

Aurland kommune

# ► Områdereguleringsplan Flåm

Risiko- og sårbarhetsanalyse

Planid.:

Oppdragsnr.: 5160650 Dokumentnr.: 003 Versjon: C03 Dato: 2021-04-06



**Oppdragsgjevar:** Aurland kommune  
**Oppdragsgjevares kontaktperson:** Anja Marken (arealplanleggar) og Ingunn Bårtvedt Skjerdal (plansjef)  
**Rådgjevar** Norconsult AS, Campus Fosshaugane, Trolladalen 30, NO-6856 Sogndal  
**Oppdragsleiar:** Johannes Henrik Myrmel  
**Fagansvarleg:** Kevin H Medby (Master i Samfunnssikkerhet)  
**Andre nøkkelpersonar:** Tommy Haugen Sjødis (Geoteknikk)

C03	2021-04-06	Oppdatert med utgangspunkt i supplerande flaumvurdering.	JoHM		
C02	2020-08-06	For gjennomgang hjå oppdragsgjevar.	JoHM	KHMe	
A01	2019-06-02	Til intern bruk - disposisjon og innhald.	JoHM		
Versjon	Dato	Omtale	Utarbeidd	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrar Norconsult AS. 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

Norconsult AS har på oppdrag frå Aurland kommune utarbeidd risiko- og sårbarhetsanalyse som ein del av vedtaksgrunnlaget til reguleringsplan Flåm. Planframlegget er ikkje tiltaksretta, men legg rammene for seinare tiltak.

Analyseområdet/planområdet femnar om områdereguleringsplan for Flåm. Området framstår generelt, etter denne overordna risiko- og sårbarhetsvurderinga på områdeplannivå, som moderat til svært sårbart. Det betyr imedan ikkje at området ikkje kan utviklast vidare, men at det må gjennomførast meir detaljerte ROS-analyser og setjast i verk risiko- og sårbarhetsreducerande tiltak i samband med vidare detaljplanlegging. Ein del område består av eksisterande bygg med avgrensa moglegheit til auke av det bebygde arealet, der det ikkje vert stilt krav om detaljreguleringsplan. Innanfor desse områda skal det gjennom handsaming av tiltak dokumenterast at tiltak er i samsvar med krav til sikkerheit i byggtknisk forskrift.

Det er identifisert følgjande risikoreducerande tiltak i dei delvis utbygde områda der planen opnar for fortetting:

Fare	Sårbarhets- og risikoreducerande tiltak
Skred i bratt terreng	Det må gå klart fram av planen kor risiko er kartlagt, med omsynssoner og eigne føresegner som ivareteke krava til tryggleik i TEK17. I noverande område med byggverk som er lokalisert innafor faresone S2 og S3 må det stillast krav som ivareteke omsynet til tryggleik.
Sekundærverknadene av fjellskred frå Joasetbergi - oppskylling	Det må innarbeidast i planen føresegner som tryggar at sikringstiltak vert gjennomført iht. prinsippa som er skissert av NGI [ref. 1.5.6].
Grunntilhøve – ustabil grunn	Vurderinga har avklart at det på hamneområdet/A-feltet vest for jernbanestasjonen ikkje er fare for kvikkleireskred og det kan leggest til rette for ny utbygging i områda BAA1, BKB3 og BA3. Tiltak planen opnar for fell innafor klasse som krev geoteknisk prosjektering. Det er føresett at naudsynte undersøkingar vert gjort som grunnlag for prosjektering. Før vidare utbygging utanfor hamneområde/A-feltet vest for jernbanestasjonen må det gjennomførast vurdering av fare for kvikkleireskred samt naudsynt geoteknisk prosjektering.
Stormflo og handtering av overflatevatn	Byggegrunn må plasserast på/over nivå for stormflo eller dimensjonere sjølve bygge slik at det tåler belastninga. Ved planlegging av områda mellom bygg og fjorden må det etablerast konstruksjonar som tek bølgeenergien med tilhøyrande drenering. Tiltak må ikkje føre til forsterking av straumar og at naudflaumsvegar vert bygd.
Ekstremnedbør	Byggetomter må ikkje utnyttast på ein slik måte at det påverkar avrenningstilhøva. Grøfter, stikkrenner, kulvertar og andre overvassanlegg må dimensjonert, iht. nye normer og myndigheitskrav. Det må tryggast naudflaumsvegar ved detaljprosjektering av tiltak innanfor området. Det gjeld spesielt for areal sett av til bygg og anlegg samt samferdsleanlegg.
Flaum og erosjon i Flåmselvi	Utbyggingspotensialet bør avgrensast til utbygging i områda BAA1, BAA4, BA2, BKB2 og BK3 iht. det som følgjer av tabell 3.5. Ytterlegare utbygging føresett nye utgreingar knytt til detaljplanlegging av område.

	<p>Det må avklarast om det er naudsynt med md tilkomst til bygg under ein flaumsituasjon og kor ein ev. skal løyse det.</p> <p>Overflaumingsareal må ikkje takast i bruk på ein slik måte at det reduserer overflaumingsarealet.</p> <p>Bygg må dimensjoneraast for eller plasseraast over nivå for dimensjonerande flaum. Utbygging må ikkje føre til vesentleg ulempe, dvs. ikkje påverke flaumhøgda.</p> <p>Strekker som er utsett for erosjon bør ikkje takast i bruk til utbygging og eksisterande samferdsleanlegg og utbyggingsområde må sikrast før vidare utbygging.</p> <p>Ved hendingar er det viktig at kanalen/elva vert halde ved like for å oppretthalde kapasiteten til kanalen/elva.</p>
Vind	Det er føresett naudsynt dimensjonerande i høve vindlaster.
Uhell som fører til drukning	Anlegg langs fjorden må utformast på ein slik måte at det er moglegheit for eigenredning, kantar eller andre tiltak ved fjorden, som kan hindre eller stoppe bevegelsar mot fjorden og gje ein sjanse for eigenredning. Det vert lagt til grunn at redningsutstyr vert plassert ut.
Påkjørsel av mjuk trafikant	Tydeleg markering av kryssingspunkt mellom gater og der tilkomst kryssar fortau, fartsregulering, kontrollar samt organisering av oppstillingsplassar for buss slik at ein unngår rygging.

Analysen er gjennomført som ei oversiktsanalyse på områdeplannivå og vil vere eit utgangspunkt for detaljerte hendingsbaserte ROS-analyser som må gjennomførast ved seinare detaljplanlegging. Analysen vil og vere utgangspunkt ved detaljprosjektering i dei områda som i hovudsak er ferdig utbygd kor søknader om gjennomføring av tiltak kan handsamast utan at det vert stilt direkte krav om detaljregulering.

## ► Innhald

<b>1</b>	<b>Innleiing</b>	<b>7</b>
1.1	Analyseobjektet og framtidig arealbruk	7
1.2	Særskilde krav til tryggleik	9
1.3	Føresetnader, avgrensingar og antakingar	11
1.4	Definisjonar og omgrep	11
<b>2</b>	<b>Metode</b>	<b>12</b>
2.1	Fareidentifikasjon og sårbarheitsvurdering	12
2.2	Kategorisering av sannsyn	13
2.3	Kategoriar for konsekvensvurdering	13
2.4	Vurdering av risiko	14
2.5	Risikoreduserande tiltak	14
2.5.1	<i>Hendingar i matrisa sitt raude område – risikoreduserande tiltak er naudsynt</i>	14
2.5.2	<i>Hendingar i matrisa sitt gule område – tiltak bør vurderast</i>	15
2.5.3	<i>Hendingar i matrisa sitt grøne område – akseptabel risiko</i>	15
<b>3</b>	<b>Fareidentifikasjon og sårbarheitsvurdering</b>	<b>16</b>
3.1	Kartlegging av farar	16
3.2	Sårbarheitsvurdering av aktuelle hendingar	19
3.2.1	<i>Store ulykker med buss/jernbane/cruiseskip</i>	19
3.2.2	<i>Skred i bratt terreng</i>	20
3.2.3	<i>Sekundærverknadene av fjellskred frå Joasetbergi - oppskylling</i>	22
3.2.4	<i>Stabilitet – marine avsetningar</i>	26
3.2.5	<i>Stormflo, havnivåstigning og bølgeoppkylling</i>	29
3.2.6	<i>Ekstremnedbør og overvatn</i>	31
3.2.7	<i>Flaum og erosjon i/langs Flåmselvi</i>	32
3.2.8	<i>Vind –fallvind frå nordaust</i>	37
3.2.9	<i>Radon</i>	37
3.2.10	<i>Dambrot</i>	37
3.2.11	<i>Drukningfare</i>	38
3.2.12	<i>Trafikkfare</i>	38
3.2.13	<i>Framkome for utrykkingskøyretøy</i>	41
3.3	Representative uynskte hendingar	42
<b>4</b>	<b>Risikovurdering</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Konklusjon og framlegg til risikoreduserande tiltak</b>	<b>45</b>
5.1	Oppsummering av tiltak	46
<b>6</b>	<b>Kjelder</b>	<b>48</b>
6.1	Styrande dokument	48

6.2	Grunnlagsdokumentasjon	49
6.3	Informantar	51

# 1 Innleiing

Norconsult AS har på oppdrag frå Aurland kommune utarbeidd risiko- og sårbarhetsanalyse som ein del av vedtaksgrunnlaget til områdereguleringsplan Flåm.

I samsvar med PBL § 4-3 vert det stilt krav om at det ikkje skal byggast ut i usikre områder, der det er klargjort:

*«Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.»*

Byggteknisk forskrift (TEK17) gjev i tillegg krav til sikkerheit for naturpåkjenningar (TEK17 §§ 7-1 til 7-4), og det er gitt eit generelt krav om at byggverk skal utformast og lokalisert slik at det er tilfredsstillande sikkerheit mot framtidige naturpåkjenningar. NVE sin rettleiar «Flaum og skredfare i arealplanar» [ref. 1.4.7] understrekar at det ikkje skal byggast i utsette områder. Tilsvarende gjev også andre lover og forskrifter føringar knytt til sikkerheit mot farar. Gjennom «Nasjonale forventningar til regional og kommunal planlegging 2019–2023» vert det stilt forventningar om at det i analyser skal takst omsyn til framtidig klima.

Formålet med analysen har vore å vurdere alle risikotilhøve som har innverknad på om arealet er eigna til planlagt formål, og ev. endringar i slike tilhøve som følge av planlagt utbygging. I tillegg skal vurderinga vise om planframlegget representerer ei fare for omgjevnadane, og om omgjevnadane representerer ei fare for det regulerte området (tosidig påverknad).

Denne analysen vurderer og analyserer relevante farar, sårbarheiter og risikotilhøve ved det aktuelle området, og identifiserer behov for sårbarhets- og risikoreduserande tiltak i høve den framtidige utviklinga av området. Forhold knytt til venta framtidig klima er ein integrert del av analysen.

## 1.1 Analyseobjektet og framtidig arealbruk

Formålet med planen er å legge rammene for vidare områdeutvikling i Flåm/Aurland. Det er ein utviklingsplan som legg rammene for seinare tiltak.

Rammene i planen skal på den eine sida ivareta omsynet til lokalsamfunnet med ca. 400 fastbuande med post, butikk og nærmiljøfunksjonar. Samtidig skal utviklingsplanen ivareta at staden allereie er eit viktig knutepunkt for ulike kategoriar turisttrafikk med skip på Nærøyfjorden og tog på Flåmsbana, bil og buss langs E16 og sykkel på Rallarvegen.

Analyseobjektet/planområdet femnar om Viki, Orøyne, Neset og Fretheim som er knutepunkt for ulike kategoriar turisttrafikk med skip på Nærøyfjorden og tog på Flåmsbana, bil og buss langs E16 og sykkel på Rallarvegen med tilhøyrande trafikksystem mot E16.

Arealbruken innanfor området er knytt opp mot bruken av arealet som kommunikasjonsknutepunkt knytt til cruise og opplevingar på fjorden, Flåmsbanen samt rundreise med buss med tilhøyrande service.

Området er på 460 daa.

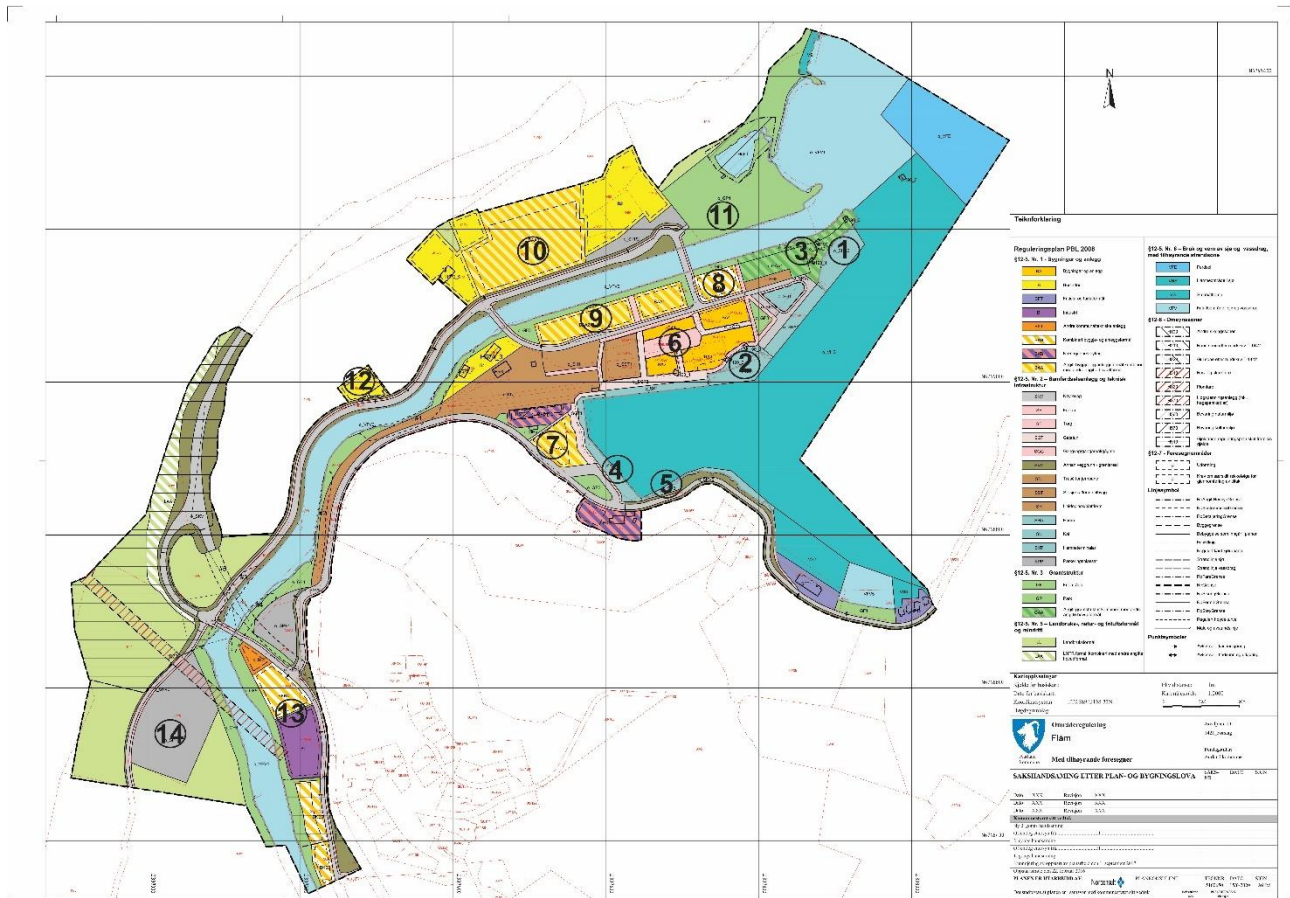
Figur 1.1 syner avgrensning av området samt dagens situasjon med grøntområde, friområde, hamn/kai, veg, bane og tilhørende service og næringsareal på land. Området er trygg tilkomst via E16 og gang-/sykkelvegen langs fjorden er utforma slik at framkome for utrykkingskøyretøy er tryggja. Jernbanelinja kryssar kommunal veg og gang-/sykkelveg i plan.

Samanstillinga i figur 1.2 gjev oversikt over arealbruksendringane som planen opnar for. Oversikta klargjer dei vurderte endringane samanlikna med arealbruk avklart i vedtekte reguleringsplanar. Omfanget av dei vurderte endringane er skildra i tabell 1.1.

Oversikta femnar ikkje om omsynssoner og endringar i føresegner.



Figur 1.1: Kart/ortofoto som syner lokalisering av analyse- og planområdet.



Figur 1.2: Kart som syner vurdert/framlegg til endra arealbruk.



Tabell 1.1: Oversikt over endringar.

