

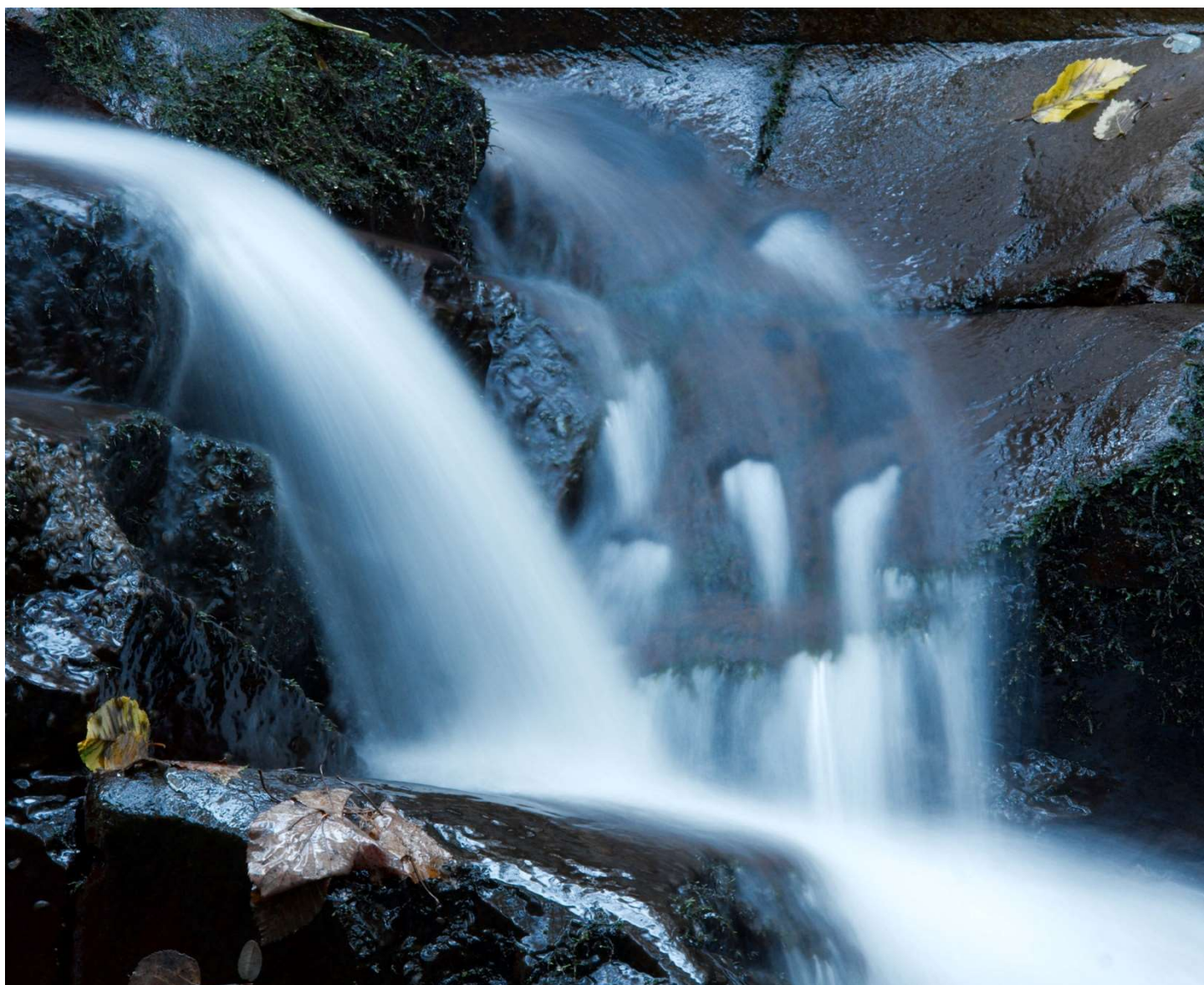
G22 Eiendom AS

► **R-312_Grunden 22**

Risiko- og sårbarhetsanalyse

Detaljregulering

Oppdragsnr.: **5198733** Dokumentnr.: **03B** Versjon: **05** Dato: **2022-03-31**



