


Skredfarevurdering ved bustadområdet Langheiane B9 i Knarvik, Lindås kommune



SGC / GeoFare

Prosjektinformasjon og status

Dokumentnr.:	Dokumenttittel:	
2016-01-001	Skredfarevurdering ved bustadområdet Langheiane B9 i Knarvik, Lindås kommune	
Klassifisering:		Distribusjon:
Intern		Oppdragsgjevar
Leveransedato:	Status:	Sider:
	Godkjend rapport	24

Kontraktør:	Kontraktørinformasjon:
	SGC Geofare AS Villabyen 3, 6984 Stongfjorden Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA
Kontaktinformasjon:	Kundeinformasjon:
SGC Geofare AS v/Synne Lindgren, Daglig leiar Villabyen 3, 6984 Stongfjorden Tlf.: 928 92 969 e-post: Synne@SGCas.no, Einar@SGCas.no	Ard arealplan as v/ Anja Vik Nygårdsгатen 114 5008 Bergen Tlf.: 553 19 500 E-post: jev@ardarealplan.no

Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Geologi	Skredfarevurdering	Knarvik
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	Signatur:
Anders Haaland Torkjell Ljone	03.03.2016	Anders Haaland (sign.) Torkjell Ljone (sign.)
Rapport utarbeidd av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:
Torkjell Ljone	15.04.2016	Torkjell Ljone (sign.)
Rapport revidert av:	Godkjend (Dato)	Signatur:
Anders Haaland (Prosjektkoordinator)	15.04.2016	Anders Haaland (sign.)
Einar Alsaker (Faglig rådgjevar)	18.04.2016	Einar Alsaker (sign.)
Rapport godkjent av:	Godkjend (dato)	Signatur:
Synne Lindgren (Daglig leiar)	18.04.2016	Synne Lindgren (sign.)

SAMANDRAG

Undersøkningsområdet er ein del av eit planområde på Langheiane i Knarvik i Lindås kommune. På det undersøkte området er det planlagt å føre opp fire blokker med tjue einingar kvar. Blokkene må imøtekomme krava til tryggleiksklasse 3 (S3). Planområdet er relativt flatt med høgdeskilnad på mellom 67 m o.h. og 80 m o.h. Det går ei skråning omtrent nord/sør gjennom det undersøkte området, og det er ingen dreneringsvegar inne på området.

NGU sine kart frå området viser at bergarten i området er gneis og at heile området er kartlagd som bart fjell. Aktsemdkarta til NVE m.fl. viser at det verken er fare for steinsprang, snøskred, jord- eller flaumskred i eller i nærleiken av undersøkningsområdet.

Synfaring vart gjennomført 3. mars 2016 og viste at det er enkelte knausar i det undersøkte skråninga som har ustabile parti det kan losna blokker frå. Storleiken på blokkene og topografien gjer at steinspranga vil ha kort utløpslengde. I tillegg er det fare for utrasing av små blokker i fjellskjeringa langs tilkomstvegen til området. Desse blokkene vil òg ha kort utløpslengde og vil stoppa i grøfta mellom skjering og veg. Det er ikkje fare for andre skredtypar i det undersøkte området. På bakgrunn av dette vart det laga eit faresonekart, der steinsprang er dimensjonerande skredtype.

Plasseringa til dei planlagde bygga hamnar truleg innanfor faresonene for steinsprang frå den eine knausen på delområdet, og det er difor krav om sikringstiltak. Denne knausen lar seg lett fjerna med reinsking og dermed fjernar ein faren for steinsprang totalt. SGC anbefaler at alle dei ustabile partia som er merka på kartet vert fjerna med reinsking, slik at uteområde òg vert sikra.

Sidan det er eit stort bygg som skal plasserast, skal truleg området planerast og delar av skråninga vert moglegvis fjerna. Det er difor viktig at utbyggar går over området og fjernar eventuelle ustabile parti som utgjer fare for steinsprang når området er planert.

INNHALDSLISTE

SAMANDRAG	2
INNLEIING	5
KAPITTEL 1 – OMRÅDESKILDRING	6
1.1. Plassering.....	6
1.2. Topografi, hydrologi og vegetasjon.....	7
1.3. Klima.....	8
1.3.1. Klimastatistikk	8
1.3.2. Klimaprognosar.....	9
KAPITTEL 2 – GEOLOGI.....	10
2.1. Berggrunnsgeologi	10
2.2. Lausmassegeologi.....	10
KAPITTEL 3 – AKTSEMDSKART OG TIDLEGARE HENDINGAR	12
3.1. Aktsemdskart for flaum, steinsprang og snøskred.....	12
3.2. Tidlegare skredhendingar.....	12
KAPITTEL 4 – MODELLERING AV SKREDFARE	13
KAPITTEL 5 – SKREDFAREVURDERING	14
5.1. Vurdering av skredfare.....	14
5.2. Feltobservasjonar	14
5.3. Samanstilling og diskusjon kring skredfare.....	17
5.3.1. Flaum og lausmasseskred	17
5.3.2. Skred frå fast fjell.....	17
5.3.3. Snøskred.....	19
KAPITTEL 6 – FORSLAG TIL SIKRINGSTILTAK.....	20
6.1. Generelt	20
6.2. Sikringstiltak.....	20

KAPITTEL 7 – RISIKO- OG SÅRBARHEITSANALYSE	21
KAPITTEL 8 – KONKLUSJONAR	22
KAPITTEL 9 – REFERANSAR.....	23
VEDLEGG.....	I
VEDLEGG I – GJENNOMGANG AV TRYGGLEIKSKLASSANE.....	II
VEDLEGG II – KLIMA.....	V
Klimastatistikk.....	V
Klimaprognosar	X
VEDLEGG III – GENERELT OM DEI ULIKE SKREDTYPANE.....	XIII

INNLEIING

SGC Geofare AS (SGC) vart kontakta av ARD arealplan AS ved Anja Vik for å gjennomføre ei skredfarevurdering i samband med omregulering av eit område i Knarvik i Lindås kommune. Planområdet skal regulerast til bustadar i fleire ulike delområde. Denne skredfarevurderinga gjeld for delområde B9 med gbnr. 188/776.

Feltarbeidet vart utført den 3. mars 2016, og resultatane herifrå er supplert med informasjon frå <http://www.skrednett.no>, som er ein felles internettdatabase for skred, administrert av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). I tillegg er det henta klimadata frå Meteorologisk institutt og kart frå Statens kartverk, Det Norske Kartselskap AS og NGU. I tillegg er det nytta enkelte modelleringsverktøy for å bygge opp under konklusjonane.

I byggtknisk forskrift (TEK10) er tryggleikskrav mot skred definert ut frå kva type byggverk som skal oppførast. Dess fleire personar som vil opphalde seg i eit område, dess mindre nominelt årleg sannsyn for skred kan ein tillate. Byggverk er klassifisert under tre tryggleiksklassar for skredfare; S1, S2 og S3. Lovverket krev at største nominelle årlege sannsyn for skred ikkje skal vere høgare enn 1/100, 1/1000 og 1/5000, respektivt for desse tre klassane (Tabell 1). I planområdet er det skissert fire blokker med tjue einingar kvar. Sidan meir enn 25 personar vil opphalde seg her permanent, vil desse bygga vere klassifisert under tryggleiksklasse 3 (S3). På bakgrunn av dette går vår skredfarevurdering i hovudsak ut på å dele undersøkingsområdet inn i faresoner som representerer ulike nominelle årlege sannsyn for skred. For flaumfarevurdering er det eit noko annleis system som gjeld. For ei grundigare forklaring til tryggleiksklassene, sjå Vedlegg 1.

Tabell 1: Oversikt over dei tre tryggleiksklassane ved plassering av byggverk i skredfarlege område.

Tryggleiksklasse	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn	Døme
S1/F1	Liten	1/100	Naust, garasjar
S2/F2	Middels	1/1000	Hus, einbustader
S3/F3	Stor	1/5000	Rekkehus, hotell

Rapporten er bygd opp av ni kapittel. Kapittel 1-4 handsamar ekstern bakgrunnsinformasjon (klimadata, eksisterande geologiske kart o.l.), og denne informasjonen vert samanstillt med våre egne feltobservasjonar i Kapittel 5. På bakgrunn av dette vert skredfaren i området vurdert for kvar skredtype. Det er feltobservasjonane som dannar hovudgrunnlaget for dei endelege konklusjonane til SGC. Eksterne data vert berre nytta som eit supplement til desse.

Berre dei geologiske aspekta ved skredfarevurderinga vert her omtala. Alle konklusjonar som her vert trekt føreset at menneskelege inngrep i området vil kunne endre dei geologiske og hydrologiske forholda, og dermed også skred- og flaumfaren. Dersom skredfare vert påvist i undersøkingsområdet, vil SGC føreslå sikringstiltak mot skred (Kapittel 6). SGC har sentral godkjenning for prosjektering i tiltaksklasse 3 og er difor kvalifisert til å legge dimensjonerande føringar for sikringstiltak mot skred. SGC vil vidare i ein slik prosess kunne bidra med rådgeving kring geologiske tilhøve, om dette er ønskeleg frå oppdragsgjevar side.

KAPITTEL 1 – OMRÅDESKILDRING

1.1. Plassering

Delområde B9 i plankartet er tomte med gbnr. 188/776 i Knarvik i Lindås kommune. Denne delen av planområdet er på om lag 8,5 da og ligg om lag 300 m nordvest for E39 like etter Knarvik sentrum (Figur 1). Det undersøkte området består av delområde B9 og nærliggjande område rundt.



Figur 1: Undersøksområdet ligg 300 m nordvest for E39 like etter Knarvik sentrum i Lindås kommune. Delområde B9 er markert med blå stipla linje på øvste kartet. Basert på kart frå Statens kartverk.

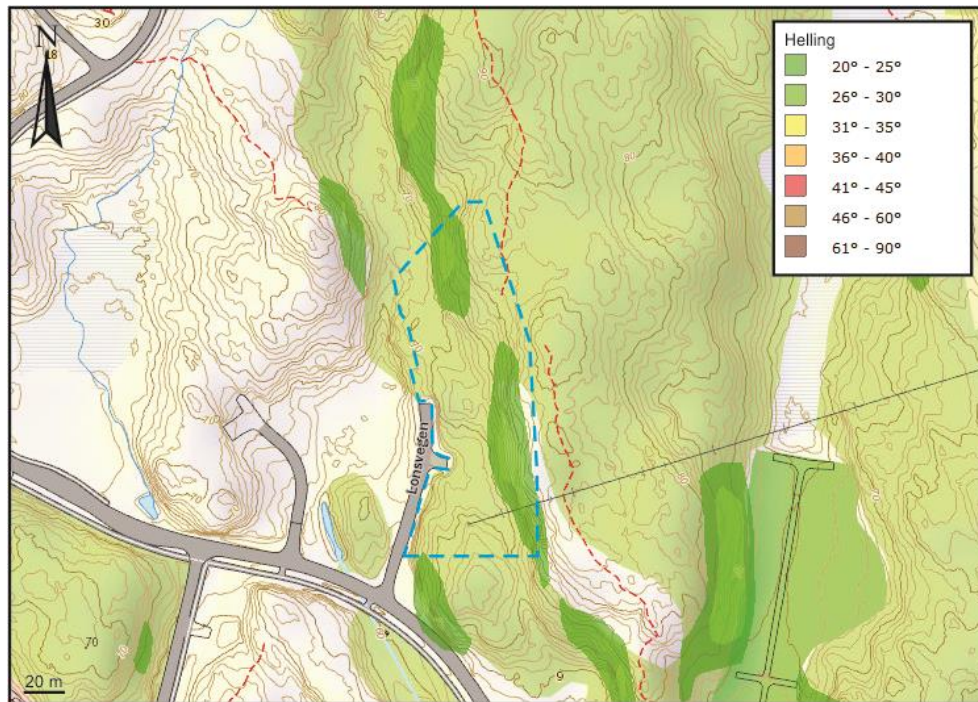
1.2. Topografi, hydrologi og vegetasjon

Det undersøkte området er eit om lag 8,5 da stort og relativt flatt område, utan eksisterande busetnad, ved Langheiane nordaust for Knarvik sentrum. Langheiane er tidlegare utmark og består for det meste av furu- og granskog, og dette dekker òg store delar av delområde B9 (Figur 2). Lægste del av delområde B9 ligg på kring 67 m o.h. og øvste del er på kring 80 m o.h. Det er ikkje markert dreneringsvegar på delområdet, men det går ein bekk i ei renne like vest for det nordvestlege hjørnet av delområdet.



Figur 2: Flyfoto av delområde B9 (markert med blå stipla linje) og nærliggjande område. Lite høgdskilnad og gran- og furuskog dekkjer store delar av det undersøkte området. Kjelde: Statens kartverk.

På sine nettsider (skredkart.ngi.no) har NGI presentert hellingsdata frå Noreg. Dette kartet viser at store delar av det undersøkte området har under 20° helling og at det er ei skråning med 20-30° helling som går omtrent nord/sør gjennom delområdet (Figur 3).



Figur 3: Hellingsskart over delområde B9 i plankartet (stipla blå linje) og områda rundt. Store delar av planområdet har under 20° helling og det er ei skråning i delområdet som har mellom 20-30° helling. Basert på kart frå NGI.