Nr.	Vedteken plan	Endring
1	Offentleg trafikkområde sjø, hamn/seglingsled.	Hamn – utviding mot nordvest for etablering av landstraumanlegg.
2	Offentleg trafikkområde sjø, hamn/seglingsled.	Kai – utviding for betring av tilhøva og plassen på land.
3	Offentleg friområde der det er etablert reinseanlegg. Definert som del av det internasjonale hamnearealet (ISPS).	Kombinert friområde og hamn med avlaupsanlegg. Området kan gjerdast inn (mobil sikring) i samsvar med krav for internasjonale hamner (ISPS).
4	Regulert som offentlig friområde, men brukt som kai.	Kai i samsvar med noverande faktisk bruk.
5	Bustad med tilhøyrande anlegg, men brukt som kai og gangveg langs fjorden.	Kai tilrettelagt som fjordsti for ferdsel langs fjorden.
6	Offentleg friområde/gangareal/plass, men brukt som torg/gatetun.	Område avsett til høvesvis torg og gatetun i samsvar med noverande faktisk bruk.
7	Parkering	Kombinert nærings- og parkeringsanlegg.
8	Offentleg friområde	Kombinert bygg- og anleggsformål der det kan etablerast veksthus som nyttar energi frå det kommunale reinseanlegget.
9	Parkering og bussterminal som vert nytta som parkeringsplass.	Kombinert nærings- og parkeringsanlegg.
10	Offentleg friområdevidrett.	Kombinert nærings- og parkeringsanlegg.
11	Offentleg parkering, park og leik.	Park og aktivitetsområde.
12	Ikkje regulert	Bustad i samsvar med noverande bruk.
13	Industri	Bruken er justert iht. faktisk bruk, dvs. lager, lettare industri/produksjon og kommunalteknisk anlegg.
14	Industri	Parkeringsplass

Endring 11 er tilbakeføring til park og landbruk. Endring 1,2, 5, 7, 8, 9, 10 og 14 er endra arealbruk, medan dei andre endringane er noverande bruk med avgrensa justeringar som er foreslått formalisert i reguleringsplanen med tilhøyrande føresegner som klargjer vidare utvikling. Veganlegga i området er tilpassa gatestandarden i Statens vegvesen si handbok N100 (2019), dimensjonert for å trygge framkomme for buss.

I tillegg til ovannemnde arealbruk er det lagt inn ei rekke omsynssoner, som femnar om; andre sikringssoner (H190), raud og gul støysone (H210 og H220), faresone ras- og skred (H310), faresone flaum (H320), høgspentanlegg (H370), anna fare - flodbølgje (H390), bevaring av naturmiljø (H580) og sone der gjeldande reguleringsplanar skal vidareførast (H910).

## 1.2 Særskilde krav til tryggleik

Byggteknisk forskrift (TEK17) gjev tryggleikskrav i høve naturfarar (TEK17 §§ 7-1 til 7-4). Det er gitt generelt krav om at byggverk skal utformast og lokalisert slik at det er tilfredsstillande sikra mot framtidige naturfarar.

Tryggleiksklassane i TEK17 for skred (S1, S2, S3) og flaum (F1, F2, F3) skal leggest til grunn ved vurdering av tryggleik i høve lovdefinerte hendingar. Krava til byggverk i TEK17 er summert opp i tabell 1.2.

Tabell 1.2: Sannsyn og konsekvensintervalla for flaum og skred i TEK17.

Tryggleiksklasse Flaum (F), Skred (S)	Konsekvens	Sannsyn – flaum		Sannsyn - skred
		Materielle verdier	Tap av liv	
F1, S1	Lite	1/20	1/100	1/100
F2, S2	Middels	1/200	1/1000	1/1000
F3, S3	Stor	1/1000	1/5000	1/5000

Det er i denne vurderinga lagt til grunn krava som gjer seg gjeldande for arealbruken i kommuneplanen, dvs. bustad og reiseliv/næring.

Krav til tryggleiksmål i TEK17 for området sett av til bygg og anlegg med underformål som planen opnar for:

- I høve tryggleik mot flaum er det lagt til grunn tryggleiksklasse F2. Det inneber at utbyggingsområda skal vere trygge mot flaum slik at største nominelle sannsyn ikkje overskrider 1/200 for materielle verdier og 1/1000 i høve liv og helse.
- I høve tryggleik mot skred er det lagt til grunn tryggleiksklasse S2 og S3. Det inneber at utbyggingsområda skal vere trygge mot skred slik at største nominelle sannsyn ikkje overskrider høvesvis 1/1000 og 1/5000.

Sikkerheitsklasse S2 gjeld for bl.a. bustad, arbeids- og publikumsbygg der det normalt ikkje oppheld seg meir enn 25 personar. Arbeids- og publikumsbygg der det normalt oppheld seg meir enn 25 personar fell innanfor sikkerheitsklasse S3.

Det er lagt til grunn at parkeringsplass kan flaumast over. Det gjeld ikkje for parkeringsanlegg. I forhold til skred er det for parkeringsplass lagt til grunn sikkerheitsklasse S1, medan S2 vert lagt til grunn for parkeringsanlegg/-hus.

Tiltak skal vidare i samsvar med TEK17 § 7-1 ikkje føre til vesentleg ulempe som følgje av planlagt utbygging/risikoreduserande tiltak.

I tillegg skal krava til tryggleik i høve erosjon og stabilitet i TEK17 ivaretakast. Eurocode 7 klargjer at byggegrunnen skal vere stabil.

Det er lagt til grunn at veganlegga, dvs. fylkesveg, kommunal veg og privat veg/plass, parkeringsplass, hamneanlegg og sporveg skal kunne fungere som naudflaumsvegar. Dvs. at desse samferdsleanlegga ligg lågare enn byggetomt. Klasse F2 er føresett lagt til grunn for nye bruer.

Vegdirektoratet sine kriterium for skred på veg, er ved planlegging av veg føresett lagt til grunn. Kriteria følgjer av Statens vegvesen sitt skriv, NA-rundskriv 2014/08 [ref. 1.4.4].

Delar av planområdet er lokalisert innanfor område utsett for flodbølgje etter skred frå Joasetbergi. Det er gjort ei eiga vurdering etter § 7-4 i teknisk forskrift, for å få avklart om heile/delar av området fell innanfor unntaka frå kravet til tryggleik i § 7-4 i TEK17. Vurderinga følgjer av eige notat [ref.1.5.11].

### 1.3 Føresetnader, avgrensingar og antakingar

Følgjande føresetnader er lagt til grunn for risiko- og sårbarhetsanalysen:

- Analysen er overordna og kvalitativ.
- Den er avgrensa til temaet samfunnssikkerheit slik dette er skildra av DSB (Direktoratet for samfunnssikkerheit og beredskap).
- Utbygging skal følgje relevante lover og forskrifter, som sikringstiltak og liknande.
- Vurderinga er avgrensa til det aktuelle området.
- Vurderinga omfattar ferdige løysingar, ikkje vurdering av risiko i bygg- og anleggsfasen.
- Vurderinga klargjer ikkje uavhengige, samanfallande hendingar.
- Vurderinga omfattar ikkje tilsikta hendingar (sabotasje, hæververk o.l.).
- Vurderinga og antakingane er basert på føreliggjande dokumentasjon om prosjektet, og om bruk av, og aktivitetar i nærområdet.

### 1.4 Definisjonar og omgrep

Tabell 1.2: Omgrep og forklaringar.

Omgrep	Definisjon
Konsekvens	Mogleg følge av ei uynskt hending. Konsekvensar kan uttrykkast med ord eller som ein talverdi for omfanget av skader på menneske, miljø eller materielle verdiar. Det vil alltid vere uvisse knytt til kva som vil verte konsekvensen.
Risiko	Uttrykk for kombinasjon av sannsyn for og konsekvens av ei uynskt hending.
Risikoanalyse	Ein systematisk framgangsmåte for å skildre og/eller berekne risiko. Risikoanalysen vert gjennomført ved kartlegging av uynskte hendingar og årsakene til- og konsekvensane av desse.
Risikoreduserande tiltak	Tiltak som påverkar sannsynet eller konsekvensen av uynskte hendingar.
Safety	Tryggleik mot uynskte hendingar som opptretr som følge av ei eller fleire tilfeldigheiter.
Security	Sikkerheit mot uynskte hendingar som er resultat av overlegg og planlegging.
Samfunnssikkerheit	Evna samfunnet har til å oppretthalde viktige samfunnsfunksjonar, og å ivareta innbyggerane sine liv, helse og grunnleggjande behov under ulike former for påkjenning.
Sannsynlighet	I kva grad det er truleg at ei hending vil kunne inntreffe.
Sårbarheit	Manglande evne hjå eit analyseobjekt til å motstå verknadane av ei uynskt hending og til å gjenopprette tilstanden eller funksjonen etter hendinga.
Byggverk	Byggverk er eit samleomgrep og femnar om konstruksjonar, anlegg og bygningar.
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
NGU	Norges geologiske undersøking
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
SVV	Statens vegvesen

## 2 Metode

Metoden er basert på hovudprinsippa i NS 5814 «Krav til risikoanalyser» [ref. 1.4.11] og DSB sin rettleiar om «Samfunnsikkerheit i arealplanlegging» [ref. 1.4.2].

Risiko er knytt til uynskte hendingar, dvs. hendingar som i utgangspunktet ikkje skal inntreffe. Det er difor knytt uvisse til både om hendinga vil inntreffe (sannsyn) og omfanget (konsekvens) av hendinga dersom den inntreffer.

Arbeidsmetodikken omfattar følgjande trinn:

- 1) Fareidentifikasjon – kartlegging av moglege uynskte hendingar.
- 2) Sårbarheitsvurdering
- 3) Evaluere sannsyn og konsekvens.
- 4) Klassifisering av risiko, identifikasjon av behov for risikoreducerande tiltak.

I område der planen skal følgjast opp med detaljreguleringsplan og der det gjennom TEK17 gjer seg gjeldande konkrete krav, er arbeidet avslutta med sårbarheitsvurderinga.

### 2.1 Fareidentifikasjon og sårbarheitsvurdering

Med sårbarheit er det meint manglande evne hjå analyseobjektet til å motstå verknader av ei uynskt hending og til å gjenopprette sin opphavelige tilstand eller funksjon etter hendinga [ref. 1.4.11].

Ei sårbarheitsvurdering består av ein systematisk gjennomgang av dei viktigaste faktorane som påverkar risiko. Data- og erfaringsmaterialet om området som er lagt til grunn for å vurdere dei ulike faktorane er av varierende detaljeringsgrad.

I sårbarheitsanalysen er det nytta følgjande gradering; ikkje sårbart, lite sårbart, moderat sårbart og svært sårbart.

Tabell 2.1: Kategoriar for sårbarheit.

Sårbarheitskategori	Skildring
Ikkje sårbart	Eit vidt spekter av hendingar kan inntreffe der sikkerheit eller området sin funksjonalitet ikkje vert råka.
Lite sårbart	Eit vidt spekter av hendingar kan inntreffe der sikkerheit eller området sin funksjonalitet vert ubetydeleg råka.
Moderat sårbart	Eit vidt spekter av hendingar kan inntreffe der sikkerheit og området sin funksjonalitet vert råka slik at fare eller ulempe oppstår.
Svært sårbart	Eit vidt spekter av hendingar kan inntreffe der sikkerheita og området sin funksjonalitet vert råka slik at aktuell fare oppstår.

Dei farane som framstår med «forhøga» sårbarheit i kap. 3 vert teke vidare i ei hendingsbasert risikovurdering. Det gjeld ikkje for hendingar som er knytt til noverande bruk/plassering sidan det er føresett ivareteke gjennom den overordna kommunale beredskapen og tilhøve der det gjer seg gjeldande myndingheitskrav i bl.a. TEK17.

## 2.2 Kategorisering av sannsyn

I kva grad det er truleg at ei uynskt hending kan inntreffe, vert uttrykt ved hjelp av omgrepet sannsyn (hendingsfrekvens). Sannsyn bygger på erfaringar, nye trendar (for eksempel ekstremêr) og vurderingar gjort på bakgrunn av lokal erfaring.

Tabell 2.2: Kategoriar for sannsyn.

Sannsyn kategoriar	Skildring
1. Lite sannsynleg (Teoretisk mogleg)	Sjeldnare enn ei hending pr. 1000 år (> 0,1 % årleg sannsyn).
2. Moderat sannsynleg (Kan ikkje utelukkast)	I gjennomsnitt ei hending pr. 100 - 1000 år
3. Sannsynleg (Må påreknast)	I gjennomsnitt ei hending pr. 10 - 100 år
4. Meget sannsynleg (Inntreff av og til)	I gjennomsnitt ei hending pr. 1 - 10 år
5. Svært sannsynleg (vanleg førekommande)	Ei hending pr. år eller oftare.

## 2.3 Kategoriar for konsekvensvurdering

Konsekvensvurderinga uttrykker moglege følgjer av ei uynskt hending i forhold til liv/helse, stabilitet og skade på materielle verdiar.

Tabell 2.4: Konsekvenskategoriar for liv og helse, ytre miljø og materielle verdiar.

Konsekvens kategoriar	Skildring	Skildring
1. Svært liten konsekvens	- Liv og helse: - Stabilitet: - Samfunnsverdiar:	Ingen eller små personskadar Ingen skade eller tap av stabilitet* Materielle skadar < 100.000 kr / ubetydelege skader på eller tap av samfunnsverdiar
2. Liten konsekvens	- Liv og helse: - Stabilitet: - Samfunnsverdiar:	Personskadar Ubetydeleg skade på eller tap av stabilitet* Materielle skadar 100.000 - 1.000.000 kr / ubetydelege skadar på eller tap av samfunnsverdiar
3. Middels konsekvens	- Liv og helse: - Stabilitet: - Samfunnsverdiar:	Alvorlege, men ikkje varige personskadar Kortvarig skade eller tap av stabilitet* Materielle skadar 1 - 10 mill. kr. / kortvarige skadar på eller tap av samfunnsverdiar
4. Stor konsekvens	- Liv og helse: - Stabilitet: - Samfunnsverdiar:	Dødeleg skade, 1 person Skade på eller tap av stabilitet med noko varigheit* Store materielle skadar 10 - 100 mill. kr. / skadar på eller tap av samfunnsverdiar med noko varigheit
5. Svært stor konsekvens	- Liv og helse: - Stabilitet: - Samfunnsverdiar:	Dødelege skadar, fleire personar Varige skadar på eller tap av stabilitet* Svært store materielle skadar >100 mill. kr. / varige skadar på eller tap av samfunnsverdiar

\* Med stabilitet er det meint svikt i kritiske samfunnsfunksjonar og manglande dekning av grunnleggande behov hjå befolkninga.

## 2.4 Vurdering av risiko

Risiko er i NS 5814 [ref. 1.4.11] definert som uttrykk for kombinasjon av sannsyn for og konsekvensane av ei uynskt hending. I risikovurderinga vert uynskte hendingar plassert inn i ei risikomatrise, og risikoen vert gjeven ut frå sannsyn for hending og konsekvens.

Risikomatrisa har 3 soner:

**Grøn:** Akseptabel risiko – risikoreduserande tiltak er ikkje naudsynt.

**Gul:** Akseptabel risiko – risikoreduserande tiltak må vurderast.

**Raud:** Uakseptabel risiko – risikoreduserande tiltak er naudsynt.

Akseptkriteria for risiko er gjevne av dei farga sonene, som er tilpassa oppsett av kriteria for konsekvens og sannsyn.

Dei ulike sonene i matrisa representerer risikoakseptkriteria. Akseptkriteria inneber ikkje at ein aksepterer uynskte hendingar, men kriteria er naudsynte for å prioritere tiltak for å vurdere behovet for og prioriteringa av risikoreduserande tiltak.

Tabell 2.5: Risikomatrise.

		KONSEKVENNS				
		1. Svært liten	2 Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
SANNSYN	5. Svært sannsynleg					
	4. Meget sannsynleg					
	3. Sannsynleg					
	2. Moderat sannsynleg					
	1. Lite sannsynleg					

## 2.5 Risikoreduserande tiltak

Med risikoreduserande tiltak er det meint sannsynreduserande (førebyggjande) eller konsekvensreduserande tiltak (beredskap) som er med å redusere risiko, for eksempel frå raud sone og ned til akseptabel, dvs. gul eller grøn sone i risikomatrisa. Dei risikoreduserande tiltaka medfører at klassifiseringa av risiko for ei hending vert forskyvd vertikalt eller horisontalt i matrisa. Generelt vert førebyggjande tiltak prioritert framfor beredskap.

### 2.5.1 Hendingar i matrisa sitt raude område – risikoreduserande tiltak er naudsynt

Hendingar i det raude området i matrisa, er hendingar (med tilhøyrande sannsyn og konsekvens) som på grunn av akseptkriteria er uakseptable. Raude hendingar **må** følgjast opp med risikoreduserande tiltak.

### **2.5.2 Hendingar i matrisa sitt gule område – tiltak bør vurderast**

Hendingar i det gule området i matrisa, er hendingar (med tilhøyrande sannsyn og konsekvens) som på grunn av akseptkriteria er akseptable. Gule hendingar krev kontinuerleg fokus på risikostyring. I mange tilfelle er dette hendingar som ein ikkje kan forhindre, men kor tiltak **bør** gjennomførast i den grad det er mogleg dersom det er kost-/nyttmessig tenleg.

### **2.5.3 Hendingar i matrisa sitt grøne område – akseptabel risiko**

Hendingar i det grøne området i matrisa er hendingar som på grunn av akseptkriteria har akseptabel risiko. Dersom risikoen for desse hendingane **kan** reduserast ytterlegare utan at det krev vesentlege ressursar, bør det gjennomførast tiltak for grøne hendingar.

### 3 Fareidentifikasjon og sårbarheitsvurdering

Klimaet i kommunen varierer sidan kommunen strekkjer seg frå fjord til høg fjell. Normal årsnedbør for perioden 1970 – 2000 varierer mykje og synest i stor grad å vere påverka av høgde over havet. Områda med minst nedbør har ein årsnedbør på kring 500 mm. Målestasjonen på Aurlandsvangen syner normal årsnedbør på 685 mm. Mesteparten av nedbøren kjem på hausten. Høgste målte døggnedbør er på 52 mm. Statistiske ekstremverdianalysar syner at døggnedbøren kan nå 70 mm i løpet av ein tusenårsperiode.

