og at gulvnivået i 1. etasje legges over dette nivået.

I tillegg må det sørges for at bølger ikke skader bygget. Ekstrem stormflo opptrer ved lavtrykk og pålandsvind som skyver vann inn fjorden. Man må altså anta at ekstrem stormflo kan opptre samtidig med de største bølgene (200 års) fra sør-sørvest og vestlige retninger. Minimum sikringshøyde er beregnet ved hjelp av formelverk av EurOtop Manual, og bestemmes av vannmengden som tillates å skylle over. EurOtop [7] har gitt ut anbefalinger på anbefalte overskyllingsmengder og overskyllingsmengden måles som mengde vann i liter per tidsenhet per lengdemeter (l/(sm)).

EurOtop veileder skriver at bølgeoverskyll mot bygningsdeler ikke bør overskride 1 l/s/m. Norconsult mener likevel at enkle tiltak på bygningskroppen kan heve tålegrensen opp til 5-10 l/s/m. I tillegg finnes det også et krav på 0.1 l/s/m for alminnelig publikum, eksempelvis personer i småsko og personer som ikke er forberedt på våte forhold (gjelder for uteområde foran hytter). Denne grensen gjelder ikke sikkerhet, men komfort og muligheten for at en person vil snu og gå en annen veg. Denne grensen vil imidlertid være relevant for nødutganger og utganger fra større bygg der man ikke har en reell mulighet til å velge en annen rute. En grense mellom 1 og 10 l/s/m er mer representativ for norske turgåere og personer som beveger seg ute av egen fri vilje (i dårlig vær), forutsetningsvis med tilpasset utstyr og bekledning. I beregningene er overskyllingsgrensen er satt til 10,0 l/s/m.

Vi benytter EurOtop 2018 manual for beregning av overskylling over fyllingsfront. Konstruksjoner er sikret mot bølgeoppskyll ved at de enten legges i sikker avstand fra sjøen, eller ved bølgene stoppes før de treffer bygninger (f.eks. sperrer eller heving av eksisterende erosjonssikring). Ved bruk av sperrer må det påses at vannet ikke kan strømme rundt sperren og deretter inn i bygget.

8.3.1.1 Alternativ 1 – Sikkerhetsavstand

I en avstand på en ½ bølgelengde kan man regne med at effekten fra bølger er lik null, forutsatt at terrenget ikke heller mot land. Avhengig av terrengets helning og overflate vil bølgens oppskyllingssone variere. Over en relativt flat og glatt overflate (f.eks svaberg eller asfalterte flater) vil bølger skylle lenger inn på land sammenliknet med en hellende og ru overflate. I bølgeanalysen er dimensjonerende bølgelengde utregnet til ca. 25 m. Det vil si at bølger potensielt kan skylle ca. 15 m inn på land. Boligene eller leilighetene kan derfor ikke plasseres nærmere fyllingskanten enn ca 15 m dersom terrenget ligger på +2,2 m NN2000.

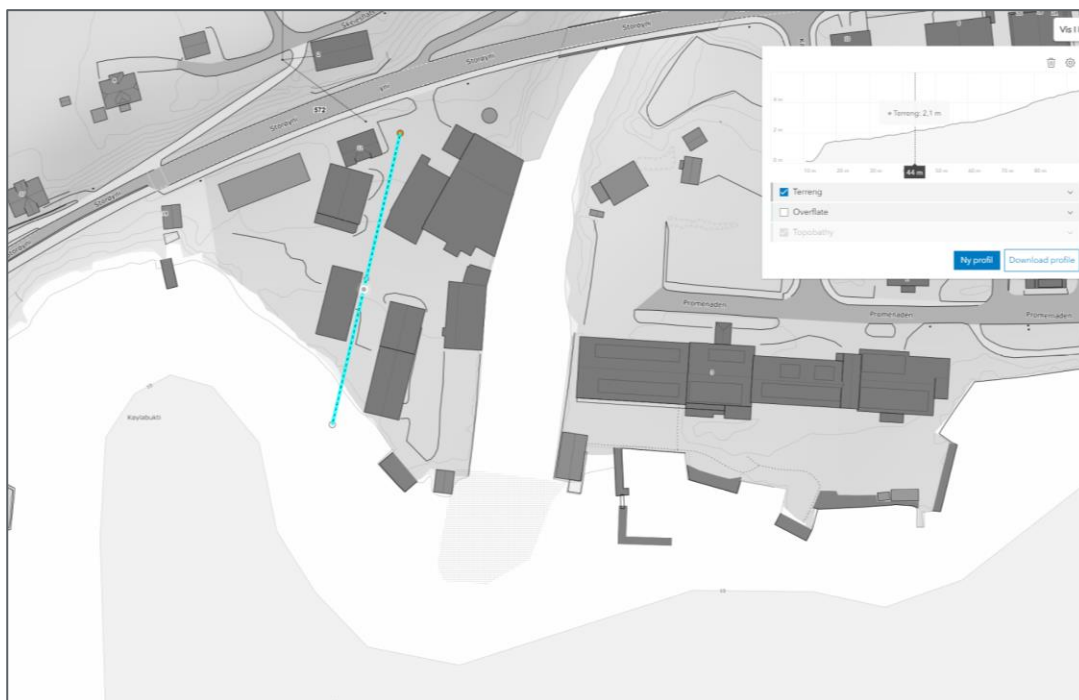
8.3.1.2 Alternativ 2– Flombarriere

Hvis man ønsker å plassere et bygg nærmere fyllingskanten enn 15.0 m, må det bygges en flombarriere. Høyden på flombarrieren er +4,0 m NN2000. Landsiden av flombarrieren vil da klassifiseres som flomsikkert område. Flombarrieren kan være f.eks. bygges opp av grove blokker, som bryter opp vannstrømmen. Det må sørges for at vann som samles opp på landsiden av flombarrieren dreneres vekk.

Man kan benytte solide sperrer som beskyttelse mot bølgeoppskyll. Slike sperrer forutsetter at eksisterende terreng ligger over dimensjonerende vannstand og at de er robuste nok til å motstå vannstrømmen over fyllingsfronten. Ettersom en slik løsning ikke reduserer overskyllingen ved selve fyllingsfronten, følger det en risiko for skade på dekke og andre gjenstander på friarealet som ikke er beskyttet.

Figur 8-7 og Figur 8-8 viser to eksempler fra henholdsvis Molde og Lysaker på hvordan slike sperrer kan «kamoufleres» inn i landskapet. I begge alternativene må det sørges fri drenering av vann tilbake i sjøen, og forutsetter at eksisterende erosjonssikring tilfredsstillende F2. Valg av tiltaket mot bølgeoverskylling må vurderes i detaljprosjekteringsfasen.

I tillegg må område sikres mot flom fra elva. Høyden på gangbruen også bestemmes etter dimensjonerende vannstanden fra elva.



Figur 8-6 Dagens terreng (henter fra Høydedata.no).



Figur 8-7 Eksempel på hvordan bølger kan stoppes ved å bygge en forhøyet promenade på friarealet. bildet er tatt ved sjøfronten i Molde av Norconsult.



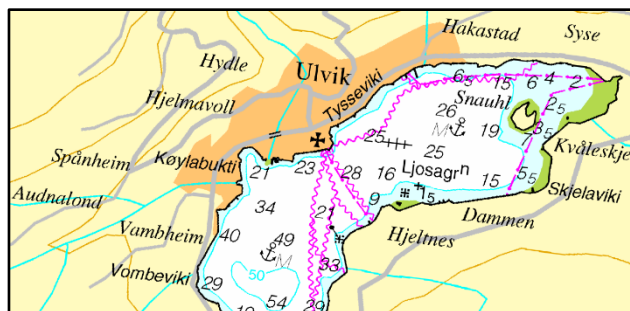
Figur 8-8 Eksempel fra Lysaker hvordan en gjennomgående betongmur kan kamoufleres som en blomsterkasse. Jorda vil fungere som et regnbed som hindrer vannet i å sige inn i bygget. Ved høy bølgepågang vil plantene bli skadet. Foto: Norconsult

8.3.2 Maritim ferdsel - fare for samanstøyt

Når det gjeld samanstøyt med maritim trafikk, er fartøybevegelser skildra i kapittel 8.3.2, bølgetilhøve i kapittel 8.2 og sjøbotn rundt planområdet i kapittel 4.3 figur 44. Trafikk til kai øst i planområdet, og til kai på vestsiden av Køylabukti har mest trafikk.

Planområdet har ikkje bygningar som ligg nær opp mot sjøfronten i ein normalsituasjon utan flaum. Viss ein ønskjer å plassere eit bygg nærare fyllingskanten enn 15,0 m, må det byggjast ein flaumbarriere. Høgda på flaumbarrieren er +4,0 meter NN2000. Døme på slike barrierer er vist i 8.3.1.

Slike barrierer blir vurderte å gje tilstrekkeleg vern av menneske og samfunnsverdiar i tilfelle sammenstøyt mellom skip og sjøfront inntreff. Fare for samanstøyt der liv eller samfunnsverdiar blir truga, er difor svært låg. I tilfelle flaum, blir det vurdert at auka merksemd og varsemd vil vere tilstrekkeleg for å handtere auka risiko i det avgrensa tidsrommet dette gjeld.

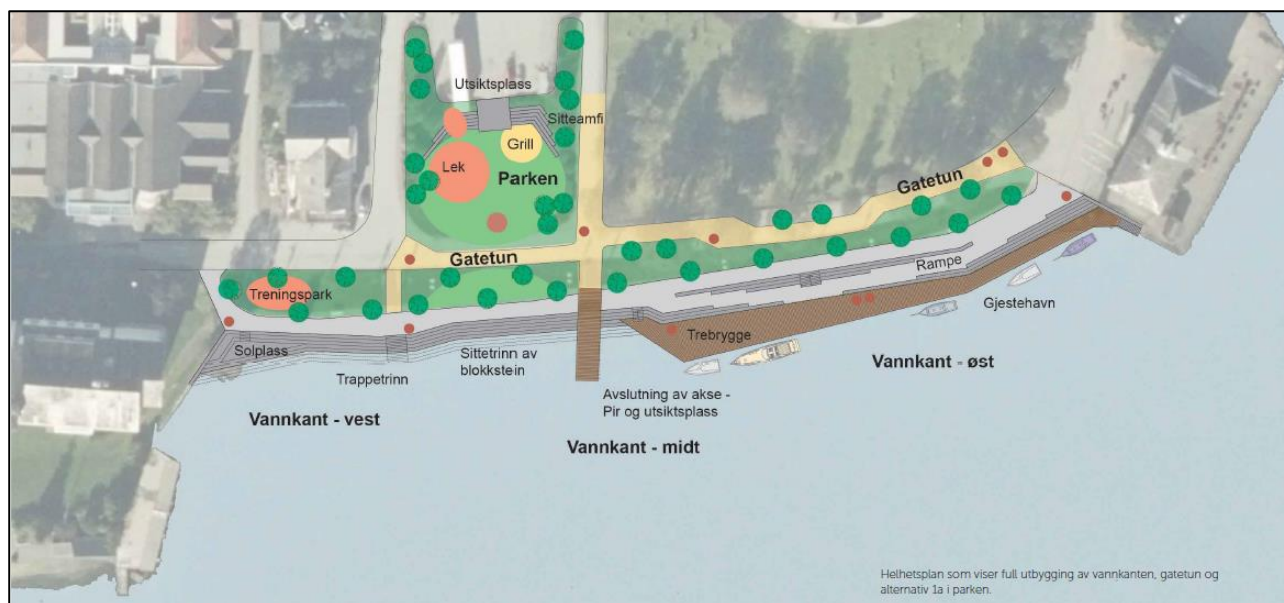


8.3.3 Allmenningen, El-bil lading/parkering

Område avsett som Allmenningen, El-bil lading/parkering faller i sikkerhetsklasse F2 hvor konsekvensen av oversvømmelse anses som middels. TEK 17 krever her at det benyttes et gjentakelsesintervall på 200 år. For å tilfredsstille TEK 17 § 7-2 må arealet sikres mot stormflo til kote + 2,2 m over NN2000 (Klasse F2). Bølgene er ikke vurdert som en fare på grunn av stor avstand fra fyllingskanten til arealet der Allmenningen ligger. Disse arealene skal også sikres mot flom fra elva.

8.3.3.1 Strandpromenaden

Promenaden kan bygges på ulike måter, og de mest vanlige er en murt/plastret sprengsteinsfylling eller en frittstående bro på peler. Det er anbefalt i forprosjektet at trappeløsning (Figur 8-9) langs promenaden som gir muligheter for nærhet til vannet og opphold langs vannkanten.



Figur 8-9 Norconsult har utarbeidd ei mulighetsstudie for strandpromenaden og parken. Reguleringsplanen bør sikre at dei respektive elementa i studien kan realiseres.

TEK 17 stiller forskjellige krav til nye konstruksjoner basert på konsekvensene ved oversvømmelse. Den viktigste utløsende faktor for valg av klasse er graden av personopphold. Er det «lite personopphold» og små konsekvenser av flom, kan klasse F1 benyttes. Man kan argumentere at havnepromenaden ved Brakanes har lite konsekvens ved oversvømmelse og derfor faller i sikkerhetsklasse F1 som krever 20 års returperioder i beregningene.

Stormflo nivå for sikkerhetsklasse F1 for Brakanes er +1,25 m over NN2000. Om promenaden ligger på +2,0 m over NN2000 er det ca. 75,0 cm over dimensjonerende stormflo nivå og dermed sikret mot stormflo. I dimensjonerende stormscenario (20 års returperiode) vil bølgene (ca. 1,2 m i høyde) skylles over promenaden. Bredden på promenaden vil avgjøre hvor mye av bølgeenergien som reduseres og estimatene viser at bølgeoverskylling kan neglisjeres når promenaden er 5,0 m bred. Promenaden er da definert som et flomutsatt område og må være stengt for publikum.