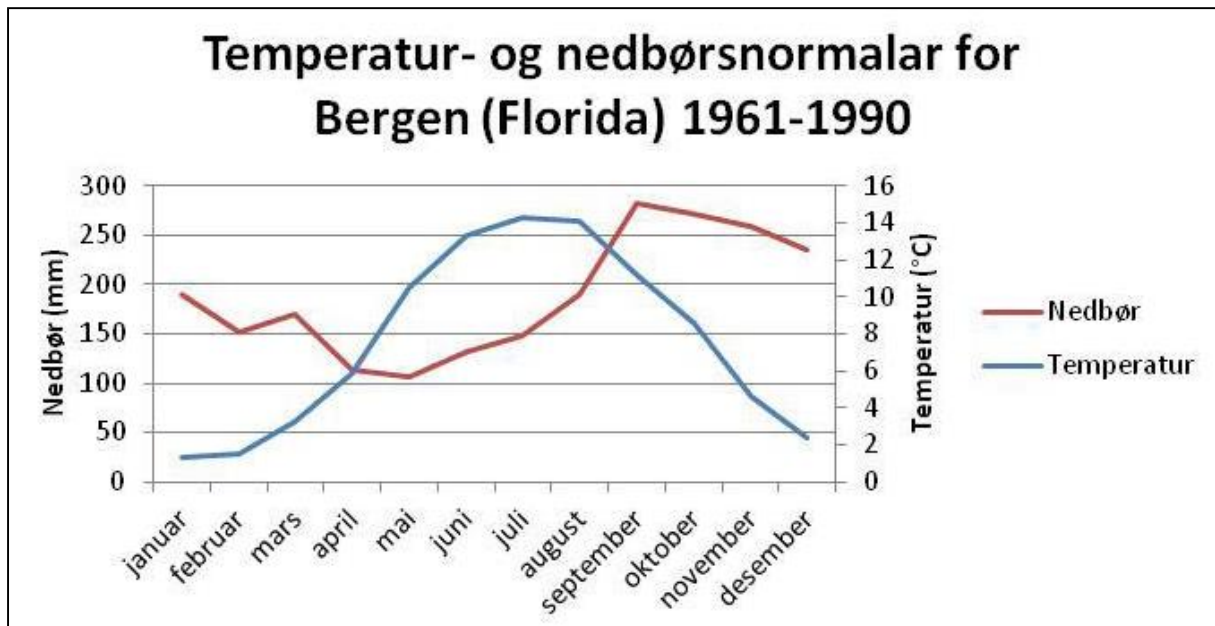
1.3. Klima

1.3.1. Klimastatistikk

Skredfare og klima heng tett i saman. Temperatur og nedbør er avgjerande for stabiliteten til lausmassar, vassavrenning, flaumfare, steinsprangfare som følgje av frostsprenging og sjølvstekt mengde og stabilitet på snø. For å kunne gjere ei tilstrekkeleg skredfareevaluering må ein ta omsyn til gjeldande klimastatistikk, i tillegg til oppdaterte prognosar for framtidige klimaendringar.

Meteorologisk institutt har hatt operative vêrstasjonar på ulike stader i Bergen i lang tid. Det er her henta temperatur- og nedbørdata frå stasjonen på Florida, ved Geofysisk institutt på Universitetet i Bergen, om lag 19 km frå undersøkingsområdet (Figur 4). Frå denne er det henta temperatur- og nedbørnormalar for førre klimaperiode, 1961-1990. Sidan datamaterialet strekk seg over ein periode på 30 år, som er det statistiske minsteintervallet for klimamålingar, gjev dette ein peikepinn på klimaet i siste del av 1900-talet.

Det er også henta årnormalar for snø frå NVE. Desse viser at det har vore 10 - 25 dagar med snø i året og at normal årsmaksimum av snømengda har vore under 50 mm (vassekivalent) gjennom klimaperioden 1971-2000 i Knarvik.



Figur 4: Temperatur- og nedbørsnormalar frå Meteorologisk institutt. Statistikken er bygd på data i perioden 1961-1990 frå målestasjon 50540 (12 m o.h., Florida i Bergen. Årsnormalen for nedbør i dette tidsrommet var 2250 mm og årsnormalen for temperatur var 7,6° C.

1.3.2. Klimaprognosar

Dei store forskingsinstitusjonane sine klimamodellar gjev meir og meir pålitelege prognosar om global klimautvikling i framtida, men modellane har framleis store uvisser, spesielt på regional og lokal skala. Likevel bør ein ta høgde for dei mange resultata som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. Hausten 2015 vart den siste *Klima i Norge 2100*-rapporten publisert. Hovudfunna i denne rapporten er at ein i Noreg må forvente høgare temperaturar, meir nedbør og meir ekstremnedbør. Ei følgje av dette vil vere at ein må ta høgde for at flaumane vert større og kjem hyppigare, og at skredfrekvensen vil auke i Noreg.

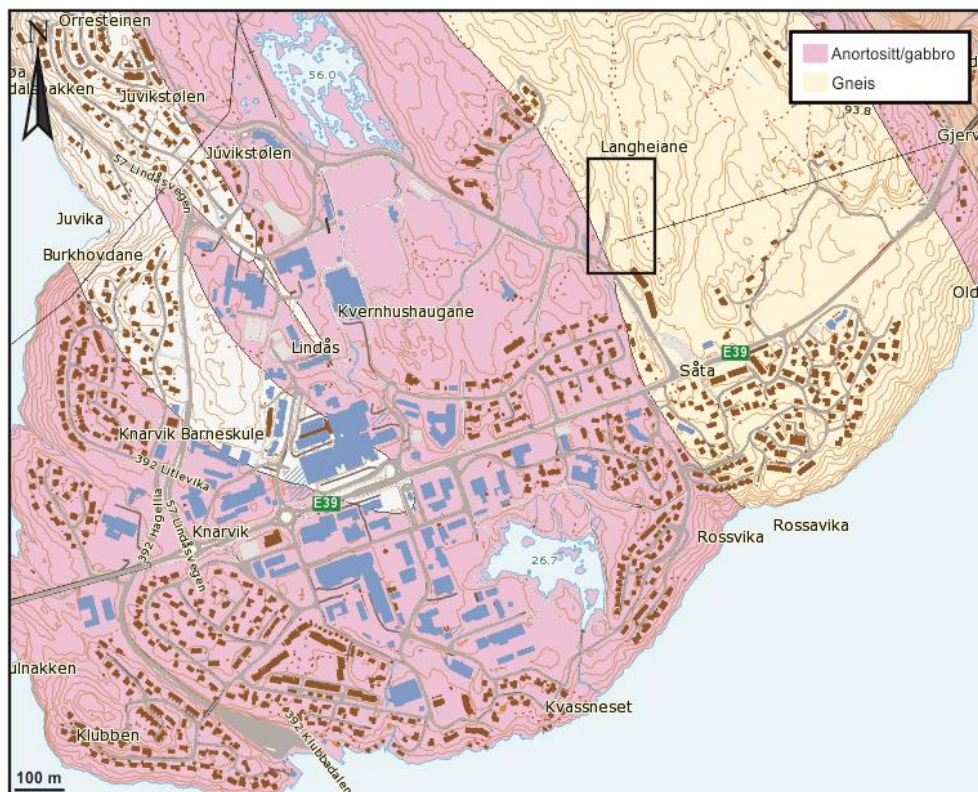
Norsk klimaservicesenter har på sine nettsider (klimaservicesenter.no) presentert klimaframskrivingane for ulike geografiske område fram mot klimaperioden 2071-2100. Her viser prognosane for områda kring Knarvik at ein forvente ein auke i årstemperatur på inntil 3°C og at normal årsnedbørssum kan auke med opptil 17,5 %. Avrenninga er forventa å minke vår, sommar og haust, men vil auka med inntil 15 % om vinteren. Storleiken på flaumane i området er estimert til å auke med 20 %. Når det gjeld den årlege snømengda, så er den forventa å minke med mellom 0 -100 mm (vassekivalent). Det er også forventa inntil 90 færre dagar i året med snø fram mot klimaperioden 2071 – 2100.

Det er teke utgangspunkt i utsleppscenario RCP4.5 for klimaprognosane. Vedlegg II viser detaljane i både klimastatistikk og klimaprognosar for Vestlandet.

KAPITTEL 2 – GEOLOGI

2.1. Berggrunnsgeologi

Berggrunnen på Vestlandet er prega av den kaledonske fjellkjededanninga som fann stad i dei geologiske periodane kambrium, ordovicium og silur for om lag 500-400 millionar år sidan. Under denne hendinga kolliderte den nordamerikanske kontinentalplata, Laurentia, og den europeiske kontinentalplata, Baltika, noko som resulterte i danning av ei fjellkjede, større enn dagens Himalaya (Ramberg m.fl., 2013). Det medførte også store omdanningar både i strukturen og samansetjinga til bergartane over heile Vestlandet. I det undersøkte området har NGU kartlagt anortositt/gabbro og gneis (Figur 5).

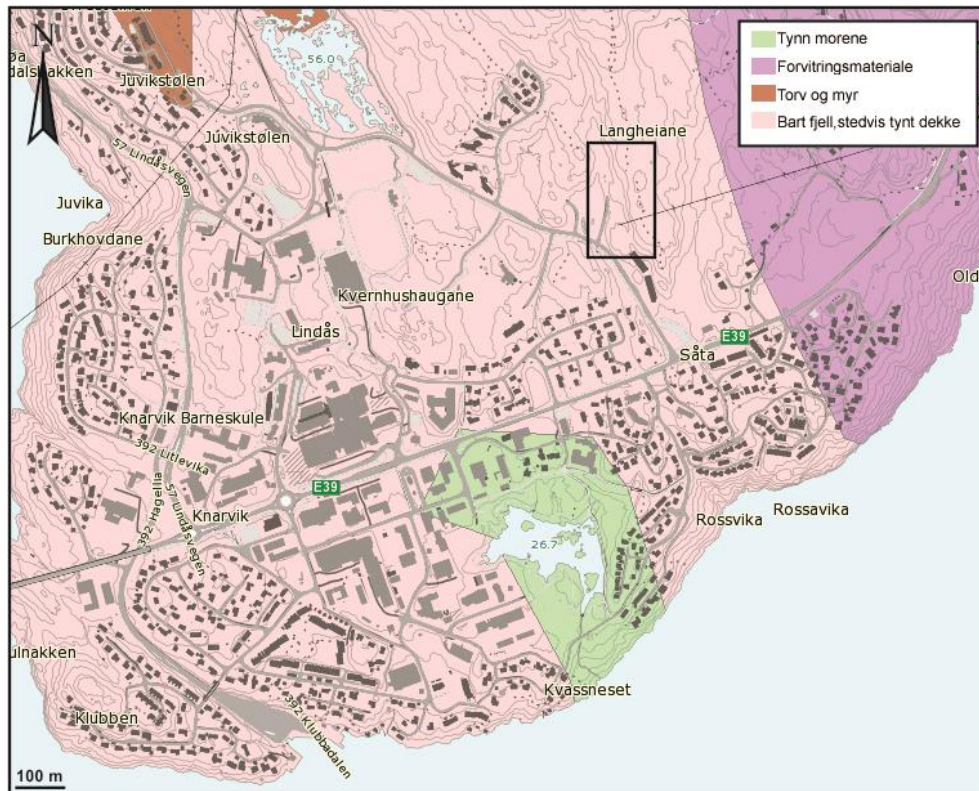


Figur 5: Berggrunnskart over Knarvik. Det undersøkte området er merka med svart rektangel og viser at det er kartlagt gneis og anortositt/gabbro i dette området. Kjelde: NGU.

2.2. Lausmassegeologi

For 2,6 millionar år sidan byrja epoken kvartær, ein periode kor den nordlege halvkula var prega av om lag 40-50 istider. Breane som dekkja store delar av Noreg under desse kuldeperiodane grov ut dalar og fjordar og danna det landskapet vi har i dag, og som er typisk for Vestlandet. Innlandsisen under siste istida hadde si maksimale utbreiing for om lag 20 000 år sidan. Etter kvart som innlandsisen smelta attende dei følgjande tusenåra, blottla den morenemateriale og smeltevassavsetjingar i dei fleste lier og dalstrøk.

NGU sitt kart frå Knarvik viser at heile det undersøkte området er kartlagt som bart fjell/tynt dekke (Figur 6). Marin grense er om lag 54 m o.h. noko som tyder at det undersøkte området ikkje har vore dekkja av vatn etter siste istid.



Figur 6: Lausmassekart frå Knarvik. Det undersøkte området er merka med svart rektangel og viser at heile området er kartlagd som bart fjell/tynt dekke. Basert på kart frå NGU.

KAPITTEL 3 – AKTSEMDSKART OG TIDLEGARE HENDINGAR

3.1. Aktsemdskart for flaum, steinsprang og snøskred

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarlig for aktsemdskart for steinsprang og snøskred på <http://www.skrednett.no>. Tenesta er utarbeidd i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU), Statens vegvesen, Jernbaneverket og Forsvarets militærgeografiske tjeneste.