På oppdrag frå Miljødirektoratet har NGI og Aurland kommune med prosjektleiar Bjørn Sture Rosenvold utarbeidd ein rapport [ref. 1.5.12] der det er sett på klimatilpassing og kommunen sine utfordringar. I rapporten er det særskilt peikt på at regionale klimamodellar må tilpassast lokale tilhøve. Arbeidet samanstillar lokale data og har vore eit viktig bidrag til dette arbeidet - spesielt vurderingane i høve naturbasert sårbarheit.

Som bakteppe for risikovurderinga er det særleg i forhold til naturbasert risiko/sårbarheit lagt til grunn klimavurderingar frå klimaprofil for Sogn og Fjordane frå 2016 og den lokale informasjonen som kommunen og NGI samanstilte i 2016 [ref. 1.5.12].

På bakgrunn av ovannemnde er følgjande lagt til grunn som antakingar i denne analysen:

- Haust- og vintertemperaturen vil truleg stige
- Størst nedbørauke i haust- og vintermånadane

#### 3.1 Kartlegging av farar

Etter vurdering av føreliggande dokumentasjon er dei uaktuelle farane sila vekk. Formålet med fareidentifikasjonen er å identifisere dei forholda som er relevante ved vurdering av sårbarheit og konsentrere arbeidet om reelle farar. Tabell 3.1 viser dei vurderingane som er gjort.

Tabell 3.1: Siling av hendingar - fareidentifikasjon.

Tema	Vurdering	Aktuell	
		Ja	Nei
<b>STORE ULYKKER</b>			
Ulykker i næringsområde med samlokalisering av fleire verksemdar som handtera farleg stoff eller farleg avfall	Området er eit knutepunkt for trafikk knytt til reiseliv med hamn, jernbanestasjon og vegnett med tilhøyrande service og aktivitetstilbod. Transportsystema inn mot området er etablert. Planen etablerer ikkje nye samband. I FAST-registeret er det registrert info. om farleg stoff. Det vert handtert nærmare under punktet brann/eksplosjon.		X
Brann/eksplosjon, utslepp av farleg stoff, akutt forureining	Det er ikkje etablert industriverksemd(er) i eller ved området som gjer det utsett for brann og eksplosjon. Planen legg heller ikkje til rette for slike verksemdar.		X
Brann i bygningar og anlegg (t.d. tilkomst for naudetatar, sløkkevasskapasitet, responstid, behov for nye beredskapstiltak)	I turistsesongen som strekker seg frå mars til oktober er det stor aktivitet med mange reisande som er innom knutepunktet med hamn og jernbanen i Flåm. Området har vassforsyning med brannvassuttak. Gjennom planarbeidet er det særskilt teke omsyn til behov for areal til oppstilling av utstyr for sløkking. Responstida frå Aurlandsvangen er på 20 min.		X



Store ulykker (veg, bane, sjø, luft)	I turistsesongen er det stor aktivitet, der det samtidig kan vere inntil 5 turistbåtar på fjorden og stor trafikk på jernbanen. I tillegg er det mange bussar som skal til og frå området.	X	
<b>NATURRISIKO</b>			
Skred i bratt terreng (lausmasseskred, flaumskred, snøskred, sørpeskred, steinsprang/steinskred)	Området er lokalisert delvis innanfor aktsemdområde.	X	
Fjellskred (med flodbølge som mogeleg følgje)	Delar av området er lokalisert innanfor/ved aktsemdområde for fjellskred. I tillegg er delar av området utsett for flodbølge som følgje av fjellskred frå Joasetbergi.	X	
Kvikkleireskred (i område med marine avsetningar)	Området er lokalisert under marin grense. I følgje lausmassekartet til NGU består lausmassane innanfor delvis utbygde område av elveavsetningar, morene og marine avsetningar. Ein kan ikkje sjå vekk frå at det er marine avsetningar under elveavsetninga.	X	
Stormflo i kombinasjon med havnivåstigning	Planområdet grensar til sjø. Det meste av turistområde/knutepunktet for trafikk er lokalisert på kote + 2,0 til + 3,0.	X	
Overvatn	Tiltaka vil kunne påverke avrenningstilhøva. Store delar av området grensar til vassdrag. Delar av området er flatt. Normalt er det avgrensa med nedbør i området, men samtidig syner data og hendingar at ein ikkje kan sjå vekk frå store nedbørsmengder som infrastrukturen må vere dimensjonert for. Bekkar og mindre elvar er oppstraums området samla i grøfter og stikkrenner under veganlegg. Det er lagt til grunn at desse blei dimensjonert for å handtere dimensjonerande vassmengd ved etablering. Det same er føreset for bekkar som renn gjennom området.	X	
Flaum i vassdrag	Det er utarbeidd flaumsonekart som syner at store delar av området ligg innafar faresone for flaum.	X	
Erosjon (langs vassdrag og kyst)	Det er utarbeidd kart som syner faresoner for erosjon. Eksisterande samferdsleanlegg er lokalisert innfor fleire erosjonssone langs Flåmselvi.	X	
Vind-/ ekstremnedbør	I fjordarmane i Indre Sogn er det lokalt område som er utsett for kortvarig kraftig vind. Føreliggande informasjon indikerer at dette er ei utfordring i Flåm.	X	
Skog-/lyngbrann (tørke)	Sentrumsområde som er avgrensa av samferdsleanlegg, fjord og dyrka mark.		X
Radon	Det ligg føre informasjon om forhøga verdiar. TEK17 legg til grunn at det ved nybygg kan vere radon i grunnen. Tetting og ventilasjon skal dimensjonerast deretter. Krava følgjer av TEK17 § 13-5.	X	

<b>VERKSEMDRISIKO</b>			
Farleg gods	På E16 vert det transportert farleg gods. E16 er lokalisert i utkanten av og delvis over området, med ei rekke utbyggingsområde innanfor ei evakueringszone på 300 – 500 meter. I kommunen er det i perioden 2006 – 2015 ikkje registrert hendingar. På jernbanen og det andre vegnettet innanfor planområdet ligg det ikkje føre informasjon om transport av farleg gods.		X
Forureina grunn	Det er ikkje avdekt informasjon i nasjonale databasar om forureina grunn. I fjorden er det gjennom arbeidet med kartlegging av naturmangfald avdekt noko forureining. Temaet er nærmare omtalt i planomtala.		X
Dambrot	Oppstraums området er vassdraget oppdemt med kraftanlegg Leinafoss.	X	
Støy	Plantema som er nærmare omtalt i planomtala.		X
Drukning	Område grensar til både sjø og vassdrag. I område er det både hamneanlegg, sti/gangveg langs sjø/vassdrag og grøntområde/badeplass. Aktiviteten gjer områda mykje brukt.	X	
<b>SÅRBARE OBJEKT</b>			
Sårbare bygg*	Det ligg ikkje sårbare bygg innanfor planområdet.		X
Kulturminne	Kulturminne er registrert. I SEFRAK-registeret er det også registrert bygg. Plantema som vert særskilt omtalt i planomtala.		X
Natur	Plantema som vert handtert i planomtala til planframlegget.		X
<b>INFRASTRUKTUR</b>			
VA-anlegg	Offentleg anlegg. Tiltak er føresett knytt til offentleg anlegg. Tiltak vil heller ikkje påverke VA-anlegg negativt.		X
VA-leidningsnett	Offentleg anlegg. Tiltak er føresett knytt til offentleg anlegg. Tiltak vil heller ikkje påverke VA-anlegg negativt.		X
Trafikktryggleik	Planområdet femnar både om europaveg, fylkesveg, kommunal veg og private vegar. Den legg til rette for tiltak på fylkesveg, kommunale vegar og private vegar.	X	
Eksisterande kraftforsyning	Kapasitet i forsyninga til området er føresett teke omsyn til ved detaljplanlegging/prosjektering av tiltak.		X
Drikkevasskjelder	Det er i Nasjonal grunnvassdatabase registrert ein brønn innanfor området på Bane Nord sitt område. Den er frå 1961. Det ligg ikkje føre informasjon om bruk. Tiltak i området er føresett knytt til offentleg vassforsyning. Andre kjelder er lokalisert oppstraums og vert ikkje påverka av tiltak som planen legg til rette for.		X
Framkomme for utrykkingskøyretøy	Det er føresett at bygg og uteanlegg vert utforma og prosjektert slik at det er god tilgjenge, samt at krav i TEK17 §§ 11-17 og 15-9 vert ivareteke. Vegar er smale og utsett for flaum/ras.	X	

Sløkkevatn for brannvesenet	Ved gjennomføring av tiltak i utbyggingsområde er det føresett at krav i TEK17 § 11-17 er/vert ivareteke. Planen legg ikkje til rette for avvik/fråvik.		X
<b>TILSIKTA HENDINGAR (Forhold ved analyseobjektet som gjer det sårbart for tilsikta hendingar)</b>			
Funksjonar som vert etablert	Det er, basert på gjeldande trusselbilde, ingen tilhøve ved planområdet eller tiltaka som gjer det sårbart for tilsikta hendingar.		X
<b>SÆRSKILDE TILHØVE VED PLANOMRÅDET</b>			
	Ingen avdekt		X

\*\*"Sårbare bygg" samsvarar med datasettet i kartinnsynsløysinga til DSB og omfattar barnehagar, leikeplassar, skular, sjukehus, sjukeheimar, bu- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjonar, andre sjuke-/aldersheimar og fengsel.

Det er i tillegg til ovannemnde vurdert om det er særskilde tilhøve ved staden og tilhøve ved analyseobjektet som gjer det sårbart for tilsikta hendingar. Gjennom arbeidet er det ikkje avdekt slike tilhøve.

### 3.2 Sårbarheitsvurdering av aktuelle hendingar

Følgjande uynskte hendingar framstår i fareidentifikasjonen som relevante, og det er gjort ei sårbarheitsvurdering av desse:

1. Store ulykker med buss/jernbane/cruiseskip
2. Skred i bratt terreng
3. Sekundærverknadene av fjellskred frå Joasetbergi
4. Stabilitet – marine avsetningar
5. Stormflo, havnivåstigning og bølgeoppkylling
6. Overvatn
7. Flaum og erosjon i Flåmselvi
8. Vind – kraftige fallvindar frå aust
9. Radon
10. Dambrot
11. Drukning
12. Trafikkfare
13. Framkome for utrykkingskøyretøy

Sårbarheitsvurderinga er gjort i forhold til dei viktigaste faktorane som påverkar risiko. Data og erfaringsmateriale som er tilgjengeleg og som har vore grunnlag for å vurdere dei forskjellige faktorane, er av varierende kvalitet og nøyaktigheit. Mangelfulle historiske data og usikre klimaframskrivingar er eksempel på at det kan vere uvisse knytt til vurderingane som er gjort.

#### 3.2.1 Store ulykker med buss/jernbane/cruiseskip

Området er eit knutepunkt for persontrafikk med overgang mellom buss/jernbane/cruiseskip, særleg i høgsesongen. I tillegg har området tilkomst frå E16 som er eit viktig overordna samband med stor del tungtrafikk og med mange lange tunnelar. Store ulykker på samferdselsnettet kan medføre mange dødsfall og mange skadde, stengt bane, vegnett/tunnelar og belastning på helsepersonell, akutt forureining og brann.

Årsak til hending kan vere kollisjonar, avsporing/utforkøyring/grunnstøyting, standard på samferdsleanlegg, dårleg vegar, teknisk svikt, menneskeleg svikt og hending i tunnel.

Sårbare lokalitetar/objekt er tunnelar, vegar/gater, bruer, farelede/hamn og planovergangar veg/jernbane. Tilgjenge til område ved hending på samferdselsnettet er utfordrande ved hending på samferdselsnettet som følge av manglande alternativ tilkomst.

Store ulykker er krevjande med mange skadde og involverte og er krevjande for redningsetatane. Eigne ressursar vil i slike tilfelle ikkje vere tilstrekkeleg og bistand må hentast inn frå omkringliggende redningseiningar.

Storulykker femnar om ulykker med 5 eller fleire drepne. Det er få registrerte storulykker.

Auka bruk, meir trafikk til og frå området og fleire aktivitetstilbod vil påverke sårbarheita. Betring av standarden innanfor området samt ut og inn av området vil påverke kor sårbart området er. Det er lagt til grunn at aktørane/operatørane samt kommunen i sitt overordna arbeid med samfunnstryggleik har oppdaterte analyser og beredskapsplanar med tilhøyrande rutinar for handtering av store ulykker.

Som følgje av stor trafikk med overgang mellom buss/jernbane/skip, samtidig som området er utgangspunkt for ei rekke opplevingar, er området vurdert som **moderat sårbart** for store ulykker.

### 3.2.2 Skred i bratt terreng

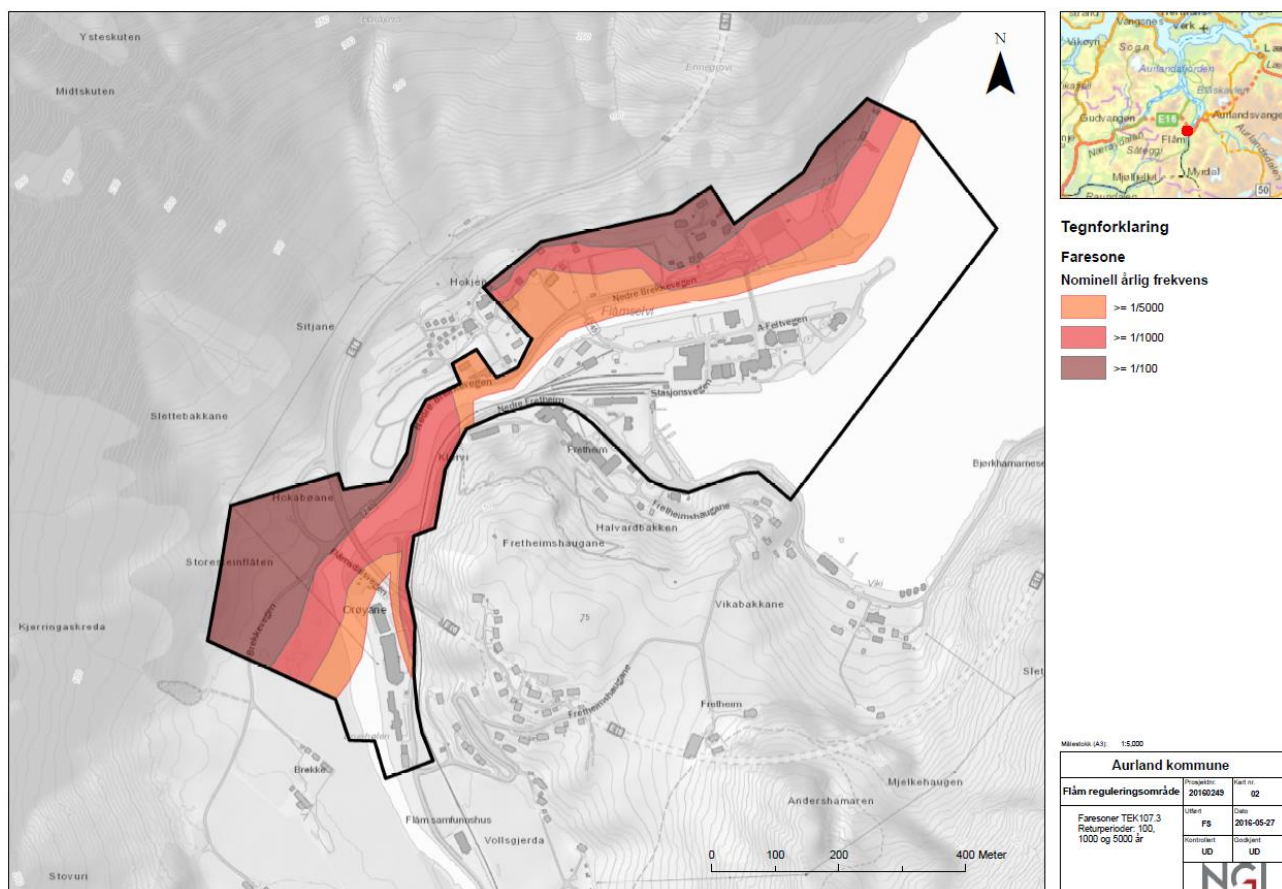
NGI har utarbeidd skredfarekartlegging [ref. 1.5.5 og 1.5.14]. Det er utarbeidd kart med faresoner. Faresonekartet syner skredsoner med årleg sannsyn 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Det er utført tryggingarbeid på to stader ovanfor bygg (Campingplass og Vandrarheim). Effekten av desse tiltaka er verken kjent eller vurdert. I tillegg er det utarbeidd sikringsplan for området B2 [ref. 1.5.4]. Tiltaka er ikkje gjennomført.

Det er utarbeidd rapport for «Flåm sentrum» [ref. 1.5.14]. Rapporten femnar om den nordre delen av området. Av vurderinga går det fram at det hovudsakleg er to skredområde Norpa og Haragjuvet som verkar inn på området. Mellom Norpa og Haragjuvet er det fleire mindre skredområde. Berekningane er gjort for dei største og mest betydingsfulle områda, for å klargjere kor langt ut ein kan vente at skred kan nå.

I tillegg har det gått flaumskred. Ovanfor bustadfeltet er det i dag etablert ei lita grøft. Den er vurdert til å vere for lita til å lede vatnet til side for husa. Sikringsplan er utarbeidd for bustadane nordvest for fotballbana.

I område nord for Hokjen gard er det registrert steinsprang. Berekningar som er gjennomført syner at steinsprang kan nå Flåmselva.