Fra sikkerhets perspektiv skal promenaden være slik at personer som nærmer seg promenaden kan danne seg et inntrykk av hvordan forholdene er, og ha alternative ruter å gå dersom man bedømmer at forholdene er utfordrende eller vil medføre ubehag. Likeledes er det viktig at det finnes rettemuligheter, dvs mulighet for å trekke seg tilbake fra det utsatte området. Forholdene bør ikke være slik at man kan gå ut på en promenade for så å finne ut at det ikke er mulig å gå hverken fram eller tilbake.

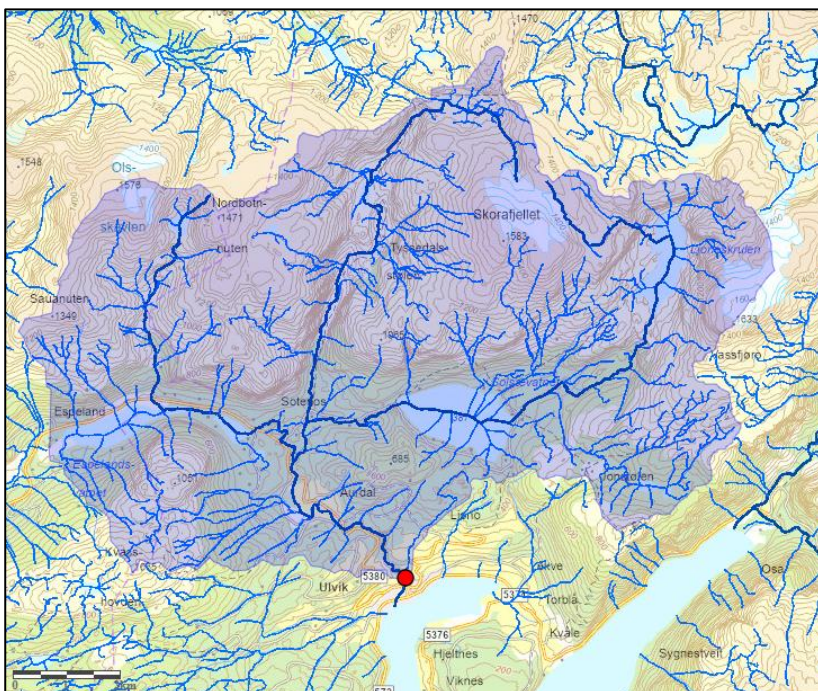
En promenade må ha en høyde på ca. +3,0 m NN2000 for å gi tilfredsstillende sikkerhet for publikum i sikkerhetsklasse F1. Det vil da kunne forekomme noe overskylling og vann på gangbanen under større stormer. Det forutsettes at promenaden ikke blir brukt av personer under ekstreme hendelser. Derfor er maksimal bølgeoverskyllingsmengde satt på ca. 10 l/s/m. Slik overskylling kan medføre noe skader på vegetasjon og grusveger.

9 Vasslinjeberekninger og flaum i vassdrag

9.1.1 Beskrivelse av vassdrag

Elva Tysso munnar ut i fjorden i Ulvik. Nedbørsfeltet har ein storleik på 89 km². Vassdraget renn i nord-sør retning. Vassdraget består av eit hovudløp med to sideløp frå Espelandselvi og Solsævatnet.

Høydefordelingen strekker seg frå 37 moh (raudt punkt i Figur 9-1) til 1627 moh, median høgd er på 852 moh. Arealinndeling består av 55,2 % snaufjell, 32 % skog, 5,8 % sjø. Ei oversikt av feltparametrar er gitt i Tabell 9-1.

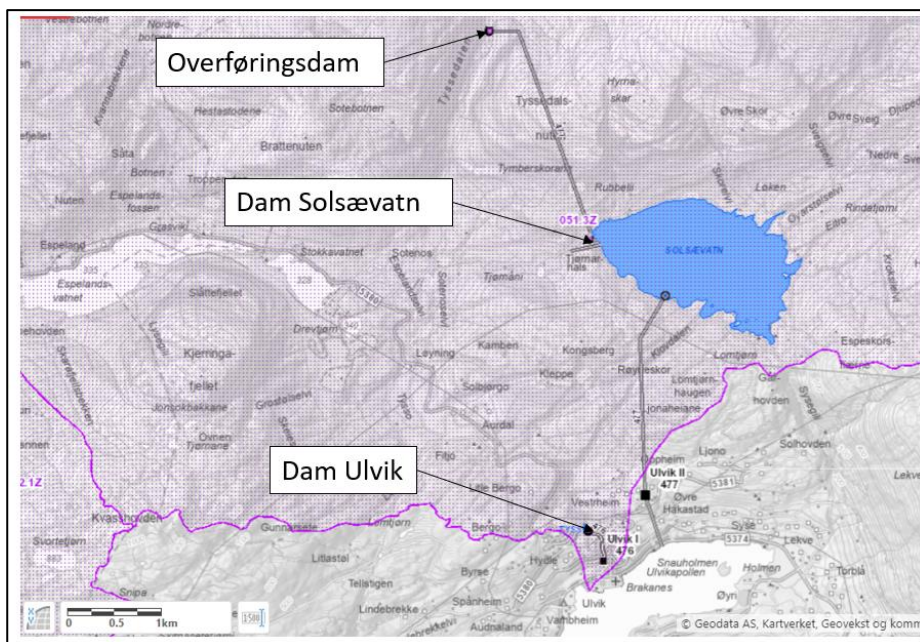


Figur 9-1: Nedbørfelt til Tysso fra NVEs NEVINA

Det finnes tre dammer i vassdraget: Tysso overføringsdam, dam Solsævatn og dam Ulvik. Første dammen er en inntaksdam høyt opp i feltet som fører vann til Solsævatn. Dam Solsævatn styrer vannivå på Solsævatn og fra der føres det vann langs kraftverk Ulvik 2 til fjorden, se Figur 9-2. Dam Ulvik står rett oppstrøms av Brakanes sentrum og har ingen magasin.

Tabell 9-1: Feltparameter til nedbørfelt av Tysso

Felt	Areal (km ²)	Effektiv sjøprosent A _{se} (%)	Avrenning, Q _N (l/skm ²)	Høyde (H _{min} , H _{mid} , H _{maks}) (moh.)
Tysso	89,1	1,2	70,9	37 – 852 - 1627



Figur 9-2: Oversikt dammer i nedbørfelt til Tysso fra NVE-Atlas

9.1.2 Vurdering av årsmiddeltilsig

Avrenningskartet til NVE (henta frå NEVINA) oppgir estimert årsmiddeltilsig med referanse til perioden 1961-1990. Ifølgje NVEs avrenningskart er årsmiddeltilsiget til Tysso 52,3 l/(s*km²). Det er imidlertid ny informasjon tilgjengeleg på NVEs avrenningskart, som er ikkje overført til NEVINA enno, som gjelder for periode 1991-2020. Det gir en ny verdi på 70,9 l/skm². Det vurderast at denne er meir aktuell og det blir lagt til grunn i vidare berekningar.

9.1.3 Sesongvariasjon

I flaumberekningar er det vanleg å skilja på ulike flaumsesongar. For eit vestlandsfelt ut mot kysten vil dei største flaumane opptre som kombinerte regn og smelteflaumar på haust/tidleg vinter eller som følgje av kraftig nedbør på sommar og tidleg haust. I elva Tysso er det ikkje forventa at vårflaumar vil vera dominerande flaumregime. Som følgje av vurderinga er flaumfrekvensanalyse utført på årsflaumar.

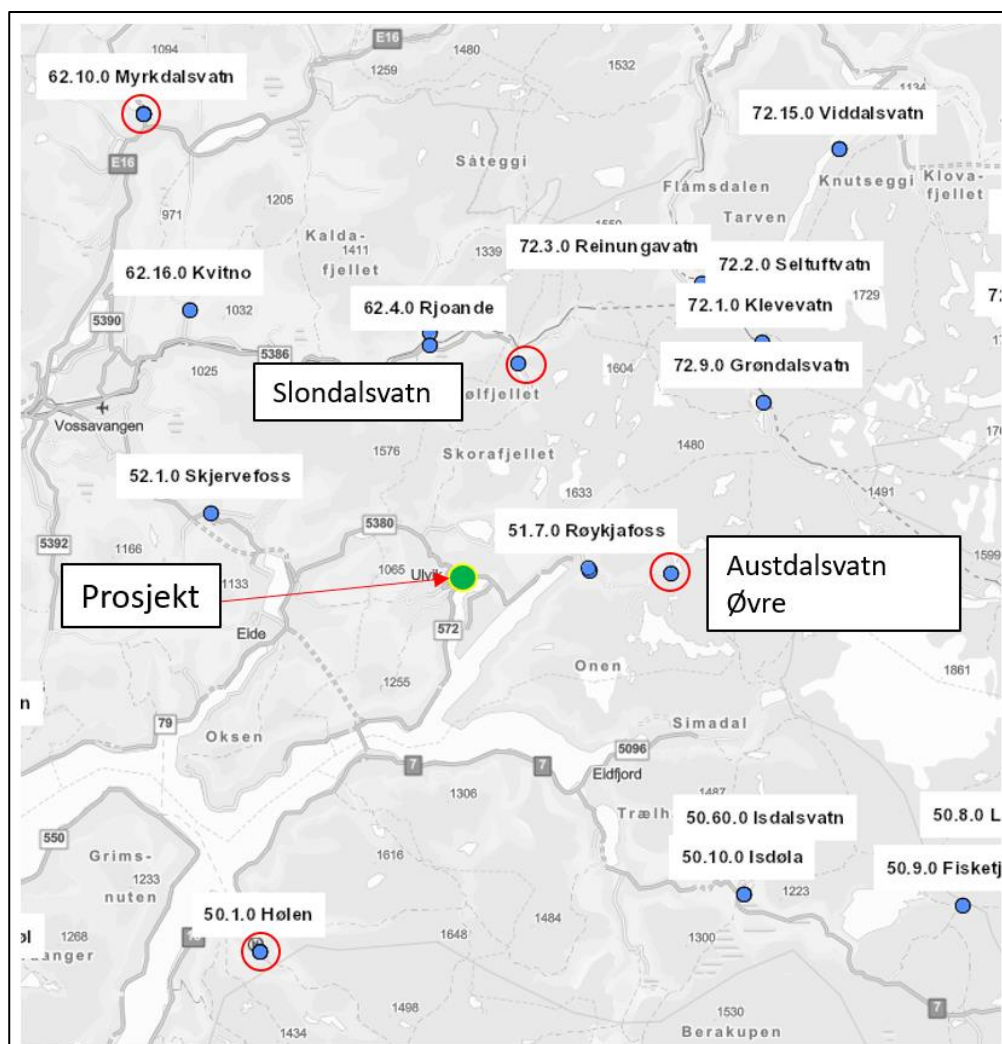
9.1.4 Flaumfrekvensanalyse

9.1.4.1 Vassføringsstasjonar

Det finst ingen vassføringsstasjon i Tysso, derfor er nærliggande og likna vassføringsstasjonar vurderte. Det er fleire vassføringsstasjonar i området, men på grunn av forskjellar i feltkarakteristikken er talet på representative stasjonar avgrensa. Stasjonane er selekterte basert på likskap med nedbørfeltet til Tysso. Det er valt å bruka eit relevant feltareal mellom 40 – 250 km². Vidare er det forsøkt å finna felt med same effektiv innsjøprosent og spesifikk avrenning. I området finst det ein del brear. Det er forsøkt å finna felt med ein låg breprosent. Ei oppsummering av dei utvalde vassføringsstasjonane er viste i Tabell 9-2og ein grafisk representasjon av plasseringane av stasjonane i Figur 9-3.

Tabell 9-2: Eigenskapar utvalde vassføringsstasjonar

Nr.	Namn	Areal (km ²)	Hmin-Hmed-Hmaks (moh)	A _{se} (%)	Bre (%)	Q _N (l/s km ²)	Periode
50.1.0.1	Hølen	231,4	123-1277-1686	1,99	0,34	53,26	1923-2022
62.14.0.1	Slondalsvatn	41,9	752-1211-1602	2,78	0	71,82	1983-2022
62.10.0.2	Myrkdalsvatn	157,8	229-975-1431	1,14	0	76,47	1970-2022
51.2.01	Austdalsvatn Øvre	81,9	1040-1242-1578	0,65	2,33	90,45	1943-1981



Figur 9-3: Plasseringane av vassføringsstasjonane, bakgrunnskart er seriekart.nve.no

Tabell 9-3: Resultater av frekvensanalyse

Nr	Stasjon	Q_M (middelflom) (l/skm ²)	Q_{200} (l/skm ²)	Q_{200}/Q_M	Fordeling
50.1	Hølen	331	708	2,23	Gumbel
62.14	Slondalsvatn	586	2079	4,10	GEV
62.10	Myrkdalsvatn	509	945	1,91	GEV
51.2	Austdalsvatn Øvre	587	1109	1,92	GEV
Gjennomsnittlig		503	1210	2,54	

9.1.5 Regional flaumfrekvensanalyse RFFA-2018

Det er gjort ein regional flaumfrekvensanalyse ved bruk av NVEs nettapplikasjon NEVINA, der resultata er gitt nedanfor i Tabell 9-4.

Tabell 9-4: Resultata av RFFA-2018

Gjentaksintervall	Spes. Avløp (l/s km ²) 1991-2020	QT/QM
2	569,4	1
5	728,8	1,28
10	837,0	1,47
20	939,5	1,65
50	1076,1	1,89
100	1184,3	2,08
200	1286,8	2,26
500	1429,1	2,51
1000	1537,3	2,70

9.1.6 Samanlikning av metodar

Flaumstorleik er vurdert ved bruk av frekvensanalyse og RFFA-2018, og resultata av det er samanfatta i Tabell 9-5.

