


Flaum- og skredfarevurdering i Lesja sentrum i Lesja kommune



SGC / GeoFare

Prosjektinformasjon og status		
Dokumenttittel: Flaum- og skredfarevurdering i Lesja sentrum, Lesja kommune		
Dokumentnr.: 2015-04-037	Kontraktnr.:	Prosjekt:
Klassifisering:		Distribusjon:
Intern		
Leveransedato.:	Status:	Sider:
02.09.2015	Godkjend rapport	
Kontraktør:		
		Adresse:
		SGC GeoFare AS Villabyen 3, 6984 Stongfjorden Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA
Kontaktinformasjon:		Kundeinformasjon:
SGC GeoFare AS v/Synne Lindgren, Dagleg leiar Villabyen 3, 6984 Stongfjorden Tlf.: 928 92 969 e-post: Synne@SGCas.no, Einar@SGCas.no		Lesja kommune v/ Trond Stensby Postboks 53 2665 Lesja Tlf.: 612 44 121 e-post: trond.stensby@lesja.kommune.no
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Geologi	Rapport	Lesja sentrum, Lesja kommune
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	Signatur:
Einar Alsaker Anders Haaland	20. og 21. mai 2015	Einar Alsaker (sign.) Anders Haaland (sign.)
Rapport utarbeidd av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:
Anders Haaland		Anders Haaland (sign.)
Rapport revidert av:	Godkjend (Dato)	Signatur:
Even Vie (Prosjektkoordinator) Einar Alsaker (Fagleg rådgjevar) Atle Nesje (Fagleiar)	02.09.2015 03.09.2015 02.09.2015	Even Vie (sign.) Einar Alsaker (sign.) Atle Nesje (sign.)
Rapport godkjend av:	Godkjend (Dato)	Signatur:
Synne Lindgren (Dagleg leiar)	03.09.2015	Synne Lindgren (sign.)

INNHALDSLISTE

INNLEIING	4
SAMANDRAG	5
KAPITTEL 1 – OMRÅDESKILDRING	6
1.1. Plassering.....	6
1.2. Topografi, hydrologi og vegetasjon.....	6
1.3. Klima.....	9
1.3.1. Klimastatistikk	9
1.3.2. Klimaprognosar.....	10
KAPITTEL 2 – GEOLOGI.....	11
2.1. Berggrunnsgeologi	11
2.2. Kwartærgeologi	12
KAPITTEL 3 – AKTSEMDSKART OG TIDLEGARE HENDINGAR	13
3.1. Aktsemdskart for flaum, steinsprang og snøskred.....	13
3.2. Tidlegare skredhendingar.....	15
KAPITTEL 4 – FLAUM- OG SKREDFAREVURDERING.....	16
4.1. Vurdering av flaum- og skredfare	16
4.2. Feltobservasjonar	16
4.3. Samanstilling og diskusjon kring skredfare.....	29
4.3.1. Flaum og lausmasseskred	29
4.3.2. Skred frå fast fjell.....	32
4.3.3. Snøskred.....	32
4.3.4. Sørpeskred.....	32
KAPITTEL 5 – FORSLAG TIL SIKRINGSTILTAK.....	33
KAPITTEL 6 – RISIKO- OG SÅRBARHEITSANALYSE	35
KAPITTEL 7 – KONKLUSJONAR	36
KAPITTEL 8 – REFERANSAR.....	37

VEDLEGG	XXXVIII
VEDLEGG I – GJENNOMGANG AV TRYGGLEIKSKLASSANE.....	II
VEDLEGG II – KLIMA.....	V
Klimastatistikk.....	V
Klimaprognosar	X
VEDLEGG III – MODELLERING AV SKREDFARE	XVI
VEDLEGG IV – GENERELT OM DEI ULIKE SKREDTYPANE	XVIII

INNLEIING

SGC GeoFare AS (SGC) fekk tildelt oppdraget om utarbeiding av faresonekart for jord-/flaumskred og flaum i Lesja sentrum i Lesja kommune etter utlysning av konkurranse på www.doffin.no. Vi har gjort ei heilskapleg vurdering av faren for flaum, lausmasseskred, steinsprang og snø- og sørpeskred.

