



Bergen kommune

Skredfarevurdering Arna stein, Ytre Arna

Utgave: 1

Dato: 29.09.2016

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Bergen kommune
Rapporttittel:	Skredfarevurdering Arna stein, Ytre Arna
Utgave/dato:	1/ 29.09.2016
Filnavn:	Skredfarevurdering Arna stein.docx
Arkiv ID	
Oppdrag:	530944-01–Arna stein, reguleringsplan
Oppdragsleder:	Anna Wathne
Avdeling:	Samferdsel
Fag	Geoteknikk, geologi
Skrevet av:	Leif Egil Friestad
Kvalitetskontroll:	Ole Hartvik Skogstad
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Bergen kommune for å gjennomføre en skredfarevurdering etter TEK10 for område BN1 og BN2 i reguleringsplan for utvidelse av steinbruddet til Arna stein samt ny gang- og sykkelveg mellom Ytre-Arna og Breistein. Områdene og GS-vegen ligger inne i aktsomhetssoner for jord- og flømskred, steinsprang og snøskred.

Leif Egil Friestad og Ole Hartvik Skogstad har utført befarings- og vurderingsarbeid, og Friestad har skrevet rapporten.

Anna Wathne har vært oppdragsleder for Asplan Viak.

Ørsta, 29.09.2016

Leif Egil Friestad

Oppdragsleder

Ole Hartvik Skogstad

Kvalitetssikrer

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	4
1.1	Kartgrunnlag	4
1.2	Forbehold og avgrensninger.....	4
2	Krav til sikkerhet mot skred	6
3	Områdebeskrivelse	8
3.1	Topografi.....	9
3.2	Vegetasjon og geologi.....	10
3.3	Kotegrunnlag og terrengmodell	10
3.4	Klima.....	10
3.5	Opplysninger om tidligere skred	12
3.6	Observasjoner fra befaring	12
3.7	Tidligere kartlegginger.....	14
4	Vurdering av skredfare	15
4.1	Snøskred.....	15
4.2	Skred i fast fjell.....	17
4.3	Løsmasseskred.....	18
5	Konklusjon.....	19
6	Referanser	20

1 INNLEDNING

Asplan Viak har vært engasjert av Bergen kommune for å gjennomføre en skredfarevurdering etter TEK10 for område BN1 og BN2 i reguleringsplan for utvidelse av steinbruddet til Arna stein samt ny gang- og sykkelveg mellom Ytre-Arna og Breistein. Områdene og GS-vegen ligger inne i aktsomhetssoner for jord- og flomskred, steinsprang og snøskred.

Befaring ble gjennomført 14. september 2016 av geologene Leif Egil Friestad og Ole Hartvik Skogstad.

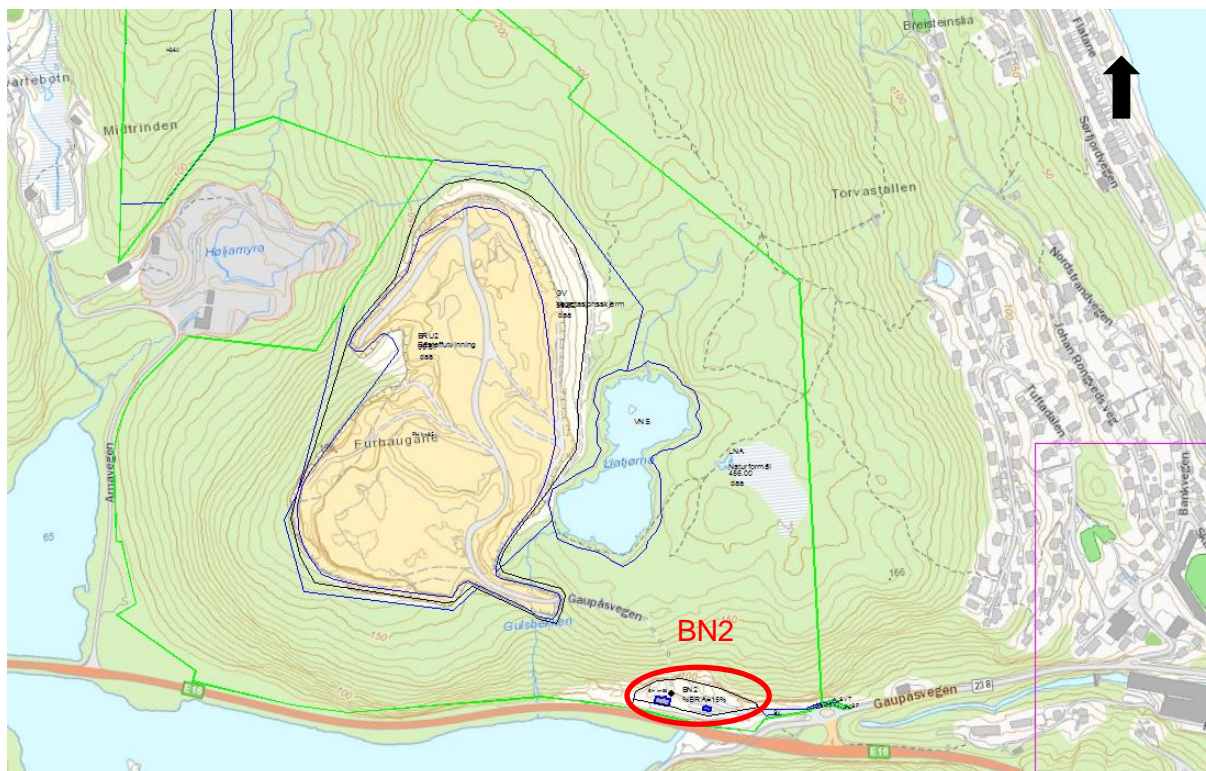
1.1 Kartgrunnlag

3d-kartgrunnlag er mottatt fra Bergen kommune. Det er anvendt grunnkart og flyfoto over området fra kartverket. NVEs og NGUs karttjenester er benyttet for å kartlegge skredfarlig terreng og avdekke aktsomhetsområder.