Medianflaumar for dei utvalde stasjonane varierer mellom 708-2079 l/skm². Vassmerkene Slondalsvatn og Myrkdalsvatn har same årsavrenning som Tyssø, men Slondalsvatn har dobbelt så høg effektiv sjøprosent 2,78 % samanlikna med 1,2 % frå Tyssø. Medan på den andre sida er feltet til Slondalsvatn halvparten så stor, som kan gi ein raskare kulminasjon. Derimot har Myrkdalsvatn eit større feltareal på 157 km² samanlikna med 89 km². Når det kjem til dei to andre vassmerka, er feltstorleiken til Hølen betydeleg større enn feltet til Tyssø og Austdalsvatn Øvre har en effektiv sjøprosent som er halvt så høg som 0,65 % samanlikna med 1,2 % til Tyssø. Det vurderes at vannmerken Myrkdalsvatn ligner sannsynligvis mest på feltet til Tyssø, men siden feltstorleiken til Myrkdalsvatn er større er det forventet høgare spesifikk avrenning for feltet til Tyssø. Derfor vektlegges det gjennomsnittlige verdien, som gir $Q_{200} = 1210$ l/skm².

Når det samanliknast resultat frå frekvensanalyse og RFFA-2018, observerer me at det er liten forskjell mellom dei to. Det veles å nytta resultatet frå frekvensanalyse gitt dei lange dataseriane som ligg til grunn for det.

Tabell 9-5: Oppsummering resultater fra ulike metoder

Felt	RFFA-2018 (l/skm ²)	Frekvensanalyse (l/skm ²)	Valgt verdi (l/skm ²)
Tysso	1287	1210	1210

9.1.7 Kulminasjonsfaktor

Verdiane i Tabell 9-5 er døgnmiddelverdier. Maksimal flaumstorleik vil alltid vera større enn døgnmiddelverdien. Det blir berekna forholdstalet mellom momentan og døgnmiddelflaum basert på formelen for haustformelen. Formelen er henta frå NVEs rettleiar for flaumberekningar [17] og gitt under:

$$\frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 2,29 - 0,29 \log(A) - 0,27 A_{se}^{0,5}$$

Berekna forholdstal for feltet til Tysso er 1,43.

9.1.8 Klimapåslag

For Vestlandet er klimapåslag avhengig av plassering og dominerande flaumsesong. I NVEs rapport «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» [18] blir det omtala at største endringar i Vestlandet forventast en del innlands. Sidan nedbørfeltet ligger ca. 100 km frå kysten blir det valt å leggja 40% klimapåslag.

9.1.9 Ruting av Solsævatn

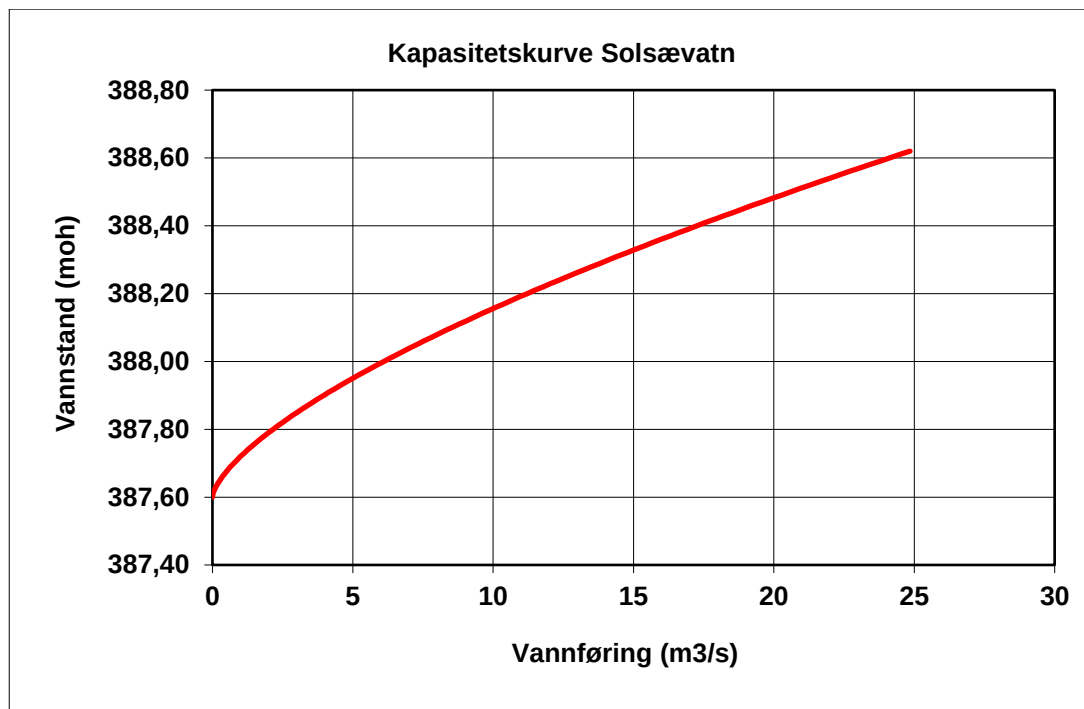
Vassføringskurven vist i Figur 9-4 er sette opp etter geometrien til dam Solsævatn angitt i [19] med følgjande føresetnader:

- Netto overløpslengd er 13,4 m på kote 387,6 med overløpskoeffisient $C = 1,8$
- Frihøgde mellom overløp og underkant bru er 1,55 m
- Avstand mellom underkant bru og overkant av brudekke er 0,5 m
- Det er inga tapping frå magasinet gjennom flaumperioden
- Det er ingen overløp i terreng

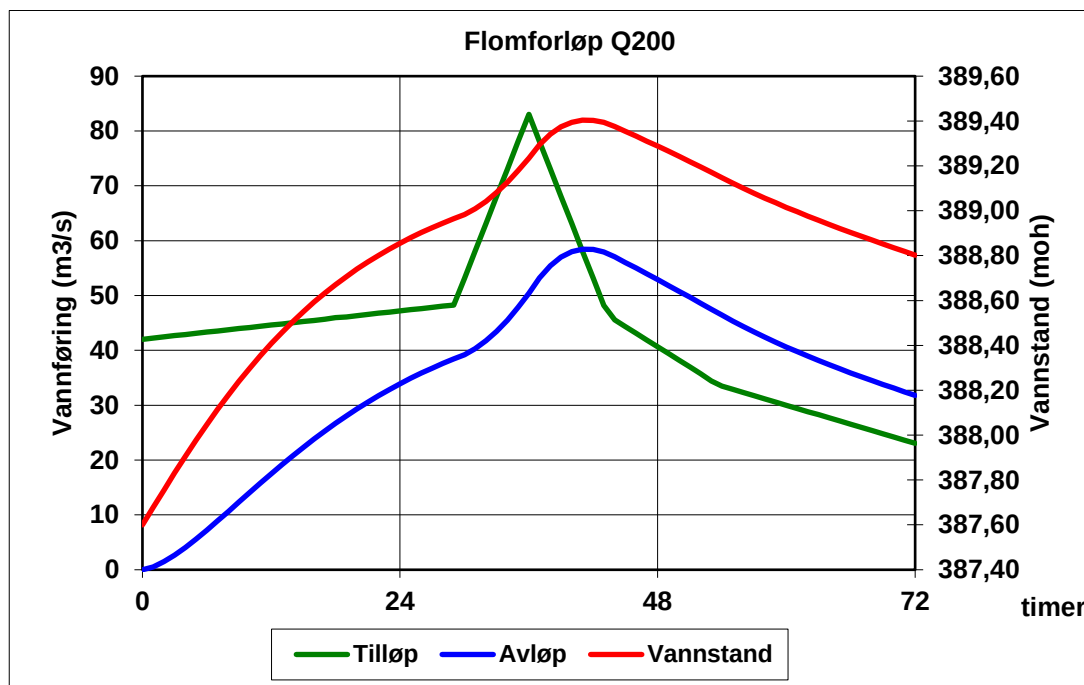
Det er ukjent kva vassfordeling er ved inntaksdammen i Tyssedalen. Derfor er det antatt at mesteparten av tilsig frå Tyssedalen strøymar forbi inntaksdammen, som reduserer den flaumdempande effekten av Solsævatn.

Flaumforløp for Solsævatn er basert på eigenskapar til feltet Myrkdalsvatn og tilløpsflaumen er basert på den gjennomsnittlege verdien gitt i Tabell 9-3.

Maksimal avløpsflaum er på 58,4 m³/s.



Figur 9-4: Vassføringskurve for dam Solsævatn



Figur 9-5: Flomforløp Solsævatn

9.1.10 Endeleg flaumstorleik

Endeleg flaumstorleik består av regulert og uregulert del av feltet. Uregulert del av feltet beslår 57 km og gitt kulminasjonsfaktor på 1,43 og spesifikk flaumstorleik på 1210 l/skm² er 200-års flaum 98,6 m³/s. Middelflaumen er berekna som om den hadde det vore uregulert.

I tabell under er det gitt endelege flaumstorleik for dagens situasjon og situasjonen i framtidas klima (2100).

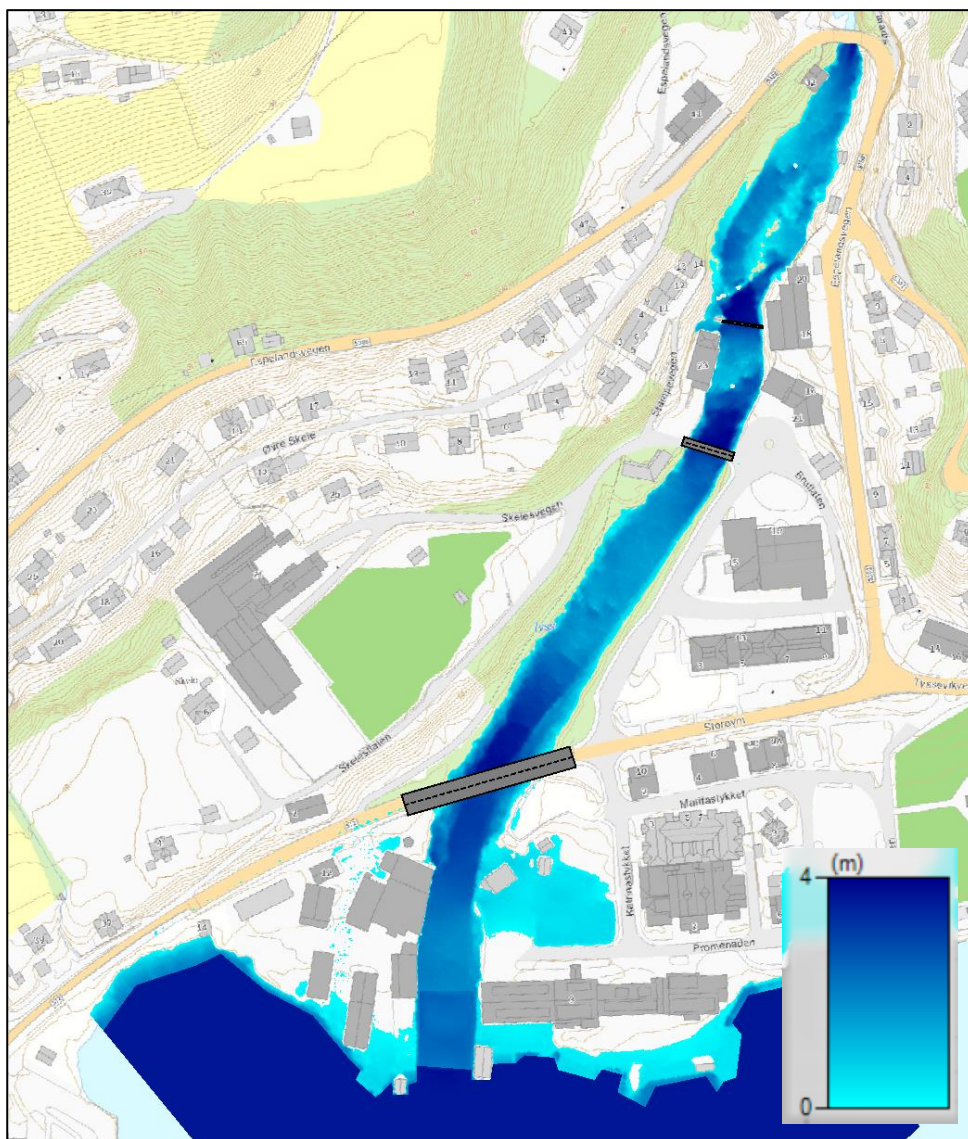
Tabell 9-6: Endelege flaumstorleiker

Gjentaksintervall	Dagens situasjon (m ³ /s)	2100 (inkl. 40 % klimapåslag) (m ³ /s)
QM	45	63
200	153	215