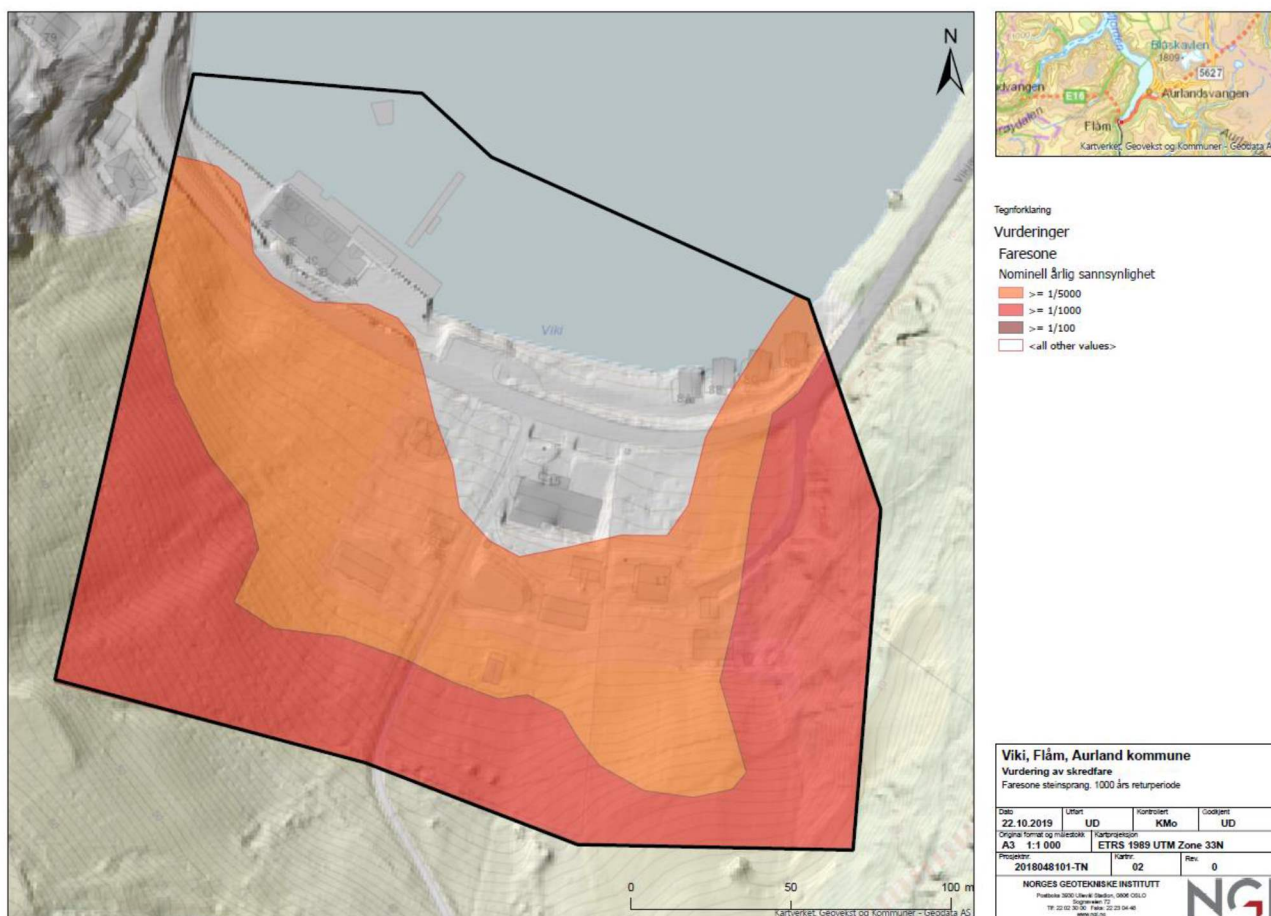
Figur 3.1: Faresonekart for Flåm som viser faresoner med årlig sannsyn 1/100, 1/1000 og 1/5000 [ref. 1.5.14].

Eksisterende bustader i den nordre delen av området ligg innanfor faresone 1/1000 (S2). Faresonene for skred med sannsyn 1/100, 1/1000 og 1/5000 er lagt inn på plankartet. Det er knytt føresegnar til desse som ivareteke krava til tryggleik i plan- og bygningslova/TEK17. Det inneber at planen ikkje opnar for andre tiltak enn vanleg vedlikehald på desse bygga. Andre tiltak føreset at krava til tryggleik er ivareteke.

Mykje av vegsystemet er lokalisert innanfor fareområde. Parkeringsplassar er plassert og planlagt plassert innanfor område/sone med sannsyn større enn 1/1000.

Planen legg ikkje til rette for oppføring av parkeringsanlegg i bygg utan at krava til tryggleik er ivareteke.

Det er utarbeidd skredfarevurdering for areala ovanfor Viki [ref. 1.5.5]. Fjellskrenten ovanfor Viki strekker seg frå bygnaden og opp til Furekamben. Faresona for tryggleiksklasse S2 og S3 er fastsett. Sona er basert på observerte steinblokker i området samt enkel berekning av utløpet.



Figur 3.2: Faresonekart for Viki som viser faresoner med årleg sannsyn 1/1000 og 1/5000 [ref. 1.5.6].

Basert på det som kjem fram gjennom skredkartlegginga til NGI er plan- og analyseområdet nordvest for Flåmselva vurdert som **svært sårbart** for skred, medan utbyggingsområda i Viki er vurdert som **nøytralt** for skred.

#### Oppfølging:

- Det må gå klart fram av planen kor risiko er kartlagt, med eigne føresegner som ivaretek krava til tryggleik i TEK17.
- I noverande område med byggverk som er lokalisert innafor faresone S2 og S3 må det stillast krav om trygging før det vert gjeve løyve til nye tiltak. Unntaket er knytt til vanleg vedlikehald og ombygging/rehabilitering for å trygge at funksjonalitet vert teke vare på i samsvar med § 31-2 i plan- og bygningslova.

### 3.2.3 Sekundærverknadene av fjellskred frå Joasetbergi - oppskylling

Joasetbergi i Aurland er eit ustabil fjellparti. Over fleire år er det gjennomført kartlegging. I tillegg er det gjort berekningar av flodbølge og oppskyllingshøgder for ulike alternativ. Det er avklart og gjort berekning for eit potensielt skred på 280.000 m<sup>3</sup> frå Joasetbergi. Det er teke omsyn til havnivåstigning for år 2100. Resultata er synt som høgder over MSL (middelvasstand) som avvik frå NN1954 og NN2000 med nokre få centimeter.

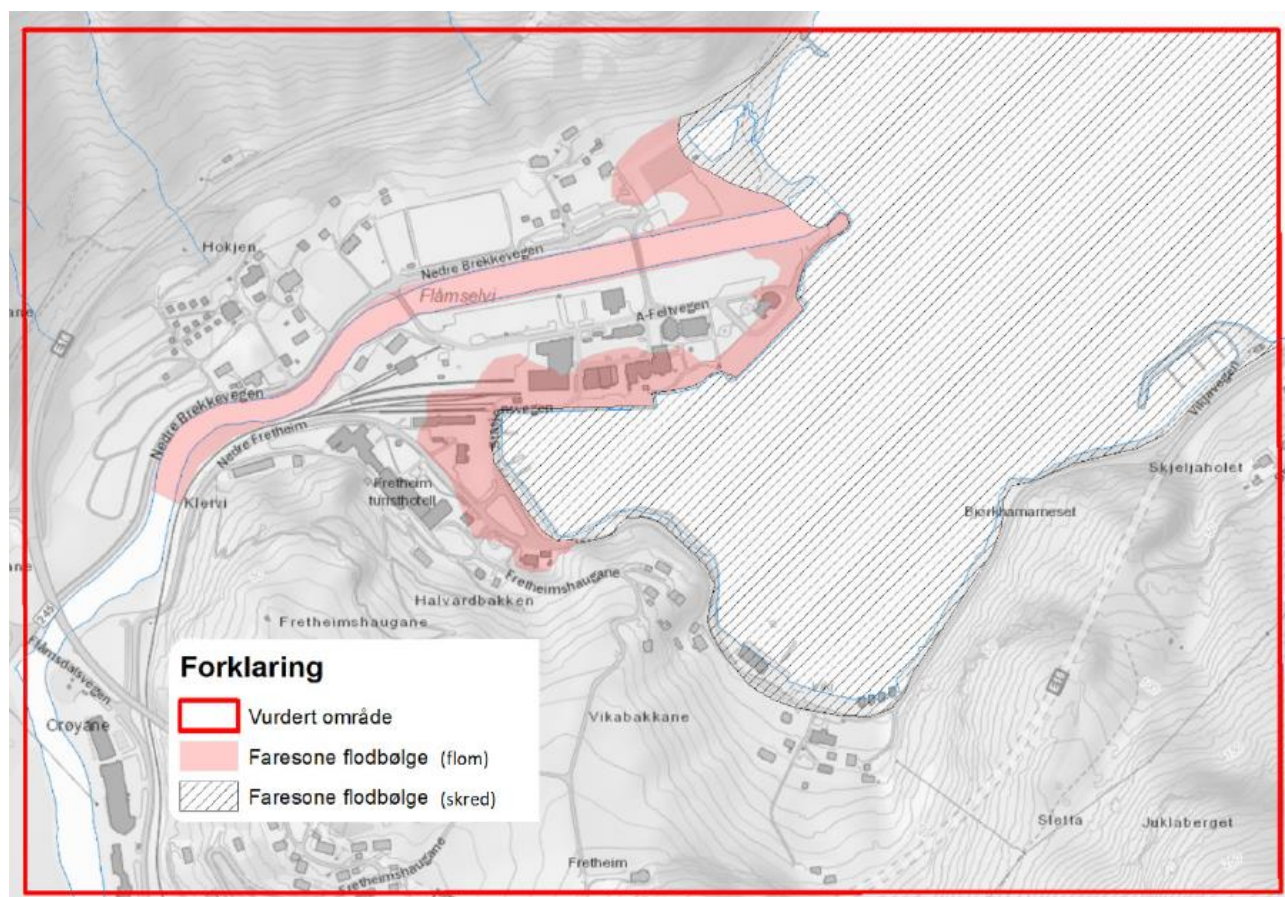
Planen er produsert i NN2000.

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har utarbeidd både risiko- og sårbarhetsanalyse [ref. 1.5.8] samt beredskapsplan [ref. 1.5.7]. Risikoreducerande tiltak som er direkte knytt til arealbruk/utbygging er føresett følgd opp iht. tilrådingane i risiko- og sårbarhetsanalyse [ref. 1.5.8].

I følgje rapporten til NGI [ref. 1.5.10] er oppskyllingshøgda i Flåm avhengig av kor ein målar. For Flåm sentrum er denne berekna til 2 - 3,5 meter. Dei høgste verdiane har bukta aust for sentrum med verdiar på opp mot 4,5 meter. Straumningsdjupna i Flåm er for store område på mindre enn 1 meter, med høgste verdi på 2 - 3 meter.

Partikkelhastigheita (farten vatnet bevegar seg med) under oppskylling i Flåm ligg opp mot 4-5 m/s.

Det er utarbeidd eit teknisk notat [ref. 1.5.11] med kart der faresona for oppskylling er delt inn i faresoner. Flodbølgja som råkar Flåm og Viki vil delvis ha fart/forlaup som flaum (F2) og delvis ha fart/forlaup som skred (S1). Figur 3.3 syner faresoner for flodbølgje i Flåm med inndeling i S1 (forløp som skred) og F2 (forløp som flaum).



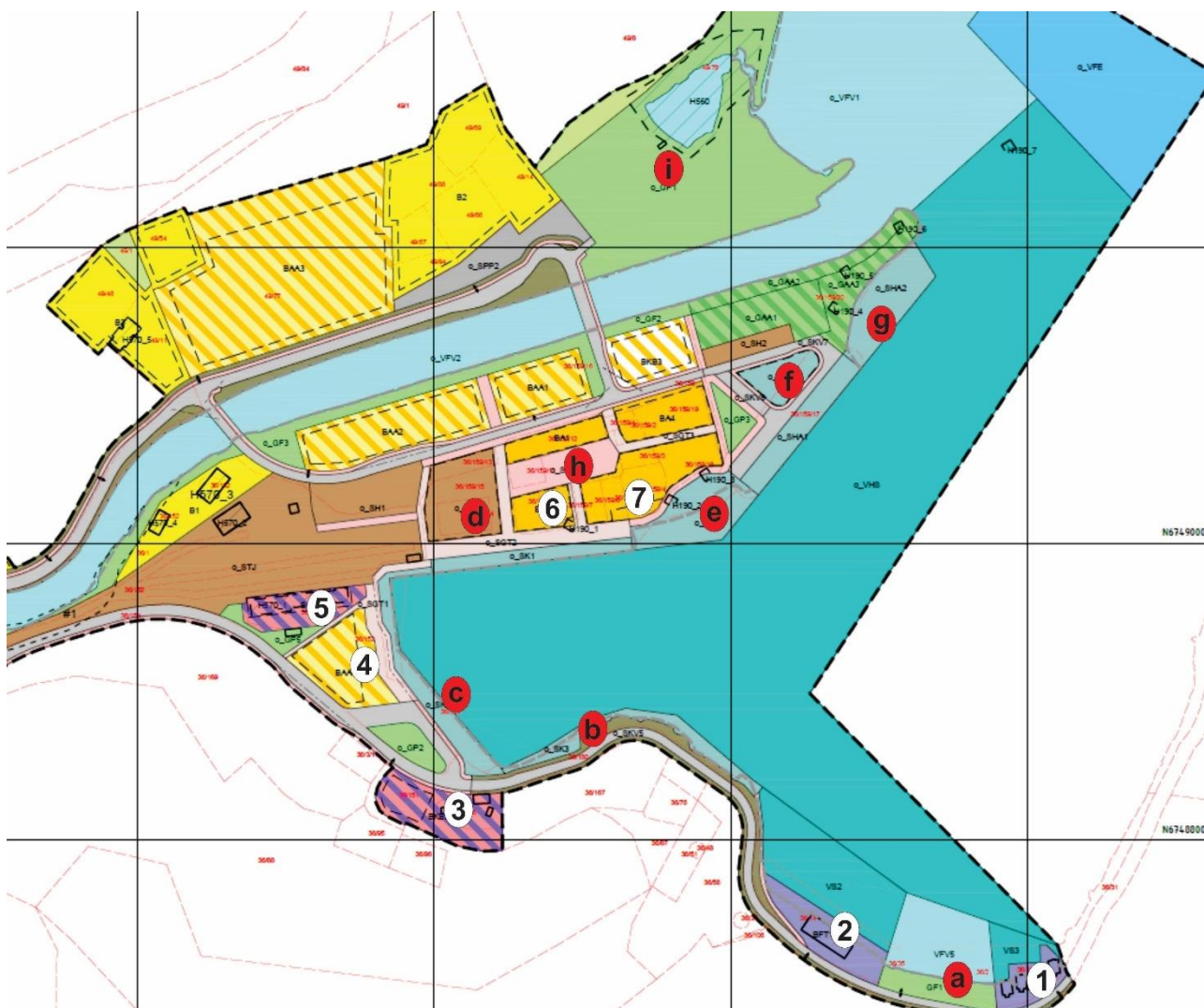
Figur 3.3: Faresonekart flodbølgje Flåm. Faresonene er delt opp i to kategoriar, ein for flaum og ein for skred, høvesvis F2 og S1. [1.5.11].

I byggt teknisk forskrift TEK17 er det i § 7-4 gitt unntak frå forbodet mot utbygging innanfor fareområde, avgrensa til område som er utsett for sekundærverknadene av fjellskred. Det er opna for bygging dersom det

er etablert eit forsvarleg system for overvaking, varsling, beredskap og evakuering. I Aurland er det etablert eit system som stettar myndigheitskrava.

Vidare følgjer det av § 7-4 i TEK17 at føresetnadane for å tillate utbygging er at konsekvensane av byggerestriksjonane skal vere alvorlege, at arealet ikkje kan erstattast (alternativ lokalisering er ikkje aktuell), fysiske tiltak/sikring er vurdert, samt at utbygginga/arealbruken skal vere avklara i overordna plan.

Utviklinga av Flåm som kommunikasjonsknutepunkt for overgang mellom ulike transportmiddel og aktivitet. Utbyggingspotensialet i planen er avgrensa. Formålet med planen er å leggje tilhøva bette til rette for meir effektiv overgang mellom dei ulike transportmidla og tilboda som femnar om båt/bane/buss/aktivitetar/utflukter til andre reisemål, samt vidareutvikle servicetilbodet for dei reisande medan dei er på land.



Figur 3.4: Område sett av til bygg og anlegg samt samferdsleanlegg lokalisert innaforsone flodbølgje Flåm.

Det er utarbeidd eige notat med vurdering iht. vilkåra i § 7-4 i TEK17. Dette gjeld for alle områda som er lokalisert innanfor faresona for oppskylling. Områdeinndelinga er synt i figur 3.4. Oppsummering av resultatane



frå vurderingane som er gjort etter TEK17 § 7-4 er lagt inn i egne tabellar for bygg og anlegg (tabell 3.2) og samferdsleanlegg/grøntstruktur (tabell 3.3).

Tabell 3.2: Oppsummering av vurderingane etter § 7-4 i TEK17 for område sett av til bygg og anlegg.