Aktsemdskarta for flaum-/jordskred, steinsprang og snøskred viser potensielle utløysingsområde (kjeldeområde) og utløpsområde (rekkevidda av potensielle skred). Karta er utarbeidd ved bruk av ein datamodell som identifiserer moglege utløysingsområde for steinsprang og snøskred ut frå hellinga på fjellsida. For kvart utløysingsområde vert utløpsområdet for flaum-/jordskred, steinsprang og snøskred utrekna. Denne kartdatabasen er utelukkande basert på datamodellering og ingen feltobservasjonar er lagde til grunn. Det er derfor ikkje teke omsyn til viktige faktorar som klima, vegetasjon og berggrunn, og meir detaljerte faresonekart må utarbeidast for å kunne seie noko om sannsynet for steinsprang og snøskred. Aktsemdskarta kan difor ikkje brukast direkte i reguleringsplanar eller i byggesaker for å avgjere om eit areal/område tilfredsstillar krav til tryggleik mot naturfarar, jamfør *føreskrift om tekniske krav til byggverk*, kap. 7, § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2015). Karta gjev likevel ein god indikasjon på kvar topografien tilseier at ytterlegare undersøkingar bør gjennomførast.

Aktsemdkarta til NVE m.fl viser at det verken er fare for flaum- og jordskred, steinsprang eller snøskred i planområdet, og heller ikkje i direkte nærliggjande område.

3.2. Tidlegare skredhendingar

På si nettside har NVE m.fl. også ei oversikt over tidlegare skred i Noreg. I undersøkingsområdet eller områda rundt er det ikkje registrert skredhendingar.

KAPITTEL 4 – MODELLERING AV SKREDFARE

Der det er kjeldeområde for steinsprang eller snøskred er det vanleg å modellere utløpsdistanse for å lettare setje faresoner for dei ulike skredtypene. Modelleringane fungerer best i større skråningar der det er ein viss høgdeskilnad mellom losnepunkt og utløpsområde. I det undersøkte området er det berre små lokale vertikale fjellknausar som vert tolka som kjeldeområde for steinsprang. Dei ulike modelleringsmetodane vil ikkje fungera bra for slike område, så det er ikkje brukt tid på dette i denne rapporten.

KAPITTEL 5 – SKREDFAREVURDERING

5.1. Vurdering av skredfare

Aktsemdkarta til NVE m.fl. viste at det ikkje er fare for verken jordskred, steinsprang eller snøskred i det undersøkte området.

Dette er som nemnd berre matematiske modelleringar basert på terrenggradientar, ofte med ekvidistanse på 20 m, noko som gjev ei forholdsvis låg kartoppløysing. I modelleringa er det heller ikkje teke omsyn til viktige faktorar som vegetasjon, drenering, klima, lausmassar, bergartstype og sprekkesystem. Risikoen for at massar (jord, stein, snø, etc.) skal kome i rørsle, dessutan akkumulasjonspotensiale for snø og vatn er også avgjerande faktorar, som krev nærare undersøking for å få kartlagd skredfaren på ein tilfredsstillande måte. Det vart difor gjennomført feltarbeid for å gjere ei heilskapleg vurdering av den reelle skredfaren.

For at det skal kunne gå skred må det:

- 1) finnast rasfarleg materiale.
- 2) vere tilstrekkeleg bratt i terrenget, slik at raset kan løysast ut og utvikle seg.
- 3) finnast ein mekanisme som set materialet i rørsle. Desse mekanismane er ofte knytt til ekstreme situasjonar som endrar stabiliteten i massane.

5.2. Feltobservasjonar

Feltarbeidet vart utført den 3. mars 2016 av Anders Haaland og Torkjell Ljone frå SGC Geofare AS.

Det undersøkte området har ein total høgdeskilnad frå lágste til høgste punkt på kring 15 m, og det er ingen fjell i nærleiken. Området er delvis skogkledd, for det meste gran- og furuskog, og jordsmonnet er tynt, beståande av organisk materiale, og i tillegg det som er tolka som eit tynt morenedekke. Nærmaste eksisterande bustadar er kring 40 m sør for delområde B9, som er delområde B10, i fylgje plankartet. Mellom desse to delområda er et eit område som skal nyttast til leikeområde. Figur 7 viser fotografi tatt av sørlege del av det undersøkte området. Gjennom planområdet går det ei skråning omtrent nord/sør og denne har enkelte stadar fjell i dagen. Enkelte stadar har fjellblottingane mykje sprekkar og vert tolka som ustabile, mens det andre stadar er mindre sprekkar og meir stabilt med tanke på utrasing. Den låge skråninga og det at det flatar raskt ut gjer at utrasing frå desse fjellblottingane vil få kort utløpslengde.

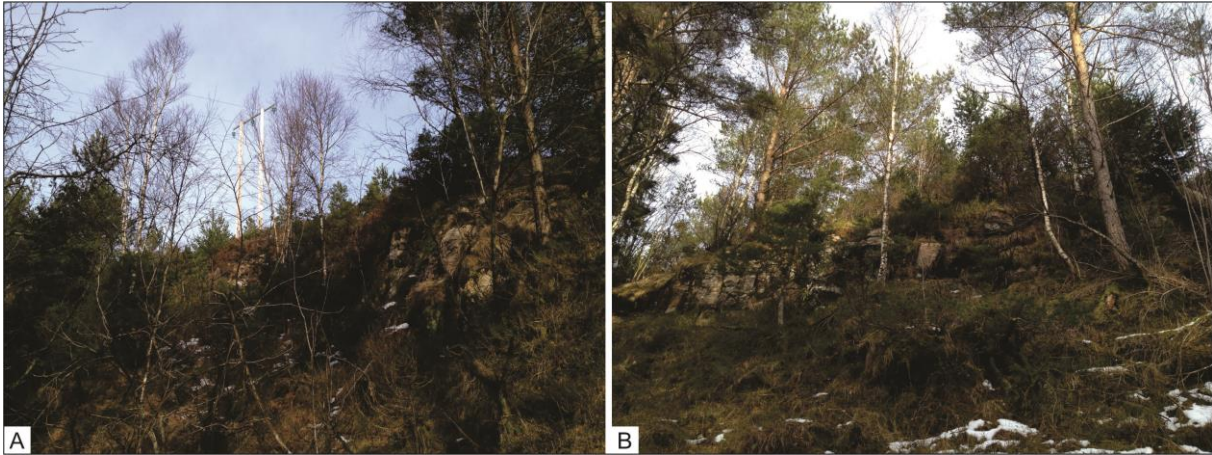


Figur 7: A: Sørlege del av det undersøkte området. Gjennom planområdet går det ei skråning omtrent nord/sør og den er vist til venstre i bildet. B: Oppsprukke fjellblotting i skråninga, like sør for delområde B9.

Lengre mot nord er skråninga meir skogkledd (Figur 8), og her òg er det fleire stadar fjell i dagen, med varierende grad av sprekkar (Figur 9). Enkelte av desse partia vert tolka som potensielle kjeldeområde for steinsprang. Storleiken på fjellblottingane og sprekkemønsteret gjer at det gjerne er små blokker som står i fare for å rasa ut, i tillegg til at utløpslengda er kort.



Figur 8: Skråninga fortset nordover gjennom det undersøkte området. Det er fleire stadar det er fjell i dagen, med varierende grad av oppsprekking.



Figur 9: A og B: Område i skråninga der det er fjell i dagen. Det er varierende grad av sprekker i fjellet. Fleire stadar er det område som vert tolka som ustabile nok til at det kan rasa ut blokker.

Skråninga går gjennom heile det undersøkte området, og i nordlege del av det undersøkte området er det òg fjell i dagen, fjellet her er meir solid og det er liten fare for utrasing av blokker. Innanfor delområde B9 vert det ikkje observert dreneringskanalar. Like vest for B9 går det ein bekk i ei renne i terrenget. Bekken renn nokre meter lågare enn lágste del av delområde B9, og bekken utgjer dermed ikkje fare for området som det skal byggjast på, slik terrenget er i dag.

Sjølv om det vart observert fleire potensielle kjeldeområde for steinsprang vart det ikkje observert ferske steinsprangavsetjingar og berre enkelte blokker som er tolka som eldre steinsprang.

Fjellskjeringa langs tilkomstvegen til delområde B9 har òg ein del sprekker som gjer at det kan losna mindre blokker, men desse vil stoppa i grøfta og ikkje nå ut i vegen (Figur 10).



Figur 10: Fjellskjeringa langs tilkomstvegen til delområde B9 har område der det kan losna mindre blokker. Desse vil stoppa i grøfta og dermed ikkje nå ut i tilkomstvegen.

5.3. Samanstilling og diskusjon kring skredfare

Nedanfor følger ei samanstilling mellom alle innhenta data og ein diskusjon kring faren for dei ulike skredtypane. For dei skredtypane det vert påvist fare for er det utarbeidd eit faresonekart som viser grensene i høve til dei tre tryggleiksklassene (Vedlegg I). For ei generell utgreiing om dei ulike skredtypane sjå Vedlegg III.

5.3.1. Flaum og lausmasseskred

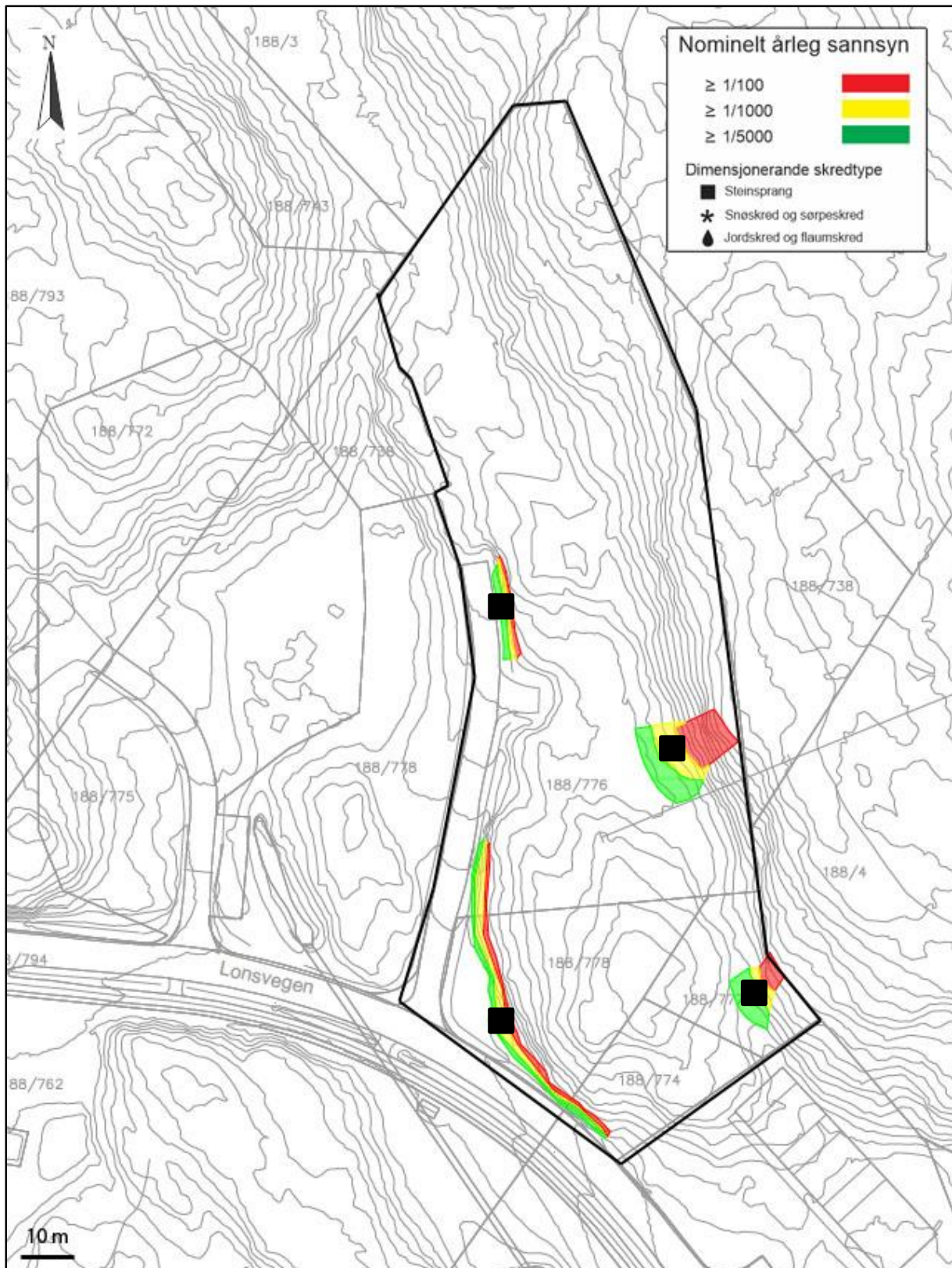
Det er ikkje kartlagd dreneringsvegar i delområde B9 (Kap. 1.2.). Feltarbeidet (Kap. 5.2.) stadfesta at nærmaste dreneringskanal går i ei renne i terrenget like vest for delområde B9, og at den ikkje utgjer fare for å nå inn på dette området. Klimamodellane (Kap. 1.3.) viser at det vil verta varmare og at ein kan forventa mindre avrenning i dette området. I tillegg vil snømengda og tal på dagar med snødekke verta redusert, noko som gjer at risikoen for flaum om våren minkar. NGU har kartlagd området som bart fjell (Kap. 2.2.), og feltobservasjonane (Kap. 5.2.) viser at området har eit tynt lag med organisk materiale og tynt morenedekke. Aktsemdkarta til NVE m.fl. (Kap 3.1.) viser at det ikkje er fare for verken jord- eller flaumskred i eller i nærleiken til det undersøkte området.