Feltarbeidet vart utført den 20. og 21. mai 2015, 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 byggt teknisk forskrift (TEK10) er tryggleiks krav 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). 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 tryggleiksklassane, 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, einebustader
S3/F3	Stor	1/5000	Rekkehus, hotell

Rapporten er bygd opp av åtte kapittel. Kapittel 1-4 handsamar ekstern bakgrunnsinformasjon (klimadata, eksisterande geologiske kart o.l.), og denne informasjonen vert samanstilt med våre eigne 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.

SAMANDRAG

Undersøkningsområdet er Lesja sentrum, i Lesja kommune, heilt nord i Gudbrandsdalen. Det meste av undersøkningsområdet ligg i den sør-/sørvest-vendte dalsida nord for Lesja sentrum, men også eit område sør for sentrum er undersøkt. Store deler av dalsida har ei jamn stigning med ei helling på under 20°, og det er berre eit smalt parti øvst i dalsida som har ei helling på opp mot 60°. Det meste av dalsida ovanfor det allereie utbygde området, er dekt av ein til dels tett furuskog. Det er kartlagt to elver/bekkefar som renn gjennom undersøkningsområdet. I vest avgrensar Kolstadbekken undersøkningsområdet, medan Honna avgrensar undersøkningsområdet i aust.

Klimastatistikken viser at Lesja har eit typisk innlandsklima med lite nedbør, kalde vintrar og relativt varme somrar. Klimaprognosane fram mot klimaperioden 2071-2100 viser at ein kan forvente ei auke både i temperatur (+3-3,5°) og nedbør (10-15%). Det er også venta ei auke i avrenninga om hausten og vinteren, medan om sommaren er det venta ein nedgang i avrenning.

I følgje NGU sitt bergrunnskart består berggrunnen i området av diorittisk til granittisk gneis. Lausmassekartet til NGU viser at dalbotn er dekt med elve- og bekkeavsetjingar og at dalsida er dekt av morenedekke med varierende tjukkelse.

Aktsemdskarta til NVE m.fl. viser at deler av undersøkningsområdet ligg innanfor potensiell fare for flaum- og flaumskred og at undersøkningsområdet ligg utanfor potensielt utløpsområde for steinsprang og snøskred.