Oppdragsgiver: G22 Eiendom AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Espen Bugge Larssen
Rådgiver: Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Oppdragsleder: Stine Misund Fiksdal/Marco Böhm
Fagansvarlig: Marco Böhm
Andre nøkkelpersoner: Marianne Kanestrøm Rødseth
Pernille Ibsen Lervåg (fagkontroll plan)

05	2022-03-31	Endringer etter utført skredvurdering	SMF	PLER	MABRO
04	2021-08-23	Samstemt dato etter 1. gangs behandling	MABRO	(STMFI)	MABRO
03	2021-06-10	Datoen samstemt med resterende plandokumenter	MABRO	(STMFI)	MABRO
02	2021-02-08	Høringsforslag	MABRO	STMFI	MABRO
01	2021-01-26	ROS-analyse dratt ut fra planbeskrivelsen	MABRO	STMFI	MABRO
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult AS har på oppdrag fra G22 Eiendom AS utarbeidet risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) som en del av vedtaksgrunnlaget til reguleringsplan for R-312 Grunden 22. ROS-analysen følger reguleringsplanen. Planbeskrivelsen til reguleringsplanen beskriver tiltaket, området og forholdet til miljø og samfunn. Det vises derfor til planomtalen for nærmere beskrivelse av tiltaket, eksisterende forhold i planområdet samt planens forventede virkning.

Planens formål er utvikling av eiendommen til boligformål ved ombygging av eksisterende næringsbrygge og etablering av nytt leilighetsbygg på foten av Bjørnehaugen. Reguleringsplanen er i samsvar med arealformålet i kommuneplanens arealdel, der området er avsatt til erverv/bolig.

Mulige uønskede hendelser er kartlagt i analysen ved å ta utgangspunkt i fylkesmannen i Møre og Romsdal (nå Statsforvalter) sin sjekkliste for ROS-analyser. Deretter er risiko og sårbarhet vurdert.

Det er identifisert potensiell fare knyttet til skred, steinsprang og grunnstabilitet. Det reelle farepotensialet ble avklart nærmere gjennom separate fagutredninger. Disse legges ved saken. Området ved sjøen er utsatt for stormflo og havnivåstigning. Planforslaget setter rammer for utbyggingen som gir tilstrekkelig sikkerhet mot fare knyttet til havnivåstigning og stormflo..

Det vurderes at samfunnssikkerheten blir tilstrekkelig ivaretatt gjennom reguleringsplanen og at området er egnet for den utbyggingen og de tiltakene som planen åpner for.

Innhold

1	Bakgrunn og metode	5
1.1	Styrende dokumenter	5
1.2	Vurdering av risiko	6
2	Beskrivelse av planområdet	7
3	Identifikasjon av mulige uønskete hendelser	9
4	Vurdering av aktuelle risiko- og sårbarhetsforhold	13
4.1	Skred- og erosjonsfare og fare for steinsprang	13
4.2	Grunnstabilitet	13
4.3	Stormflo og havnivåstigning	13
5	Oppsummering og vurdering av tiltak	15