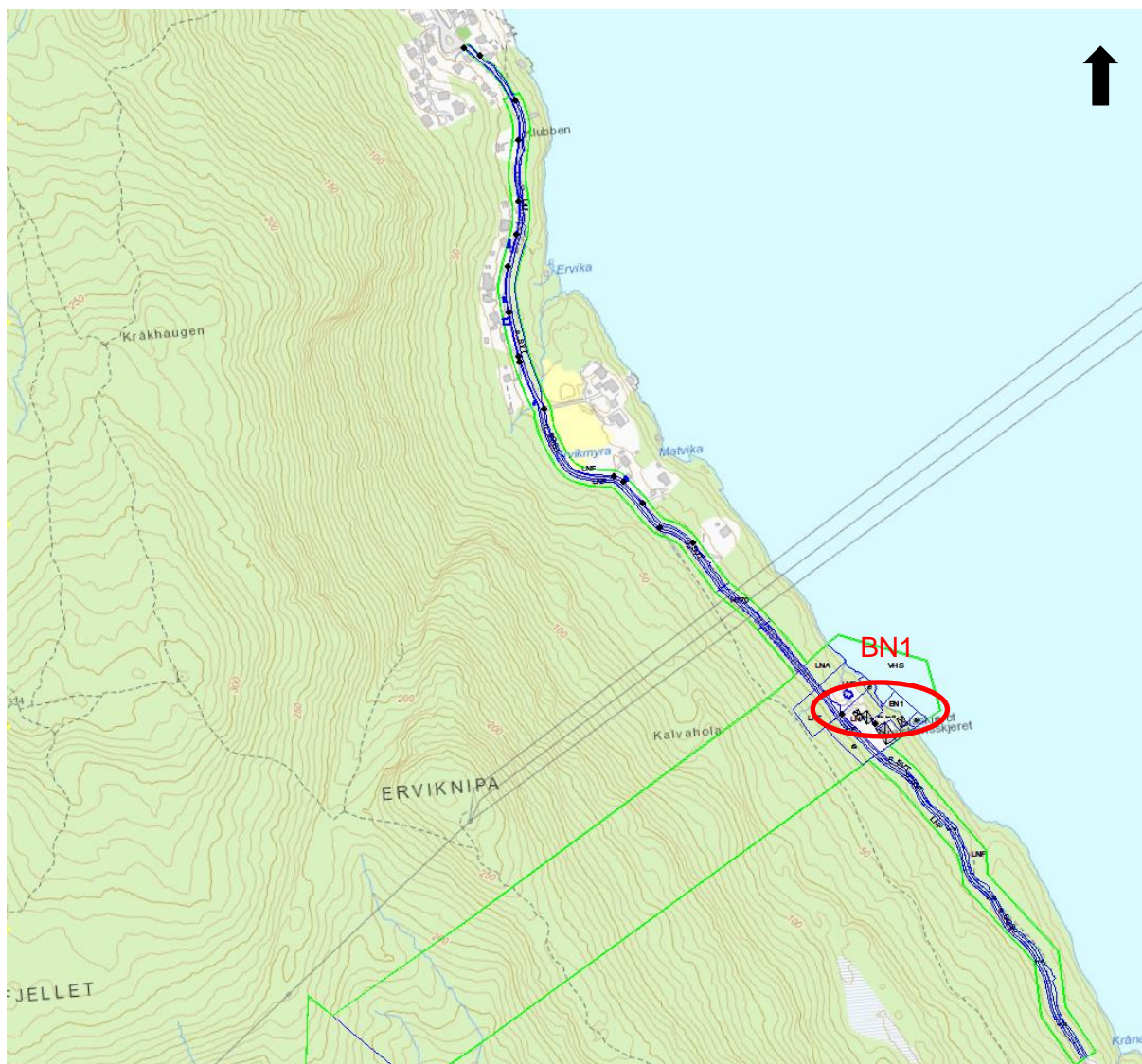
1.2 Forbehold og avgrensninger

Vurderingene er basert på terreng og vegetasjon som ble observert på befaring og på flyfoto. Betydelige endringer i terreng og vegetasjon kan ha innflytelse på skredfaren i området.

Tidligere registrerte skredhendelser er også medtatt i vurderingene. Dette er hentet fra NVEs database over registrerte skredhendelser. Dersom det kommer til rette flere informasjonen om tidligere skred, bør det tas med i vurderingene. Figur 1 og Figur 2 viser oversikt over områdene som skal vurderes.



Figur 1. Oversikt område i sør som skal skredfarevurderes. Området er merket med BN2 og er innkjøring til dagens brudd.



Figur 2. Oversikt over regulering vest for Arna stein. Utskipingsområde og kai er plassert ved BN1. Blå linjer er GS-veg som skal etableres dels i jomfruelig terreng og dels i eksisterende trase.

2 KRAV TIL SIKKERHET MOT SKRED

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

Byggteknisk forskrift TEK10 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). I rettlederen til TEK10 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred.

Tabell 1. Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

Arna stein skal utvide driftsområdet og har fått innsigelse fra NVE på skredfarevurdering for ny utskipingskai, BN1 og et område for administrasjon, BN2. Begge disse ligger innenfor utløpsområde for snøskred. BN2 ligger også innenfor potensielt utløpsområde for steinsprang iht. NVEs aktsomhetskart. Både område BN1 og BN2 går under sikkerhetsklasse S2, som omfatter arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg maksimum 25 personer. Akseptabel sannsynlighet er vist i Tabell 1.

I tillegg skal det utredes skredfare for en GS-veg som går langs potensielt utløpsområde for både steinsprang og snøskred. I tillegg er det et område i NVEs aktsomhetskart som ligger innenfor jord- og flomskredfare.

I TEK10 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurdering av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Steinsprang
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenlignes direkte med kravene i Tabell 1.

For veg er kravene litt forskjellig. Her har man litt andre akseptkriterier som er gitt i SVVs NA-rundskriv 2014/08, Figur 3. Ut fra SVVs trafikkmengdeoversikt på vegevesen.no/vegkart viser nærmeste veg en ÅDT på 200. Det antas derfor at sykkeltrafikken i området kan kunne komme mellom 200-500. Dette gir ut fra Figur 3 en minste akseptable sannsynlighet for skred på 1/20 per enhetsstrekning på 1km. I likhet med TEK10 er det alle typer skred som skal vurderes.