Vilkår iht. TEK17 § 7-4	1	2	3	4	5	6	7
a) konsekvensene av byggerestriksjoner er alvorlige og utbygging er av avgjørende samfunnsmessig betydning	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
b) personsikkerheten er ivaretatt ved et forsvarlig beredskapssystem som er basert på sanntids overvåking, varsling og evakuering, og det er foretatt en særskilt vurdering av om det skal være restriksjoner for oppføring av byggverk som er vanskelige å evakuere. Varslingstiden skal ikke være kortere enn 72 timer og evakueringstiden skal være på maksimum 12 timer	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
c) det finnes ikke andre alternative, hensiktsmessige og sikre byggearealer	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
d) fysiske sikringstiltak mot sekundære virkninger av fjellskred er utredet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
e) utbyggingen er avklart i regional plan, kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan (områderegulering), herunder gjennom konsekvensutredning.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabell 3.3: Oppsummering av vurderingar etter § 7-4 i TEK17 for område sett av til samferdsleanlegg.

Vilkår iht. TEK17 § 7-4	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a) konsekvensene av byggerestriksjoner er alvorlige og utbygging er av avgjørende samfunnsmessig betydning,	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei
b) personsikkerheten er ivaretatt ved et forsvarlig beredskapssystem som er basert på sanntids overvåking, varsling og evakuering, og det er foretatt en særskilt vurdering av om det skal være restriksjoner for oppføring av byggverk som er vanskelige å evakuere. Varslingstiden skal ikke være kortere enn 72 timer og evakueringstiden skal være på maksimum 12 timer	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
c) det finnes ikke andre alternative, hensiktsmessige og sikre byggearealer	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
d) fysiske sikringstiltak mot sekundære virkninger av fjellskred er utredet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
e) utbyggingen er avklart i regional plan, kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan (områderegulering), herunder gjennom konsekvensutredning.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Planframlegget bygger på at kommunen har eit forsvarleg system for overvåking, varsling, beredskap og evakuering, for å hindre tap av menneskeliv.

Ei rekke område i planen er vurdert som **svært sårbart** for sekundærverknader av fjellskredgenerert flodbølge. Vilkåra i TEK17 § 7-4 er vurdert til å vere oppfylt for dei nye tiltaka som planen opnar for.

Oppfølging – prinsipp for utbygging/sikring er av NGI [ref. 1.5.6] trekt fram som aktuelle:

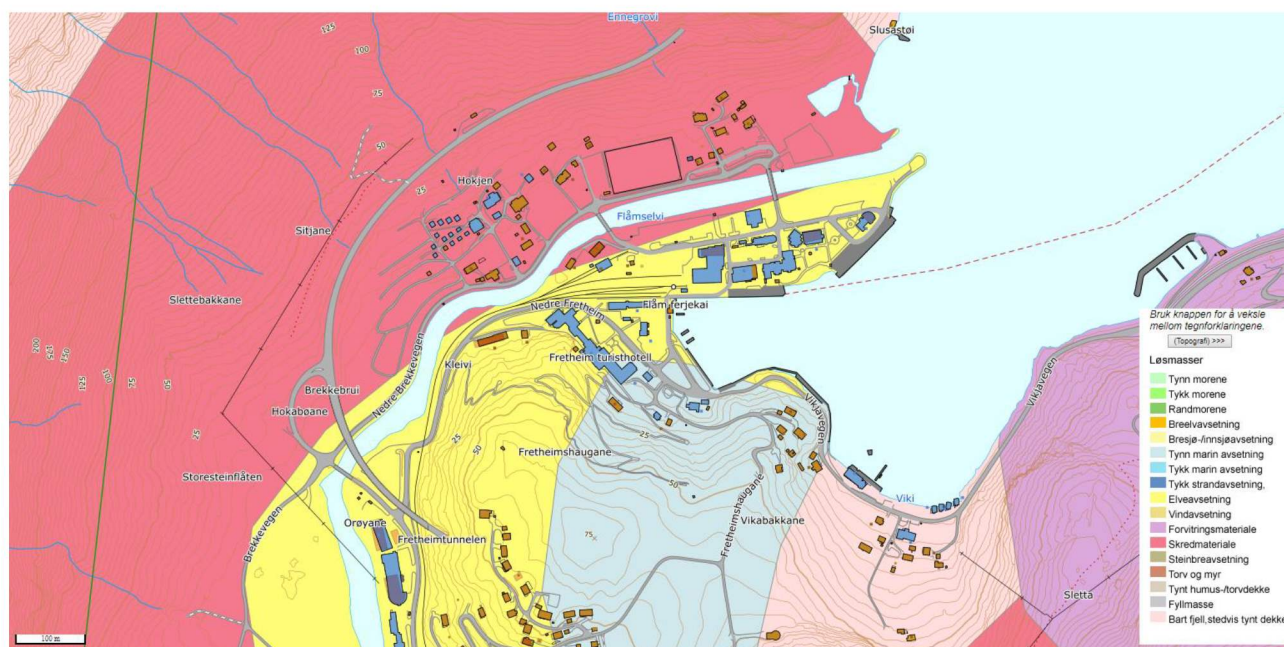
1. Lokalisere utanfor faresone
2. Heve byggegrunnen
3. Dimensjonere sjølve bygge slik at det toler belastninga. Inngangsparti (strømningsdjupn og -hastigheit) for dimensjonering er gitt av NGI i egne berekningar [ref. 3].
4. Bygge sikring (molo/bølgebrytar, mur, dike/voll)

NGI skriv at det mest tenlege vil vere å bruke eit av alternativa 1 – 3 i Flåm. Det kjem av at oppskyllinga er avgrensa og handterbar, samt at ein med slike tiltak slepp å legge føringar på kor folk kan bevege seg. I tillegg kan det vere aktuelt enkelte stader å nytte alternativ 1 – 3 i kombinasjon med 4. Val av alternativ 4 vil ivareta omsynet til trygghet i heile området med unntak av Viki.

I Viki vil moloar/bølgebrytarar ha god effekt for å redusere skadepotensialet. Vurderinga er ikkje at bruk av molo vil sikre utbyggingsområde i Viki der planen opnar for tiltak.

### 3.2.4 Stabilitet – marine avsetningar

Flåm og Viki er lokalisert på ei flate under bratte og høge fjell. Nedanfor skrentområda, særleg på nordsida ligg det stadvis urmassar. Marin grense (øvre grense for kor høgt havet har stått) ligg på rundt 125 moh. Under denne grensa syner lausmassekartet til NGU skredmateriale nord for Flåmselva, elveavsetningar ved jernbanestasjonen og Fretheim hotell, bart fjell/tynt dekke i Viki og forvitningsmateriale aust for Viki. Mellom Fretheim hotell og Viki er det registrert tynn marin avsetning. Store delar av arealet aust for jernbanen er fyllt ut med massar frå bygging av veganlegg/tunnel.



Figur 3.5: Lausmassekart utarbeidd av NGU [ref. 1.5.20].

## Grunnundersøkingar

Det ligg føre fleire grunnundersøkingar frå området. Resultata frå grunngranskingane er kort summert opp nedanfor.

2018: NGI vurderte stabiliteten i Viki. Konklusjonen er at allereie regulerte einbustader kan byggast. Større bygg og/eller terrenginngrep føreset geoteknisk prosjektering [ref. 1.5.5].

2013: Statens vegvesen utførte grunnundersøkingar for ein lang skredvoll i området frå Slettebakkane til Harajuvet i Flåm. Undersøkingane er i hovudsak tolka til å vere skredavsetningar med mykje stein og blokkinnhald. Ein kan ikkje sjå vekk frå lommar av meir einsgradert sand/silt. Boring 24 og 25 som er utført nede ved Flåmselvi viser blautare massar under ei djupn på ca. 4 m. Dette er truleg massar av sand, silt og leire [ref. 1.5.35].

1997/1993: Noteby gjennomførde grunngranskingar som ein del av arbeidet med planlegging av utvida kai i fleire rundar. Dei gjennomførde boringane synte eit steinfyllt topplag med mektigheit på mellom 2,5 og 5 meter. Under steinfyllinga var det friksjonsmassar, hovudsakleg av sand og grus. Truleg med noko finare korngradering og fastare lagring i dei djupaste laga. Det vart ikkje treft på store steinar eller blokker i massane under steinlaget i toppen. Målte langvarige krypsetningar i området kan tyde på djuptliggande finkorna lag (silt/leire) som indikert i fleira av vurderingane. (Registrert setningshistorikk synte større setningar enn det som var lagt til grunn gjennom den geotekniske prosjekteringa [ref. 1.5.27 og 1.5.28]).

1992/1990: Statens vegvesen utførte grunnundersøkingar for ny bru over Flåmselvi, Brekke Bru. Undersøkingane viser grus og sand ned til 4 m. Vidare nedover består grunnen av sandig silt, silt og leire [ref. 1.5.33 og 1.5.34].

1985: A/S Geoteam utførde for Aurland kommune ei vurdering av geotekniske konsekvensar ved alternativ plassering av småbåthamn i Flåm. I Viki vart det registrert lausmassemektigheit på inntil 40 – 50 meter. Massane vart tolka til å bestå av sand og grus med noko varierende pakningsgrad [ref. 1.5.29].

1983: Sogn og Fjordane vegkontor gjennomførde grunnundersøkingar sør for jernbanestasjonen ved Allmenningsskaien. Grunntilhøva består av laust lagra sand og siltig sand. [ref. 1.5.30].

1976: Geoteknisk kontor til Norges Statsbaner utførde grunngranskingar nord og øst for jernbanestasjonen. Bakgrunnen var at kommunen vurderte å plassere massar frå tunnel i området. Utfylling skulle førebu framtidig utnytting av arealet til industriformål. Det var gjennomført boring i 4 profil der det samla vart utført boring i 12 punkt. Prøvane indikerte at grunnen består av relativt grove elveavsetningar, i hovudsak sand- og grusmateriale. På større djup er det antatt at det er meir finkorna materiale med overgang til silt og leire. I rapporten er det konkludert med at grunntilhøva var forholdsvis gode. Området vart vurdert som godt eigna for utfylling og seinare brukt til industriformål [ref. 1.5.31].

## Vurdering av fare for potensielle kvikkleireskred

Vurdering av områdestabilitet og potensiell fare for kvikkleireskred er utført i tråd med NVE rettleiar Nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». I denne vurderinga er ei stegvis prosedyre 1- 3 for utgreiinga av fare for kvikkleireskred følgd.

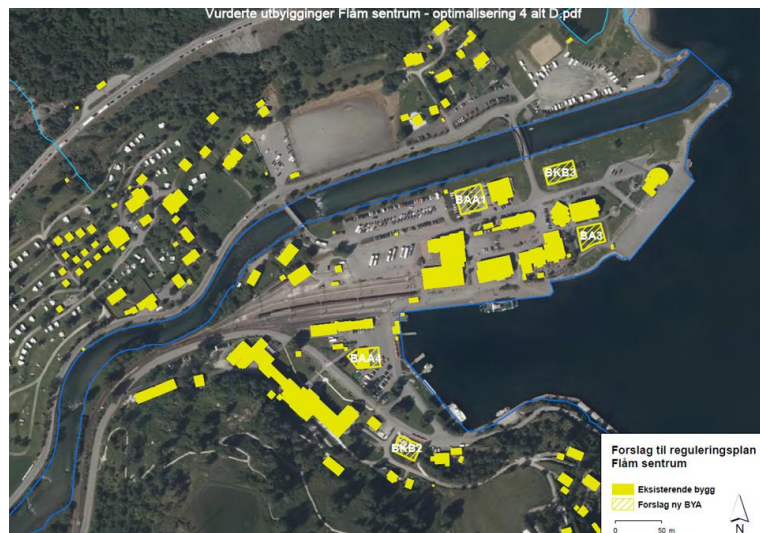
Vurderingar av potensiell fare for kvikkleireskred dreier seg i hovudsak om 2 ting:

1. Sikre at planar eller tiltak for eit område ikkje står i fare for å kunne løyse ut kvikkleireskred.
2. Sikre at ev. kvikkleireskred som vert løyst ut i nærområdet ikkje kan få følger for aktuell plan eller tiltak.

Vurderinga er avgrensa til A-feltet.

Figuren nedanfor syner utbyggingspotensialet etter at det er teke omsyn til flaum. Det er avgrensa til eksisterande bygnad, samt noko ny bygnad i områda BAA1, BAA4, BKB2, BKB3 og BA3.

Det er ingen registrerte faresoner for potensielle kvikkleireskred i Flåm. Planområdet er lokalisert under marin grense og er difor vurdert som eit aktsemdsområde for mogleg marin- og kvikkleire.



Figur 3.6: Utbyggingspotensialet i planen.

For det utfylte A-feltet (området aust for jernbanestasjonen) viser grunnundersøkingar utført av NSB og Noteby at det ikkje er påvist marin- eller kvikkleire som kan medføre fare for eit potensielt løснеområde for kvikkleireskred. Vidare er A-feltet/hamneområdet og området nord for Flåmselvi flatt. Målt avstand frå hamneområdet og opp mot stigande terreng i nord er på minst 90 meter. Eit potensielt kvikkleireskred må ha teoretisk lengde av løснеområde på minst 30 meter, dersom eit mogleg skred skal kunne ha utløp som kan treffe hamneområdet/A-feltet. Basert på grunngranskningane som Statens vegvesen har utført for skredvollen, noko lenger mot nordvest, vert grunnen ved E16 vurdert til å bestå av skredmassar av blokk, stein, grus og sand, samt fyllmassar lagt opp i samband med vegutbygging. Eit potensielt løснеområde med lengde på over 30 meter er ikkje sannsynleg og hamneområdet/A-feltet er ikkje eit utløpsområde for potensielle kvikkleireskred.

Basert på ovannemnde vurdering kan potensiell fare for kvikkleireskred utelukkast for hamneområdet/A-feltet. Vurderinga vil mellom anna gjelde for skissert utbyggingspotensiale i områda BAA1, BKB3 og BA3.

For området på Fretheim og ut mot fjorden viser tilgjengelege grunngranskningar ved fjorden (Sogn og Fjordane vegkontor) at lausmassane består av laust lagra siltig, grusig sand. Terrengkriteria kan her ikkje utelukke potensiell fare for kvikkleireskred då skråande terreng opp mot Fretheimshaugane og Halvardbakken ligg forholdsvis nær. Tilgjengelege grunngranskningar kan heller ikkje utelukke fare for marin- eller kvikkleire i området.

Ovannemnde vurdering klargjer at potensiell fare for kvikkleireskred ikkje kan utelukkast og må difor vurderast nærmare gjennom ei ev. detaljregulering. Vurderinga vil blant anna gjelde for utbyggingspotensialet i områda BAA4 og BKB2.

A-feltet/hamneområdet vest for jernbanestasjonen er vurdert som **nøytralt** for kvikkleireskred. I dei andre områda kan vurderinga ikkje utelukke fare, og desse er vurdert som **sårbare** for kvikkleireskred.

### Oppfølging

- Vurderinga har avklart at det på hamneområdet/A-feltet vest for jernbanestasjonen ikkje er fare for kvikkleireskred og at det kan leggest til rette for ny utbygging i områda BAA1, BKB3 og BA3.

*Tiltaka planen opnar for fell innafor tiltaksklassar som krev geoteknisk prosjektering. Det er føresett at naudsynte undersøkingar vert gjort som grunnlag for prosjektering.*

- *Før vidare utbygging utanfor hamneområde/A-feltet vest for jernbanestasjonen må det gjennomførast vurdering av fare for kvikkleireskred samt naudsynt geoteknisk prosjektering.*

### 3.2.5 Stormflo, havnivåstigning og bølgeopp skyling

Høg vasstand kjem av kombinasjonen av høg springflo (høgt astronomisk tidevatn) og høg stormflo (lågtrykk og pålandsvind).

Ved berekning av kotehøgde må det takast omsyn til stormflo, havnivåstigning og bølgeopp skyling.

Norconsult har utarbeidd ei vurdering av stormflo og bølgeoppverknad [ref. 1.5.17].

I vurderinga går det fram at samanfall mellom stormflo og ekstreme bølgehøgder ikkje er sannsynleg. Bakgrunnen for dette er at ein oppnår ekstremverdiar for vind langs Norskekysten med vind frå sørvest, medan høgste vindgenerert bølge ved Flåm kjem frå nordaust.

Norconsult sin tilrådde kombinasjon av parameter for klassane F1, F2 og F3 er gitt i tabell 3.1. Totalhøgda er tilrådd dimensjonerande høgde per tryggleiksklasse.

Tabell 3.4: Tilrådd total høgde for tryggleiksklasse F1, F2 og F3 for Flåm [ref. 1.5.17]

	Stormflo inkludert havnivåstigning (meter over NN1954)	Oppskyllingshøyde (meter over dim. vannnivå)	Total høgde (meter over NN1954)	Kommentar
<b>F1</b>	194	Strand – 172 Molo – 77	Strand – 357 Molo – 271	20 års stormflo med havnivåstigning frem til 2062 (68%). 20 års bølgehøyde med 10 l/s/m oppskyllingskriteria.
<b>F2</b>	266	Strand – 210 Molo – 158	Strand – 476 Molo – 424	200 års stormflo med havnivåstigning frem til 2112 (68%). 100 års bølgehøyde med 0.5 l/s/m oppskyllingskriteria.
<b>F3</b>	309	Strand – 221 Molo – 170	Strand – 530 Molo – 479	1000 års stormflo med havnivåstigning frem til 2112 (95%). 200 års bølgehøyde med 0.5 l/s/m oppskyllingskriteria.

I vurderinga [ref. 1.5.17] vert det peikt på at tiltak mot oppskyling av korte bølger, slik det er tale om i Flåm, består av relativt enkle tiltak, som t.d. enkle gjerder eller murar til dreneringsgrøfter på baksida av fyllingar. Dersom liv og helse ikkje står i fare, er det ikkje noko i vegen for å legge konstruksjonar og bygg på nivå der det er trygt mot framtidig stormflo, samt tilpasse sikring mot overskylling av bølger.

Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB) publiserte i 2015 ein rettleiar for korleis ein skal ta omsyn til framtidig havnivåstigning og stormflo i kommunane si planlegging [ref. 1.5.18]. Dei har ikkje utarbeidd tal for bølgeoppverknad.

Tabellen i rettleiinga til DSB [ref. 1.5.18] syner:

- 1000-års returinterval for stormflo (Sikkerheitsklasse 3 i TEK17) med klimapåslag: 211 cm over NN2000

- 200-års returinterval for stormflo (Sikkerheitsklasse 2 i TEK17) med klimapåslag: 204 cm over NN2000
- 20-års returinterval for stormflo (Sikkerheitsklasse 1 i TEK17) med klimapåslag: 192 cm over NN2000



Figur 3.7: Stormflo med årleg sannsyn 1/200 [ref. 1.5.36].

Det er skilnad mellom Norconsult sine berekningar og tala som DSB legg til grunn for Aurland kommune. Begge berekningane er basert på det same statistiske grunnlaget. Skilnaden i resultatane er eit resultat av den statistiske handteringa grunnlaget. Norconsult har berekna effekten av bølge.

Store delar av den utfylte flata/utbyggingsområda og hamneanlegga er plassert mellom kote + 2 og +2,5. Det er difor stor skilnad på kva areal som vert overflaumt ved ei sokalla 200-årshending (F2). Samtidig må det leggast til at det er tilnærma samsvar mellom nivået for flaum og Norconsult sine berekninga av stormflo langs fjorden.

Areala langs fjorden og A-feltet og spesielt Viki framstår som **sårbart** for stormflo og kombinasjonen stormflo, havnivåstigning og bølgeoppskylling.

Kommunen har i planen valt å legge til grunn DSB sine berekningar for kombinasjonen stormflo og havnivåstigning.

Oppfølging – prinsipp for utbygging/sikring:

- Byggegrunn må plasserast på/over nivå for stormflo eller dimensjonere sjølve bygge slik at det toler belastninga.
- Ved planlegging av områda mellom bygg og fjorden må det etablerast konstruksjonar som tek bølgeenergien med tilhøyrande drenering.
- Tiltak må ikkje føre til forsterking av straumar og at naudflaumsvegar vert bygd ned slik at det fører til vesentleg ulempe.

### 3.2.6 Ekstremnedbør og overvatn

Klimaprofil for Sogn og Fjordane klargjer at det er venta at episodar med kraftig nedbør vi auke vesentleg både i intensitet og hyppigheit. Det vil stille større krav til handtering av overvatn i framtida.

Store nedbørsmengder rammar Vestlandet årleg, utan at det fører til større skadar på materielle verdiar. Klimastatistikk syner at årsnedbøren på Vestlandet har auka med bort i mot 20% dei siste 100 åra. Det same gjeld for landet som heilskap. Auken varierer likevel mykje innanfor fylket. Dette kjem av endringar i vindstraumar som gjev store utslag på nedbørsmengda lokalt. I snitt ventar vi ein auke på om lag 40% fram til år 2100, samanlikna med perioden 1961 – 1990. Ekstremnedbør førekjem sjeldan. Kor store mengder som skal til for at det oppstår problem, vil variere. Generelt kan 70 mm nedbør på ein time reknast som ekstremt. Slike mengder vil ofte medføre store konsekvensar i form av overfløyming og utrasing av lausmassar i områda som vert råka.

Målestasjonen på Aurlandsvengen syner ein normal årsnedbør på 685 mm. Mesteparten av nedbøren kjem på hausten. Høgste målte døggnedbør er på 52 mm. Statistiske ekstremvêreanalyser syner at døggnedbøren kan nå 70 mm i løpet av ein tusenårsperiode.



Figur 3.8: NVE sitt kart med oversikt over elvenett i Flåm [1.5.32].

Interpolerte klimadata frå senorge-datasettet for normalperioden 1981 – 2010 syner normal årsnedbør i (Flåm/Viki) området på 959 mm, med ca. 580 mm om vinteren. Forventa 1000-års nedbør er berekna til 65 mm/døgn.

Planframlegget er basert på det etablerte utbyggingsmønsteret. Nye utbyggingsområde vil ikkje endre dei naturlege/etablerte vassvegane. Omsynet til ekstremnedbør er føresett ivareteke gjennom at ein ved sida av det ordinære overvasssystemet òg sikrar naudflaumsvegar. Omsynet til overflatevatn er føresett ivareteke gjennom detaljprosjektering av tiltak og detaljutforming av området.

Området er på bakgrunn plassering ved fjorden, data om nedbør og forventningar om klimaendringar, vurdert som **moderat sårbart** i høve ekstremnedbør.

#### *Oppfølging – prinsipp for utbygging/sikring:*

- *Grøfter, stikkrenner, kulvertar og andre overvassanlegg må dimensjonerast, iht. nye normer og myndigheitskrav.*
- *Det må tryggast naudflaumsvegar ved detaljprosjektering av tiltak innanfor området. Det gjeld spesielt for areal sett av til bygg og anlegg samt samferdsleanlegg.*

### **3.2.7 Flaum og erosjon i/langs Flåmselvi**

Både Norconsult [ref. 1.5.13] og Multiconsult [ref. 1.5.3] har gjennomført flaumsonekartlegging, medan NGI har gjennomført kartlegging av erosjon langs Flåmselvi [ref. 1.5.16]. Kartlegginga til Norconsult vart gjennomført i samband med oppryddinga etter flaumen i 2014. Multiconsult si kartlegging vart gjennomført i 2019. Den tek omsyn til tryggingstiltaka langs elva og er basert på nye høgdedata for både landareala og elvebotn. Flaumsonekartlegginga til Multiconsult samt NGI si kartlegging av erosjonsfare langs elva er lagt til grunn.

Det meste av tiltaka som planen opnar for er planlagt i område som er utsett for flaum. Som ein del av arbeidet har det vore naudsynt å vurdere om tiltaka planen legg til rette for fører til vesentleg ulempe iht. § 7-1 i TEK17.

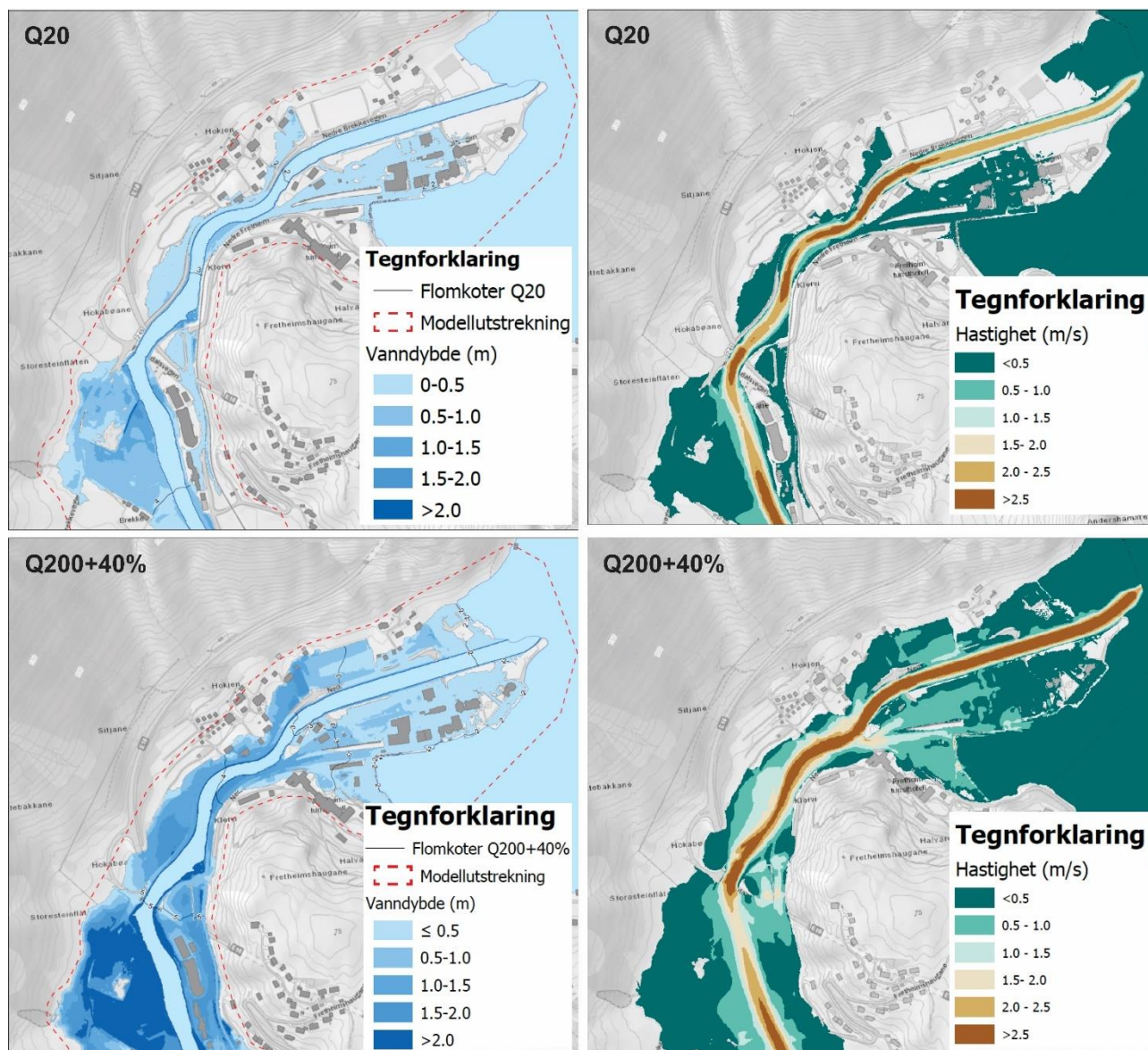
#### **Kort om dagens situasjon**

Vasslinjeberekningane som er gjennomført av Multiconsult [ref. 1.5.3] syner at med dagens utbygde situasjon utan omsyn til forflytting av massar ved erosjon eller avsetjing, er ikkje tilbakeført elveleie (etter flaumen i 2014) tilstrekkeleg for berekna flaumstorleik (F2). Store delar av planområdet vil verte overflødd.

Ved ein 200-års flaum med eit klimapåslag på 40% vert Nedre Brekke bru overflødd medan dei to bruene nedstraums vil ha flaumnivå oppunder brudekket.

Etablering av flaumvollar eller liknande vil føre til at kapasiteten under bruene ikkje er tilstrekkeleg. I tillegg er kapasiteten sensitiv for nedstraums vasstand (nivået i fjorden).





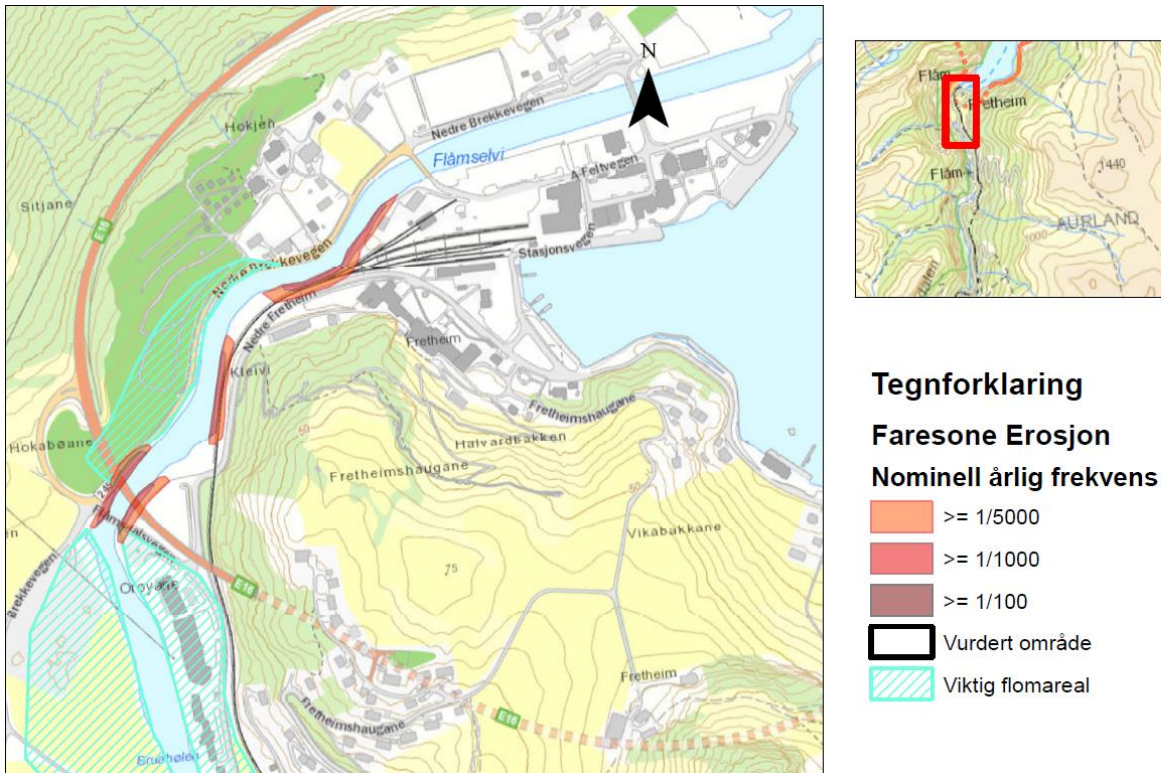
Figur 3.9: Faresonekart for Flåmselvi som viser faresoner med informasjon om dypne og fart for flaum med årleg sannsyn 1/20 og 1/200 med 40% klimapåslag [1.5.3].

Konsekvensane ved 200 års flaum med 40% klimapåslag:

- Nedre Brekke bru vert overflødd.
- Noverande og framtidige parkeringsanlegg vert utsett for ei strøymingsdjupne på opp til vel 2 meter.
- Store delar av veganlegget inn og ut av området vert overflødd og avgrensar tilgjenga til området.
- Jernbanelinja med tilhøyrande jernbanestasjon vert overflødd og sett ut av drift.
- Ved noverande og framtidig næringsareal på/ved A-feltet vil det vere ei strøymingsdjupne på inntil 0,5 meter.
- Ved noverande næringsareal på Orøyne vil det vere ei strøymingsdjupne på inntil 1,5 meter.

Det er stor variasjon i talet på personar innfor området gjennom året. Ein må legge til grunn at hending vert varsla og at særskilt utsette område vert evakuert.

Hending vil påverke veg, bane- og sjøtransporten under hendinga og fram til skader på samferdsleinfrastrukturen er retta. Tilgjenga til området for naudetatane vil vere avgrensa under sjølve hendinga.



Figur 3.10: Faresonekart for Flåmselvi som syner faresoner for erosjon med årleg sannsyn 1/100, 1/1000 og 1/5000 [1.5.16].

NGI har definert faresoner for erosjon med sannsyn 1/100, 1/1000 og 1/5000. Figur 3.10 syner at erosjonssonene innanfor planområdet. I tillegg til erosjonssonene er det i figur 3.10 markert viktig overfløymingsareal. Desse områda er lokalisert innanfor faresonene for flaum og er areal der sand og grus vil verte avsett under hending. Areala er viktig for å avgrense skadane ved flaum. Markerte viktige overfløymingsareal er lokalisert innanfor dei definerte flaumssonene.

Erosjonssonene er berekna av NGI [ref. 1.5.16]. Av vurderinga går det fram at store delar av elvestrekninga ved flaum vil ha ein vassfart som vil modifisere elvebotn og kan gje utgraving av elveskråningar med førebygging. Ved store flaumar vil elva kunne dra med seg lokale massar frå øvre del av elva, og avsette desse i rolegare parti. I dei kanaliserte områda gjennom planområdet og ut mot fjorden er kapasiteten og flaumvasstand avhengig av at kanalen vert vedlikehalden.

Brukara til brua på E16 ligg utanfor erosjonssone. Begge brukara på Nedre Brekke bru er plassert innanfor erosjonssone. Det gjeld òg to strekker på jernbanen. På det eine partiet har Bane Nor gjennomført tryggingstiltak. Dei andre punkta er vurdert som **svært sårbare** i høve erosjon langs Flåmselvi.

Faresonene syner at store delar av området langs Flåmselva er **svært sårbart** for flaum. Det femnar om både hamneanlegg, samferdsleanlegga inkludert bruene inn og ut av området, samt nærings- og

serviceareala på land. Nærmast heile den lågareliggande delen vil kunne verte overflødd.

### Tiltaka som planen legg til rette for

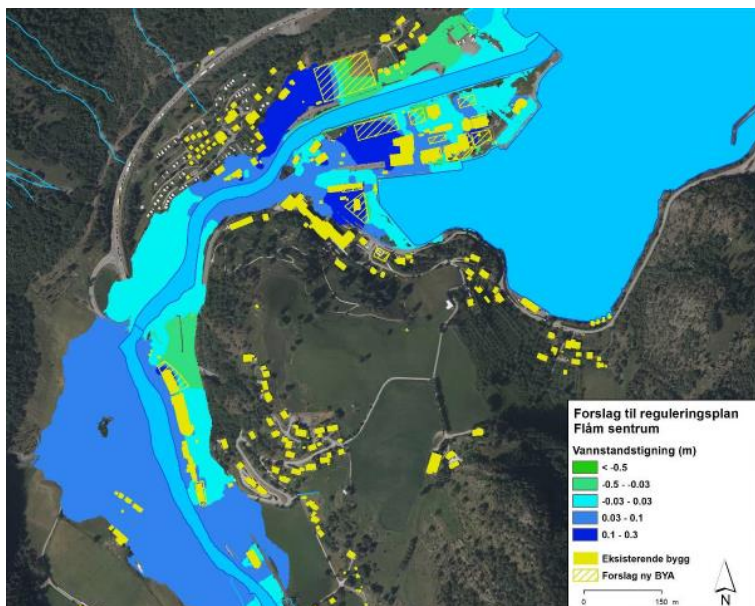
Tiltaka som planen opnar for er lagt inn i modellen. Samla utgjer det eit bebygd areal på ca. 15.000 m<sup>2</sup>.