9.2 Flaumfare i vassdrag

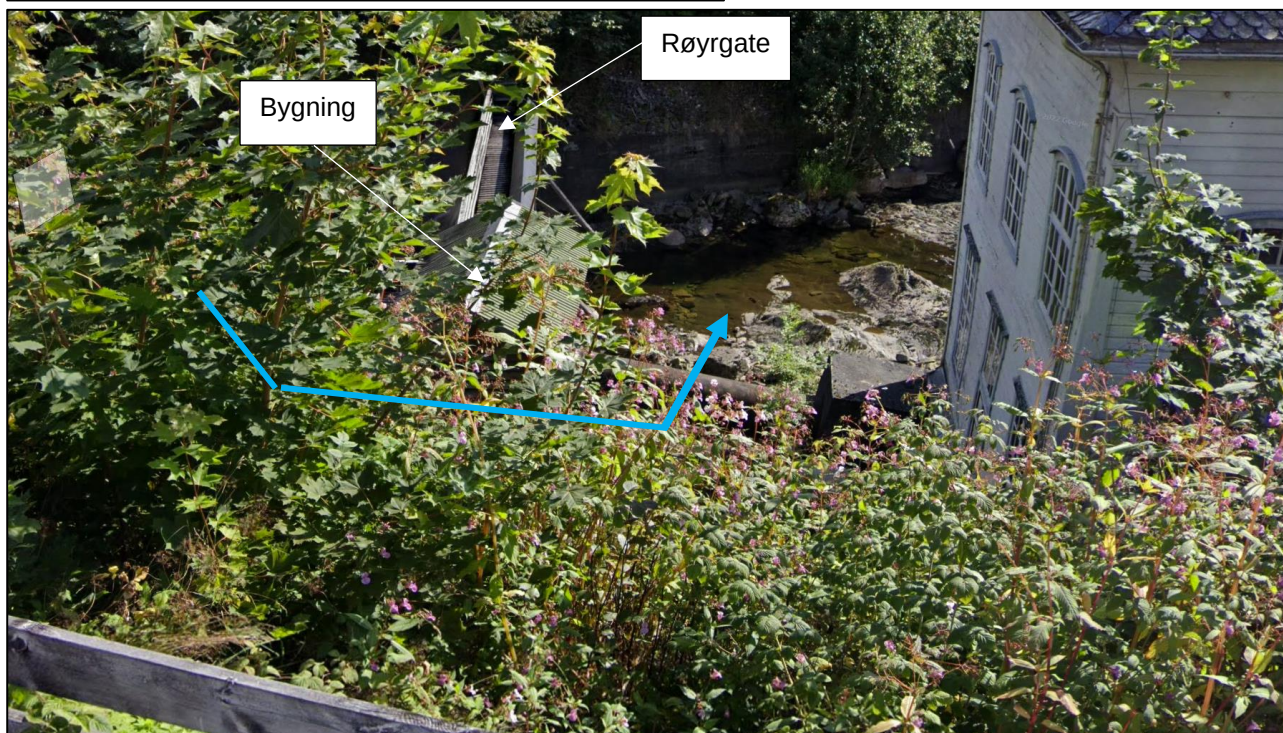
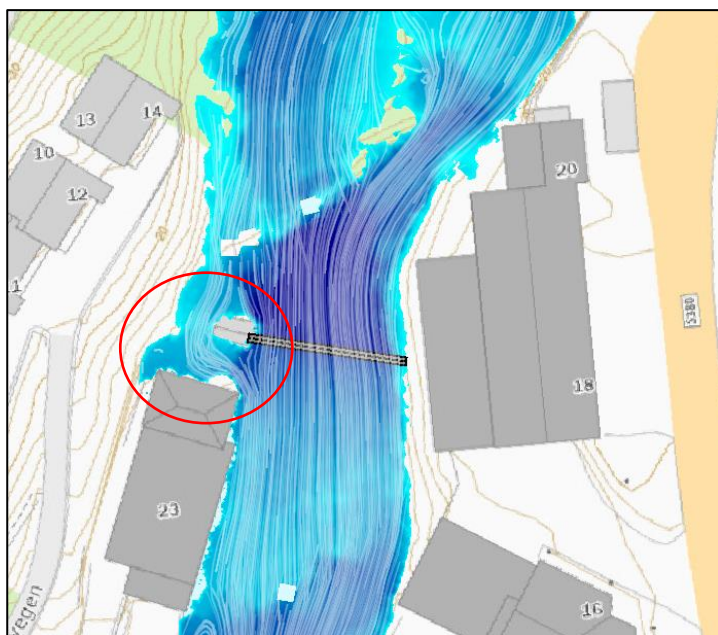
9.2.1 Flaumsone

Ved 200-årsflaum inkl. klimapåslag holde vatnet seg hovudsakeleg innanfor elveløpet. Det er to stader der elva har ikkje nok kapasitet: ved røyrgate og nedstrøms bru Storøyne.



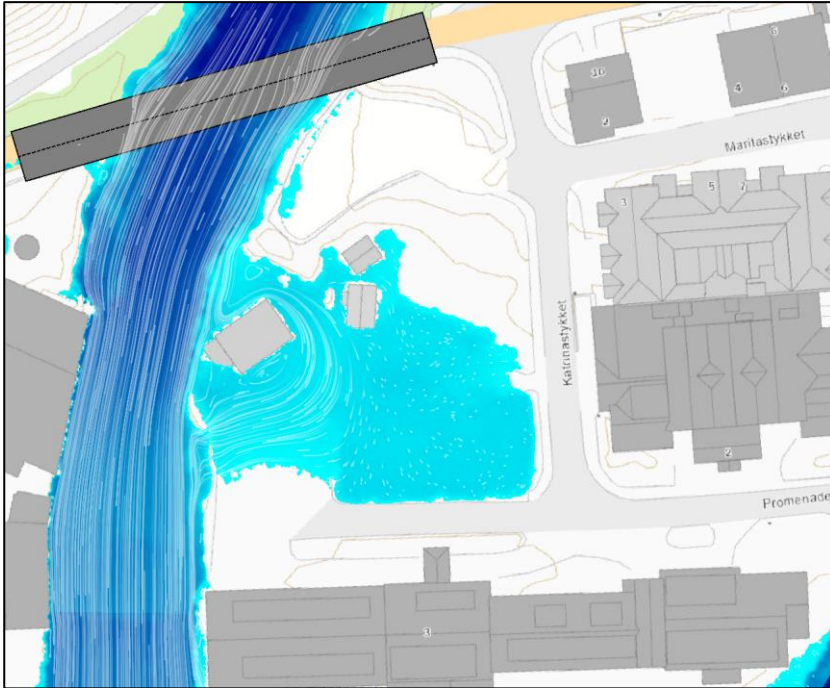
Figur 9-6: Flaumsonekart over modellområdet.

Ved røyrgate strøymet vatnet rundt eit lite bygg tilhøyrande røyrgate.



Figur 9-7: Flaumveg ved røyrgate

Ein annan stad der vatnet kjem ut av hovudløpet er ved parkeringsplassen til Brakanes hotell.

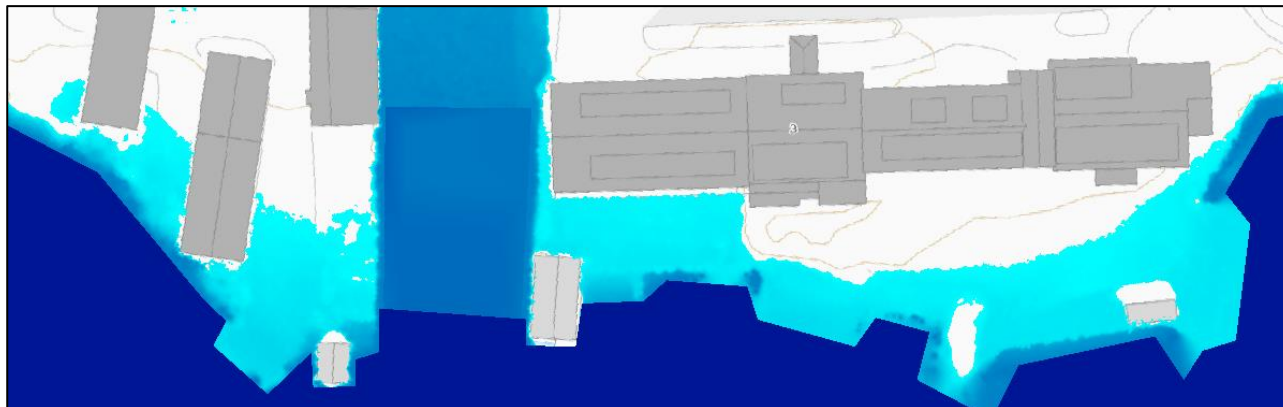


Figur 9-8: Flaumsonekart til 200-årsflom som viser overfløyming av parkerplassen til Brakanes hotell.



Figur 9-9: Bilde av parkerplassen til Brakanes hotell.

I tillegg forårsakar høg vasstand, 1,63 moh, på fjorden, at foten av ulike bygningar rund kystlinje blir råka. Det er ca.10 til 20 cm vassdjupn der.



Figur 9-10: Flaumsonekart der Tysso renner ut i fjorden.

9.2.1.1 Oppsummering kapasitet konstruksjonar i vassdrag

Tabell 9-7: Oppsummering av hydraulisk kapasitet av de ulike bruene over Tysso elva under 200-års flaum inkl. klimapåslag

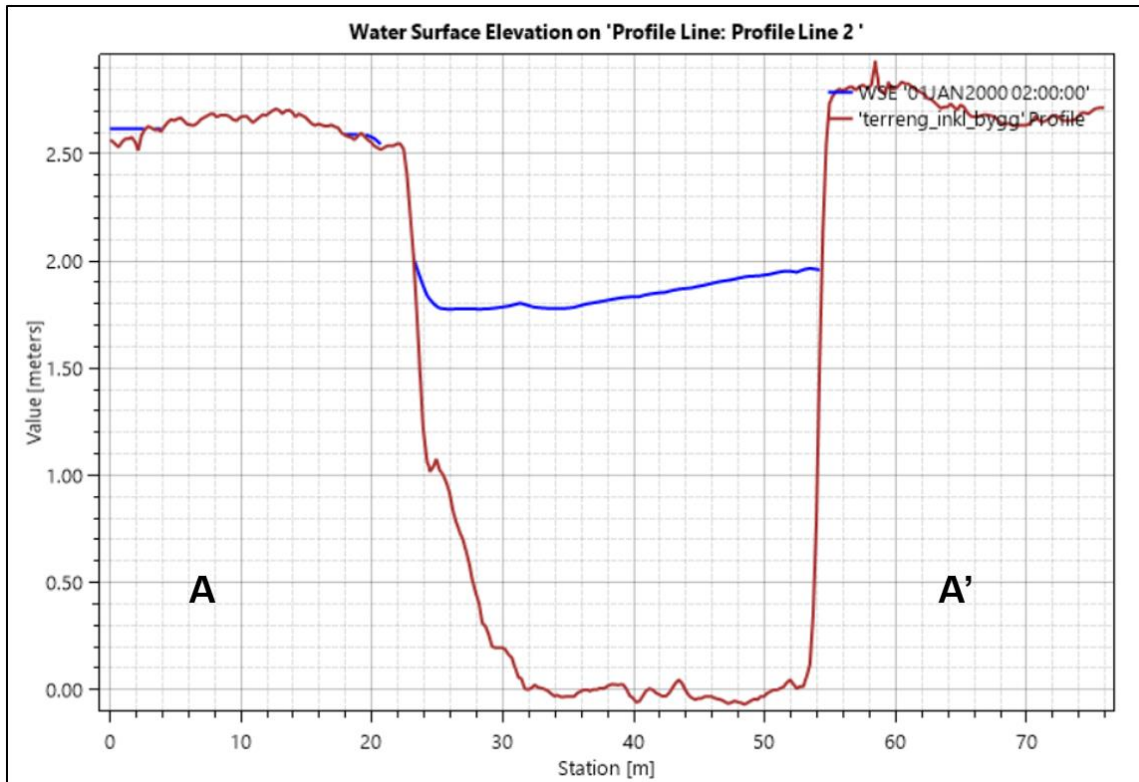
Konstruksjon	Oppstrøms vannivå	Nedstrøms vannivå	Underkant	Overkant	Kapasitet
Røyrgate	14,53	13,59	13,00	13,40	Nei
Bru Skeiesvegen	10,46	9,50	9,00	10,5	Nei
Bru Storøyini	4,25	3,40	5,83	6,43	Ja

9.2.2 Utviding av bru Skeiesvegen

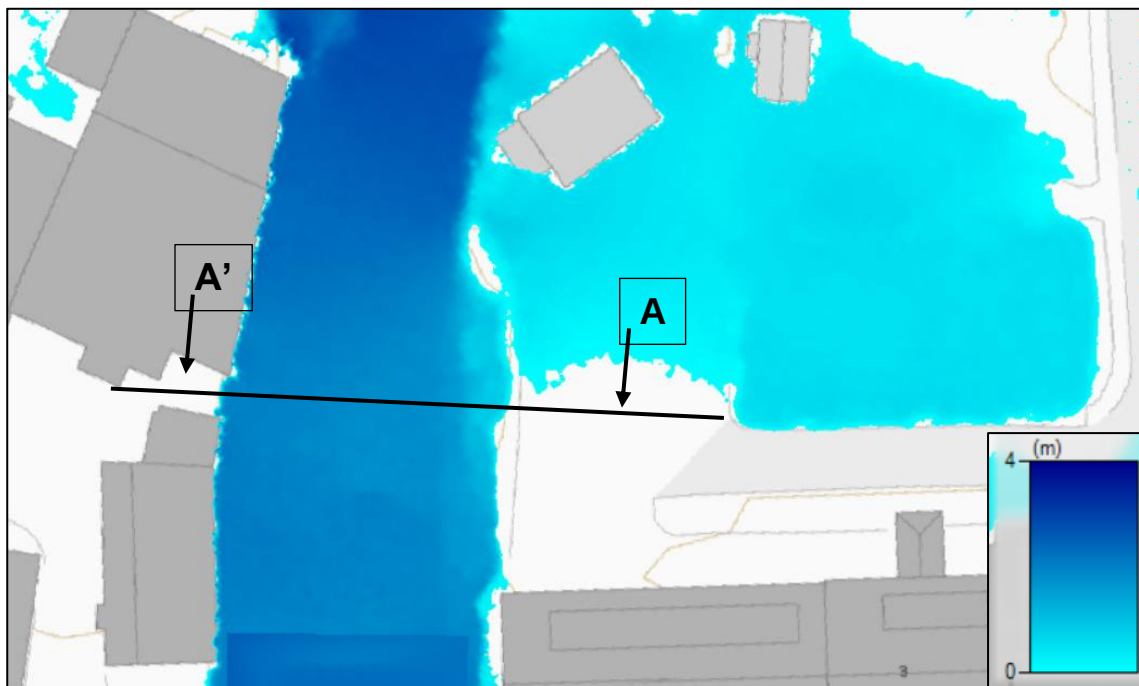
Det er planlagt å utvide bru Skeiesvegen med et gangfelt, det er allerede regulert, men er ikke gjennomført. Brua har ikke tilstrekkelig kapasitet for en 200-årsflaum, som har årsak i for liten lysopning. Det er mulig å etablere et gangfelt, men berre på nedstraums side slik det ikke forverre kapasiteten.