På bakgrunn av dette konkluderer vi med at det ikkje er fare for flaum eller lausmasseskred i delområde B9.

5.3.2. Skred frå fast fjell

Topografiske data (Kap. 1.2.) viser at det går ei skråning omtrent nord/sør gjennom det undersøkte området, og at denne enkelte stadar har opp mot 30° helling. Aktsemdkarta til NVE m.fl. (Kap. 3.1.) viste at det ikkje var område som var bratte nok til å vera potensielle kjeldeområde for steinsprang, i eller i nærleiken til delområde B9. Feltobservasjonane (Kap. 5.2.) viste derimot at det var små fjellblottingar i skråninga der sprekkemønsteret tilsa at det kan rasa ut blokker enkelte stadar. Storleiken på skråninga og fjellblottingane viser likevel at eventuelle steinsprang vil ha kort utløpslengde. Fjellskjeringa ved tilkomstvegen har òg ustabile parti, der det vil vera fare for utrasing av små blokker. Desse vil stoppa i grøfta og ikkje kunne nå ut på vegen.

På bakgrunn av dette er det laga eit faresonekart det steinsprang er dimensjonerande skredtype (Figur 11). I tillegg til sjølve delområde B9 er det tatt med eit område like sør for B9 som er tenkt nytta til leikeplass.



Figur 11: Faresonekart for det undersøkte området, der steinsprang er einaste og dermed dimensjonerande skredtype. Det er fare for steinsprang frå eit område inne på delområde B9 og i tillegg på område FL9 som skal vera eit leikeområde. Steinsprang frå desse knausane vil ha kort utløpslengde pga. topografien. I tillegg er det fare for utrasing av små blokker i skjeringa som går langs tilkomstvegen, men desse vil ikkje nå lenger enn ned i grøfta. Svart omriss markerer kva område faresonekartet gjeld for.

5.3.3. Snøskred

Topografiske data (Kap. 1.2.) viser at det undersøkte området er relativt flatt, høgste punkt ligg på kring 80 m o.h. og den totale høgdeskilnaden er på kring 15 m. Planområdet er i tillegg lokalisert i eit område med kystklima, der klimastatistikken (Kap. 1.3.) viser at snittemperaturen er over 0 °C gjennom heile året. Klimaprognosane viser i tillegg at det skal verta varmare og færre dagar med snø i dette området framover mot 2071. Aktsemdkarta til NVE m.fl. (Kap. 3.1.) viser at det ikkje er fare for snøskred i eller i nærleiken til det undersøkte området. Feltobservasjonane (Kap. 5.2.) viste at det er ei skråning som er bratt nok til utløysing av snøskred i det undersøkte området. Skråninga er derimot for liten til at dette er ein reell fare, i tillegg er store delar av skråninga skogkledd.

På bakgrunn av dette konkluderer vi med at det ikkje er fare for snøskred i eller inn mot det undersøkte området.

5.3.4. Sørpeskred

For at sørpeskred skal oppstå trengst det vassføring i tillegg til akkumulasjon av snø. Topografiske data (Kap 1.2.) viste at det ikkje er dreneringsvegar gjennom delområde B9, og klimastatistikk og -prognosane (Kap. 1.3.) viser at det er lite sannsynleg med akkumulasjon av snø i planområdet, og at det vil verta endå mindre framover. Det går ein bekk like vest for delområde B9, men her òg vil det vera lite sannsynleg med sørpeskred. Bekken går i tillegg i ei renna i terrenget nokre meter nedanfor lágste nivå til B9.

På bakgrunn av dette konkluderer vi med at det ikkje er fare for sørpeskred i det undersøkte området.

KAPITTEL 6 – FORSLAG TIL SIKRINGSTILTAK

6.1. Generelt

Skred vert vanlegvis inndelt i tre fasar/områder:

- 1) utløysingsområdet, der skredmassane losnar og kjem i rørsle
- 2) skredløpet, som er bana skredet følgjer
- 3) utløpsområdet, som er det arealet skredet legg seg når energien er oppbrukt

Ved sikring mot skred er det mogleg å gjere inngrep i alle desse tre fasane, for å forhindre skadar på bygg. Kva for sikringsmetodar som bør nyttast er ei avveging mellom skredfare, kostnad og lokale, praktiske føresetnader/utfordringar for skredsikring (f.eks. tilgjengelegheit for anleggsmaskiner o.l.).

6.2. Sikringstiltak

Under skredfarevurderinga (Kap. 5) vart det påvist fare for steinsprang frå nokre små knausar. Storleiken på knausane og topografien gjer at utløpslengda til eventuelle steinsprang vil vera svært kort. Det planlagde bygget hamnar truleg innanfor faresonene til knausen inne på delområde B9, og det trengst difor sikringstiltak. Storleiken til knausen gjer at den enkelt kan reinskast vekk, og dermed fjerna heile faremomentet.

Eventuelle blokker som losnar frå skjeringa langs tilkomstvegen til området vil ikkje hamna lenger vekk enn i grøfta nedanfor og dermed ikkje utgjera fare for planlagd bygg. Dei mest ustabile partia bør likevel reinskast vekk for å gjera uteområdet sikrere.

Området som det skal byggast på skal truleg planerast og delar av skråninga bak vert moglegvis fjerna. Det er difor viktig av entreprenør går over området etterpå og fjernar eller sikrar eventuelle ustabile fjellparti som utgjer fare for bygget og uteområda.

Det er viktig å understreke at ovannemnde tilrådingar berre er forslag frå SGC si side, og endeleg avgjersle på val av tryggingstiltak bør gjerast av aktørar som har spesialkompetanse på dette. SGC har imidlertid sentral godkjenning for prosjektering i tiltaksklasse 3 (Direktoratet for byggkvalitet) og våre forslag kan i utgangspunktet leggest til grunn for utforming og dimensjonering av eventuelle sikringstiltak. Dersom oppdragsgjevar eller byggingsentreprenør av ulike årsaker vil gå for alternative sikringstiltak bør dette likevel baserast på dei geologiske forholda i området, som vi har dokumentert i vårt faresonekart. Vår skredfarevurdering er gjort med utgangspunkt i noverande, naturgjevne forhold. Eventuelle menneskelege inngrep i området i framtida kan endre desse og då vil også graden av skredfare kunne bli endra. All utbygging, inkludert utføring av dei føreslåtte sikringstiltaka i seg sjølv, bør difor skje i samråd med kvalifisert personell.

KAPITTEL 7 – RISIKO- OG SÅRBARHEITSANALYSE

Dette er eit standardskjema for risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS) der SGC har fylt ut felta som har med dei geologiske aspekta å gjere. Dersom oppdragsgjevar i framtida skal fylle ut eit fullstendig ROS-skjema, m.t.p. utbygging i området, kan punkta under overførast til dette.

Emne		Er det knytt uakseptabel risiko til følgjande forhold?	Nei	Ja	Kommentarar
Naturgjevne forhold	a	Jordskred og/eller massestraum	X		
	b	Skred frå fast fjell (steinsprang, steinskred og/eller fjellskred)		X	
	c	Flodbølger som følgje av skred i vatn eller sjø	X		
	d	Snøskred	X		
	e	Sørpeskred	X		
	f	Flaum og/eller flaumskred	X		
	h	Stormflo	X		
	i	Grunnutgliding, berg	X		
	j	Grunnutgliding, lausmassar	X		
	k	Radon i berggrunn			Radonmengda i grunnen er ikkje målt.
	l	Sterk vind	X		
	m	Anna			

KAPITTEL 8 – KONKLUSJONAR

SGC Geofare si skredfarevurdering ved delområde B9 på reguleringsplanen for Lyngheiane i Knarvik, Lindås kommune viser at det er fare for steinsprang frå nokre små knausar inne på delområdet og ved eit område som skal verta leikeområde like ved. Storleiken på knausane i lag med topografien viser at eventuelle steinsprang vil ha svært kort utløpslengde. Dei ustabile partia kan lett reinskast vekk og dermed fjernar ein faren for steinsprang heilt. I fjellskjeringa langs tilkomstvegen er det òg ustabile parti der det kan losna blokker ned i grøfta. Desse vil òg lett la seg fjerna med reinsking.

KAPITTEL 9 – REFERANSAR

Asplan Viak. 2010. *Knarvik Aust, del av gnr 188, Gjerdvik, Knarvik aust byggjefelt*. Datert 21.05.2015. Plankart.

Derron, M. H. 2009: *Method for the susceptibility mapping of rock falls in Norway*. Technical report, Norges Geologiske Undersøkelse.

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen J.E.Ø., Sandved, S., Sandø A.B., Sorteberg, A og Ådlansvik, B. (2015): *Klima i Norge 2100*. Miljødirektoratet 2/2015, ISSN 2387-3027.

Hestnes, E. 1998: *Slushflow hazard-where, why and when? 25 years of experience with slushflow consulting and research*. *Annals of Glaciology* 26, s. 370-376.

Highland, L. M., Bobrowsky, P. 2008: *The landslide handbook – A guide to understanding landslides*. U. S. Geological Survey Circular 1325. Reston.

Lied, K., Kristensen, K. 2003: *Snøskred. Håndbok om snøskred (Norsk utgave)*. Vett & Viten AS. Høvik.

Ramberg, I.B., Bryhni, I., Nøttvedt, A. og Rangnes, K. 2013 (red.): *Landet blir til – Norges geologi. 2. utgåve*. Trondheim. Norsk Geologisk Forening, s. 656.

Simpson, M. J. R., J. E. Ø. Nilsen, O. R. Ravndal, K. Breili, H. Sande, H. P. Kierulf, H. Steffen, E. Jansen, M. Carson and O. Vestøl (2015). *Sea Level Change for Norway: Past and Present Observations and Projections to 2100*. Norwegian Centre for Climate Services report 1/2015, ISSN 2387-3027, Oslo, Norway.

Terzaghi, K. 1962: *Stability of steep slopes on hard unweathered rock*. *Geotechnique* 12, s. 251-270.

Internettidsider:

Kart, satellittbiler og topografiske profil:

Statens kartverk, <http://www.norgeskart.no>

Det Norske Kartselskap AS <http://www.atlas.no>

Geologiske data:

Norges geologiske undersøkelse <http://www.ngu.no>

Klima og havnivå:

Meteorologisk institutt, <http://www.met.no>

<http://www.senorge.no>

<http://www.yr.no>

Miljøverndepartementet <http://www.regjeringen.no/nn/dep/md>

Norsk klimaservicesenter <http://klimaservicesenter.no>

Statens kartverk

<http://sehavniva.no>

Skredkart:

Norges vassdrags- og energidirektorat

<http://www.skrednett.no>

Føreskrifter:

Direktoratet for byggkvalitet

<http://www.lovdata.no>

VEDLEGG

VEDLEGG I – GJENNOMGANG AV TRYGGLEIKSKLASSANE

I Plan- og byggingslova, føreskrift om tekniske krav til byggverk, kap. 7, § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2012/Byggteknisk forskrift TEK10) er tryggleikskrav definert ut frå ulike typar bygningar:

§ 7-3. Sikkerhet mot skred

(1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

(2) For byggverk i skredfareområde skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides.

Tabell 2: Oversikt over dei tre tryggleiksklassane for skred, i følgje Plan- og byggingslova (TEK10).

Tryggleiksklasse for skred/flaum	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn	Døme
S1	Liten	1/100	Naust, garasjar
S2	Middels	1/1000	Hus, einestader
S3	Stor	1/5000	Rekkehus, hotell

Tabell 3: Oversikt over dei tre tryggleiksklassane for flaum, i følgje Plan- og byggingslova (TEK10).

Tryggleiksklasse for skred/flaum	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn	Døme
F1	Liten	1/20	Naust, garasjar
F2	Middels	1/200	Hotell, bustadhus
F3	Stor	1/1000	Sjukehus

Det eksisterer altså tre tryggleiksklassar (Figur 12 og Figur 13) som er definert ut frå konsekvensen av ei skredhending:

Tryggleiksklasse 1 (S1/F1)

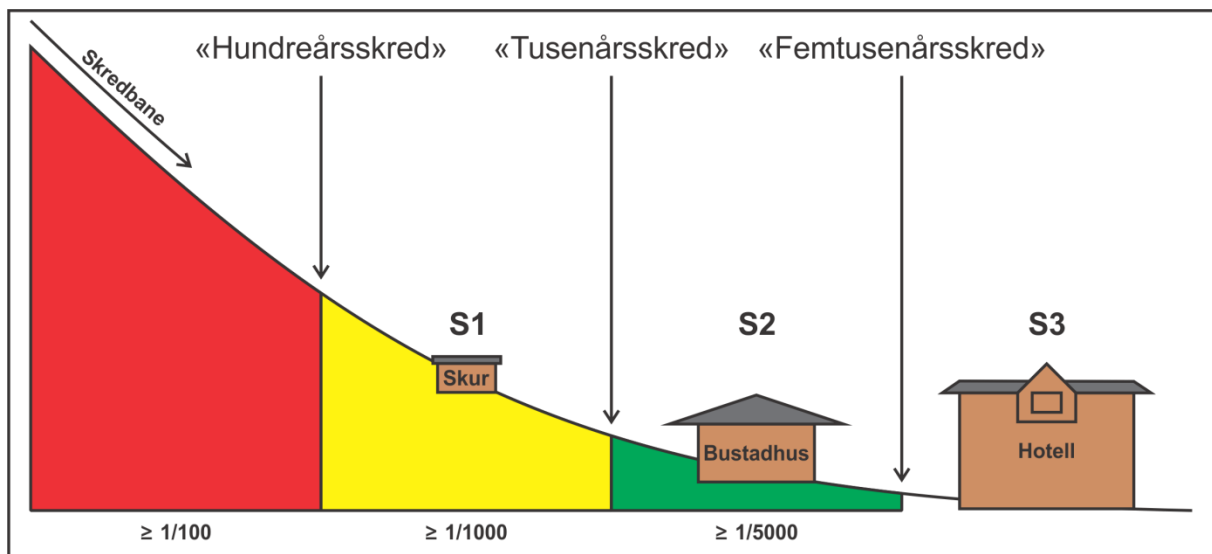
Denne tryggleiksklassen har det minste kravet for sikring og den omfattar bygningar der det normalt ikkje vil opphalde seg folk til ei kvar til. Dette gjeld til dømes garasjar og naust (Tabell 2 og Tabell 3). Opphaldstid av personar er kort og difor er konsekvensen vanlegvis liten. Ved oppføring av bygg i kategorien S1 er kravet at det nominelle årlege sannsynet for skred ikkje skal vere større enn 1/100. I prinsippet betyr dette at denne bygningstypen må plasserast utanfor utløpsdistansen til «hundreårsskredet». Dersom skredfarevurderinga viser at det vil kunne gå skred hyppigare enn dette må tomte/bygningane sikrast mot skred. For flaum i slike område er kravet sett til eit største nominelle årleg sannsyn på 1/20. Ein kan difor tillate ein høgare flaumfrekvens enn skredfrekvens.