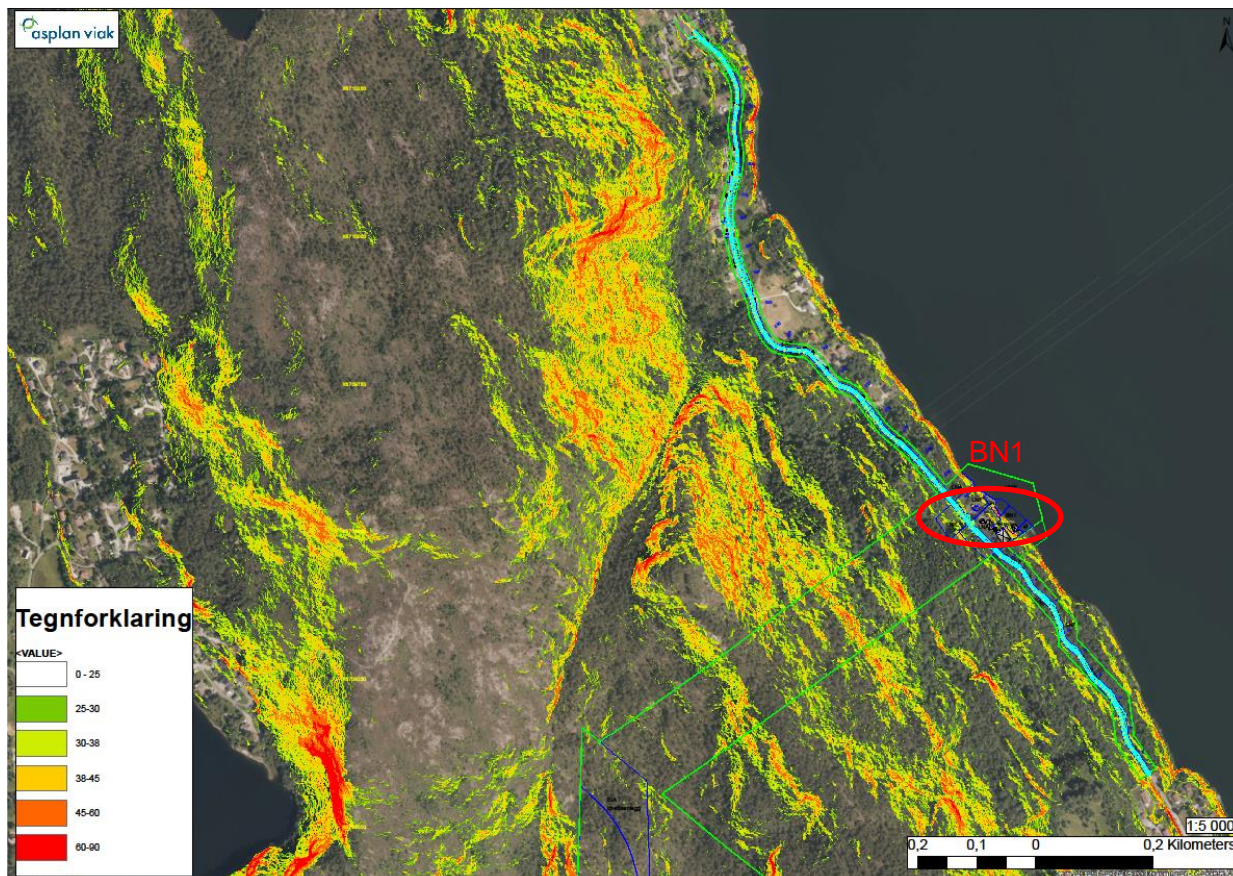
Årlig nominell skred sannsynlighet pr. enhetsstrekning	I $1/2 \geq F > 1/5$						
	II $1/5 \geq F > 1/10$						
	III $1/10 \geq F > 1/20$						
	IV $1/20 \geq F > 1/50$						
	V $1/50 \geq F > 1/100$						
	VI $1/100 \geq F > 1/1000$						
	VII $1/1000 \geq F$						
Trafikkmengde (ÅDT)	A <200	B 200 - <500	C 500 - <1500	D 1500 - <4000	E 4000 - <8000	F ≥8000	

Akseptabel strekningsrisiko
 Tolererbar strekningsrisiko. Aksept avhenger av skredintensitet og kost-nytte-analyse. Akseptnivå besluttes av regionledelsen (vegeier hos fylkesk.).
 Uakseptabel strekningsrisiko

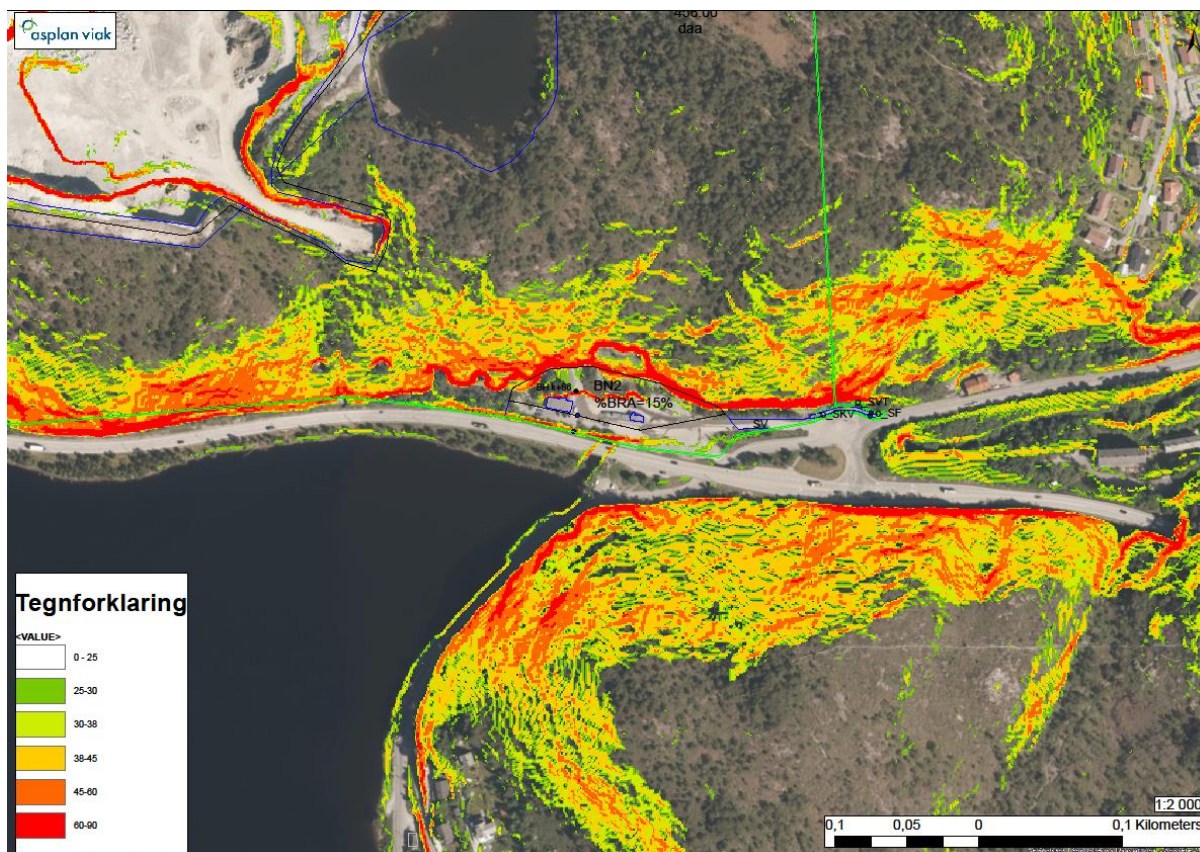
Figur 3. Viser oversikt over krav for akseptabel sannsynlighet for skred langs vegbane.