9.2.3 Plassering av gangbru

Der det er tenkt å etablere en ny gangbru er vasstanden under 200-års flaum inkl. klimapåslag mellom 1,78-1,98 moh. For å unngå at brua blir en hindring i flaumvegen vert det rådd til at underkant brua ligger på kote 2,5 eller høgare. Brua sine fundament bør ikke blir lagt ut i elva. På austsida fløymer ein del av parkeringsplassen over og vatnet renner tilbake til elveløpet, fundamentet til bru må utformast slik at det ikke hindrar det. Sidan bruspennet er ca. 30 m bør hydraulisk kapasitet av brua vurderast i detaljprosjekteringa, om det blir nødvendig å ha en pilar i elva.



Figur 9-11 Tverrsnitt på beliggenhet av gangbrua, se neste figur for beliggenhet.



Figur 9-12 Vassdjupnekart av området der gangbrua er tenkt å etablere.

9.2.4 Oppsummering flaumfare

Ved ein 200-årsflaum inklusiv klimapåslag held vatnet seg stor sett innanfor for hovudløpet. Det er berre nedstrøms bru Storøyni at vatnet fløymer ut av elva og overfløymer en del av parkeringsplassen til Brakanes hotell. Det er ingen bustadar som blir råka.

Planlagde bustader på Storøyni vert råka av flaumsona frå fjorden, då det ligg lågare enn nivået til 200-års flaum. Terrenget må hevast, alternativt trekt attende frå sjøen 10-20 m.

Planlagt parkeringsplass for el-bil ligg utanfor flaumsona.

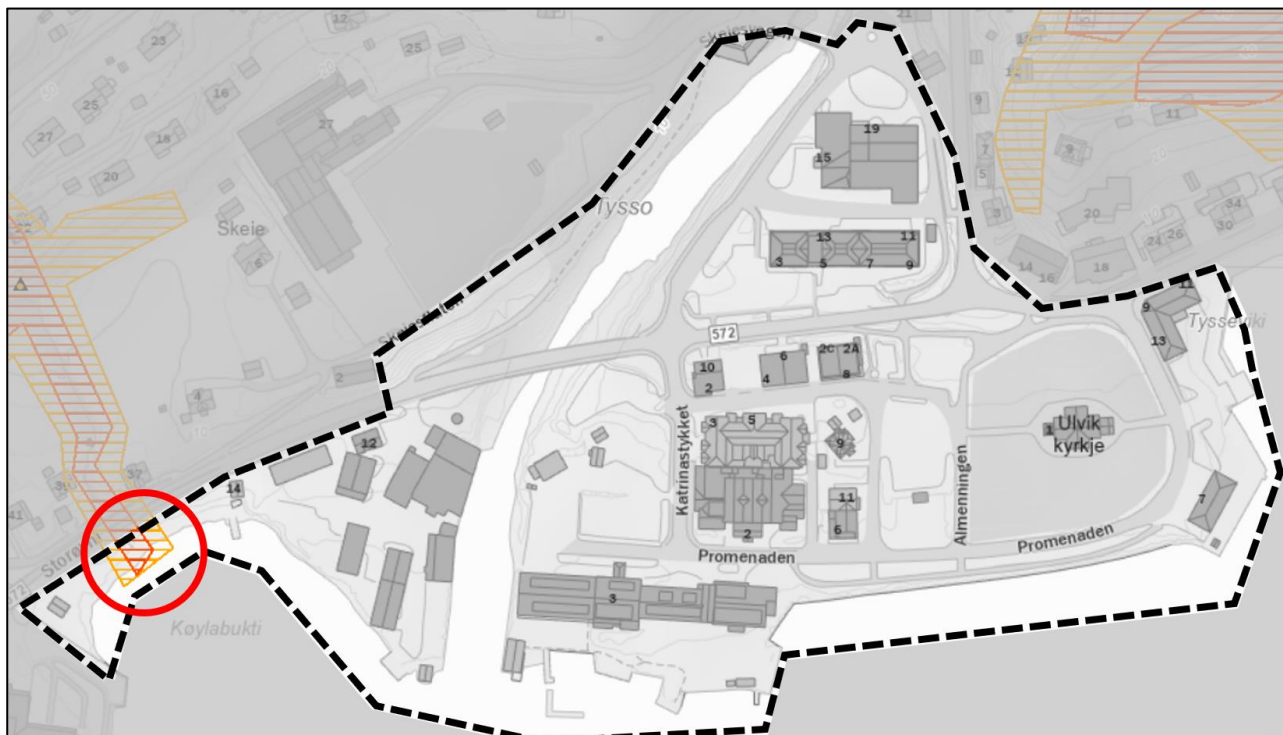
Det er tre bruer i vassdraget der røyrgate og bru Skeiesvegen ikkje har tilstrekkeleg kapasitet, men det fører ikkje til at vatn fløymer ut av elveløpet og det er derfor ikkje behov for tiltak. Det er mogleg å utvide bru Skeiesvegen på nedstrøms side utan å forverre hydraulisk kapasitet av brua.

Ny gangbru ved Storøyni må plasserast over kote 2,5 for å være høgt nok ved en 200-årsflaum. Sjølve fundamenta må ikkje etablerast i elva, men på sidene.

Eksisterande sidesikring har tilstrekkeleg stor stein og blokker, det er berre ein stad (10-20 m nedstraums bru Skeiesvegen) der det vert rådd til å reparere eit svak punkt. Det gjeld ein overgang frå tørrmur til store blokker der denne ligg for lågt.

10 Skred i bratt terreng

Det er utarbeidd faresonekart for skred i Ulvik. Det er eitt område ved Køylabukta som vert råka av faresona. I dette område er det i dag regulert til friområde. Der ligg nokre nausteigedomar, men bygningane er ikkje råka av faresona. Det vert ikkje lagt opp til nye tiltak i område. Faresoner videreføres i plankartet som hensynssoner.



Figur 10-1 Faresone skred i bratt terreng (Kjelde: NVE temakart.nve.no – [kartlagt mai 2018](#))

Vidare utelukkar faresona berre tiltak i tryggleiksklasse 2 og 3, slik at bygningar utan varig opphald kan tillatast. Utenfor planområdet er fleire faresoner for skred. Skred utenfor planområdet, samt flom og overvann kan påvirke kvarandre slik at nye skred utløses der det ikkje er kartlagt faresoner for skred. 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 ut i fjorden og om en ev. skal vurdere sikringstiltak mot skredfare, selv om faresonene ligger utenfor/oppstrøms planområdet.

11 Vurdering av områdeskredfare

Basert på utførte grunnundersøkingar er det i dette kapittelet gitt ei vurdering av områdestabilitet i samsvar med Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin stegvise prosedyre for utredning av områdestabilitet i kap. 3.2 i NVE-veileder Nr. 1/2019 *Sikkerheit mot kvikkleireskred* [5].

11.1 Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

I henhold til NVE Atlas er det ingen registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området. Skredfare er ikkje avklart sjølv om byggeområdet ligger utanfor registrerte kvikkleiresoner eller det ikkje er registrerte kvikkleiresoner i området.

Prosedyren fortsette til neste punkt.

11.2 Steg 2: Avgrens områder med mogleg marin leire

Planområdets grense ligger på det lågaste ved ca. kote 0 mot Ulvikafjorden (ca. kote minus 17 om ein reknar plangrensa på sjøbotn). Videre strekker planområdet seg til ca. kote 20 i nordleg retning mot Stampevegen. Marin grense i det aktuelle området går til ca. kote 120, og planområdet ligger derfor under marin grense, sjå Figur 11-1.



Veilederen angir at ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m), er det ikkje fare for at det vil utløyse områdeskred. Det må også vurderast om det er mogleg marin leire høgare opp i terrenget – slik at planområdet kan bli råka av et skred som lausnar derfrå.

Det er innleiingsvis observert antatt berg i dagen nær aktuelt område gjennom bruk av Google Maps/Street view [8]. Hovudsakeleg er dette observert langsmed og sør for Espelandsvegen. Også lokalt i elva Tysso,

nord for planområdet, er det observert berg i og ved elvebotn. Innleide observasjonar av berg i dagen gir ikkje indikasjon på at lausmassemektigheten forventast å være mindre enn 2 m i planområdet.

Ein kan ikkje utelukke fare for områdeskred i dette steget av utreiinga. Planområdet og tiltak der ligg under marin grense og derfor i et aktsemdsområde med mogleg marin leire.

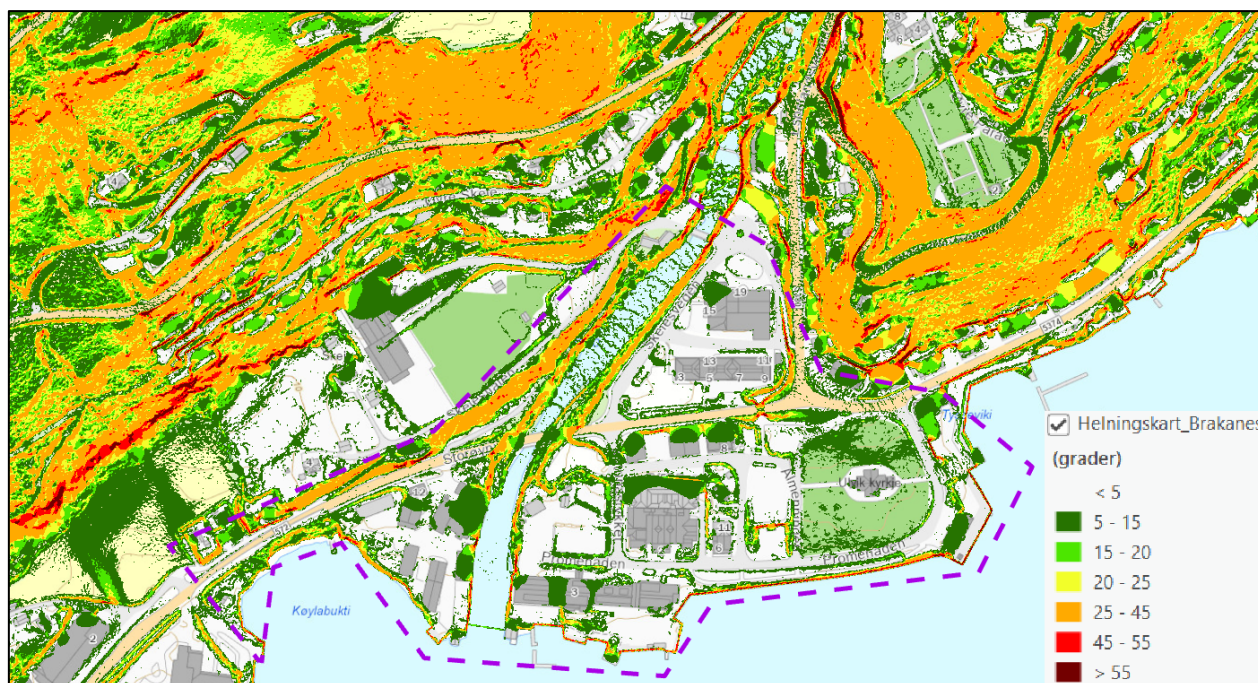
Det må gjennomførast vidare utredning i høve til prosedyren.

11.3 Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsett for områdeskred

Generelt kan områder der total skråningshøgde (i lausmassar) er over 5 meter, eller det opptrer jamt hellende terreng brattare enn 1:20 og med høgdeforskjell over 5 meter, inngå i lausneområde for skred. Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred, kan avgrensast til 3 x lausneområdets lengde målt frå nedre kant av lausneområdet.

Sjølve planområdet på land er i hovudsak flatt eller med terrenghelling under 5 grader, sjå Figur 11-2. Unntaka er skråningar langsmed elven Tyssø, og skråning nord for Fv572 Storøyeni mot Skeie og Skeiesflaten. Skråningshellinga er her vurdert å ligge mellom 25 og 45 grader. Høgdeforskjell i nemnte skråningar er generelt over 5 m, og vurderast å være moglege lausneområder for skred.

Ovanforliggende terreng til planområdet viser også betydelege hellingsforhold. Nord for Skeie/Skeiesvegen viser terrengeanalyse hellende terreng mellom 25 og 45 grader, med enkelte lokale områder med helling mellom 45 og 55 grader. Skråning øst for Fv5380 Espelandsvegen og nord for Fv5374 Tyssevikvegen viser også same hellingsforhold. Skråningshøgde i nemnte ovanforliggende områder er generelt over 5 meter, og vurderast å være moglege lausneområder for skred, kor planområdet ligger i utløpssonen.



Figur 11-2: Skjermdump av terrenghellinganalyse på land. Planområdet markert med stipla lilla linje.

Strandsona tilknytt planområdet viser gjennom terrengeanalyse å helling mellom 25 og 45 grader ut i Ulvikafjorden, før det flater noko ut, og har en helling mellom 5 og 15 grader, sjå Figur 11-3. Høgdeforskjell mellom sjøbotnsskråning og terreng på land i strandsona vurderast i høve til til NVE ekstern rapport 9/2020 [20] å utgjera moglege lausneområder for skred.



Figur 11-3: Skjermdump av terrenghellingsanalyse på sjø. Planområdet markert med stipla lilla linje.