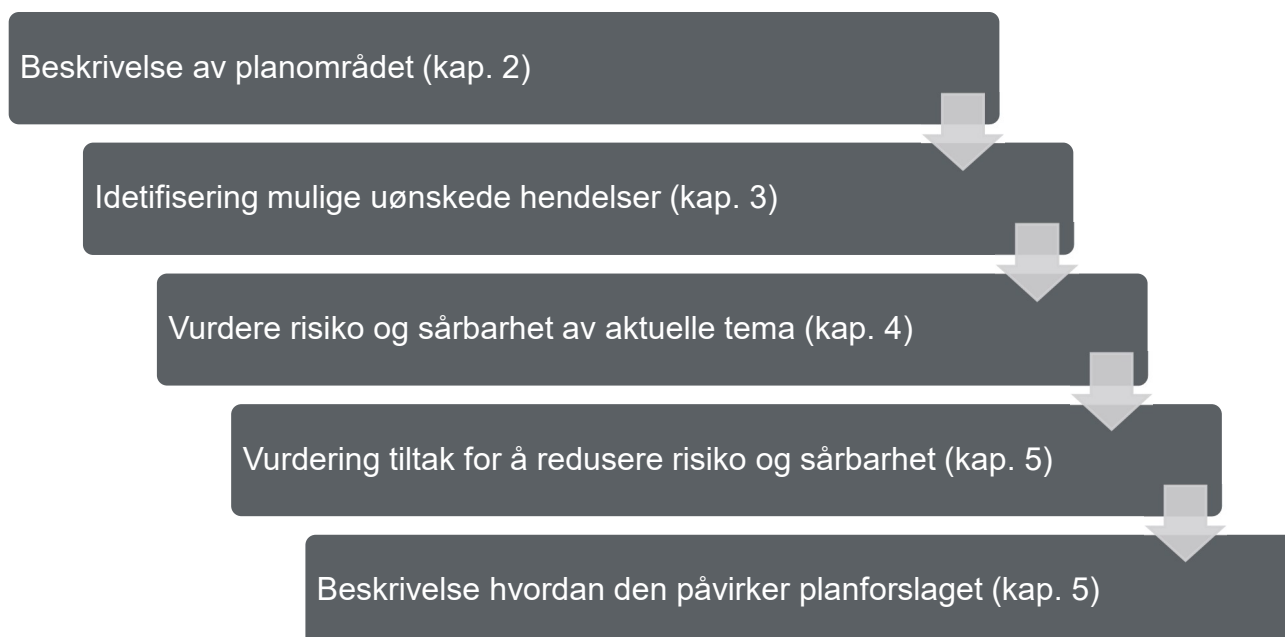
1 Bakgrunn og metode

Plan- og bygningsloven stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) ved all arealplanlegging (plan- og bygningsloven § 4.3). 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. Ifølge Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) skal ROS-analysen på reguleringsplannivå avdekke reell fare. I byggesak skal utbygger dokumentere at utbyggingen er sikker.

Områder med særlig fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone. Reguleringsplanen skal inneholde bestemmelser om utbyggingen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.

ROS-analysen vurderer og analyserer relevante farer, sårbarheter og risikoforhold ved det aktuelle planområdet, og identifiserer behov for sårbarhets- og risikoreducerende tiltak i forbindelse med utvikling av området. Forhold knyttet til forventet fremtidig klimaendringer er en integrert del av analysen.

Metoden bygger på veilederen fra DSB - Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging, Metode for risiko og sårbarhet – 2017. Trinnene i ROS-analysen jfr. DSBs veileder beskrives som følger:



1.1 Styrende dokumenter

Analysen bygger på følgende styrende dokument og grunnlagsdokumentasjon, lov/forskrift, offentlige databaser osv:

- Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging. Veileder. DSB, 2017.
- Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder. NVE 7/2014.
- Offisielle kartdatabaser som: www.gislink.no, www.miljostatus.no, www.ngu.no/emne/kart-pa-nett

1.2 Vurdering av risiko

Risiko for uønskede hendelser beregnes ut fra sannsynlighet og konsekvens. Hendelser vurderes og plasseres inn i en risikomatrise.

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig					

Risikomatrises 3 soner gir følgende vurdering:

GRØNN	Akseptabel risiko - risikoreduserende tiltak er ikke nødvendig, men kan vurderes
Gul	Akseptabel risiko - risikoreduserende tiltak må vurderes
RØD	Uakseptabel risiko - risikoreduserende tiltak er nødvendig

Sannsynlighet i risikomatrisen vurderes etter følgende trinn:

Sannsynlighetskategori	Beskrivelse (frekvens)
1. Lite sannsynlig	Sjeldnere enn en gang hvert 1000. år
2. Moderat sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 100.- 1000. år
3. Sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 10.- 100. år
4. Meget sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 1.- 10. år
5. Svært sannsynlig	Oftere enn en gang per år

Vurdering av konsekvens i risikomatrisen vurderes etter følgende trinn:

Konsekvenskategori	Beskrivelse
1. Svært liten konsekvens	Ingen personskade. Ingen skade på natur eller miljø. Materielle skader < 100 000 kr
2. Liten konsekvens	Personskade. Mindre, lokale skader på natur eller miljø. Materielle skader; 100 000 -1 000 000 kr
3. Middels konsekvens	Alvorlig personskade. Omfattende skader; regionale konsekvenser med restitusjonstid <1 år. Materielle skader; 1 000 000 - 10 000 000 kr
4. Stor konsekvens	Dødelig skade, en person. Alvorlige skader, regionale konsekvenser, restitusjonstid >1år. Store materielle skader; 10 000 000 - 100 000 000 kr
5. Meget stor konsekvens	Dødelig skade, flere personer. Svært alvorlige skader, uopprettelig miljøskade. Svært store materielle skader > 100 000 000 kr

2 Beskrivelse av planområdet

Planområdet ligger helt i nordvest på Nordlandet i Kristiansund kommune, direkte ved havnebassenget og ved foten til Bjørnehaugen. Tomten er noe terrassert med en nedre del ved sjøen (ca. 3 m.o.h. der eksisterende brygge ligger og en øvre del der det nye leilighetsbygg skal plasseres.



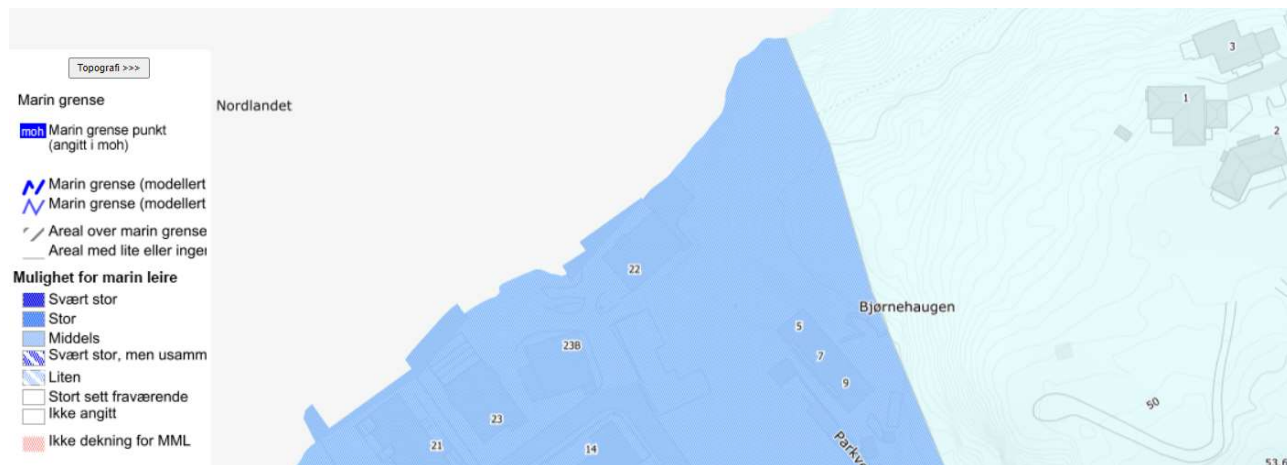
Figur 1 Modell med eksisterende situasjon, Norconsult

Den nedre delen ved sjøen er utsatt for oversvømmelser ved stormflo.



Figur 2 Kartet viser oversvømmelser ved stormflo i år 2090 m ved 200 års intervall (F2).

Terrenget under sjøen faller ganske bratt til ca. 30 m dybde. Planområdet ligger i sin helhet under marin grense. Aktsomhetskartet fra NGU viser at deler av planområdet har stor mulighet for marin leire. Eksisterende brygge og spesielt kaia ligger delvis på fyllmasse. I nordvest måtte en sprengning i eksisterende terreng for å få plass til bygget. Det kan ellers observeres berg i dagen for det øvre området. Største delen av planområdet ligger på tynt dekke over fjell, men det er ikke helt kjent hvordan fyllingen med kaia er fundamentert.