3 OMRÅDEBESKRIVELSE

De to vurderte områdene, BN1 og GS-veg, og BN2, ligger henholdsvis om lag 1-2 km nord og om lag 1 km vest for Ytre Arna, Bergen kommune. Figur 4 viser oversikt over de ulike tiltakene med tilhørende bratthet.



Figur 4: Oversikt bratthet i grader for området BN1 og G/S-veg.



Figur 5. Oversikt bratthet område BN2.

3.1 Topografi

3.1.1 Område BN1, utskipingskai for stein og tunnelportal

Terrenget varierer fra kote 265, som er høyeste topp over kaien, og ned til havnivå. Området over planlagt kai er skogkledd og dominert av enkelte bratte parti brattere enn 45 grader, men i hovedsak er terrenghelningen mindre enn 25 grader. Det er noen skrenter i terrenget om lag ved kote 85 og ved kote 140. Skråningen er østvendt.

Det terrenget som er vurdert er området hvor skred potensielt kan løsne og eventuelt nå ned til planlagt kaiområde.

3.1.2 Område BN2, kontor- og administrasjonsbygg samt vaktbod

Terrenget varierer fra kote 160, som er høyeste topp over dagens utkjøringsområde fra steinbruddet, og ned til kote 75 som utkjøringsområdet ligger på. Området over utkjøringen er delvis skogkledd med bart fjell. Nedre del av skråningen, nærmest dagens utkjøring, er bergskjæring fra tidligere steinbrudd, hvor topp skjæring varierer fra kote 110 til kote 100. Nedenfor disse bergskjæringene er det lagt opp en skredvoll for å hindre at nedfall kommer ut i vegen. Over bergskjæringen er terrenghelningen mellom 25 til 45 grader.

3.1.3 GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen

Det skal reguleres en om lag 1500 meter lang GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen. Området ligger på østsiden av Hetlebakksåta på kote 330, og planlagt GS-veg ligger mellom kote 20-30. Terrenget er preget av skog med bart fjell eller tynt løsmassedekke. Skråningshelningen er under 25 grader i området under kote 100. Over kote 100 og opp til kote 250 domineres skråningsvinkelen av terreng brattere enn 45 grader. Områder brattere enn 45 grader reduseres mot sør.

Det er et markert søkk i terrenget ved Ervika, ved pr.550 som går fra sjøen og opp til om lag kote 230. Nedre del av denne er markert som potensiell fare for jord og flomskred.

3.2 Vegetasjon og geologi

Fjellsiden generelt er dekket av stedvis kraftig og stor barskog. Enkelte parti er mer åpne med løvskog. Vegetasjonen er relativt tett opp mot ca. kote 260 med unntak av noen få åpne områder som er dekket med ur. Terrenget viser ikke tegn til ferske snøskred eller steinsprangsaktivitet. Det er ved noen få steder registrert spor etter gamle steinsprang, men disse har hatt kort utløpslengde og ikke vært i nærheten av planområdene.

I følge NGUs berggrunnskart er det hovedsakelig anortositt og stedvis metagabbro som dominerer. I sørøst over GS-vegen er det et lite parti hvor det kommer inn en amfibolitt.

Løsmassekartet viser bart fjell og stedvis tynt løsmassedekke i hele den aktuelle skråningen.

På bakgrunn av løsmassekartet og observasjoner gjort under befaring vurderes jord- og flomskred til å dreie seg hovedsakelig om skred i forbindelse med raviner og forsenkninger i terrenget. Løsmasser av grove materialer som sand og grus står vanligvis stabilt i helninger opp mot 37 grader (NGI, 2014).

Bekkeløpene hadde på befaringstidspunktet liten vannføring, og det var lite tegn på tidligere større vannføring. Det ble ikke registrert tegn på massetransport langs eksisterende bekkeløp. Flere av bekkene gikk stort sett i grove løsmasser.

3.3 Kotegrunnlag og terrengmodell

Fra Bergen kommune har vi mottatt kotegrunnlag for området. Det er koter med ekvidistanse på 1 m. Ut fra kotene har vi generert en raster terrengmodell, med celledørrelse lik 1 meter x 1 meter. Fra denne har vi beregnet terrenghelling. Alle operasjoner ble utført i programvaren ArcGIS 10.4.

3.4 Klima

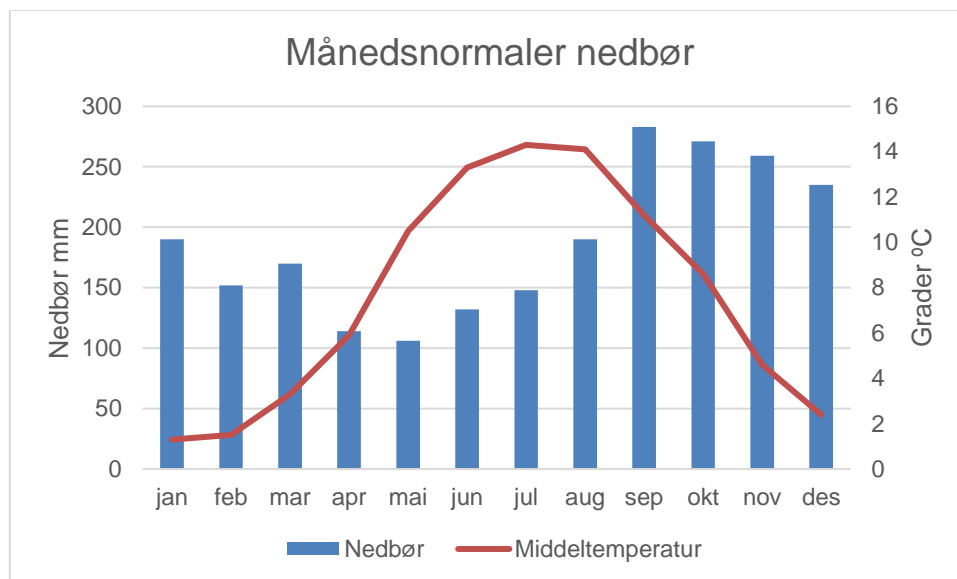
Klimadata er henta fra representative met.no målestasjoner. Til vurderinger av nedbør og temperatur har vi brukt følgende stasjoner:

- 50540 Bergen - Florida, drift fra: nov.1949- Høyde 12 moh.
- 50500 Bergen - Flesland, drift fra: okt. 1955 - Høyde 48 moh.