Ved å ta utgangspunkt i terengkriterier angitt i NVEs veileder [6], går det frem at planområde kan utgjøre et lausneområde for skred. Det kan heller ikke utelukkast at deler av planområdet ligger i utløpsområdet for skred med lausneområde i ovanforliggende tereng, da hovudsakeleg moglege lausneområder nord for planområdet.

Det må av den grunn utgreiast vidare i høve til prosedyren.

11.4 Steg 4: Bestemme tiltakskategori

Tiltakskategori fastsettes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred. Som utgangspunkt benyttes kvikkleireveilederens tabell 3.2, her vist i Figur 11-4. Ein gitt tiltakskategori medfører eitt gitt sikkerhetskrav.

Tiltakene som vurderes og er en del av planarbeidet er beskrevet i mer detalj i rapportens kapittel 2, og kan listes opp som følgende:

- Bustadområde på Storøyri. Her antas det å omfatte mer enn 2 boenheter.
- Allmenningen. Strukturen på området strammes opp og det etableres flere funksjoner på arealet.
- Strandpromenade. Etablering av rasteplass og gjestehavn.
- El-bil lading/parkering.
- Mulig ny bru fra busstopp til skoleområde. Gangbru.

Planområdet omfatter flere ulike tiltak som hver for seg kan ha ulik tiltakskategori. Samlet sett for planområdet settes tiltakskategori lik det tiltak som gir høyest kategori, i dette tilfellet bustadsområde på

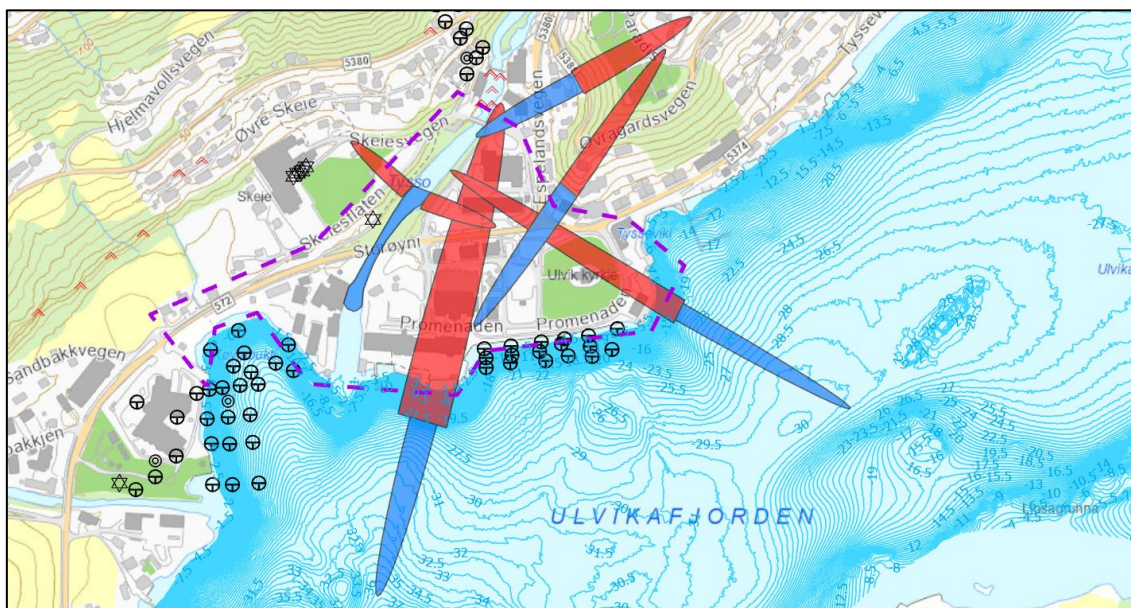
Storøyeni. Det aktuelle tiltaket medfører større tilflytting/personopphold, samt at det er en viktig samfunnsfunksjon. Tiltaket gis **tiltakskategori K4**.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeiler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 11-4 Utklipp fra kvikkleireveilederen med beskrivelse av tiltakskategorier [5].

11.5 Steg 5: Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulige lausneområder

Ved å ta utgangspunkt i vurderingar frå de føregåande stega i utreinga, er det angitt antatt kritiske skråningar i og omkring planområdet. Figur 11-5 viser moglege lausneområder for områdeskred.

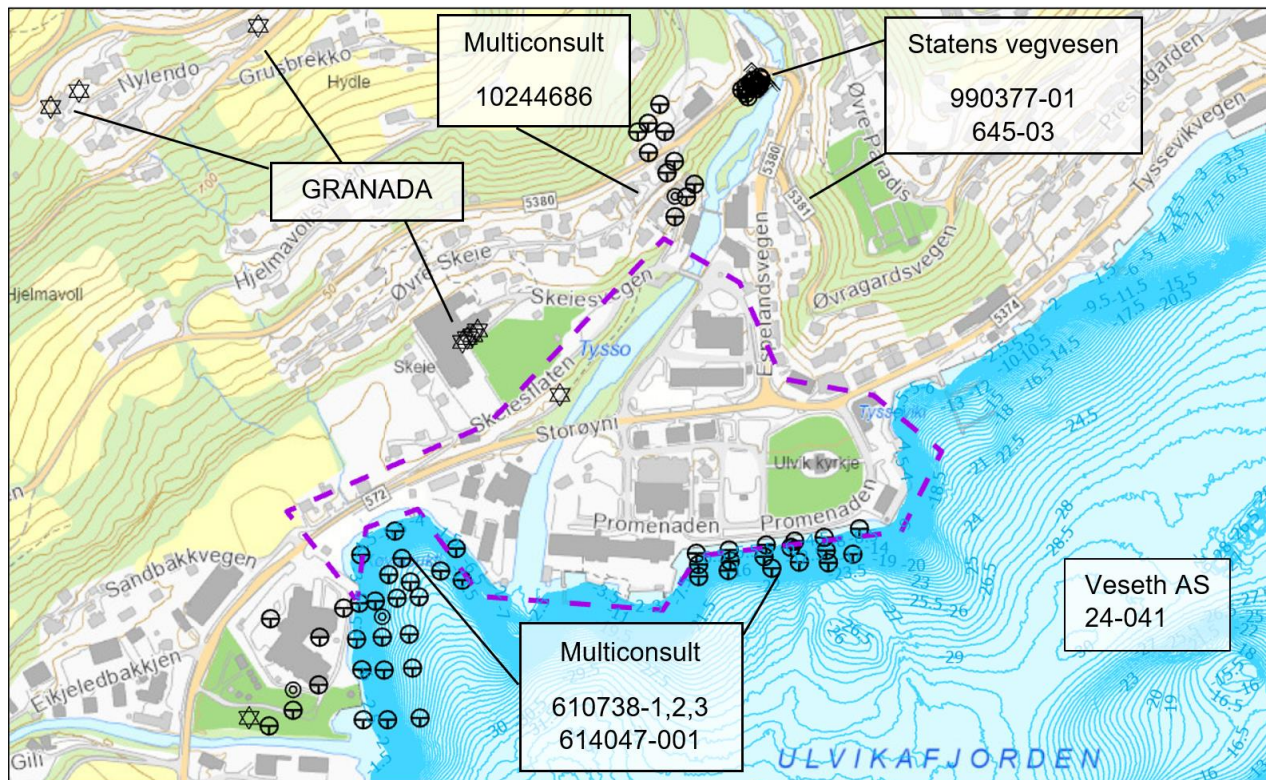


Figur 11-5: Viser et utvalg av mulige kritiske skråninger med tilhørende indikasjon av løsneområde (rød) og utløpssone (blå) for skred. Planområdet vist med lilla stiplet linje.

Det er tidlegare blitt utført geotekniske- og andre grunnundersøkingar på og nær det aktuelle området. Tabell 8 viser aktuelle rapporter frå tidlegare utførte undersøkingar. Det gis også en kort oppsummering av relevante vurderingar tilknytt grunnforhold som er beskrevet i de ulike rapportane. Figur 11-6 viser plassering av tidlegare utførte grunnundersøkingar i og omkring planområdet.

Tabell 8: Oversikt over tidlegare utførte undersøkingar i og nær det aktuelle området.

	Rapportnavn	Utført av	Dato	Grunnundersøkelser
A	24-041 Havbunnskartlegging Ulvik	Veseth AS	20.03.2024	Nei (sjøbunns scanning)
B	10244686 Tysso kraftverk	Multiconsult	22.06.2022	Ja
C	614047-001 Promenaden, Ulvik	Multiconsult	04.05.2012	Ja
D	610738-3 Køylabukta, rehabiliteringssenter	Multiconsult	24.02.2006	Ja (Miljø)
E	610738-2 Køylabukta, rehabiliteringssenter	Multiconsult	08.02.2006	Ja
F	610738-1 Køylabukta, fylling i sjø	Multiconsult	30.11.2005	Ja
G	990377-01 Trafikksikring ved Tysso	Statens vegvesen	04.11.1999	Ja
H	645-03 Fylling i Ulvikfjorden	Statens vegvesen	19.04.1989	Ja
I		GRANADA		Ja (Brønnboring)



Figur 11-6: Oversikt som viser plassering av tidlegare utførte undersøkingar. Planområdet vist med lilla stipla linje.

10244686 Tysso kraftverk, Multiconsult:

«Grunnundersøkelsene viser at lausmassene i området generelt består av et topplag av antatt fyllmasse i forbindelse med veger og utbygging. Generelt består lausmassane av antatt siltig, sandig og grusig materiale...»

Det er boret til antatt berg i alle punktene og prøvetaking med påfølgende laboratorieundersøkelser viser at det ikke befinner seg sprøbruddmateriale i prøvepunktet.

614047-001 Promenaden Ulvik, Multiconsult:

«Grunnundersøkelsene viser i hovudsak at massene består av antatt sand, grus og stein. I enkelte dybdenivå er det mindre innhold av stein og grus...»

Vår vurdering av massene er at disse består av sand og grus med stein. Resultata syner ikkje indikasjonar på at materialet kan bestå av finkornige massar som kan gje poretrykksoppbygging.»

Samtlige borer er avsluttet etter ca. 15-20 m dybde uten å påtreffe antatt berg. Skråning i undersøkelsesområdet går fra ca. kote 2,5 ved topp ned til kote minus 22 før det flater merkbart ut. Det er ikke tatt opp prøver. Det vurderast at enkelte sonderingar viser sjikt med tilsynelatande laust lagra masser.

Ettersom det ikke er tatt opp prøver, er det vanskelig å med sikkerhet utelukke at det opptrer sprøbruddmateriale i det undersøkte området. Det vurderes likevel at et slikt lag ikke er sammenhengende på land, men at det kan være sammenhengende lag i sjø. Dette vil bla. si at et evt. skred i sjø ikke vil arealer innover på land.

610738-1/2/3 Køyabukta, fylling i sjø og rehabiliteringssenter:

«Grunnundersøkelsene på sjø viser i hovedsak et topplag med treflis, fulgt av antatt siltig materiale som stedvis også kan være rene sandlag. Videre ned opptrer fastere lagrede masser av antatt silt, sand og grus...»

Samtlige boringer er avsluttet etter ca. 20 m dybde uten å påtreffe antatt berg. Prøvetaking med tilhørende laboratorieundersøkelser ned til ca. 6 m dybde, viser finsand med treflis. Undersøkelsene viser at det ikke opptrer sprøbruddmateriale i det undersøkte området. Det vurderes likevel å være noe begrenset prøveomfang, samt at tilsynelatende løst lagrede masser under 6 m dybde ikke er dokumentert gjennom laboratorieanalyser.

«Grunnundersøkelser på land viser i hovedsak et topplag av steinfylling og grus. Videre nedover består massene av vekslende blanding sand og grus.»-

Prøvetaking med tilhørende laboratorieundersøkelser viser at det ikke opptrer sprøbruddmateriale i det undersøkte området. Samtlige boringer er avsluttet etter ca. 20 m dybde uten å påtreffe antatt berg.

990377-01 Trafikksikring ved Tysso, Statens vegvesen:

«... Dybden til fjell i boringene varierer fra 2,2 til 4,3 m... Løsmassene i veifyllingen består av steinfylling og middels fast til fast siltig morene...»

Samtlige boringer er avsluttet i antatt berg og det er ikke tatt opp prøver. Det er også observert og målt inn berg i dagen i flere punkter omkring det undersøkte området. Det vurderes at det ikke befinner seg sprøbruddmateriale i det undersøkte området.

645-03 Fylling i Ulvikfjorden, Statens vegvesen:

Tilgjengelig rapport inneholder ikke oversiktstegning/borplan og er derfor utfordrende å plassere. Det er tolket slik at undersøkelsene er utført langsmed elven Tysso, frå kryss der Espelandsvegen og Øvregardsvegen møtes, og videre sørover. Resultatene er angitt som tverrprofiler med tilhørende boringer. I henhold til vegsystemreferanse tilsvarer Øvregardsvegen Fv303 i tiden rapporten ble utarbeidet, og løsmassene beskrives som følger; «Løsmassene består av grusig sand, noe steinblandet...»

Det vurderes at undersøkelsene gir en indikasjon på løsmasseforholdene i skråning hvor Øvregårdsvegen går, nord-øst for planområdet. Ettersom det er knyttet usikkerhet til undersøkelsesens plassering, kan ikke resultatene med sikkerhet utelukke at det befinner seg sprøbruddmateriale i nevnte skråning.

GRANADA

Det er tidligere utført brønn-boringer av ulike aktører til ulike tidspunkt i og omkring planområdet. Boringer ved Brakanes skule og boring like sør-øst for Skeiesvegen mot Elva Tysso, indikerer løsmassemektighet mellom 3,5 m og 8,8 m. Løsmassetypen beskrives som grus, sand og jord av utførende firma. Boringer utført nord-vest for planområdet, ved Nylendo og Grusbrekko, indikerer mellom 1 m og 2 m løsmassemektighet.