Tryggleiksklasse 2 (S2/F2)

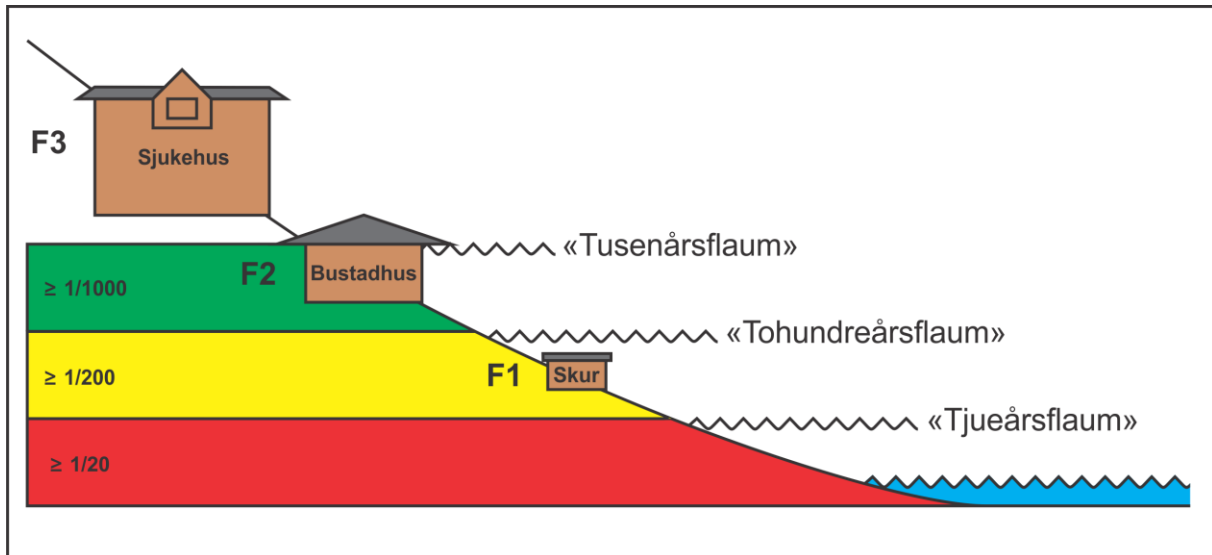
For skred gjeld denne tryggleiksklassen (S2) for bygningar der opptil 25 personar oppheld seg meir eller mindre permanent. Eit typisk døme på dette er einebustader og tomannsbustader (Tabell 2 og Tabell 3). For slike bygningar er kravet at det nominelle årlege sannsynet for skred ikkje skal vere større enn 1/1000. I prinsippet betyr dette at denne bygningstypen må plasserast utanfor utløpsdistansen til «tusenårsskredet». Dersom skredfarevurderinga viser at det vil kunne gå skred hyppigare enn dette må tomta/bygningane sikrast. For flaum i slike områder er kravet sett til eit største nominelle årlege sannsyn på 1/200. For flaum (F2) inkluderer denne tryggleiksklassen område også der meir enn 25 personar vil opphalde seg, til dømes skular, bustadblokker og hotell. For uteareal i tilknytning til evaluerte byggverk som klassifiserast under S2/F2 kan kravet til tryggleik reduserast til tryggleiksnivået for tryggleiksklasse 1 (1/100). Dette fordi faren for liv og helse i samband med skred normalt vil vere vesentlig lågare for personar som oppheld seg utandørs.

Tryggleiksklasse 3 (S3/F3)

For skred (S3) gjeld denne tryggleiksklassen dersom meir enn 25 personar oppheld seg permanent i eit område. Dette gjeld til dømes bustadblokker, rekkehus, store kontorbygningar, kjøpesenter og hotell (Tabell 2 og Tabell 3). I desse tilfella vil konsekvensen ved ei skredhending vere stor og kravet til slike områder er at det nominelle årlege sannsynet for skred ikkje skal vere større enn 1/5000. Slike bygningar skal altså plasserast utanfor utløpsområdet til «femtusenårsskredet». For flaum (F3) i slike områder er kravet sett til eit største nominelle årlege sannsyn på 1/1000, og F3 gjeld for byggverk for spesielt sårbare grupper, eller med kritiske samfunns- og beredskapsfunksjonar, som sjukeheimar og sjukehus. Også for S3/F3 kan det vurderast å redusere tilhøyrande uteareal for dei aktuelle bygningane til S2/F2, sidan eksponeringstida og derfor risikoen for personar som held seg utandørs er lågare.



Figur 12: Prinsippsskisse for tryggleiksklassar og faresoner. I det raude området vil det gå «årvisse» skred med ei sannsynleg hyppigheit høgare enn 1/100. «Hundreårsskredet» vil derfor i teorien stanse ved nedre grense av denne sona. Bygg i tryggleiksklasse 1 (S1) kan derfor plasserast utanfor dette området utan at ein treng sikringstiltak. Tilsvarande gjeld for bygg i S2 og S3 som må plasserast utanfor nedre grense for respektivi «tusenårsskred» og «femtusenårsskred».



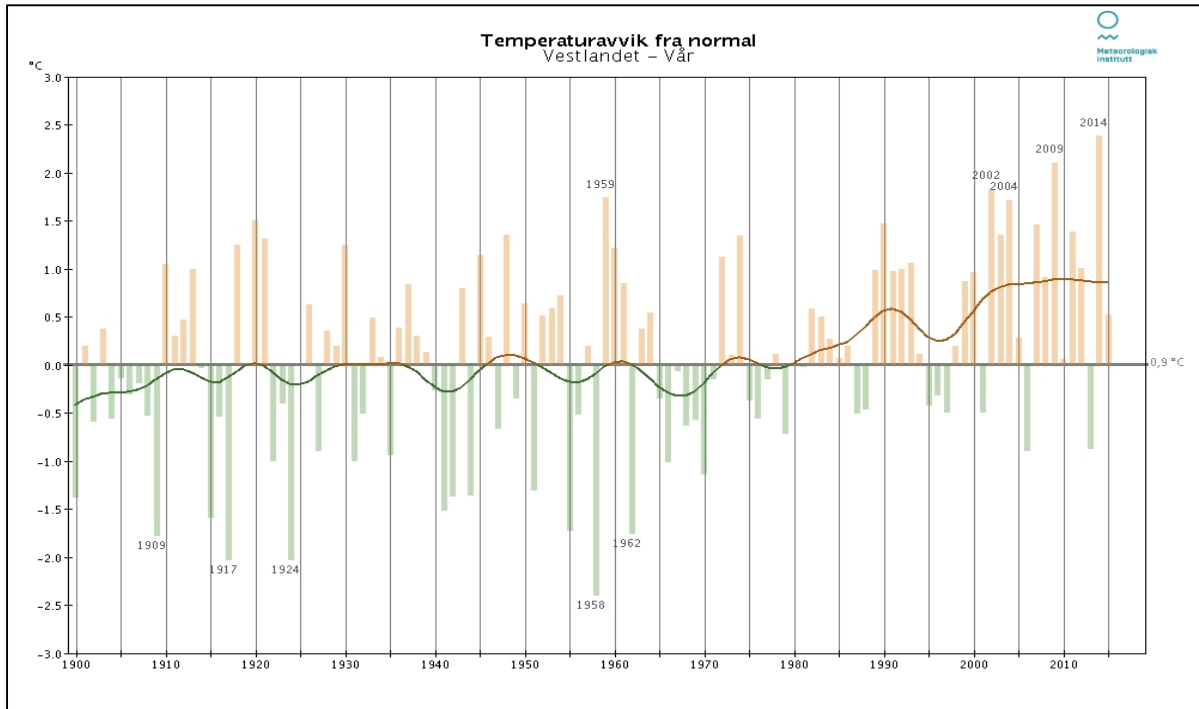
Figur 13: Figuren viser tryggleiksklassar og faresonar for flaum. Desse følgjer same prinsippet som for skred, men ein tillèt her noko høgare nominelt årleg sannsyn. I F3 ligg bygg som har kritiske samfunns- og beredskapsfunksjonar.

Som Figur 12 og Figur 13 viser er det talet på personar som normalt vil opphalde seg i eit hus, som avgjer krav til tryggleiksklasse. For enkelte typar bygningar krev lovverket at det ikkje skal vere sannsyn for skred eller flaum i det heile teke. Dette gjeld til dømes sjukehus eller bygningar der ein produserer og lagrar miljøfarlege kjemikaliar.