Klimadata og statistikk er henta fra Meteorologisk institutt sin vær- og klimadatabase eKlima (www.eklima.met.no).

3.4.1 Normaler

Månedsnormalene for nedbør og temperatur er vist i Figur 6. Månedsnormaler for stasjon 50540 Bergen - Florida.. Data er basert på data fra stasjon 50540. Området er vått med en gjennomsnittlig årsnedbør på 2250 mm. Hovedmengde av nedbør for begge stasjonene kommer mellom september -januar. Middelttemperaturen er over 0°C fra hele året. Gjennomsnittstemperatur gjennom året er 7,6 °C



Figur 6. Månedsnormaler for stasjon 50540 Bergen - Florida.

3.4.2 Ekstremverdier

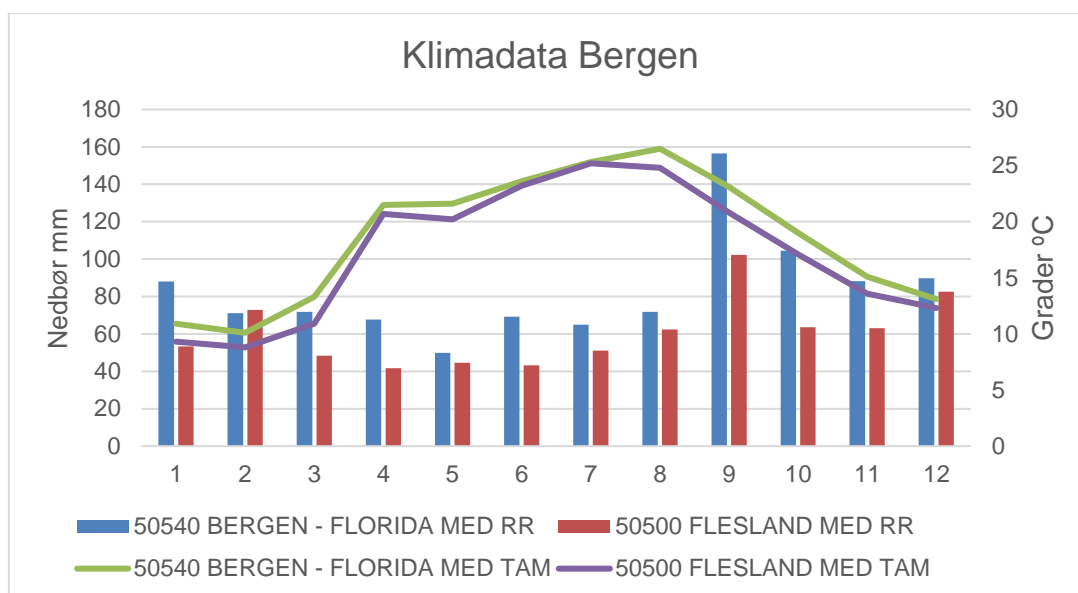
Figur 7 viser maksimale døgnerverdier for målestasjonen på Flesland og på Florida.

Snødybde

Stasjon 50540 har registrert maksimal snødybde på 61 cm fra februar 2010. Ved Flesland er største snødybde registrert på 75 cm i januar 1987.

Nedbør

Stasjon 50540 har registrert maksimal døggnedbør på 156,5 mm fra 14. september 2005. Ved Flesland er maksimal døggnedbør snødybde registrert på 102,2 mm 14. september 2005.



Figur 7. Maksimale døgnverdier klimadata. TAM=Middeltemperatur, RR= Nedbør døgnverdi. Data fra klima.met.no.

3.5 Opplysninger om tidligere skred

I nasjonal skreddatabase (skredatlas.nve.no) er det registrert to steinsprang ved E16 henholdsvis i 2009 og 2011. Disse hendelsene er tilknyttet nedfall fra bergskjæring. Det er ikke registrert tidligere skred fra naturlig bratt terreng i aktuelle skråninger.

På vestsiden av Hetlebakksåta, som er høyeste topp i området, gikk det i 2005 et jordskred som tok ett liv. Skredet kom etter kraftig regnvær og knuste et hus under oppføring. Det er i forbindelse med maksimalnedbøren som er registrert i området.

3.6 Observasjoner fra befaring

3.6.1 Område BN1, utskipingskai for stein og tunnelportal

Skråningen er østvendt og er preget av tett, grov barskog med enkelte områder med lauvskog. Skrentene, områder brattere enn 45 grader, over reguleringsområdet er få og har relativt små høydeforskjeller, ca. 5-10 meter. Det er ikke observert steinsprang i området over.

På befaringstidspunktet var det relativt tørt, og det ble ikke observert små bekker, eller flomskader i området.

Det terrenget som er vurdert er det potensielle området hvor skred kan løsne og eventuelt nå ned til planlagt kaiområde.

Figur 8 viser hvordan reguleringsområdet ser ut i dag.



Figur 8: Oversikt område BN1, utskipingskai.

3.6.2 Område BN2, kontor- og administrasjonsbygg samt vaktbod

Det er en høy bergskjæring fra tidligere steinbrudd. Høyden på bergskjæringen er om lag 30 meter høy. Det ble observert enkelte løse blokker i denne skjæringen. Terrenget over er tynt løsmassedekke med spredt skog. Nedenfor bergskjæring er det lagt opp en skredvull med høyde mellom 4-8 meter og plassert 5-20 meter ut fra bergskjæring. Det ble ikke observert mye nedfall bak skredvull. NCC som drifter bruddet opplyser om at denne vollen har fungert fint siden den ble opprettet for om lag 20 år siden.



Figur 9: Oversikt området ved område BN2, kontor- og administrasjonsbygg.