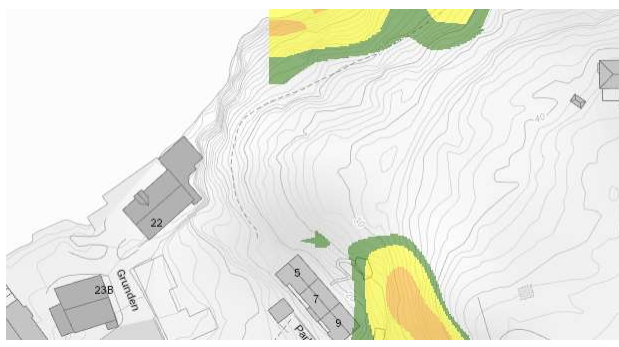


Figur 3 Kart med mulighet for marin leire. mørke blå: stor sannsynlighet, Lyse blå: berg/fjell

Byggeområdet ligger tett inn mot Bjørnehaugen som er en ca. 50 m høy kolle som stiger nokså bratt ut fra omkringliggende landskap. Området fanges ikke opp i aktsomhetskart for skredtyper og steinsprang, det er derfor utarbeidet skredfarevurdering av alle typer skred.



Figur 5 Bratthetskart for snøskred viser bratt terreng der det er potensiell fare for jordskred, NVE kartatlas



Figur 4 Bratthetskart for snøskred viser bratt terreng (over 27°) der det er potensiell fare for snøskred, NVE kartatlas.

Det er ellers tynt vegetasjonsdekke med plantet grantrær i de øvre lagene på Bjørnehaugen.

3 Identifikasjon av mulige uønskete hendelser

Hendelsene listet opp i tabellen under er risiko- og sårbarhetsforhold som kan identifisere uønskede hendelser som direkte eller indirekte kan påvirke samfunnsverdier og konsekvenstyper som liv og helse, stabilitet og materielle verdier. I tråd med veilederen settes det et skille mellom naturhendelser og andre uønskede hendelser.

Naturhendelser er hendelser knyttet til de naturlige, stedlige forholdene. Andre uønskede hendelser kan være hendelser som følger av tekniske eller menneskelige feil, men også tilsiktede handlinger.

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i Møre og Romsdal fylkeskommune sin sjekkliste for ROS-analyser. Sjekklisten for klimatilpasning er sydd inn i siste delen av tabellen.

Hver hendelse blir vurdert og beskrevet. Alt ettersom kunnskapsgrunnlaget og den faglige vurderingen tilsier at hendelsen er reell eller ikke for planen, blir det angitt om hendelsen vurderes videre i risiko og sårbarhetsanalysen eller ikke.

Hendelse	Vurdering
Naturhendelser	
1. Snø-, flom-, jord- og/eller steinskred	<i>Ingen registreringer i tilgjengelig aktsomhetskart. Beliggenheten tett inn på Bjørnehaugen tilsier likevel at steinsprang og evt. skredhendelser ikke kan utelukkes. Det reelle farepotensialet må vurderes videre</i>
2. Større fjellskred	<i>Området er ikke utsatt for hendelser knyttet til fjellskred. Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
3. Utgliding av området (ustabile grunnforhold)	<i>Planområdet ligger under marin grense og er kartlagt med stor sannsynlighet for marin leire. En del av området er en utfylling. Det kan derfor ikke utelukkes at det finnes kvikkleire eller sprøbruddmateriale i dypere lag. Kriteriene for områdeskred er ikke oppfylt, men en liten del av planområdet ligger innenfor aktsomhetsområder, og bør vurderes av geotekniker. Det reelle farepotensialet må vurderes videre</i>
4. Problem med overflatevann, avløpssystem, lukka bekker, oversvømmelse	<i>Ingen kjente problemstillinger Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
5. Skogbrann/lyngbrann	<i>Byområde med noe vegetasjon/skog i bakkant. Begrenset med skogsareal. Tilkost fra flere ulike kanter burde gi raskt kontroll på eventuell brann. Forventes håndtert i kommunens overordnede ROS/beredskapsplaner. Tiltaket er ikke særskilt brannfarlig eller sårbart ved eventuell brann. Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
6. Er området sårbart for ekstremvær/stormflo som følge av endret klima?	<i>Ja. Planområdet ligger direkte ved sjøen. Nedre delen med eksisterende brygga er registrert som oversvømmelsesområde ved stormflo. Hendelsen vurderes videre.</i>
7. Radongass	<i>I Kristiansund er det generelt registrert moderat til lav aktsomhetsgrad for radongass (jf. NGUs kartdatabase). Gjeldende byggt teknisk forskrift stiller krav til at alle nye bygninger som er beregnet for varig opphold, skal oppføres med radonforebyggende tiltak. Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
Omgivelser	