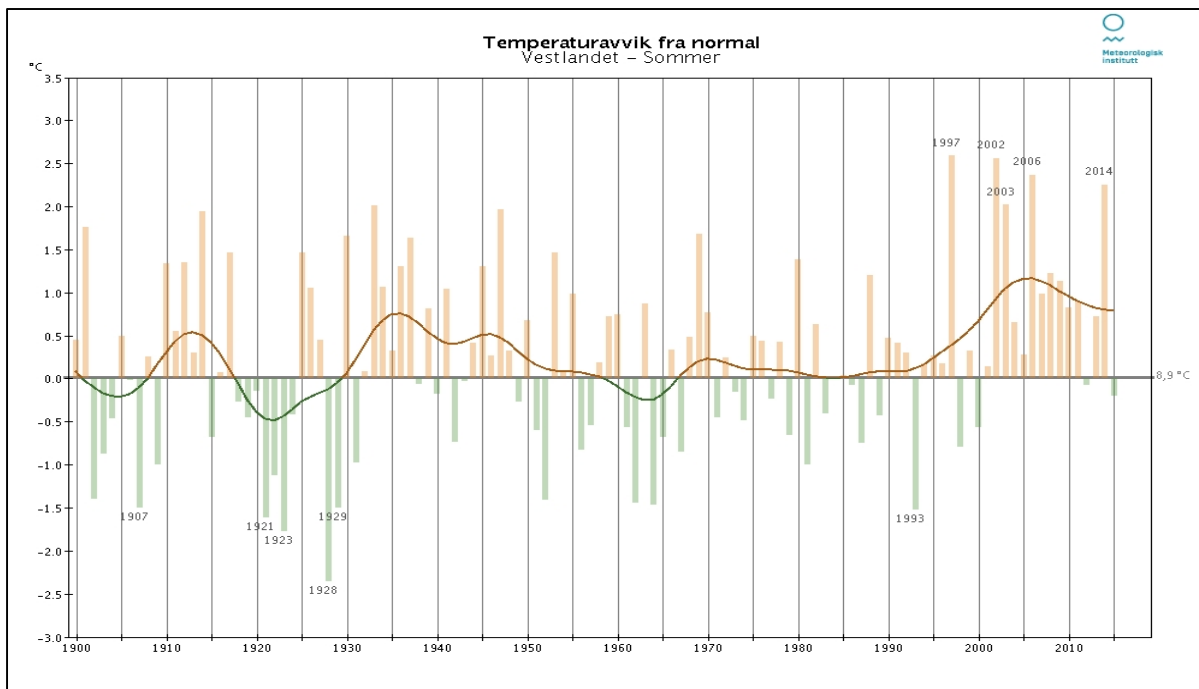
VEDLEGG II – KLIMA

Klimastatistikk

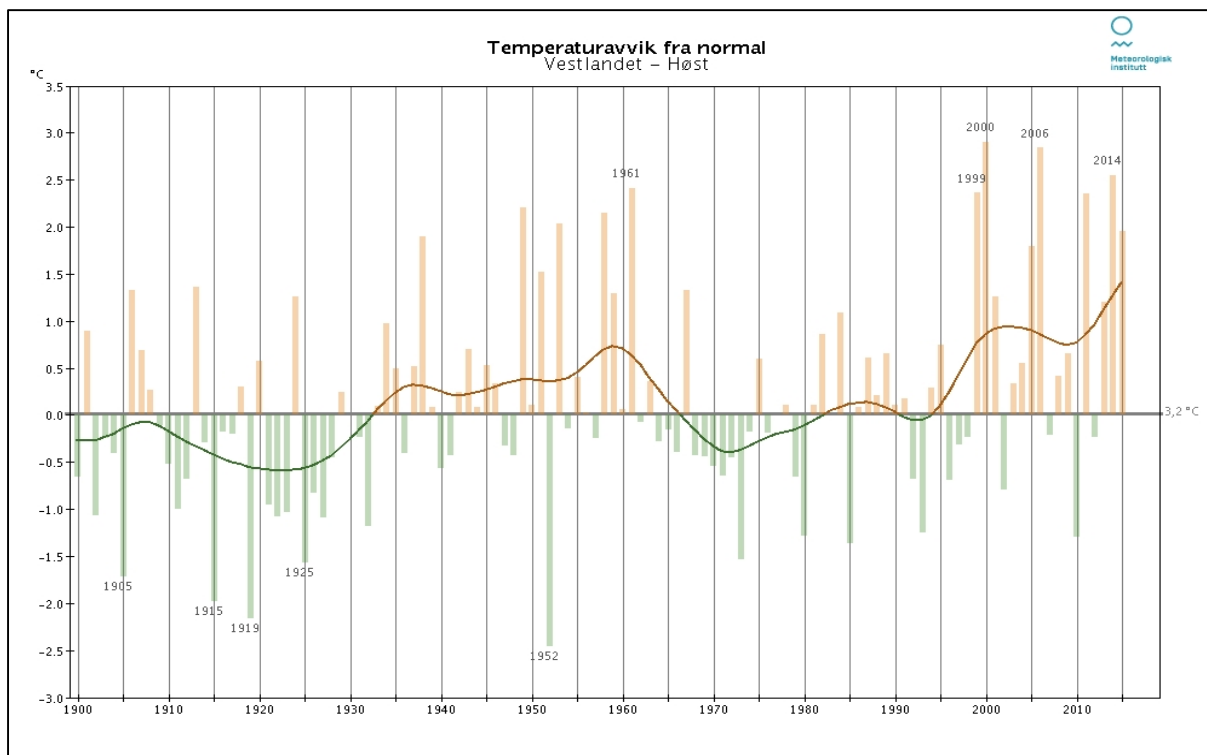
Nedanfor følger Meteorologisk institutt sin klimastatistikk for Vestlandet, frå 1900 til 2014.



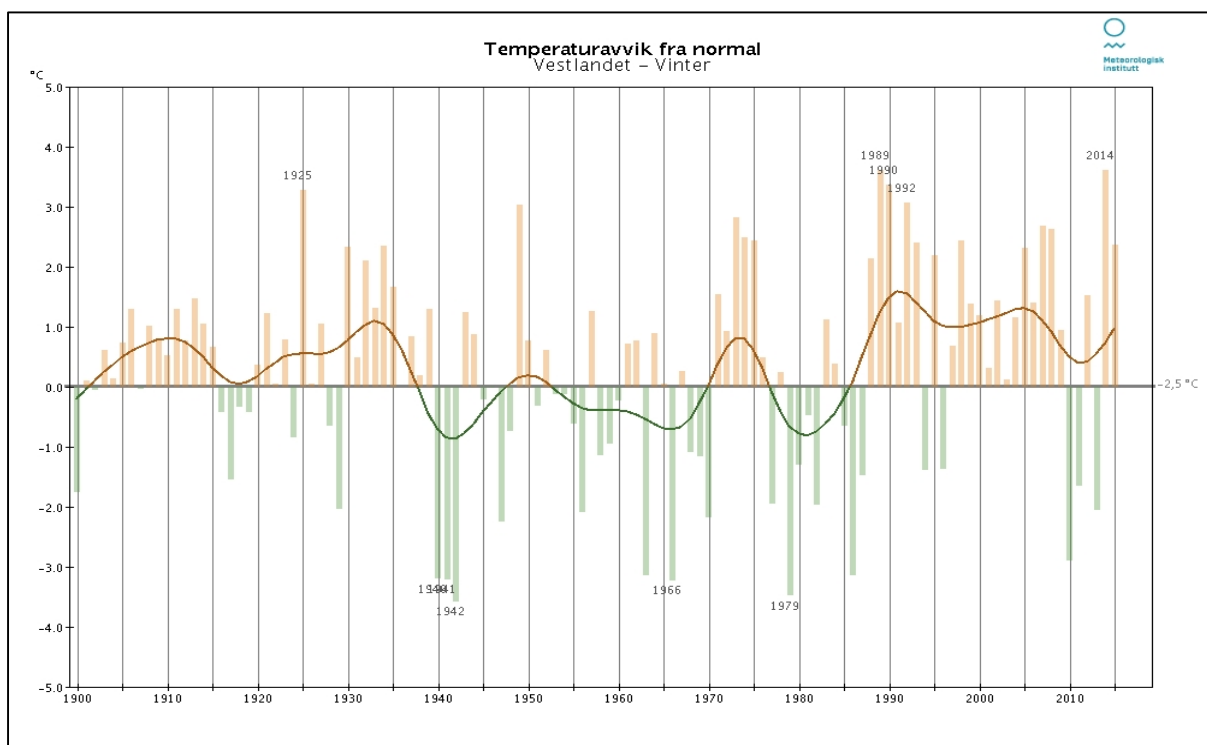
Figur 14: Vårtemperaturen på Vestlandet 1900-2015. Denne har stige sidan 1980. Dei varmeste vårane var i 1920, -59, -02, -04, -09 og 2014. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 15: Sommartemperaturen på Vestlandet 1900-2015. Dei varmeste sommarterperaturane var på 1930-talet (1933 var det varmeste året) og etter 1995. Dei varmeste åra var 1997, 2002, 2003, 2006 og 2014.. Dei kaldaste somrane var i 1907, 1921, 1923, 1928, 1929 og 1993. Kjelde: Meteorologisk institutt.

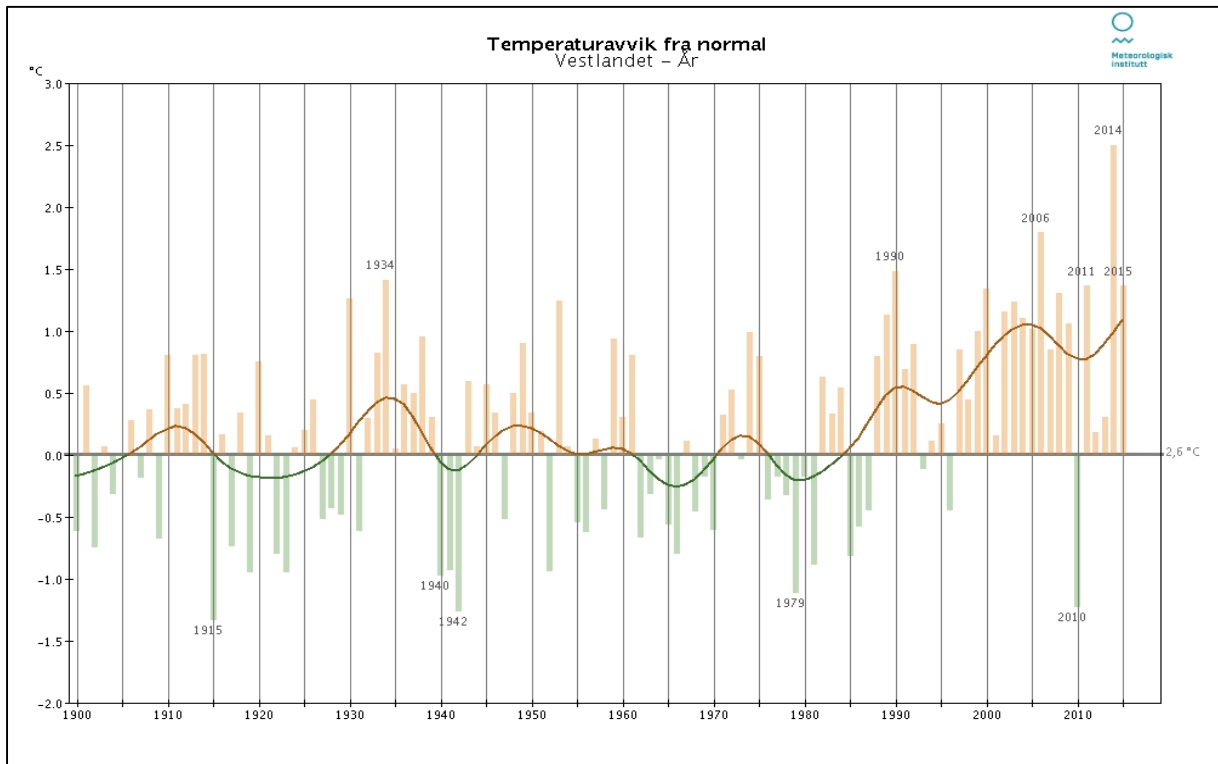


Figur 16: Hausttemperaturen på Vestlandet 1900-2015. Haustane var generelt kjølege tidleg på 1900-talet, med ein periode tidleg på 1920-talet som den kaldaste. Frå 1933 til 1966 var hausttemperaturane over normalen, medan haustane var kjølege på 1970-talet. Etter 1999 har det vore fleire milde haustar, t.d. i 1999, 2000, 2006, 2011 og 2014. Kjelde: Meteorologisk institutt.

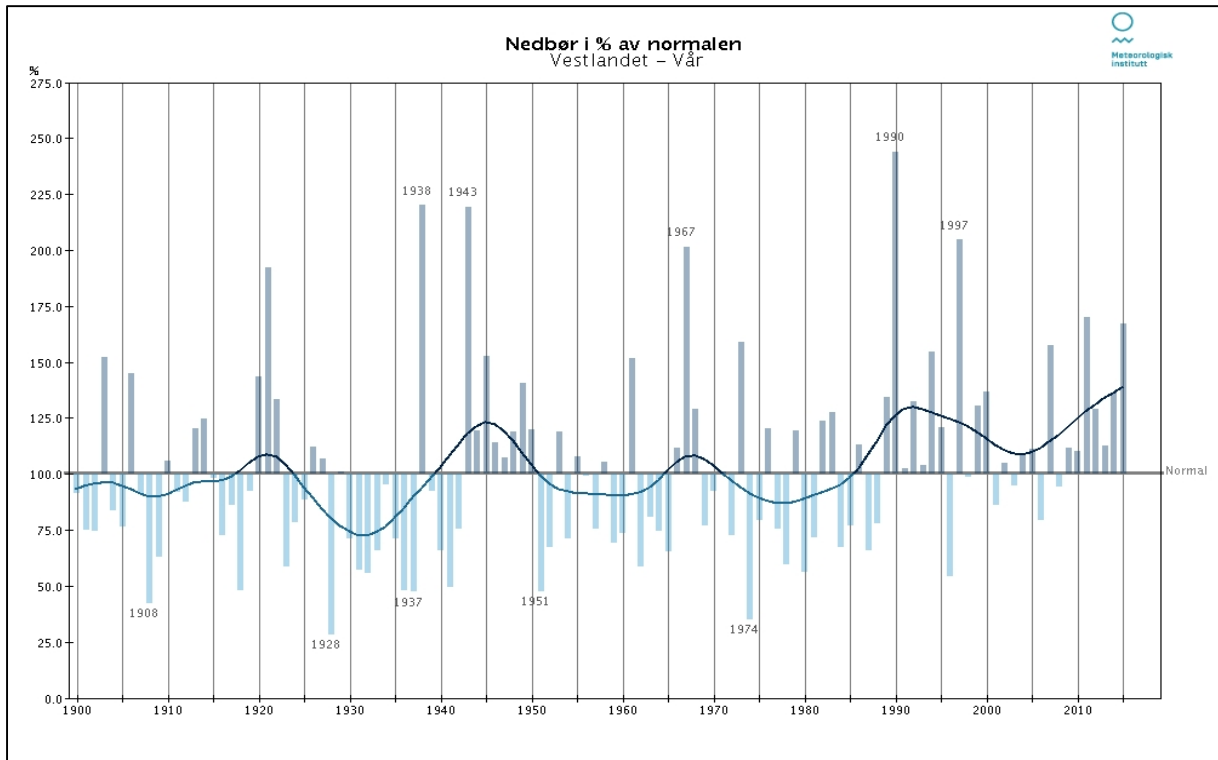


Figur 17: Vintertemperaturen på Vestlandet 1900-2015. Når det gjeld vintertemperaturen på Vestlandet, var det generelt milde vintrar rundt 1910 og første del av 1930-talet. Vintrane tidleg på 1940-talet var derimot uvanleg kalde. Det var fleire kalde vintrar i perioden 1955-1970 og 1977-1987. Milde vintrar var det på byrjinga av 1970-talet og slutten av 1980- og byrjinga