3.6.3 GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen

Det skal reguleres en om lag 1500 meter lang GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen. Terrenget er østvendt og er i hovudsak skogkledd med tett vegetasjon og enkelte mer åpne områder. Det er ikke observert skredavsetninger etter snøskred eller jord- og flomskred. Det er over midtre del av reguleringsområdet observert gamle mindre steinsprang hvor det har stoppet opp etter kort strekning.

Vannføringen i bekker på befaringstidspunktet var lav, men det er ikke observert avsetninger som følge av høy vannstand.

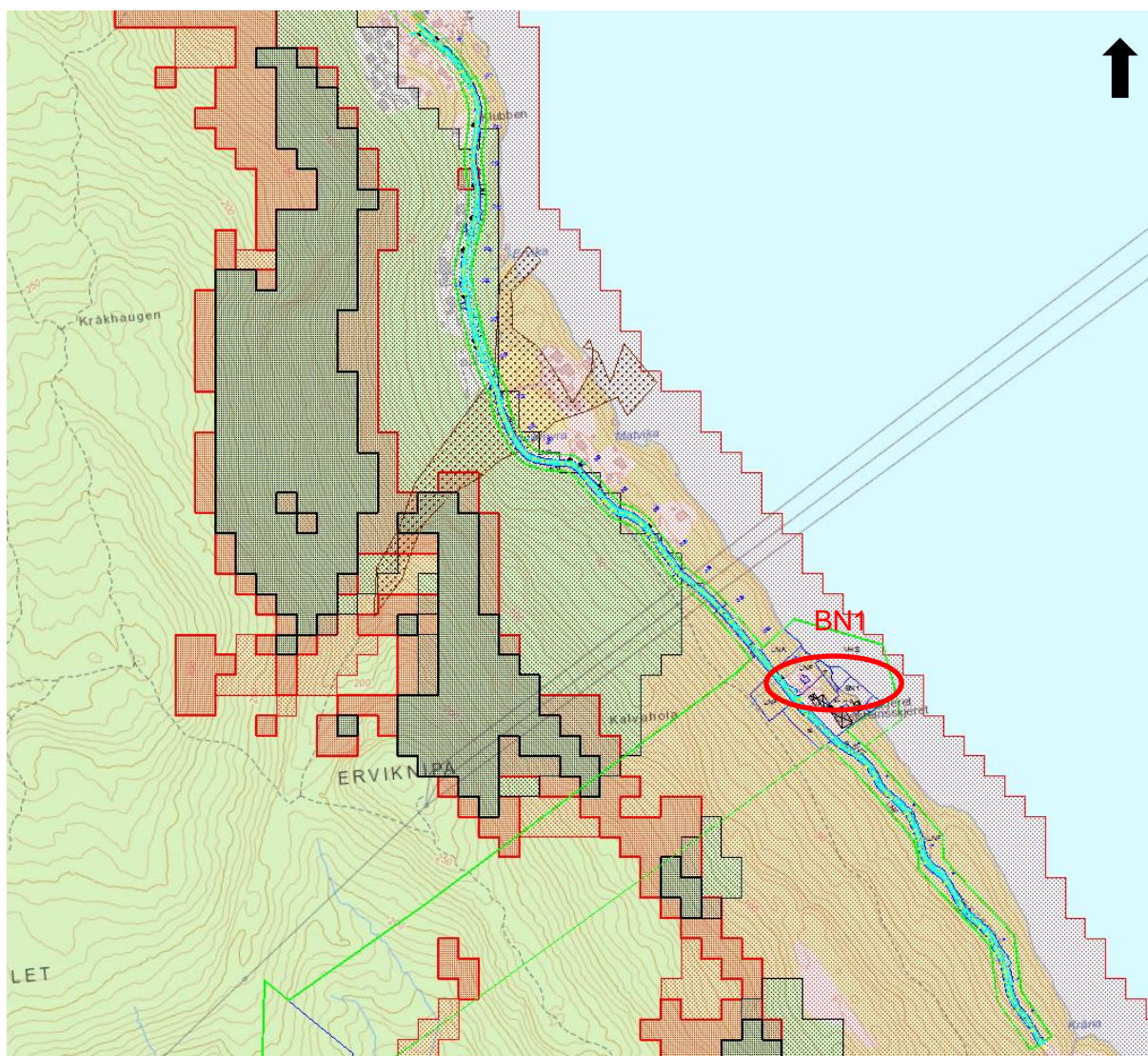
Terrenget over søndre del av reguleringsområdet formet slik at det er naturlige forhøyninger som vil fungere som ledevoller og hindre eventuelle skred å nå ned til reguleringsområdet. I nordre del av reguleringsområdet er ikke dette tilfelle. I nord er det tett, stedvis grov vegetasjon.

3.7 Tidligere kartlegginger

Aktsomhetskartene for snøskred, steinsprang og løsmasseskred er nasjonalt dekkende (skrednett.no). Dette er basert på modellering ut fra en generert modell med 10x10 meters grid og 1 meters høydekote. Vi er ikke kjent med tidligere detaljerte skredfarevurderinger i det vurderte området.

4 VURDERING AV SKREDFARE

Figur 10 viser de ulike aktsomhetsområdene for de ulike skredtypene for område BN1 og G/S-veg. Område BN2 er ikke vist i figur, men ligger innenfor aktsomhetsområdet for snøskred og steinsprang.



Figur 10: Oversikt ulike aktsomhetsområder for BN1 og G/S- veg. Rødt= Snøskred, Svart= Steinsprang, Brunt=Jord- og flomskred.

4.1 Snøskred

Snømengdene som kommer i Bergensområdet er små. Maksimal snødybde som er registrert er 61 cm. I tillegg er normaltemperaturen for vintermånedene over 0. Grunnet den lave snødybden og høye normaltemperaturen vurderes snøskred og sørpeskred som lite aktuelt.



Figur 11: Typisk terreng over G/S-sti. Relativt tett skog.

4.1.1 Område BN1, utskipingskai for stein og tunnelportal

Terrenget er preget av stedvis tett vegetasjon og grov skog, se Figur 11. Det er ingen åpne områder hvor det som vil være et naturlig utløsningsområde. Grunnet små snømengder og tett vegetasjon som vil stabilisere snødekket og hindre snø fra å løsne vurderes sannsynligheten for at et snøskred vil treffe området til mindre enn 1/1000.