8. Regulerte vannmagasin	Nei
9. Terrengformasjoner som utgjør spesiell fare	Det er bratte skrenter ved Bjørnehaugen, men tiltak vil stort sett ligge nedenfor. Det legges til rette for tursti opp Bjørnehaugen, jf. eksisterende situasjon. På de bratte partiene vil det etableres trapp og andre sikringstiltak som f.eks. kjetting. Det vil foretas sprengning i eksisterende terreng. Sikring av skrentene vil håndteres og inngå i byggesak på prosjekteringsnivå i henhold til byggeteknisk forskrift. <i>Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
10. Oversvømmelse i lavere liggende områder	Nei
Vannforsyning	
11. Vannforsyning	Nei
12. Nedslagsfelt for drikkevann	Nei
Kraftforsyning	
13. Høyspentlinje (elektromagnetisk stråling)	Det går høyspentkabler under bakken tvers gjennom planområdet. Etter avtale med NEAS vil både trafoen i eks. brygge og høyspentkabler flyttes. <i>Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
14. Klatrefare i høyspentmaster	Nei
15. Forsyningssikkerheten i området?	Nei
Samferdsel	
16. Ulykkespunkt på transportnettet i området	Nei
17. Utilsiktet/ukontrollerte hendelser på nærliggende transportårer	Nei
18. Farlig gods til/gjennom området?	Nei
19. Isolering som følge av blokkert infrastruktur	Nei
Miljø/landbruk	
20. Forurensing i form av lyd, lukt eller støv?	Området ligger unna større transportårer (unntatt farled i sjøen) og støykilder. Det vil forekomme støy i anleggsperioden grunnet sprengningsarbeid. Dette håndteres ordinert iht. gjeldende byggeforskrifter. <i>Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
21. Akutt eller permanent forurensing	Nei.
22. Omdisponering av dyrka eller dyrkbar mark	Nei.
23. Annet (spesifiser): Kulturminner	Det er ikke registrert kulturminne, kulturmiljø eller andre verneverdige funn innenfor planområdet. Vanlige bestemmelser om meldeplikt ved tilfeldig funn ved anleggsarbeid. <i>Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
Forurensing fra tidligere bruk	
24. Gruver	Nei
25. Militære anlegg	Nei
26. Avfallsdeponering, bålbrekking, skipsverft, gartneri etc.	Nei
Brann og beredskap	
27. Slukkevannsforsyning	Kommunen opplyser at det er tilstrekkelig slukkevannsforsyning. <i>Hendelsen vurderes ikke videre.</i>

28. Tilkomstruter for utrykningskjøretøy	Det er god tilkomst for utrykningskjøretøy. Det avsettes areal for oppstilling av brannbiler på gårdsplassen (se brannteknisk vurdering) <i>Hendelsen vurderes ikke videre.</i>
Sårbare objekt	
29. Bortfall av elektrisitet, teletjenester, vannforsyning, renovasjon/avløp	Nei
30. Spesielle brannobjekt	Nei
31. Omsorgs- eller oppvekstinstitusjoner	Nei
Virksomhetsrisiko	
32. Farlige anlegg	Nei
33. Utilsiktet/ukontrollerte hendelser i nærliggende virksomheter	Nei
34. Storulykkesbedrifter i nærheten som representerer fare	Nei
Ulovlig virksomhet	
35. Sabotasje-/terror	Nei
36. Nærliggende potensielle sabotasje-/terrormål	Nei
Flomfare	
37. Vassdrag over 100 km2	Nei
38. Bekker og mindre elver med bratt fall	Nei
Skred/erosjon	
39. Løsmasser langs elv og/ eller sjø som kan være utsatt for erosjon	Nei
Avløp	
40. Kapasiteten i avløpssystema	Det utarbeides VA-rammeplan. Eksisterende brygge ligger lavere enn kommunal tilkoblingskum. Gråvann må pumpes. Sannsynligvis naturlig fall fra leilighetsbygget. Overvann vil ledes til sjøen. <i>Hendelsen vurderes ikke videre</i>
41. Tilbakeslag	
42. Økt totalnedbør, oftere intens nedbør og større nedbørsmengder på dager med intens nedbør	
43. Økt havnivå som gir problem for avløpsanlegg (tilbakeslag)	
Havnivå/stormflo	
44. Er beregning av havnivåstiging og stormflo gjort i samsvar med prinsippene i veilederen «Havnivåstigning og stormflo» (DSB, 2016)?	Se pkt. 6
Infrastruktur (utenom vann og avløp)	
45. Kan økt fare for utfall av kritisk infrastruktur endre risiko- og sårbarhetsforhold for det aktuelle området	Nei
Slagregn	