Det vurderes at undersøkelsene påviser bergnivå og løsmassemektighet på en god måte. Ettersom det ikke foreligger bilder av løsmassene, sonderingsprofiler eller prøvetaking er utført, kan ikke typen løsmasser anses som tilstrekkelig dokumentert.

Samlet vurdering Steg 5:

På bakgrunn av de tidligere utførte grunnundersøkelsene i og nær planområdet, er det utarbeidet en oversiktstegning som viser mulige kritiske skråninger inkl. indikasjon av løsneområde og utløpssone for skred, sjå Figur 11-5. Der er det vurdert å være tilstrekkelig kjennskap til grunnforhold og terreng til å utelukke at planområdet ligger i utløpssone for sprøbruddskred med løsneområde nord for Brakanes skule og nord-vest for elven Tysso.

Det er dog ikke funnet nok grunnlag til å utelukke at planområdet kan utgjøre et løснеområde for skred ved skråninger langsmed elven Tysso, og skråning nord for Fv572 Storøyni mot Skeie og Skeiesflaten.

Det er heller ikke funnet nok grunnlag til å utelukke at planområdet ligger i utløpssone for skred med løснеområde i skråning hvor Øvregardsvegen går. Aktuell skråning befinner seg nord-øst for planområdet.

Det foreligger mye geoteknisk grunnlag fra undersøkelser i Køylabukta, samt langsmed Promenaden sør for Ulvik kyrkje. Undersøkelsene indikerer at det ikke befinner seg sprøbruddmateriale i de undersøkte områdene på sjø, men det er hentet opp begrenset med prøvemateriale fra sjøbunnen for å dokumentere dette. Videre er det en strekning på ca. 250 m langsmed strandsonen mellom de to undersøkelsesområdene hvor det ikke foreligger geoteknisk data. Det er også et strekk på ca. 130 m langsmed strandsonen på østsiden av promenaden/Ulvik kyrkje, hvor det ikke foreligger geoteknisk data. Det er ikke funnet nok grunnlag til å utelukke at deler av planområdet kan utgjøre et løснеområde for skred ved strandsonen.

Ettersom det ikke kan utelukkes at planområdet ligger i mulige utløpssoner og løснеområder for skred, må det utredes videre i henhold til prosedyren.

11.6 Steg 6: Befaring

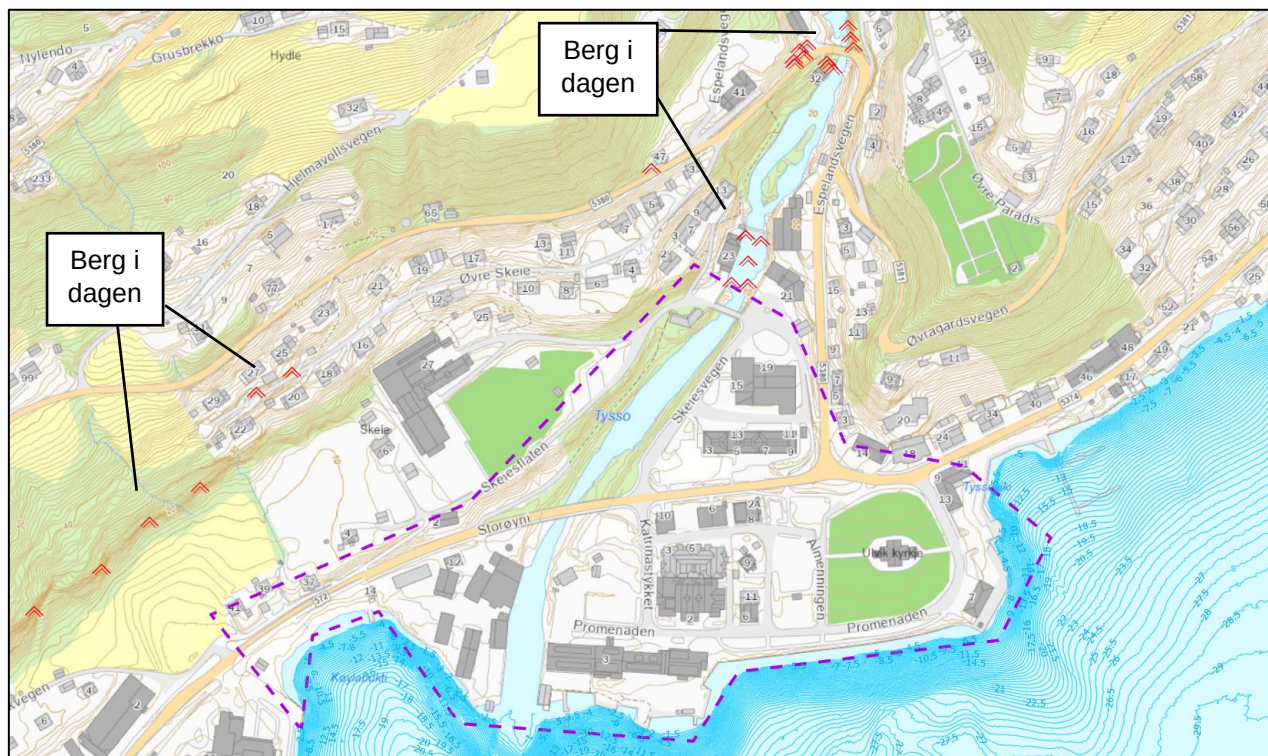
Norconsult ved Marijn Alferink gjennomførte synfaring av planområdet og tilgrensande område 18.07.2024. Synfaringa fokuserte på registrering av berg i dagen, samt erosjonsforhold i elva Tysso.

Foruten bilder og observasjoner fra selve befaringen, er det benyttet bildegrunnlag fra Google Maps. Det er også benyttet supplerende informasjon i form av tilgjengelige satellittdata fra InSAR [21] og Høydedata (LIDAR) [22].

Erosjon i elva Tysso er beskrevet i kapittel 5.1. Figur 11-7 viser markering av antatt dagberg i og omkring planområdet. Observasjonene bidrar til å avgrense mulighetene for eventuelle løsne- og utløpsområder for områdeskred, som vist og beskrevet i rapportens øvrige stegvise utredning.

Foruten skråningar langsmed elva Tysso, er sjølve planområdet i hovudsak flatt, men strandsona skrånar ned i sjø. Observasjoner og informasjon fra øvrige steg i utredningen, samt nylig utført befaring, har vist at det ikke befinner seg dagberg i nevneverdig grad i planområdet. Det foreligger ikke indikasjoner på at det er grunt til berg i større deler av planområdet.

Det vurderes på nåværende tidspunkt at det ikke foreligger nok grunnlag til å utelukke at deler av planlagte tiltak ligger innenfor et mulig løsneområde. Det må av den grunn utredes videre i henhold til prosedyren.



Figur 11-7: Oversikt som viser observasjoner av dagberg i og omkring planområdet.

11.7 Steg 7: Gjennomføring av grunnundersøkelser

Norconsult Boretteknikk AS gjennomførte i uke 20-23 2024 geotekniske grunnundersøkelser både på land og på sjø ved Brakanes sentrum. For fullstendige resultater fra grunnundersøkelsene henvises det til 52209130-RIG-R01 Geoteknisk datarapport med vedlegg og tegninger.

Delkapittel 0 i denne rapporten gir en samlet vurdering og opplisting av mulige kritiske skråninger med tilhørende løсне- og utløpsområder. Disse er også illustrert i Figur 11-5. Under følger en gjennomgang av resultat fra grunnundersøkelser opp mot de identifiserte kritiske skråningene.

Borpunkt 3, 4, 12, 21 og 40 er plassert langs elvekanten på vestsiden av Tysso. Generelt er det her registrert middels fast til meget fast lagrede masser med innslag av noe lavere boremotstand i enkelte punkter. Det er tatt opp prøver i punkt 40 i intervallet 1,0 til 3,0 m. Materialet beskrives som sandig grus (antatt humusholdig) og silt, sand og grus. Beskrevet løснеområde langs med elva Tysso vurderes som ikke aktuelt da det ikke opptrer sprøbruddmateriale.

Borpunkt 2 er plassert på topp av skråning i nordøst i området hvor Øvregardsvegen går. Her viser totalsonderingen et topplag av middels fast lagrede masser over meget fast lagrede masser. Det vurderes derfor å ikke opptre sprøbruddmateriale i skråningen, og at denne ikke utgjør et løснеområde for områdeskred.

Store deler av sjøbunnen utenfor Brakanes sentrum er dokumentert gjennom tidligere utførte grunnundersøkelser. Nylig utførte grunnundersøkelser av Norconsult boretteknikk, gir supplerende informasjon om grunnforholdene hvor tidligere undersøkelser forelå. Disse gir også informasjon om

sjøbunnens grunnforhold i deler av strandsonen hvor det tidligere var lite eller ingen dokumentasjon. I tillegg er det totalt gjort undersøkelser i 15 punkter på land spredt utover Brakanes sentrum.

Landboringer i strandsonen øst for Tysso, viser hovedsakelig ett lag av antatt sand og grus. Vest for Tysso viser boringene stedvis noe lavere motstand, og kan indikere et større siltinnhold eller innhold av organisk materiale/treflis, som tidligere undersøkelser har påvist. Det vurderes å ikke være påtruffet sprøbruddmateriale på land.

Resultatene fra sjøboringene langsmed og ut fra strandsonen viser stedvis lav motstand i øvre del av boreprofilene, men at motstanden er stigende med boredybden. Massene antas i hovedsak å bestå av et siltig eller gytjeholdig materiale i øvre del, før det indikeres økende grad av sandinnhold og grus. Massene indikeres å ikke være sprøbruddmateriale, men utfordringer med prøveopphenting gjør det vanskelig å konkludere sikkert. Det kan derfor ikke utelukkes at det, stedvis og i enkelte sjikt i sjøbunnen, opptrer finstoffholdige masser med sprøbruddsegenskaper.

Ettersom undersøkelsene på land viser at det ikke opptrer sprøbruddmateriale, vurderes det at eventuelle skred med løснеområde på sjø, ikke vil være sammenhengende og bakovertrekkende (retrogressiv) innover land.

Det påpekes at den lave motstanden i sjøbunnsmassene kan indikere lav stabilitet for skråning i strandsonen.

11.8 Samlet vurdering områdeskredfare steg 1 til 7

For å utrede sikkerhet mot områdeskred er den trinnvise prosedyren i NVE veileder Nr.1/2019 brukt. Det foreligger ingen registrerte faresoner (kvikkleiresoner), men hele planområdet og deler av høyereliggende terreng ligger under marin grense. Store deler av planområdet ligger enten i terreng som kan inngå i løснеområdet for skred eller i terreng som kan inngå i utløpområdet for skred.

Tiltaket er satt til tiltakskategori 4 i og med at boligområdet på Storøyeni medfører større tilflytning. Det er tidligere utført grunnundersøkelser i flere omganger i og i nærheten av planområdet. Grunnundersøkelsene ble vurdert til ikke å gi tilstrekkelig dokumentasjon og dermed utelukke fare for områdeskred som kan påvirke planområdet. Figur 11-5 viser identifiserte kritiske skråninger etter at eksisterende grunnundersøkelser er tatt i betraktning. Videre har det blitt gjennomført befaring for å plassere berg i dagen, kartlegge erosjon og verifisere kritiske skråninger. Befaringen kunne ikke utelukke fare for områdeskred.

Totalt er det gjennomført grunnundersøkelser i 29 nye posisjoner spredt ut over Brakanes sentrum, overliggende område og på sjø. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale gjennom tidligere- eller nylig utførte undersøkelser. Dokumentasjon og utredning sett under ett, vurderes som tilstrekkelig til å konkludere med at det ikke er fare for områdeskred som berører planområdet.

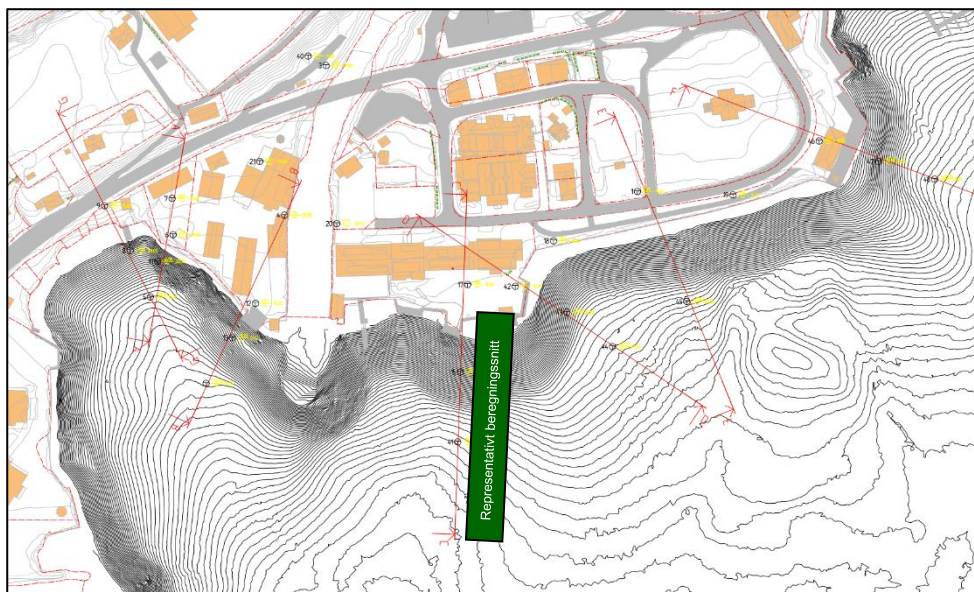
Det påpekes at stedvis lav motstand i sjøbunnsmassene, kan indikere lav stabilitet for skråning i strandsonen.