Figuren til høgre syner endring i vasstand som følgje av den framtidige bygningsmassen som planen legg til rette for.

Tiltaka fører til stor (meir enn 10 cm) vasstandsending oppstraums parkeringsanlegget BAA3 og BAA4, samt sør for BAA2. I tillegg er det berekna opp til 0,4 m/s auke i hastigheit i elva og 0,5 m/s auke i hastigheit enkelte plassar på flaumslettene.

Følgjande tiltak er drøfta/vurdert:

- Redusert ny bygningsmasse samt optimalisering av plassering.
- Plassering av bygg på søyler slik at vatn kan strøyme under dei.
- Mudre elvebotn (ned og til sides).
- Bygge flaumvoll langs elva.
- Bygge flaumtunnel.



Figur 3.12: Endring i vasstand med tiltaka som planen legg til rette for ved Q200 + 40% klimapåslag. [1.5.37].

Mudring og bygging av flaumvoll langs elva er vurdert som uaktuelt, grunna at det ikkje er ønskeleg å gjere noko som påverkar elva (verna vassdrag/naturmangfald og tilhøva for fisk). Flaumtunnel er av omsyn til bl.a. kostnadar tidlegare forkasta.

Aktuelle tiltak er plassering av bygg på søyler, reduksjon av bygningsmassen og/ev. kombinert med optimalisert plassering.

Analysane har avklart at det er behov for betydeleg reduksjon av bygningsmassen samanlikna med det opphavlege planframlegget for at tiltaka ikkje skal føre til vesentleg ulempe iht. § 7-1 i TEK 17. Gjennom arbeidet er det utvikla ei løysing for ein 200-årsflaum inkludert klimapåslag på 40% som har avgrensa ulemper for tredjepart. Vasstadsauken varierer mellom ingen og mindre enn 5 cm auke ved ein 200-årsflaum med klimapåslag.

Det kan vere aktuelt å legge bygg på søyler. Brekningar for tiltaka i områda BAA2 og BAA3 syner ein vasstadsauke på mellom 4 og 6 cm med ei auke i hastigheit på 0,4 til 0,8 m/s. Etablering av bygg på søyler vil krevje grundige tiltaksretta utgreiingar.



Figur 3.13: Endring i vasstand med tiltaka som planen legg til rette for ved Q200 + 40% klimapåslag. [1.5.37].

Tabell 3.5: Løysing som gjev ingen eller mindre enn 5 cm vasstadsauke ved ein 200-årsflaum med klimapåslag [ref. 1.5.37].

Område	m <sup>2</sup> -BYA	Vasstadsauke	Kommentar
BAA1	630	<5	Form/storleik og plassering er optimalisert.
BAA4	570	<5	Form/storleik og plassering er optimalisert.
BA3	550	0	Bygg foreslått flytta ut av det flaumutsette området. Ingen endring i straumingstilhøva.
BKB2	600	0	Er lokalisert utanfor det flaumutsette området.
BKB3	600	<5	Fører til lokale endringar, men ikkje for anna tomt. Bygg må tryggast mot flaum.

#### Oppfølging – flaum og erosjon:

- Utbyggingspotensialet bør avgrensast til utbygging i områda BAA1, BAA4, BA2, BKB2 og BK3 iht. det som følgjer av tabell 3.5. Ytterlegare utbygging føreset nye utgreiingar knytt til detaljplanlegging av områda.
- Det må avklarast om det er naudsynt med tilkomst til bygg under ein flaumsituasjon og korleis ein ev. skal løyse det.
- Overfløymingsareal må ikkje takast i bruk på ein slik måte at det reduserer overfløymingsarealet.

- *Bygg må dimensjonerast for eller plasserast over nivå for dimensjonerande flaum. Utbygging må ikkje føre til vesentleg ulempe, dvs. ikkje påverke flaumhøgda.*
- *Strekker som er utsett for erosjon bør ikkje takast i bruk til utbygging og eksisterande samferdsleanlegg og utbyggingsområde må sikrast før utbygging.*
- *Ved hendingar er det viktig at kanalen/elva vert halde ved like for å oppretthalde kapasiteten til kanalen/elva.*

### 3.2.8 Vind –fallvind frå nordaust

Stader som Flåm har store sprik i observasjonar av vind. Flåm og indre delar av Sogn er prega av kraftige kortvarige fallvindar som er kald luft som strøymer ned frå fjellet og ut gjennom fjorden og dalar.

Vi har ikkje data frå målestasjonar som klargjer dei konkrete tilhøva. Vinndata er tilgjengelege for Sogndal Lufthamn (2003 – 2011) og Vangsnes målestasjon (1993 – 2011). Som ein del av arbeidet med kartlegginga av bølger [ref. 1.5.4] vart det anslått ekstremverdiar basert på føreliggande data, med vindretning frå nordaust. Det vart anslått basisvind frå nordvest med returperiode 20 år på 22,8 m/s, 100 år på 25,0 m/s og 200 år på 25,5 m/s (10 min middelvind). Dette er vindar som er lågare enn referansevindlasta som skal leggest til grunn ved detaljprosjektering av byggverk.

Det vert lagt til grunn at naudsynt prosjektering vert gjennomført. Basert på det som kjem fram i høve vind, er området vurdert som **moderat sårbart** for fallvindar.

### 3.2.9 Radon

I 2003 vart det gjennomført målingar av radon i Aurland kommune. Resultata syner at 48% av bustadane har ein radonkonsentrasjon på over 200 Bq/m<sup>2</sup>. 29% av bustadane ligg over 400 Bq/m<sup>2</sup>. Av vurderinga går det fram at over 20% av målingane i bustadane i Flåm har radonkonsentrasjon på over 200 Bq/m<sup>2</sup>. Det er difor stor sannsyn for forhøga verdiar.

Forskrift til plan- og bygningslova legg til grunn at det ved nybygg skal takast høgde for at det kan vere radon i grunnen. Tetting og ventilasjon skal dimensjonerast deretter. Krav går fram av § 13-5 i teknisk forskrift.

Områda sett av til bygg og anlegg med underformål er ut frå at tiltak er føresett gjennomført ved utbygging, vurdert som **nøytralt** i høve radon. Omsynet vert ivareteke gjennom myndigheitskrav som følgjer av § 13-5 i TEK17.

### 3.2.10 Dambrot

Dammen vart rehabilitert i 2018. Det er lagt til grunn at alle krav frå mynde vert ivareteke. Gjennomgangen har ikkje avdekt informasjon som indikerer at utbyggingsområda og kommunikasjonssystema i Flåm er meir sårbar for konsekvensar av dambrot enn andre tettstadar med kraftanlegg. Området er vurdert til å vere **lite sårbart** i høve dambrot.

### 3.2.11 Drukningssfare

Tilgjenge til fjorden og Flomselvi vert betra og planen opnar for etablering av sti/turveg langs fjorden og elva, uteopphaldsareal i strandsona samt utviding av hamnefasilitetane. I tillegg er badeplassen vidareført. Det ligg ikkje føre detaljerte planar for utforming av areala langs fjorden og elva. Dette vil verte utvikla gjennom arbeid med søknader om gjennomføring av tiltak som følgjer dei einskilde prosjekta som planen opnar for.

I 2010 var det tre personar som drukna i Sogn og Fjordane, medan tala varierer dei siste åra frå 1 til 14 personar i følgje Norsk folkehjelp sin statistikk. Den same statistikken viser at 103 personar drukna i Noreg i 2015. Vel 50% av hendingane var knytt til bading, fall frå båt, kantring med båt, samt at personar gjekk gjennom isen. I følgje statistikken dør 3 - 10 born under 14 år av drukning kvart år. Det ligg ikkje føre data frå Norsk folkehjelp for drukning etter 2016. Bakgrunnen er at tala er så låge at dei har avslutta registreringsarbeidet.

Det ligg utanfor ROS metodikken å nytte kvalitativ berekning av sannsyn. Det vil dessutan krevje omfattande analyse av lokale tilhøve, som talet på bebuarar, deira åtferd osv.

Statistikken til Norsk folkehjelp for perioden 1988 til 2016 gjev ein indikasjon på omfanget av denne kategori hendingar i Noreg. I tillegg vil det vere tilfelle av hendingar som ikkje medfører død, men med varierende grad av helseskadar.

Ikkje ynskte hendingar relaterer seg til at personar oppheld seg i eller ved fjorden/elva, og dermed kan vere utsett for drukningsulykker. Dette kan vere personar som vil hente ein gjenstand, personar med nedsett allmenntilstand, personar som glir ut i fjorden/elva som følgje av glatt underlag og små born som av ulike grunnar hamnar i fjorden.

I aldersgruppa 0 - 14 år (barn) er det barn som kan og ikkje kan symje. Det er rimeleg å føresette at dei minste barna vil vere under oppsyn av ein eller fleire vaksne, men ein må likevel pårekne at oppsyn kan svikte i lange nok tidsperiodar til at ein farleg situasjon kan oppstå. Vaksne vil oppleve ulik grad av frykt for ein slik situasjon, avhengig av fjorden og omgjevnadane si utforming. På lik linje med at born under oppsyn, kan born som er gamle nok til å ferdast aleine utan tilsyn vere utsett for hendingar som resulterer i at dei hamnar i fjorden eller elva. Dei som ikkje kan symje vil vere mest sårbare.

Ungdom og vaksne kan i dei fleste tilfelle symje.

Planområdet femnar om areal i overgangssona mellom land, elv og fjord. Planen opnar for betring av tilgjenge til fjorden og elva. Med utgangspunkt i ovannemnde er området vurdert som **moderat sårbart** for drukningssfare.

### 3.2.12 Trafikkfare

E16 kryssar Flåm i utkanten av sentrum, med kryss til fv 5624. Fv 5624 går frå Flåm sentrum, langs nordsida av Flåmselvi. Denne vegen (Nedre Brekkevegen) går til Brekke bru der den går over i kommunal veg på sørsida av elva. Sørsida av Flåm er kopla til E16 via fv 5624. Nedre Fretheimsvegen går under E16 og langs sørsida av Flåmselvi og langs jernbana og forbi Fretheim hotell.

Vegkart gjev slik info om trafikk i 2019:

- E16 har ÅDT på 2450 med del tunge på 33% nord for kryss mot fv 5624 og ÅDT 2850 med del tunge på 22% sør for kryss fv 5624.
- Fv 5624 har ÅDT på 1500 med del tunge på 10%.

Vi har ikkje hatt tilgang til månadsdøgntrafikk. Månadsdøgntrafikken svingar truleg mykje gjennom året både på E16 og fv 5624, med mest trafikk i sommarmånadane. Tal for års- og månadsdøgntrafikk på E16 i Gudvangatunnelen i perioden 2006 – 2016 syner stor variasjon over året med månadsdøgntrafikk som i juni, juli og august er oppe i mellom 2800 og 3300. I desember, januar og februar er trafikken nede i mellom 1200 og 1500, medan månadsdøgntrafikken elles ligg på 2000. Delen tungtrafikk har auka frå 22% til 27% i perioden 2006 – 2016.

Vegkart gjev slik informasjon om fartsgrenser

- E16 forbi kryss til fv 5624 har skilta fart på 70 km/t.
- Fv 5624 har skilta fart på 50 km/t, med unntak forbi campingplassen der skilta fart er 30 km/t.
- Andre kommunale og private vegar i Flåm har skilta fart 50 km/t.

Tala for ulykker syner at det i og ved området har vore 8 ulykker i perioden som er registrert i vegkart. Av desse er det registrert 5 utforkøyringar, ei møteulykke og 2 MC ulykker. Det er i ulykkene registrert lettare skadde (7 personar), alvorleg skadde (5 personar) og drepne (2 personar). Ulykkene med alvorleg skadde og drepne er registrert på E16. Ulykkespunkta er synt i figur 3.10.



Figur 3.14: Ulykker som er registrert i Nasjonal vegdatabank for perioden 1977 – 2020.

Tabell 3.6: Informasjon om registrerte hendinger (Kjelde NVE Skredhendelser samt SVV sin rapport frå dei einsskilde hendingane).

Nr	Hending	Dato/klokka	Merknad
1	Utforkøyring	04.10.1998 02:30	Køyretøy køyrde ut for vegen på høgre side i høgrekurve på E16. Føre – delvis snø/isbelagt veg. Lettare skadd.
2	Utforkøyring	20.07.2000 06:40	Køyretøy køyrde ut for vegen på høgre side på rett vegstrekning i tunnel på E16. Føre – bar veg. Lettare skadd.
3	Møting i kurve	14.11.2007 13:49	Møteing i kurve på E16. Føre – delvis snø/isbelagt veg. Alvorleg: 1 drept, 3 alvorleg skadd og 3 lettare skadd.
4	MC ulykke	17.06.2006 13:37	Venstresving framfor køyrande i motsett retning på E16. Føre – tørr bar veg. Alvorleg skadd.
5	Utforkøyring	03.01.2013 00:27	Køyretøy køyrde ut for vegen på venstre side i venstre kurve på E16. Føre – snø/islagt veg. Lettare skadd.
6	Utforkøyring	29.01.1990 01:15	Køyretøy køyrde ut for vegen på venstre side i høgre kurve på E16. Føre – snø/islagt veg. Alvorleg skadd.
7	Utforkøyring	09.07.1997 22:15	Køyretøy køyrde ut for vegen på høgre side i høgrekurve i tunnel på E16. Føre – tørr bar veg. Drept.
8	MC ulykke	30.07.2018 19:57	Møteing i kurve på fv 5624. Føre – tørr bar veg. Lettare skadd.

Krysset frå E16 som er tilkomsten til området har venstresvingefelt. Det ligg føre vedteken reguleringsplan som legg til rette for etablering av høgresvingefelt på 100 meter som ikkje er opparbeidd.

Trafikkanalysen som er utarbeidd syner at regulert løysing, som er vidareført i planframlegget, har kapasitet til å avvikle trafikken.

Av ROS-vurderinga som følgde planen for E16 i 2012, går det fram:

«Dagens kryss mellom E16 og fv. 245 er utsett for ulukker. Verken horisontal eller vertikalkurvaturen stettar krava til kurvatur i kryss. I tillegg er krysset nær Brekkebrua, ei bru som er utsatt for ising om vinteren. Det ligg ikkje i rammene for dette prosjektet å gjera noko med kurvaturen og plasseringa av krysset.

Det er eit problem i krysset at køyretøy på E16 er sikthindrande for køyretøy som kjem frå fv. 245. Dette problemet kan minkast ved å etablere eit høgresvingefelt i krysset. Dette feltet ligg utanfor siktsona, og køyretøy som kjem frå fv. 245 får soleis betre oversikt i krysset.»

Planen som Statens vegvesen utarbeidde og fekk vedteken i 2012 er direkte vidareført med rettsverknad framfor planframlegget. Krysset har kapasitet til å avvikle venta trafikk. Det er difor ikkje gjort ny vurdering For E16 med tilhøyrande kryss mot fv 5624.

Dei interne vegsystema med fv 5624, kommunale vegar og private tilkomststar er gjeven ei utforming som ivareteke krava til gater i vegnormalen med tilhøyrande løysing for mjuke trafikantar. Mange gjestar med ulik nasjonalitet/kultur besøker området i løpet av kort tid. Dei er normalt ikkje kjende med tilhøva. Tronge system og blanda trafikk der buss bl.a. ryggar kan føre til påkøyrslar.

Planen legg til rette for oppgradering av fylkesvegane og dei kommunale vegane med løysing for mjuke trafikantar. Fylkesvegane og kommunale vegar vert vurdert generelt som **lite sårbare** for trafikkulykke, men **svært sårbar** for påkøyrslar av mjuk trafikant.



### 3.2.13 *Framkome for utrykkingskøyretøy*

Frå Aurland brannstasjon er det innsatstid på 15 til 20 minutt. Planen legg ikkje til rette for bruk som føreset at dei som bur i bygg har behov for assistert rømming.

Kommunen har brannbil med 14.000 liter vatn, samt ein mindre bil med 1.800 liter vatn.

Det er ikkje ambulanse i Aurland. Næraste ambulanse er i Lærdal.

Vegane og gatenettet er gjeve utforming som tryggar framkomme for utrykkingskøyretøy når dei er opne. Flaum og skred vil kunne føre til at store deler av området ikkje vert tilgjengeleg. Gatene, gatetuna og hamneareal tyggar oppstillingsareal for redning.

Området er vurdert som **lite sårbart** i høve utrykkingstid for utrykkingskøyretøy.

### 3.3 Representative uynskte hendingar

I arbeidet med val av representative hendingar er det skilt mellom hendingar som er knytt til (1) plassering av området og myndigheitskrav med konkrete krav til tryggleik, (2) noverande bruk og (3) den endra bruken som planen legg til rette for.

Hendinga som er knytt til plassering av området med tilhøyrande myndigheitskrav som følgjer av kap. 7 i TEK17 og noverande bruk, er knytt til tilhøve som er føresett ivareteke i det overordna arbeidet med kommunal og regional beredskap med tilhøyrande beredskapsplanar og eller er føreset ivareteke iht. krav i TEK17.