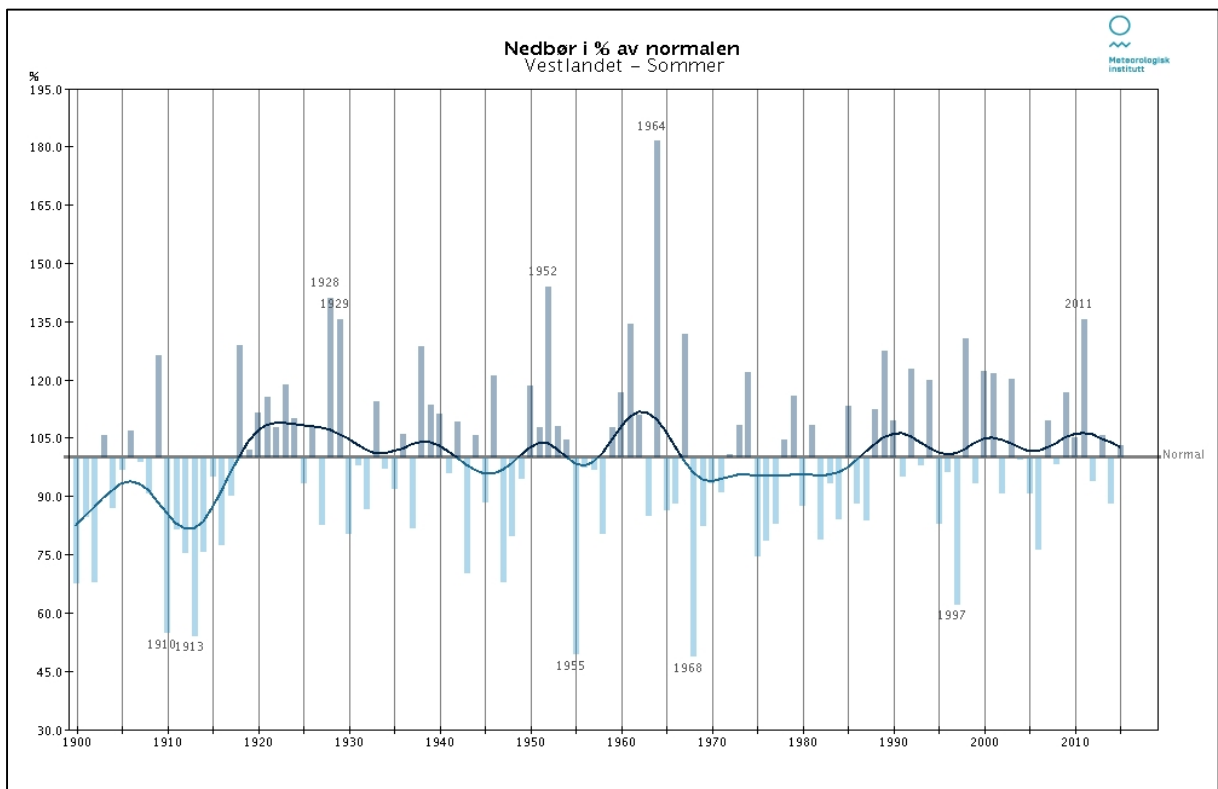
av 1990-talet. Vintrane både i 2010 og 2011 var kalde. Dei kaldaste åra var 1940-43, 1966, 1979 og 2010. Det var milde vintrar i 1925, 1949, 1989, 1990, 1992 og 2014. Kjelde: Meteorologisk institutt.



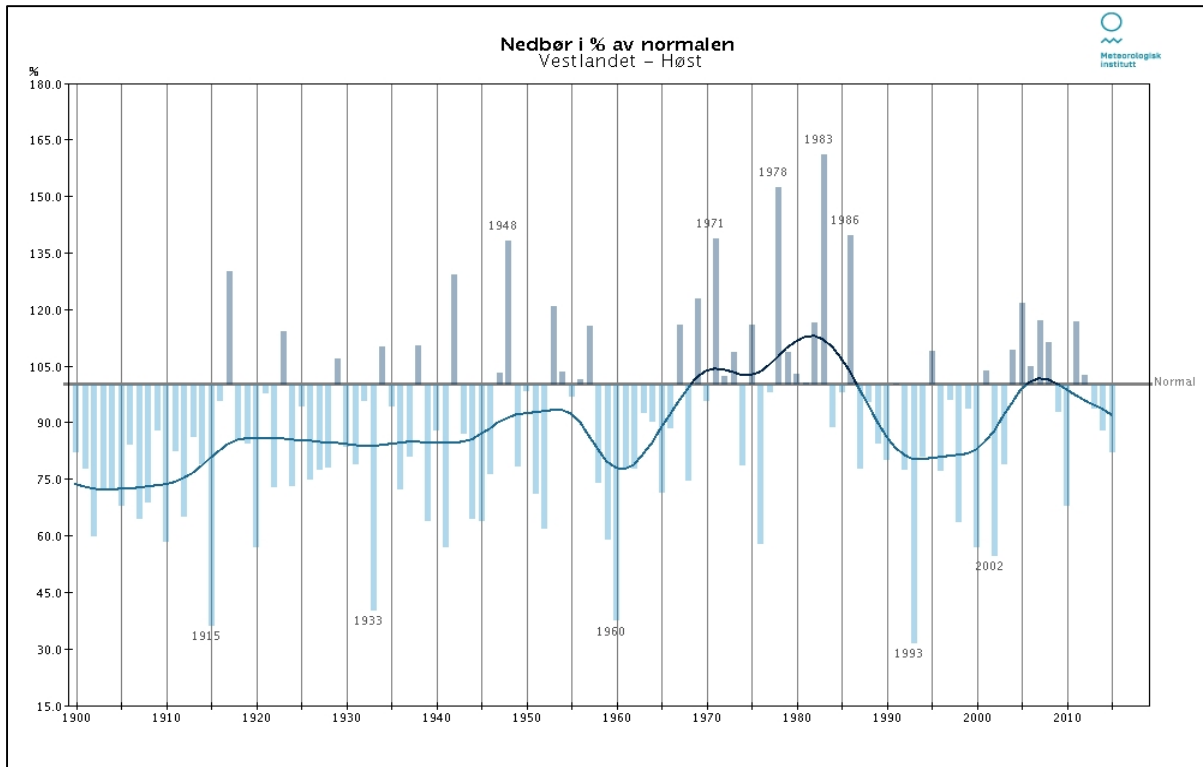
Figur 18: Årsmiddeltemperaturen på Vestlandet 1900-2015. Målingar frå Vestlandet syner at årsmiddeltemperaturen var over normalen i periodane 1906-1915, 1929-1939, 1944-1962, 1970-1976 og etter 1984. Den varmaste perioden har vore etter 2000 og det varmaste året var i 2014, då årsmiddeltemperaturen var 2,4°C over normalen. Dette er den høgaste årsmiddeltemperaturen som er målt på Vestlandet. Dei kaldaste åra sett under eitt var 1915, 1940, 1942, 1979 og 2010. Kjelde: Meteorologisk institutt.



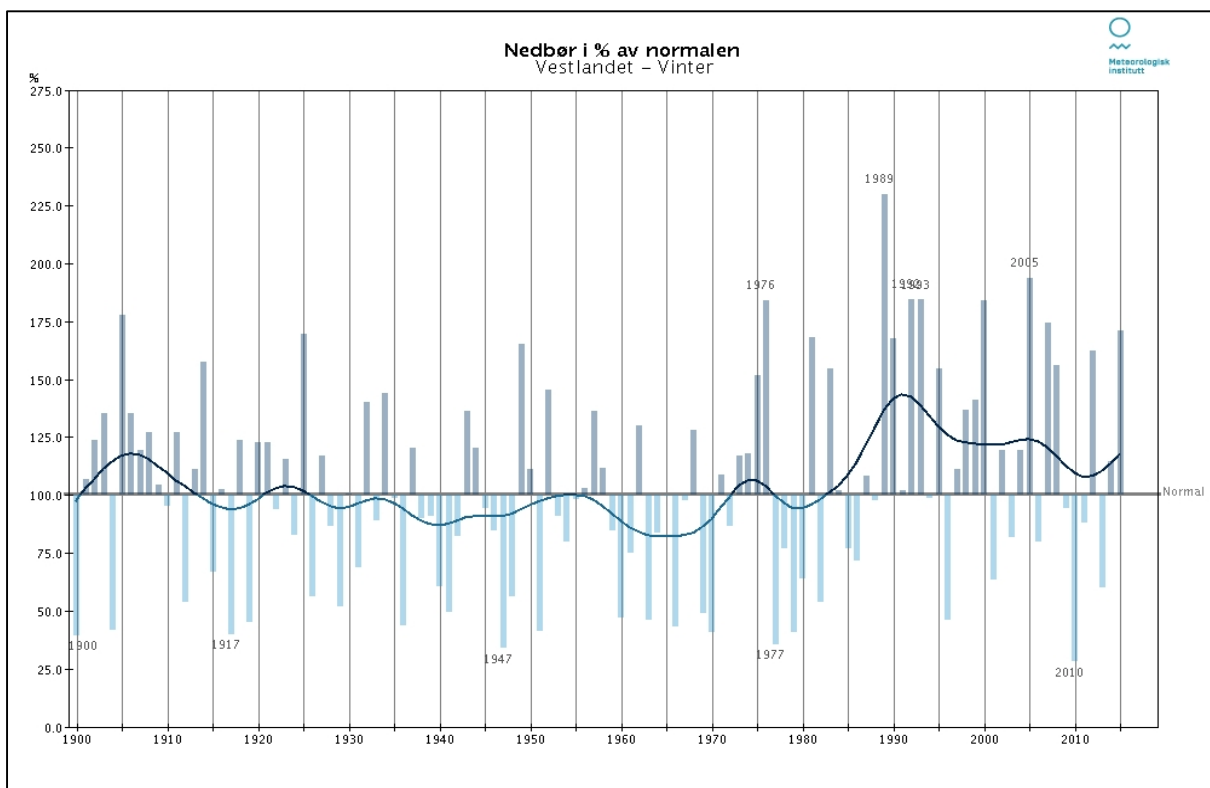
Figur 19: Vårnedbøren på Vestlandet 1900-2015. Ein legg merke til dei nedbørsfattige vårane på 1920- og 1930-talet. Dei våtaste vårane var i 1921, 1938, 1943, 1967, 1990 og 1997. Kjelde: Meteorologisk institutt.



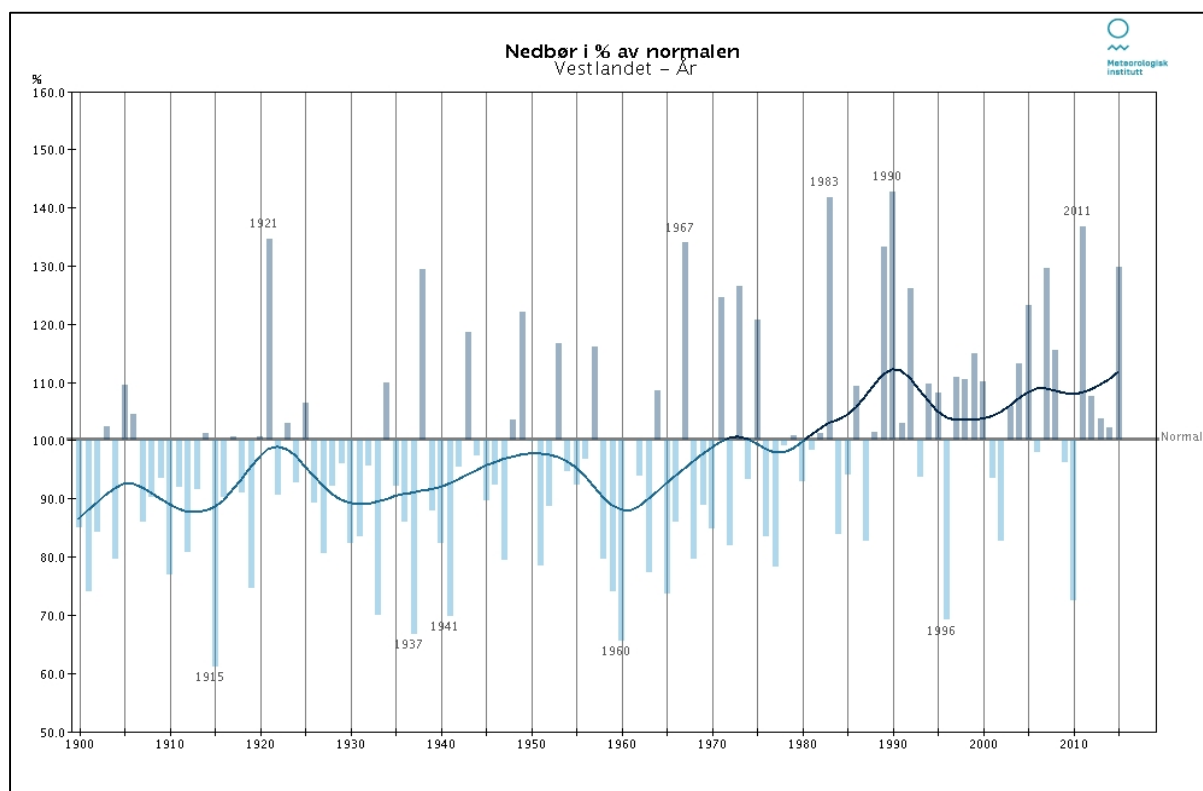
Figur 20: Sommernedbøren på Vestlandet 1900-2015. Det var mindre variasjon i sommarsnedbør enn vårnedbør på Vestlandet gjennom 1900-talet. 1910, 1913, 1955, 1968 og 1997 skil seg likevel ut med tørre somrar. I 1964 var det ein særdeles våt sommar. Det var også var relativt nedbørsfattige somrar tidleg på 1900-talet. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 21: Haustnedbøren på Vestlandet 1900-2015. Frå 1900 til slutten av 1960-talet var det svært nedbørsfattige haustar. Det same gjaldt frå 1987 til 2005. 1915, 1933, 1960, 1993 og 2002 skil seg ut med relativt tørre haustar. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 22: Vinternedbøren på Vestlandet 1900-2015. Det var nedbørsrike vintrar på slutten av 1980-talet og første halvdel av 1990-talet, med 1989 med våtaste vinter. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 23: Årsnedbøren på Vestlandet 1900-2015. Årsnedbøren har auka med rundt 20 prosent frå 1900 til i dag. Dei mest nedbørsrike åra var 1921, 1967, 1983, 1990 og 2011. Dei mest nedbørsfattige åra var 1915, 1937, 1941, 1960 og 1996. Ser ein på sesongnedbøren, viser datasettet store mellomårlege og sesongmessige variasjonar. Kjelde: Meteorologisk institutt.