12 Skred i strandsona som ikkje er knytt til sprøbrotsmateriale

Dette kapitlet presenteres innledende stabilitetsberegninger av dagens kystsona. Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programvare Geosuite Stability ved ett kritisk snitt.

12.1 Stabilitetsvurderingar

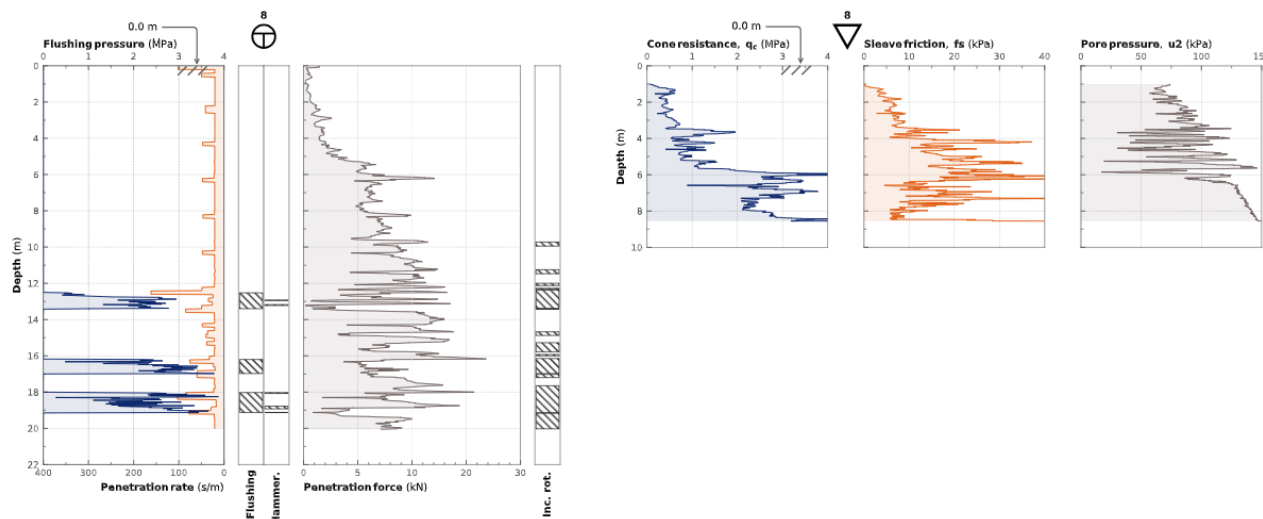
Det er utført stabilitetsberegninger ved ett kritisk snitt, se plassering i Figur 12-1.



Figur 12-1: Plantegning med plassering av beregningssnitt

Grunnundersøkelsene viser typisk tre lag under sjøbunn. Øvst er det eit laust lag hovedsakelig av treflis, deretter er det truleg siltige materialer i eit lag med mektighet om lag 3-10 meter. Dette laget kan einskilde stader vera sandig eller innehalde reine sandlag. Under dette laget er det fastare og steinhaldige massar, truleg av sand eller siltig og grusig sand.

Det er lite erfaringsdata for skjærstyrke på delvis omdanna treflis, men konsistensen minner om torvmateriale og me har vurdert skjærstyrken til dette materialet til å vera lågare enn normalkonsolidert leire. Denne typen materiale krev i tillegg svært store deformasjonar før skjærstyrke blir mobilisert. Trykksondering (CPTu) i posisjon 8 er tolka ved hjelp av excelark utvikla i samarbeid med Statens vegvesen, se vedlegg.



Figur 12-2: Aktuell boreprofil ved posisjon nr. 8, totalsondering (il vesdtere) og CPTu (til høyre)

På dette stadiet av prosjektet har me bestemt eit tryggleiksnivå gjeven av svært alvorlig brotkonsekvens og nøytral brotmekanisme. Dette fører til eit krav til berekna materialkoeffisient på $\gamma_m = 1,5$ (N200:2022 Tabell 1.4.2-1) nedenfor for eks. fylkesvei/riksvei. For øvrig gjelder krav til sikkerhet i Eurokode 7 ($F_c\phi = 1,25$ ved drenert analyse og $F_c = 1,4$ ved udrenert analyse).

Vi har regnet et representativt beregningsnitt midt i i planområdet. Forholdene varierer noe langs strandlinjen, og vi har vurdert 1 snitt der massene er mest ugunstige (Snitt C). Vi har benyttet stabilitetsprogrammet Novapoint Geosuite 2020 og skjærstyrkeparametre for dei tre ulike laga er basert på erfaringsdata med følgjande verdier for friksjon (ϕ) og attraksjon (a):

• Fyllmasser med treflis	$\phi = 32^\circ$	$a = 2 \text{ kN/m}^2$	$\gamma/\gamma' = 17/7 \text{ kN/m}^3$
• Treflis og silt	$\phi = 25^\circ$	$a = 0 \text{ kN/m}^2$	$\gamma/\gamma' = 17/7 \text{ kN/m}^3$
• Silt, sandig og bløt	$\phi = 32^\circ*$	$a = 5 \text{ kN/m}^2$	$\gamma/\gamma' = 18/8 \text{ kN/m}^3$
• Sand, siltig, sandig m/stein	$\phi = 36^\circ*$	$a = 2 \text{ kN/m}^2$	$\gamma/\gamma' = 18/8 \text{ kN/m}^3$

For mindre utbedringer på eksisterende veger kan det (i samråd med byggherren) enkelte ganger, ut fra samfunnsøkonomiske hensyn, aksepteres at sikkerhetsnivået ved geoteknisk prosjektering ikke oppnår samme krav som for ny veg, i slike tilfeller skal prosjektet gjennomgå utvidet prosjekteringskontroll (N200:2022 1.4.4).

For trafikklast ved stabilitetsberegninger skal det benyttes en jevnt fordelt karakteristisk last på 15 kPa over hele vegbredden hvis dette er mest ugunstig.

Det skal benyttes en jevnt fordelt last på 10 kPa (karakteristisk) for gang- og sykkelveger, og karakteristisk terrenglast 5 kPa.

Det benyttes en partialfaktor for trafikklast på $\gamma_Q = 1,3$ (eller 0 hvis lasten har gunstig virkning) i henhold til NS-EN 1997-1.

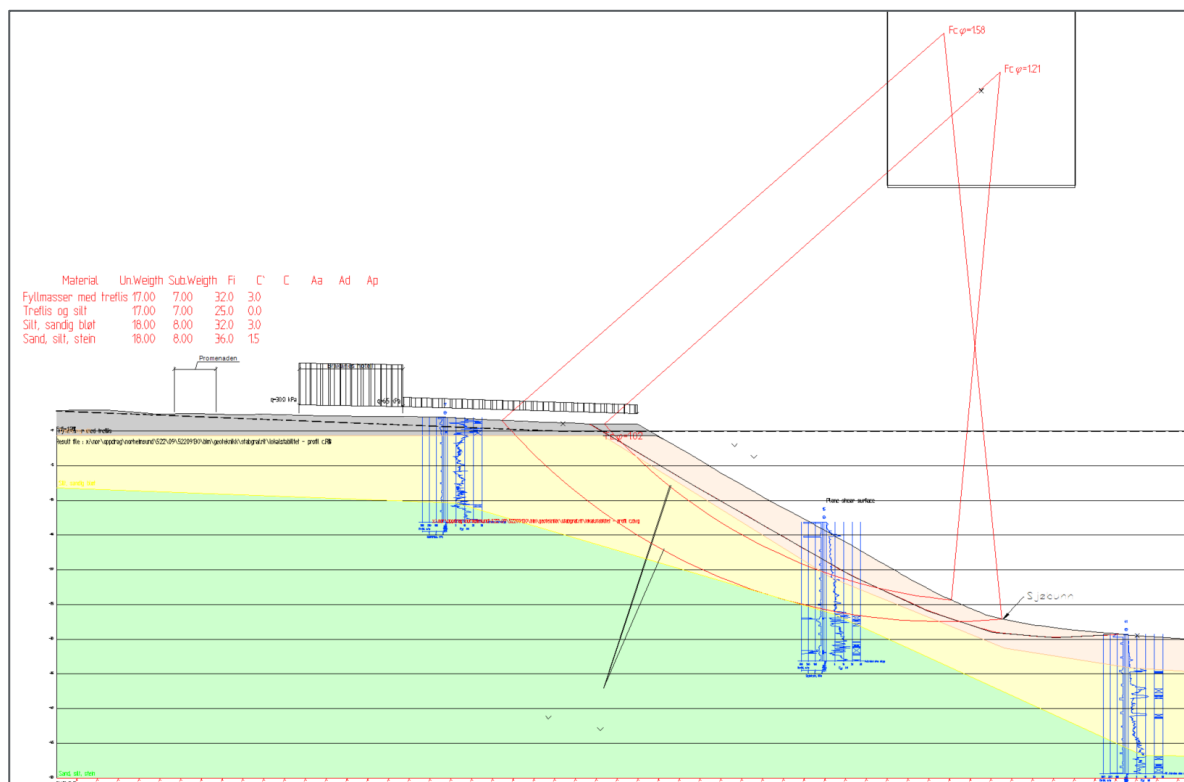
12.2 Resultater

Det er gjort stabilitetsberegninger i snitt C. Basert på beregningsresultatene er det ikke funnet tiltrekkelig stabilitet, der beregnet sikkerhetsfaktor var 1.21 mens kravet er på 1.5. Det betyr at det er nødvendig med

stabiliserende tiltak i området. Snittet går fra Promenaden via Braknes hotell og ned til sjøen, som er mellom borehol 15, 17 og 41.

Braknes hotell er også inkludert med ein jamt fordelt last på 30 kPa, og med gang- og sykkelveien plassert fra hotellet ut til skråningen med ein jamt fordelt last på 6.5 kPa.

Det er utført drenerte beregninga (α - ϕ -analyse) ved dagnes skråning med idealisert sjøfront med helning 1:1.6. Beregnete glideflater er vist i form av tre ulike skjærsirkler ifigur 54. To av sirklene har beregninger fra øvst på toppen av skråninga til nedst. Her har skråninga gitt ein sikkerhetsverdi på $F_{c\phi} = 1,21$ og 1,02. Den siste sirkelen går fra tåen til skråninga og inn på plataet i topp og har gitt ein høgare styrke på 1.58.



Figur 12-1 Stabilitetsberegninger i nåværende snitt C

12.3 Diskusjon

Resultater fra beregninger av dagnes sjøfront gir sikkerhetsfaktor på 1,02-1,21, dvs. under krav til sikkerhet per SVVs Hb. N200, $F = 1,5$ og forholdsvis nært, dog under, krav til sikkerhet i Eurokode 7, $F = 1,25$.

Dette vil i hovedsak si at etablering av nye konstruksjoner ved sjøfronten vil kreve stabiliserende tiltak, samtidig som omfang på tiltaket blir ganske avhengig av krav til sikkerhet. Om krav til sikkerhet skal tilsvare krav i SVVs Hb. N200 eller Eurokode 7 må vurderes i samråd med SVV, fylkeskommune, kommune mm.

12.4 Tilpasning i planmateriale:

For å sikre dette området i reguleringsplanen tegnes det et bestemmelsesområde 10 m inn fra kystlinjen. Avbøtende tiltak, beskrevet i kapittel 6 må gjennomføres for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet og disse tiltakene må sikres i bestemmelsene til bestemmelsesområdet.

13 Sammenfallende naturfarer

Sammenfallende naturfarer kan føre til at det blir større og ev. flere naturfarer som kan påvirke planområdet. F.eks. vil skred i oppstrøms områder kunne påvirke avrenningen og vannveiene, samt at vann på avveie og erosjon kan utløse skred også der det ikke er skredfarefareområde, også i og inn mot planområdet. 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 ut i fjorden og om en ev. skal vurdere sikringstiltak mot skredfare, selv om faresonene ligger utenfor/oppstrøms planområdet.

14 References

- [1] «<https://www.kartverket.no/sehavniva/>,» [Internett].
- [2] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk, Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK 17».
- [3] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Byggesaksforskriften (2010),» 2010. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488>.
- [4] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Byggteknisk forskrift (TEK 17),» 2017.
- [5] NVE, «Veileder Nr 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- [6] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: atlas.nve.no.
- [7] Norge Geologisk Undersøkelse - NGU, «Løsmasser - nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnen 10 05 2024].
- [8] Googlemaps, «Digital karttjeneste,» [Internett]. Available: [googlemaps.no](https://www.google.no/maps). [Funnen 11 03 2024].
- [9] Multiconsult AS, «614047-001_ Promenaden, Ulvik,» 04.05.2012.
- [10] Multiconsult AS, «10244686-01-RIG-RAP-001 - Tysso kraftverk,» 22.06.2022.
- [11] Norconsult Norge AS, «52209130-RIG-R01 Detaljregulering Brakanes sentrum - Geoteknisk datarapport,» 01.08.2024.
- [12] NVE, «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein,» Norges vassdrag og energidirektorat, 2009.
- [13] Norconsult Norge AS, «Tilstandsvurdering mur Ulvik,» 2021-06-11.
- [14] Kartverket, [Internett]. Available: <https://kystinfo.no/>.
- [15] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), «Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging,» 2024.
- [16] Kystverket, «<https://kystinfo.no/>,» [Internett].
- [17] NVE, «Veileder for flomberegninger,» Norges vassdrag og energidirektorat, 2022.
- [18] NVE, «Klimaendringer og framtidige flommer i Norge. Rapport 81-2016,» NVE, 2016.
- [19] BKK Produksjon AS, «Flaumutrekning Solsævatnet,» 2009.
- [20] N. v.-. o. e. (NVE), «Ekstern rapport nr. 9/2020; Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» NVE, 2020.

[21] NGU, «Kart over ustabile fjellpartier INSAR,» [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>.

[22] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>. [Funnen 15 08 2024].