4.1.2 Område BN2, kontor- og administrasjonsbygg samt vaktbod

Terrenget over er preget av stedvis bart fjell med spredt vegetasjon. I dette området vil ikke snøen forankres i like stor grad som over område BN1. Det potensielle løsneområdet for snøskred er relativt lite og eventuelle utglidninger i snødekket vil ende opp nede i skredvollen som er mellom bergskjæring og område BN2. Årlig nominell sannsynlighet for snøskred vurderes til mindre enn 1/1000.

4.1.3 GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen

Terrenget er preget av stedvis tett vegetasjon og grov skog, se Figur 11. Det er ingen åpne områder hvor det som vil være et naturlig utløsningsområde. Grunnet små snømengder og tett vegetasjon som vil stabilisere snødekket og hindre snø fra å løsne vurderes sannsynligheten for at et snøskred vil treffe området til mindre enn 1/20.

4.2 Skred i fast fjell

4.2.1 Område BN1, utskipingskai for stein og tunnelportal

Det er under befaring ikke observert spor etter tidligere steinsprang over reguleringsområdet. Terrenget over er preget av tett skog, og terrenghelningen tilsier at steinsprang ikke vil nå området. Det ligger utenfor NVEs utløpsområde for steinsprang. Sannsynligheten for steinsprang i området vurderes til mindre enn 1/1000.

4.2.2 Område BN2, kontor- og administrasjonsbygg samt vaktbod

Terrenget ovenfor bergskjæringen består av relativt homogent berg, og det er ikke observert løse blokker over bergskjæringen. I selve bergskjæringen er det flere løse bergblokker, men den allerede etablerte skredvullen vil hindre nedfall å nå reguleringsområdet.

Sannsynligheten for at steinsprang vil nå reguleringsområdet vurderes til mindre enn 1/1000, forutsatt at eksisterende skredvull beholdes, se Figur 12.



Figur 12: Skredvull etablert ved utkjøringen fra steinbruddet.

4.2.3 GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen

I hovedsak er det bare nordre del av reguleringsområdet som kommer innenfor aktsomhetsområdet for steinsprang, se Figur 10. Observasjoner under befaring viser at det er spor etter gamle mindre steinsprang i terrenget, men disse har kort utløpsdistanse. Det er tett vegetasjon og berget fremstår som lite oppsprukket. Det er ikke funnet spor etter ferske

steinsprang. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang vurderes til å være mindre enn 1/20.

4.3 Løsmasseskred

4.3.1 Område BN1, utskipingskai for stein og tunnelportal

Terrenget ovenfor området er preget av tynt løsmassedekke som er dekket med skog og vegetasjon til topp skråning. Brattheten i området er generelt lavere enn 30 grader. Det er ikke observert bekker eller søkk i terrenget som vil naturlig lede et skred mot reguleringsområdet. Sannsynligheten for at jord- og flomskred når området BN1 vurderes til å være mindre enn 1/1000.

4.3.2 Område BN2, kontor- og administrasjonsbygg samt vaktbod

Området ovenfor består stort sett av bart fjell, med stedvis tynt løsmassedekke med spredt vegetasjon. Brattheten er generelt lavere enn 30 grader. Sannsynligheten for at jord- og flomskred når området BN2 vurderes til å være mindre enn 1/1000.

4.3.3 GS-veg mellom Flatane og Breisteinvegen

Generelt gjelder samme begrunnelse som i kap. 4.3.1. Det er markert ett aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Dette ligger i en kløft med en tilhørende bekk. Under befaring ble det observert grove drenerende masser i øvre del av kløfta. Lengre ned var bekk mer synlig. Det var ingen spor etter stor vannføring eller massetransport i bekkedal. Sannsynligheten for at jord- og flomskred når GS-veg vurderes til å være mindre enn 1/20.