46. Kan området være sårbart for økt fare for slagregn	Nei
--	-----

4 Vurdering av aktuelle risiko- og sårbarhetsforhold

Følgende uønskede hendelser framstår i farekartleggingen som relevante og som det gjøres en risiko- og sårbarhetsvurdering av:

- Skredfare
- Grunnstabilitet
- Stormflo og havnivåstigning

4.1 Skred- og erosjonsfare og fare for steinsprang

Den reelle faren er vurdert av ingeniørgeolog. Fagnotat, utført av Norconsult, januar 2021 legges ved plandokumentene. Oppdatert fagrapport og befaring utført av Norconsult i mars 2022.

Konklusjon fra fagnotatet utarbeidet i 2022:

«Tiltaket vurderes som sikkerhetsklasse S3 i henhold til TEK17 §7-3 der årlig nominell sannsynlighet for skred skal være mindre enn 1/5000.

Kartleggingsområdet oppfyller kravet til sikkerhet for alle skredtyper fra naturlig bratt terreng (steinsprang, steinskred, snøskred, sørpeskred, jordskred og flomskred), da nominell årlig sannsynlighet for skred vurderes å være mindre enn 1/5000. Etablering av boligblokk i kartleggingsområdet tilfredsstiller sikkerhet jf. TEK17 §7-3 2. ledd. Ny terrengoverflate som etableres i forbindelse med sprengning, samt eksisterende sprengt bergskjæring på tomte, må prosjekteres og sikres i henhold til krav i Eurokode 0 og Eurokode 7. Bergskjæringene kan trolig sikres med vanlig konvensjonell bergsikring i form av bolter, steinsprangnett og lignende.»

4.2 Grunnstabilitet

For å avdekke de faktiske grunnforholdene ble det gjennomført grunnboringer på 2 posisjoner. Resultatene ble framstilt i datarapport med fagkyndig vurdering om farepotensialet. Rapporten er utarbeidet av Norconsult, januar 2021 og legges ved plandokumentene.

Konklusjonen fra grunnundersøkelsene

«Undersøkelsene viser at løsmassene i grunnen består av fylling og grus/sand over berg. Det er ikke påvist marin leire i området og på grunn av dette er områdestabilitet tilstrekkelig.»

4.3 Stormflo og havnivåstigning

Planlagt bebyggelse skal oppfylle kravene i sikkerhetsklasse F2 i TEK 10/17. Iht. tabellen nedenfor må funksjoner i sikkerhetsklasse F2 (bolig) plasseres ved en minimumshøyde på 262 cm over NN2000.

Overkant kai og eksisterende gulvnivå av første etasjen til Nordicbrygga ligger på kote +2,00 m.o.h. NN2000. Første etasjen til eksisterende brygga vil ikke oppfylle kravene for sikkerhetsklasse F2.

Det nye leilighetsbygget ligger på minimumskote + 6,73 m.o.h N2000 og er dermed helt utenfor faresonen.