Klimaprogosar

Dei fleste klimamodellane byrjar å gje rimeleg pålitelege data om global vêr- og klimautvikling både i fortid, notid (og dermed truleg også i framtid), men modellane har framleis store uvisser, spesielt på regional og lokal skala. Likevel bør ein ta høgde for dei mange resultatane som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. For skredfareevaluering er det først og fremst snømengde og ekstremnedbør i form av regn og dermed avrenning som er avgjerande med tanke på stabilitet til snø og jordsmonn.

På oppdrag frå miljødirektoratet har Norsk klimaservicesenter offentliggjort prognosar for klimautvikling i Noreg for dei neste 100 åra (<http://klimaservicesenter.no>). Det kjem her fram at det truleg vil verte hyppigare tilfelle av intens nedbør på Vestlandet, og at både gjennomsnittstemperatur og havnivå vil stige. Det er også venta at flaumane i vassdraga på Vestlandet vil komme hyppigare og ha større omfang. Generelt kan ein sei at det er fare for jord- og steinras når det kjem meir enn 8 % av normal årsnedbør i løpet av eit døgn, og når det kjem meir enn 5 % av den normale årsnedbøren i løpet av eit halvt døgn. Samanstilt med klimaprogosane tyder dette på at det på Vestlandet vil bli til dels sterk auke i skredfrekvens. Flaum og skred kan også opptre på stader som ikkje tidlegare har vore utsette og flaumsesongen kan verte endra.

Tabell 4 syner framtidige temperatur- og nedbørendringar i Vest-Noreg i 2060 og 2100. Tala syner temperatur- og nedbørendringar med låg, middels og høg framskriving i høve til perioden 1961-1990 (normalperioden). Framskrivningane kjem frå rapporten “Klima i Norge 2100” som vart lansert september 2015. Dei er basert på klimamodellar og er derfor usikre. Framskrivningane for temperatur gjeld heile Vestlandet, medan dei for nedbør gjeld Sogn og Fjordane og Nordhordland. Tala kan i følgje Norsk klimaservicesenter brukast som eit hjelpemiddel når kommunar og andre aktørar skal planlegge for framtidige klimaendringar (ROS-analysar, arealplanlegging, vegbygging m.m.).

Tabell 4: Prognosar for temperaturendringar (°C) på Vestlandet og nedbørendringar samt endring i tal på dagar med kraftig nedbør (prosent) i Sogn og Fjordane og Nordhordland i 2060 og 2100 i høve til normalperioden 1961-1990. Lågt, middels og høgt estimat er oppgjevne. Kjelde: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/klima-i-norge-2100>.

Temperatur (°C)	2031 - 2060			2071 - 2100		
	Lågt est.	Middels est.	Høgt est.	Lågt est.	Middels est.	Høgt est.
År	+0,7	+1,5	+2,4	+1,3	+2,3	+3,2
Vinter	-0,2	+1,6	+3,2	+0,5	+2,4	+4,1
Vår	+0,1	+1,5	+3,1	+0,8	+2,3	+3,7
Sommar	+0,3	+1,5	+2,7	+1,0	+2,2	+3,7
Haust	+0,4	+1,8	+3,1	+1,1	+2,5	+3,8
Nedbør (%) total endring						
År	+1	+6	+11	0	+8	+14
Vinter	-13	+4	+11	-2	+1	+16
Vår	-10	+6	+9	-5	+6	+24
Sommar	-1	+9	+14	-3	+8	+19
Haust	+4	+8	+14	+3	+8	+19
Endring (%) i tal på dagar med kraftig nedbør						
År	+26	+3	+58	+10	+41	+69
Vinter	+49	-46	+78	-20	+47	+81
Vår	+4	-20	+42	-34	+13	+109
Sommar	+47	20	+69	+33	+58	+81
Haust	+38	-5	+69	+21	+52	+86

Norsk klimaservicesenter har presentert klimaframskrivingane for ulike geografiske områder i eit norgeskart på sine nettsider. Berekningane kan brukast som grunnlag for klimatilpassa dimensjonering av infrastruktur som bygg, avløp, ved og bane. Verdiane i kartet er presentert som medianverdiar berekna frå eit ensemble av ti klimaframskrivingar. Klimaframskrivingane

er basert på forventingar om framtidige utslepp av drivhusgassar og globale og regionale klimamodellar. For meir informasjon sjå <http://klimaservicesenter.no>.

VEDLEGG III – GENERELT OM DEI ULIKE SKREDTYPANE

Lausmasseskred

Dei fire skredtypane jordskred, massestraum, flaumskred og flaum kan alle klassifiserast som lausmasseskred og vert skjønsmessig definert ut frå aukande vassinnhald. Jordskred kan i teorien vere heilt tørre og flaumar kan i teorien førekome utan innhald av sediment.

Jordskred er massar av stein, grus, sand og jord med varierende innhald av vatn som kjem i rørsle. Dei vert normalt utløyst i skråningar med ein gradient over 30° , men i områder utan skog kan det utløysast jordras i skråningar ned mot 25° . Jordras opptre i fjellsider med større eller mindre lommer av lausmassar. Det er mange faktorar som kan bidra til at lausmassane i ei fjellside vert ustabile slik at rasfaren aukar. Ein del prosessar er naturlege, slik som forvitring, som gjer det øvste jordlaget lausare, men menneskelege inngrep kan også i stor grad påverke jordsmonnet sin stabilitet. Dømer på det siste er:

- 1) Flathogst (tap eller svekking av vegetasjon kan også oppstå naturleg. Dette vil vere uheldig fordi røter ofte bidreg til å halde lausmassane på plass)
- 2) Overbeiting
- 3) Vegbygging
- 4) Drenerings-, grave- og sprengingsarbeid

Alle dei nemnde elementa kan føre til svekking av lausmassane si styrke, men som regel må det ei ekstra belastning til for å utløyse ras. Jordskjelv kan utgjera ei slik belastning, men dette er ikkje rekna som ein stor fare i Noreg og på Vestlandet, som ligg over 1000 km frå næraste store tektonisk aktive område. Berre mindre jordskjelv påvisast regionalt i Sør-Noreg, men desse har vist seg å ha liten eller ingen påverknad på utløysing av skred. Ein meir reell belastning kjem av stor tilføring av vatn i form av regn, smeltevatn med ekstrem avrenning og auka tilsig av grunnvatn (<http://www.ngi.no>).

Massestraum er ei rask masserørsle med mykje vatn som vert utløyst i kløfter og bekkelar. Flaumskred er eit liknande fenomen, men har eit høgare innhald av vatn enn massestraumar. Hastigheita på begge desse skredtypane kan vere svært høg, og dette gjer at dei kan verte svært øydeleggande. Massestraumar og flaumskred er føresaka av store mengder overflatevatn grunna ekstreme nedbørsmengder eller rask snøsmelting, som eroderer og mobiliserer lausmassar og/eller blokker i bratte skråningar (Highland og Bobrowsky, 2008).

Skred frå fast fjell

Skred frå fast fjell kan sorterast i tre kategoriar:

- 1) Fjellskred: Bergmassar over 100 000 m³, som losnar frå fjellsider.
- 2) Steinskred: Bergsmassar på 100-100 000 m³, som losnar frå fjellsider.
- 3) Steinsprang: Bergmassar under 100 m³ som losnar frå fjellsider.

Steinskred treng ikkje nødvendigvis å losne berre frå fast fjell. Også lause enkeltblokker som ligg i urer og lier kan rase vidare dersom dei vert utsett for ein ny og/eller annan utløysingsmekanisme. Steinskred- og steinsprangvifter har vanlegvis ein rasvinkel på omlag 40-45°. Det vil seie at bergskrentar og lausmasseskråningar normalt må vere steilare enn 45° for at steinskred eller steinsprang kan førekome.

Utløysingsmekanismar for steinsprang er kraftig nedbør som aukar porevasstrykket, eventuelt rotsprenging og rotvelte, samt frostsprenging der vatn fryser til is i sprekker og utvidar seg og dermed sprenger laus blokker når isen smeltar igjen. Den mest effektive temperaturen for frostsprenging er mellom -3 °C og -5 °C (Terzaghi, 1962). Termisk ekspansjon er ein annan mogleg årsak. Når fjellet vert varma opp utvidar det seg, og for kvar gong det så avkjøler seg att flyttast blokka litt, til den til slutt fell ut.

Snøskred

Ein skil vanlegvis mellom to ulike typar snøskred; lausnøskred og flakskred. I tillegg førekjem sørpeskred, der porene i snøen er fylt med vatn, og desse har difor andre eigenskapar enn eit vanleg snøskred.

Snøskred førekjem i bratt terreng med hellingar større enn 30° og utan tett skog. Dei fleste snøskred inntreff med hellingar mellom 30 og 45°. Terreng som er utsett for snøskred er område som ligg i le for vinden og har former som samlar snø. Dette gjeld for eksempel større botnar, opne skåleformer og innsøkk, bratte elvegjel og skar. Svaberg og konvekse parti, altså område med strekkespenningar i snøen, er også utsette. Snødekket vert ustabil ved 2 mm nedbør (tilsvarar 2 cm snø) per time. Om det er mindre enn 2 mm nedbør per time vil snøkrystallane normalt sintre og feste seg etter kvart som dei fell. Ved 50 cm snø byrjar terrengdekket å verte utjamna slik at friksjonen mot terrenget vert nedsett.

Som regel må ein ha ei helling på over 45° for at eit lausnøskred skal verte utløyst (Lied & Kristensen, 2003). Slike skred vert ofte utløyst under, eller rett etter eit intenst snøfall i bratt terreng. Då vil snødjupna auke så raskt at snøkrystallane lenger nede i snødekket kollapsar og kjem i rørsle. Solskin og regn kan også vere ein utløysande faktor for slike skred. Dei startar alltid frå eit punkt og breiar seg utover og nedover i ei skråning, samtidig som stadig meir snø vert dratt med i skredet.

Flakskred inntreff i lagdelt snø der større eller mindre flak av for eksempel fokksnø glir ut samstundes langs eit underliggande svakare lag i snøpakken (Lied & Kristensen, 2003). Det svakare laget kan vere begerkrystallar som vert danna i kaldt ver, rimlag, nysnø eller hagl. I flakskred finn ein alltid eit fastare snølag øvst, som glir ut langs eit lag definert som glidesjikt med mindre styrke. Glidesjiktet ligg igjen over eit fastare lag som kallast eit glideplan. I enkelte tilfeller kan bakken sjølv utgjere glideplanet.

Faren for utløysing av skred aukar med tilveksten av nysnø, og sannsynet for skred er større ved raskare akkumulasjon. I tillegg er vindstyrke og -retning viktige faktorar, samt det faktum at vindtransportert snø vanlegvis utgjer den største delen av snøakkumulasjonen. Ein annan viktig faktor er temperatur. Rask temperaturstiging gjev ustabil snødekke på grunn av nedsett fastleik i snøen. Lange kuldeperiodar gjev gode vilkår for danninga av begerkrystallar. Slike

skred kan utløysast i områder der hellinga på terrenget er over 30° (Lied & Kristensen, 2003). Under uvanlige vêrforhold kan denne type skred verte utløyst i slakare hellingar.

Sørpeskred

Dette er skred med ei blanding av snø og vatn. Slike skred kan utløysast på hellingar heilt ned mot 4°. Det er fjellsider vendt mot framherskande vindretningar som er mest utsette. Det er i desse fjellsidene ein får mest nedbør, og fordi varmetilføringa frå lufta her er størst, får ein den mest intense snøsmeltinga. Slike skred vert utløyste av høgt vasstrykk i snødekket og tilføringa av vatn overstig då avrenninga. Det skal mykje vatn til for å utløyse sørpeskred, og dei vert ofte utløyste under intense nedbørsperiodar saman med snøsmelting. Nysnø eller grovkorna lauspakka snø er mest utsett då desse absorberer mykje vatn (Lied & Kristensen, 2003).

Om ein har fjellgrunn, is eller frosen grunn under snøen, får ikkje vatnet drenere vekk, noko som aukar faren for sørpeskred. Kraftig regn kan også føre til sørpeskred til alle tider på vinteren. Faren er derfor spesielt høg i områder der regn er vanleg gjennom vinterhalvåret, slik som på Vestlandet. Bekkeløp og grunne forseinkingar er dei mest vanlege startområda for sørpeskred, men også myrer, dreneringskanalar, innsjøar og opne skråningar er potensielle utløysingsområde (Hestnes, 1998).