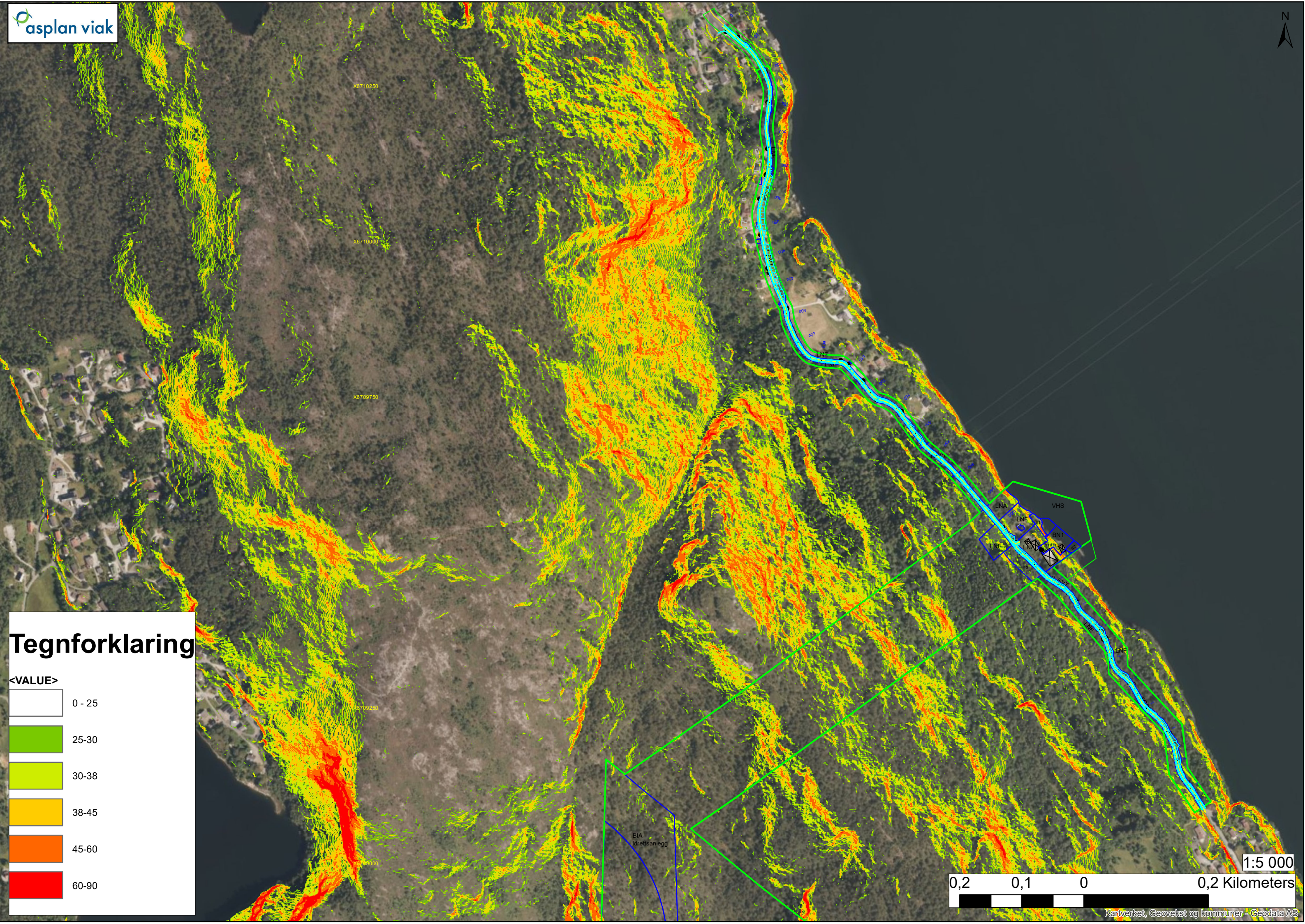
5 KONKLUSJON

Det er utført en skredvurdering for tre områder; BN1 – utskipingsområde og kai, BN2 – kontorlokale, og en gang- og sykkelveg. Områdene BN1 og BN2 er vurdert for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/1000. Begge disse har en lavere årlig sannsynlighet enn 1/1000. Det er ikke nødvendig med nye sikringstiltak for disse områdene. Skredvoll etablert utenfor utkjøring for steinbrudd er tilstrekkelig sikring for område BN2.

Gang- og sykkelvegen er vurdert ut fra en ÅDT på over 200. Akseptable årlig nominell sannsynlighet er da 1/20 ifølge SVVs rundskriv NA 2014/08. Tiltaket er vurdert å ha en årlig nominell sannsynlighet lavere enn 1/20. Det er ikke nødvendig med sikringstiltak.

6 REFERANSER

- NGI, 2014. Skred – skredfare og sikringstiltak. Universitetsforlaget.
- Statens vegvesen, 2014. Rundskriv NA 2014/08 Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg.
- Lovdata, 2016. TEK10 Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger.
- Meteorologisk institutt 2016. eklima.net



X8710250

X8710000

X8709750

X8709500

X8709250

X8709000

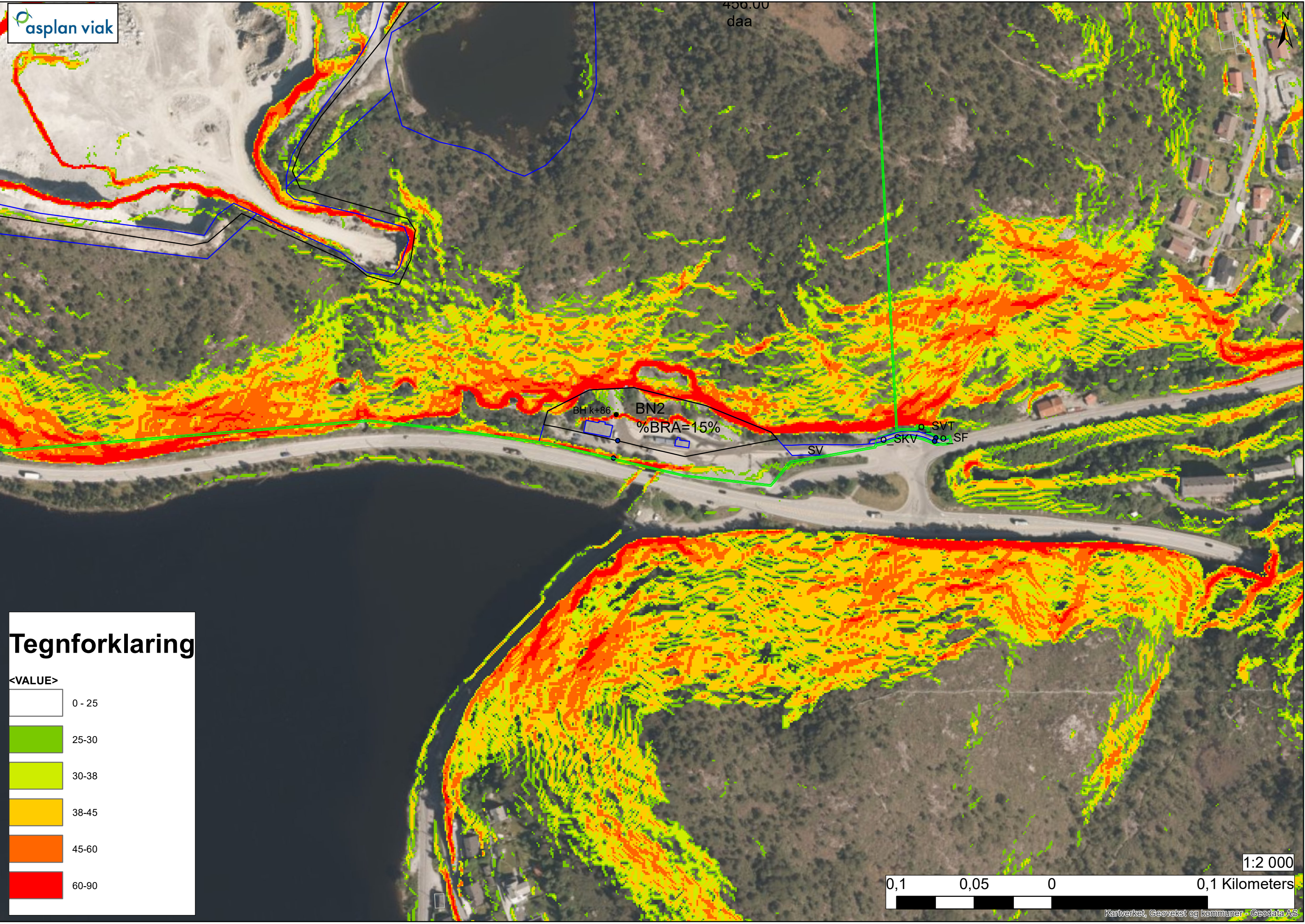
BIA
Idrettsanlegg

LNA
LNF
VHS
BN1
LNA

Tegnforklaring

<VALUE>	
0 - 25	
25-30	
30-38	
38-45	
45-60	
60-90	

0,2 0,1 0 0,2 Kilometers
1:5 000



Tegnforklaring

<VALUE>	Color
0 - 25	White
25-30	Light Green
30-38	Yellow-Green
38-45	Yellow
45-60	Orange
60-90	Red