Dette er hendingar med tilhøyrande sårbare punkt:

- Store ulykker som er fulgt opp gjennom det kommunale arbeidet med overordna kommunal ROS samt tilhøyrande beredskap.
- Myndigheitskrav knytt til, t.d. skred, flaum, geoteknisk prosjektering, radon, vindlast samt framkomme og tilgang på sløkkeutstyr.
- Flaum der eksisterande bruer er sårbare ved 200-årsflaum. I planframlegget er vegsystemet dimensjonert slik at det er mogeleg å etablere nye bruer som stettar krav til detaljprosjektering av bru og veganlegg.
- Erosjon langs Flåmselva som fører til fare for skade på samferdselsanlegg (jernbane, brufundament for E16 og fv 5624.
- Trafikkulykker på E16.
- Beredskap i forhold til sekundærverknadene av skred frå Joasetbergi.

Med utgangspunkt i fareidentifikasjonen og sårbarheitsvurderinga er følgjande representative og vedtaksrelevante uynskte hendingar knytt opp til den endra arealbruken valt ut for nærmare vurdering:

- 1) Uhell som fører til drukning
- 2) Påkøyrslse av mjuk trafikant

Risikovurderinga følgjer av kapittel 4.

## 4 Risikovurdering

HENDING 1: Uhell som fører til drukning													
<b>Drøfting av sannsyn</b>													
<p>I følge statistikken til Norsk folkehjelp er det årleg få drukningsulykker i tidlegare Sogn og Fjordane. På landsbasis har tala leie på mellom 75 og 150 drukningsulykker per år dei siste 15 åra. Fall frå kai/brygge utgjør kring 15% av drukningsulykkene. Aurlandsfjorden grensar til planområdet. Kor vande med sjø gjestene er, vil variere.</p> <p>I høve talet på ulykker vert dette vurdert som <b>sannsynleg</b>, dvs. i gjennomsnitt ei hending pr. 10 - 100 år.</p>													
<b>Drøfting av konsekvens</b>													
<u>Liv og helse:</u>													
Hendinga er vurdert til å gjelde ein person, med <b>stor konsekvens</b> .													
<u>Stabilitet:</u>													
Stabilitet vert ubetydeleg påverka av ei slik ulykke, dvs. svært liten konsekvens.													
<u>Samfunnsverdiar:</u>													
Materielle verdiar vert ubetydeleg påverka av ei slik ulykke, dvs. svært liten konsekvens.													
OPPSUMMERING													
	Sannsyn					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Grøn	Gul	Raud
Liv og helse			X						X				X
Stabilitet			X				X						
Samfunn			X				X						
<b>Risikoreduserande tiltak:</b>													
Anlegg langs fjorden må utformast på ein slik måte at det er moglegheit for eigenredning, med kantar eller andre tiltak ved fjorden, som kan hindre eller stoppe bevegelsar mot fjorden og gje ein sjanse for eigenredning. Det vert lagt til grunn at redningsutstyr vert plassert ut.													

<b>HENDING 2: Påkøyrsløse av mjuk trafikant av buss</b>													
<b>Drøfting av sannsyn</b>													
Årsak til hendinga kan vere tap av kontroll, køyretilhøve, teknisk tilstand køyretøy, sikt, kurvatur, stiging, kryss/avkøyring, blanda trafikk m.m.													
Nasjonal statistikk indikerer at kvar 10. ulykke er påkøyrsløse av mjuk trafikant.													
På bakgrunn av ovannemnde er hendinga vurdert som <b>sannsynleg</b> , dvs. i gjennomsnitt ei hending pr 10 - 100 år.													
<b>Drøfting av konsekvens</b>													
Faktorar som påverkar konsekvensar – er avstand til personar, type køyretøy, fart og beredskap.													
<u>Liv og helse:</u>													
Dei fleste hendingane av denne i område med 50 km/t gjev dødeleg skade, dvs. <b>stor konsekvens</b>													
<u>Stabilitet:</u>													
Dei fleste hendingane vil ikkje påverke stabilitet, dvs. Stenging av vegen i kortare periode, dvs. <b>svært liten konsekvens</b> .													
<u>Samfunnsverdiar:</u>													
Stenging av vegen i kortare periode, dvs. <b>liten konsekvens</b> .													
<b>OPPSUMMERING</b>													
Verdi	Sannsyn					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Grøn	Gul	Raud
Liv og helse			X						X				X
Stabilitet			X			X					X		
Samfunn			X				X				X		
<b>Risikoreduserande tiltak:</b>													
Tydeleg markering av kryssingspunkt mellom gater og der tilkomst kryssar fortau fartsregulering, kontrollar samt organisering av oppstillingsplassar for buss slik at ein unngår rygging.													

## 5 Konklusjon og framlegg til risikoreduserande tiltak

Analysen har hatt som formål å gje ei brei, overordna, representativ og vedtaksrelevant framstilling av risiko for tap av verdiar knytt til liv og helse, stabilitet og materielle verdiar.

Det er gjennomført ei innleiande fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av dei temaa som gjennom fareidentifikasjonen sto fram som relevante. Følgjande farar er vurderte:

1. Store ulykker med buss/jernbane/cruiseskip
2. Skred i bratt terreng
3. Sekundærverknadene av fjellskred frå Joasetbergi
4. Stabilitet – marine avsetningar
5. Stormflo, havnivåstigning og bølgeoppskyling
6. Overvatn
7. Flaum og erosjon i Flåmselvi
8. Vind – kraftige fallvindar frå aust
9. Radon
10. Dambrot
11. Drukning
12. Trafikkfare
13. Framkome for utrykkingskøyretøy

Arbeidet med sårbarhetsvurderinga vart følgt opp med ei sortering, der det vart skilt mellom hendingar som er knytt til (1) plassering av området og myndigheitskrav med konkrete krav til tryggleik, (2) noverande bruk og (3) den endra bruken som planen legg til rette for. Hendingar som er knytt til plassering av området/krav til tryggleik ivareteke gjennom myndigheitskrav og noverande bruk, er knytt til tilhøve som er føresett ivareteke i det overordna arbeidet med kommunal og regional beredskap med tilhøyrande beredskapsplanar.

Dette er hendingar med tilhøyrande sårbare punkt:

- Store ulykker som er følgt opp gjennom det kommunale arbeidet med overordna kommunal ROS, samt tilhøyrande beredskap.
- Myndigheitskrav knytt til, t.d. skred, flaum, geoteknisk prosjektering, radon, vindlaster, samt framkomme og tilgang på sløkkeutstyr.
- Flaum der eksisterande bruer er sårbare ved 200-årsflaum. I planframlegget er vegsystemet dimensjonert slik at det er mogeleg å etablere nye bruer som stettar krav til detaljprosjektering av bru og veganlegg.
- Erosjon langs Flåmselvi som fører til fare for skade på samferdsleanlegg (jernbane, brufundament for E16 og fv. 5624).
- Trafikkulykker på E16.
- Beredskap i forhold til sekundærverknadene av skred frå Joasetbergi.

Hendingane uhell som fører til drukning og påkøyrslar av mjuk trafikant vart følgt opp med eiga risikoanalyse. For begge hendingane vart det avdekt uakseptabel risiko som er foreslått følgt opp. Det same er gjort for funn som er avdekt gjennom arbeidet med fareidentifikasjonen og sårbarhetsanalysen.

## 5.1 Oppsummering av tiltak

Fare	Sårbarhets- og risikoreducerende tiltak
Skred i bratt terreng	Det må gå klart fram av planen kvar risiko er kartlagt, med omsynssoner og egne føresegner som tek i vare krava til tryggleik i TEK17. I område med byggverk som er lokalisert innafor faresone S2 og S3 må det stillast krav om trygging før det vert gjeve løyve til tiltak.
Sekundærverknadene av fjellskred frå Joasetbergi - oppskyljing	Det må innarbeidast i planen føresegner som tryggjer at sikringstiltak vert gjennomført iht. prinsippa som er skissert av NGI [ref. 1.5.6].
Grunntilhøve – ustabil grunn	Vurderinga har avklart at det på hamneområdet/A-feltet vest for jernbanestasjonen ikkje er fare for kvikkleireskred og at det kan leggest til rette for ny utbygging i områda BAA1, BKB3 og BA3. Tiltaka planen opnar for fell innafor klasse som krev geoteknisk prosjektering. Det er føresett at naudsynte undersøkingar vert gjort som grunnlag for prosjektering. Før vidare utbygging utanfor hamneområde/A-feltet vest for jernbanestasjonen må det gjennomførast vurdering av fare for kvikkleireskred, samt naudsynt geoteknisk prosjektering.
Stormflo og handtering av overflatevatn	Byggegrunn må plasserast på/over nivå for stormflo eller bygg dimensjonerast slik at dei toler belastninga. Ved planlegging av områda mellom bygg og fjorden må det etablerast konstruksjonar som tek bølgeenergien med tilhøyrande drenering. Tiltak må ikkje føre til forsterking av straumar eller at naudflaumsveggar vert bygd ned slik at det fører til vesentleg ulempe.
Ekstremnedbør	Byggetomter må ikkje utnyttast på ein slik måte at det påverkar avrenningstilhøva. Grøfter, stikkrenner, kulvertar og andre overvassanlegg må dimensjonerast, iht. nye normer og myndigheitskrav. Det må tryggast naudflaumsveggar ved detaljprosjektering av tiltak innanfor området. Det gjeld spesielt for areal sett av til bygg og anlegg, samt samferdsleanlegg.
Flaum og erosjon i Flåmselvi	Utbyggingspotensialet bør avgrensast til utbygging i områda BAA1, BAA4, BA2, BKB2 og BK3. Ytterlegare utbygging føreset nye utgreiingar knytt til detaljplanlegging av områda. Det må avklarast om det er naudsynt med tilkomst til bygg under ein flaumsituasjon og korleis ein ev. skal løyse det. Areal til overfløyming må ikkje takast i bruk på ein slik måte at det reduserer overfløymingsarealet. Bygg må dimensjonerast for eller plasserast over nivå for dimensjonerande flaum. Utbygging må ikkje føre til vesentleg ulempe, dvs. ikkje påverke flaumhøgda. Strekker som er utsett for erosjon bør ikkje takast i bruk til utbygging. Eksisterande samferdsleanlegg og utbyggingsområde må sikrast før utbygging. Ved hendingar er det viktig at kanalen/elva vert halde ved like for å oppretthalde kapasiteten til kanalen/elva.
Vind	Bygg er føresett dimensjonerast med utgangspunkt i dimensjonerande vindlast.
Uhell som fører til drukning	Anlegg langs fjorden/elva må utformast på ein slik måte at eigenredning er mogleg. Etablere kantar eller andre tiltak som kan hindre eller stoppe

	bevegelsar mot fjorden/elva og gje ein sjanse for eigenredning. Det vert lagt til grunn at redningsutstyr vert plassert ut.
Påkøyrslø av mjuk trafikant	Tydeleg markering av kryssingspunkt mellom gater og område der tilkomst kryssar fortau. Fartsregulering, kontrollar, samt organisering av oppstillingsplassar for buss slik at ein unngår rygging.

## 6 Kjelder

### 6.1 Styrande dokument

Ref.	Tittel	Dato	Utgjevar
1.4.1	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift – TEK 17). FOR-2010-03-26-489	2017	Kommunal- og regionaldepartementet
1.4.2	Samfunnssikkerhet i arealplanlegging	2017	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.3	Havnivåstigning og stormflo-samfunnssikkerhet i kommunal planlegging.	2016	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.4	Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg, NA-rundskriv 2014/08.	2014	Statens vegvesen
1.4.5	Stråleverninfo 14:2012 Radon i arealplanlegging	2012	Statens strålevern
1.4.6	Samfunnssikkerhet i plan- og bygningsloven	2011	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.7	NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum og skredfare i arealplaner, revidert 22. mai 2014	2011	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.4.8	Forskrift om strålevern og bruk av stråling	2010	Helse- og omsorgsdepartementet
1.4.9	Retningslinjer for Fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan og bygningsloven	2010	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.10	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - Veiledning	2009	Mattilsynet m.fl
1.4.11	NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger	2008	Standard Norge
1.4.12	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)	2008	Miljøverndepartementet
1.4.13	Storulykkeforskriften	2005	Justis- og beredskapsdepartementet
1.4.14	Brann- og eksplosjonsvernloven	2016	Justis- og beredskapsdepartementet



## 6.2 Grunnlagsdokumentasjon

Ref.	Tittel, skildring	Dato	Utgjevar
1.5.1	Områdereguleringsplan Flåm	2021	Norconsult AS
1.5.2	Åpen trusselvurdering	2020	Politiets sikkerhetstjeneste
1.5.3	Flomsonekartlegging for Flåmselvi (10205657-01-RiVass-RAP-1)	2019	Multiconsult AS
1.5.4	Skredsikring i Flåm (10205044-R IG-N OT-0 01- R EV02)	2019	Multiconsult AS
1.5.5	Skredfarevurdering for deler av reguleringsområde Flåm (20180481-01-TN)	2018	NGI
1.5.6	Vurdering av sikringstiltak mot flodbølger i Flåm sentrum (20180549-01-TN)	2018	NGI
1.5.7	Beredskapsplan for Fjellskred frå Joasetbergi. Felles objektplan for alle aktørar med beredskapsansvar	2017	Fylkesmannen i Sogn og Fjordane
1.5.8	Risiko- og sårbarhetsanalyse. ROS-analyse til objektplan for Joasetbergi	2017	Fylkesmannen i Sogn og Fjordane
1.5.9	Aurland kommune – oppskylling av flodbølger etter skred frå Joasetbergi. Beregninger for et volum på 280.000 m <sup>3</sup> . (20160855-01-R)	2017	NGI
1.5.10	Aurland kommune – Faresoner for flodbølger fra Joasetbergi. Kontroll – og referanseside (20170593-01-TN)	2017	NGI
1.5.11	Tryggleik for skred. Unntak for flodbølgje som følgje av fjellskred frå Joasetbergi. (5160650)	2021	Norconsult AS
1.5.12	Ekstremnedbør og klimatilpasning i kommuner. Aurland og Luster kommune. Utfordringer knytt til klimaendringer. (20150084-04-R)	2016	NGI/Aurland kommune
1.5.13	Flaumsonekart i Flåm, Aurland kommune (5161024)	2016	Norconsult AS
1.5.14	Flåm sentrum. Faresoner for reguleringsplan (20160249-01-R)	2016	NGI
1.5.15	Sikringsforslag Flåm kommunalt lagerområde (20160240-01-TN) (førebel)	2016	NGI
1.5.16	Erosjonsvurdering. Faresoner for Erosjon, Flåmselvi (20160468-02-R) (førebel)	2016	NGI

1.5.17	Stormflo- og bølgeanalyse, Flåm (5160650)	2016	Norconsult
1.5.18	Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging	2015	Klimatilpasning Norge
1.5.19	Klimahjelperen	2015	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.5.20	Skredkartlegging Aurland kommune Identifikasjon av trygge områder ut fra eksisterende faresonekart og historiske skredhendelser (20100357-00-2-R)	2012	NGI
1.5.12	Flåm sentrum nord for Flåmselvi og øst for fotballbanen. Skredfarevurdering med sikringsforslag (20120056-00-1-R)	2012	NGI
1.5.22	Veileder for kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner	2011	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.5.23	Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper	2011	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.5.24	GIS i samfunnssikkerhet og arealplanlegging	2011	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, FM Rogaland, FM Hordaland, FM Sogn og Fjordane, Statens kartverk
1.5.25	Kommuneplan for Aurland kommune Arealdelen	2009	Aurland kommune
1.5.26	Forvaltningsstrategi om magnetfelt og helse ved høyspentanlegg	2005	Statens strålevern
1.5.27	Djupvasskai Flåm (Rapport 51955-1)	1997	Noteby as
1.5.28	Kai Flåm forlenging (Rapport 36981-1)	1993	Noteby as
1.5.29	Primære geotekniske vurderingar for småbåthamn Flåm. (Rapport 9590.01)	1985	AS Geoteam
1.5.30	Rv 601 Flåm sentrum (Rapport sd 181)	1983	Sogn og fjordane vegkontor
1.5.31	Oppfylling av sjøbunn ved Flåm stasjon (Rapport Sk 4067 1-3)	1976	Norges statsbaner
1.5.32	Småbåthamn ved Kolakaien. (Rapport 360901-1)	1992	Noteby as
1.5.33	Rv. 903 Oternes – Flåm vest. Brekke Bru i Flåm (Rapport S-157A)	1990	Vegdirektoratet
1.5.34	Rv. 903 Oternes – Flåm vest. Grunnundersøking Brekke Bru. (Rapport SD 514)	1990	Sogn og Fjordane Vegkontor
1.5.35	E16 Skredsikring i Flåm, geoteknisk notat (Rapport 36040-470)	2013	Statens vegvesen

1.5.36	Offisielle kartdatabasar og statistikk		Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Norges vassdrags- og energidirektorat, Norges geologiske undersøkinge, Statens vegvesen, Miljødirektoratet, Statens strålevern, Riksantikvaren, Statens kartverk, m.fl.
1.5.37	Reguleringsplan Flåm sentrum. Konsekvenser for flom	2021	Norconsult AS

### 6.3 Informantar

Ref.	Namn		
1.6.1	Ingunn Bårtvedt Skjerdal	Aurland kommune	Plansjef
1.6.2	Reinhardt Sørensen	Aurland kommune	Brannsjef og leiar teknisk
1.6.3	Steve Elgåen	Aurland kommune	Rådgjevar
1.6.4	Anja Marken	Aurland kommune	Arealplanleggjar
1.6.7	Jan Olav Møller	Aurland kommune	

**Vedlegg: Plankart**