Anbefalte tall fra DSB	Høyder over NN2000
1000-års returnivå for stormflo (sikkerhetsklasse 3 i TEK10/17) med klimapåslag (ref. DSB)	272 cm
200-års returnivå for stormflo (sikkerhetsklasse 2 i TEK10/17) med klimapåslag (ref. DSB)	262 cm
20-års returnivå for stormflo (sikkerhetsklasse 1 i TEK10/17) med klimapåslag (ref. DSB)	246 cm

Figur 6 - Tabell for stormflottall og havnivåstigning inkl. klimapåslag for Kristiansund, framskrevet til 2100.

Kilde: Vedlegg 2 i DSB sin veileder "Havnivåstigning og stormflo - samfunnssikkerhet i kommunal planlegging, 2016

Det går også fram av kartet at området blir oversvømt ved 20-års returnivå (sikkerhetsklasse F1), dvs. det er sannsynlig at området blir oversvømt ved stormflo.

En forventer ikke at oversvømmelser vil være av slik karakter at mennesker vil få alvorlige skader eller dør inne i bygget. Lette personskader kan evt. forekomme. Vi vurderer at materialskader vil ha mest betydning i vurdering av hendelsens konsekvens.

Første etasjen vurderes som uegnet til boligformål, dvs. til rom for varig opphold eller med faste innredninger og installasjoner som kan bli ødelagt ved kontakt med vann og fukt.

Området ligger inn mot havnebassenget med noe åpen vannflate mot nordvest i en maksimal utstrekning på 680 m. flg. «Den norske los, bind 4» angis hovedvindretningen for Ona fyr med de sterkeste kastene å komme fra sørvest og sør og noe fra nordøst om sommeren. Ut fra lokalkunnskap er sørvesten mest kjent i Kristiansund. Området vurderes som godt skjermet mot de sterkeste vindene og en forventer derfor ikke avgjørende bølgepåvirkninger for planområdet. Med grunnlag i føre-var- prinsippet og konservativ tilnærming legges inn et bølgepåslag på 0,5 m. Ved stormflo med 1000-års returnivå (272 cm) vil en mulig oversvømmelse inklusiv bølgepåvirkning komme opp til 3,22 m over NN2000. Fare for oversvømmelse vurderes kun å være aktuelt for første etasjen.

Planbestemmelsene bør fastsette at det i første etasje på eksisterende brygge ikke skal tillates rom til varig opphold. Garasje, felleslokaler, bod og andre funksjoner i sikkerhetsklasse F1 kan tillates, dersom faste innredninger og installasjoner utformes robust mot vann- og fukt og sikres på en slik måte det ikke medføres fare til forurensning til sjø og jord ved evt. lekkasje (t.d. oljetank, kjemikaler mm)

Videre skal byggekonstruksjon og fundamentering i første etasjen utformes stabilt mot vann, fukt, utvasking og bølgepåvirkning, herunder også elektriske anlegg og vann- og avløpssystemer. Faren for flom er regulert av absolutte krav i TEK 17 og det er derfor ikke funnet grunnlag for å gjennomføre en detaljert hendelsesbasert risikovurdering av temaet.

5 Oppsummering og vurdering av tiltak

Gjennom fareidentifiseringen er relevante faresituasjoner knyttet spesifikt til området og tiltaket identifisert. I risiko og sårbarhetsvurderingen er relevante hendelser drøftet og det er vurdert risiko, sårbarhet og anbefalt hvor en i planarbeidet skal eller bør vurdere tiltak.

Det er ikke påvist gjenstående restrisiko når de anbefalte tiltakene gjennomføres. Det vurderes at samfunnssikkerheten blir tilstrekkelig ivaretatt og at området er egnet for den utbyggingen og de tiltakene som planen åpner for. Planforslaget tar hensyn til aktuelle risikoforhold både ved fysisk utforming av planforslaget og ved fastsetting av krav til ytterlige avklaringer i en senere planleggingsfase.

Nødvendige tiltak:

- I første etasjen til eksisterende Brygge skal det kun tillates tiltak i sikkerhetsklasse F1. Konstruksjon, fundamentering og faste installasjoner må utformes robust mot vann, fukt, utvasking og bølgepåvirkning.