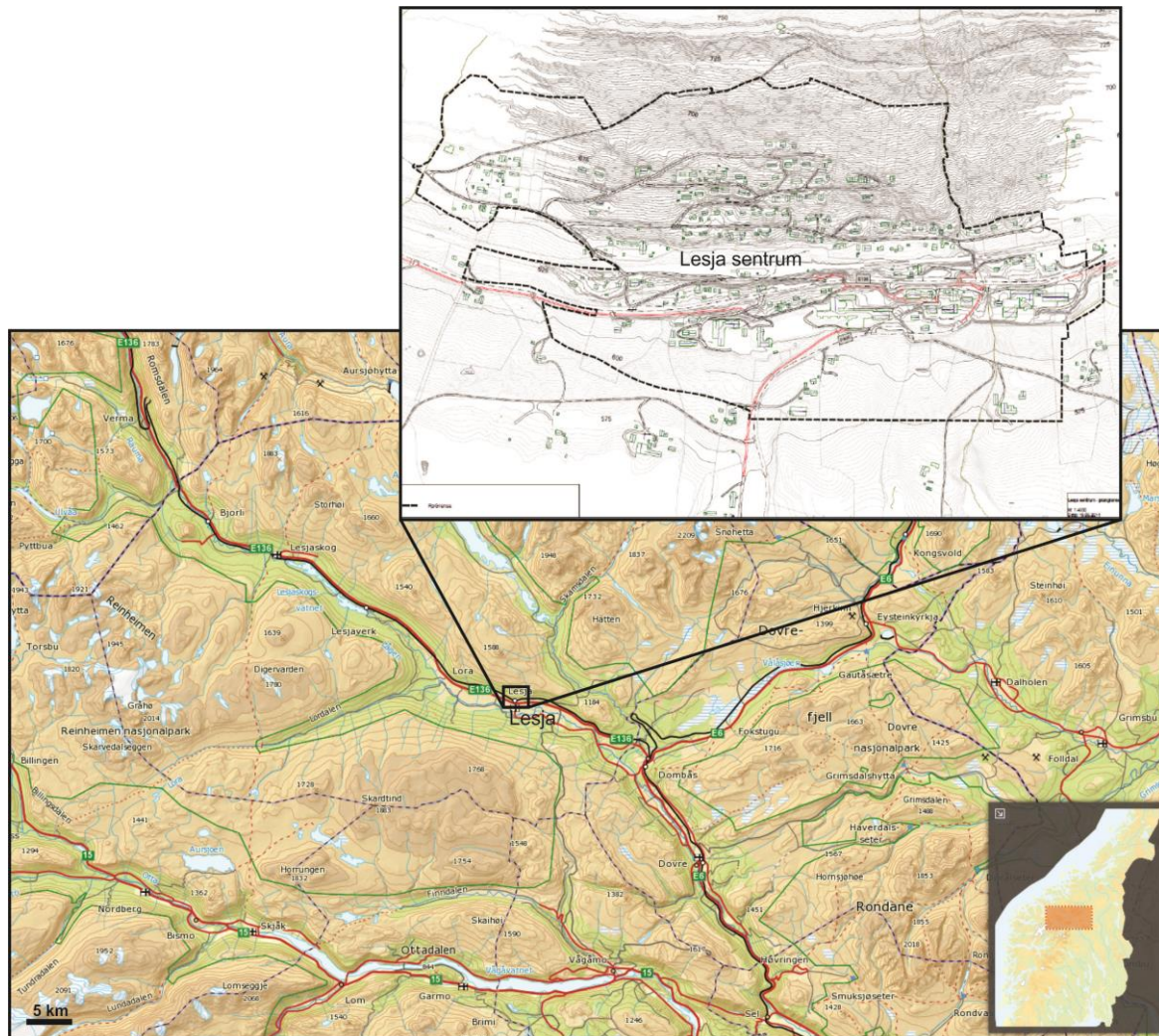
Feltobservasjonane viste at lausmassane i området består av eit morenedekke nedst, som vert tynnare oppover i dalsida. Morenedekket er stadvis dekt av flaumskredvifter. Flaumskredviftene er tolka til å vere eldre enn 5000 år og truleg stammar dei frå tida like etter siste istid då det var lite vegetasjon i dalsidene som heldt lausmassar på plass. Det vart ikkje observert skredmateriale av ferskare karakter i undersøkningsområdet. Vidare vart Kolstadbekken, Honna og andre tørre bekkefar og gjennomføringar kartlagt. Her er det påvist at fleire av gjennomføringane ikkje er tilstrekkelig store og desse bør utbetrast. Døme på dette strekket på Honna frå like ovanfor jernbanen og til nedsida av europavegen og gjennomføringa ovanfor Lesja skule. Det vart også påvist lokal flaumfare langs Kolstadbekken og Honna og det er utarbeidd eit faresonekart for flaum med faresoner der områder med årlege nominelle sannsyn på 1/20, 1/200 og 1/1000 er markert. SGC vurderer at faren for sørpeskred kan vere tilstades, og har samanfallande faresoner som for flaum i dei to nemnde elvane. Faresonene har imidlertid ei avgrensa utbreiing.

På bakgrunn av topografi, klima, drenering og feltobservasjonar konkluderer vi med at heile undersøkningsområde er utanfor fare for lausmasseskred, steinsprang og snøskred.

KAPITTEL 1 – OMRÅDESKILDRING

1.1. Plassering

Undersøkningsområdet (Figur 1) er Lesja sentrum i Lesja kommune, heilt nord i Gudbrandsdalen. Det meste av undersøkningsområdet ligg i dalsida ovanfor E136 og Raumabanen, men også eit område på nedsida av europavegen er undersøkt.

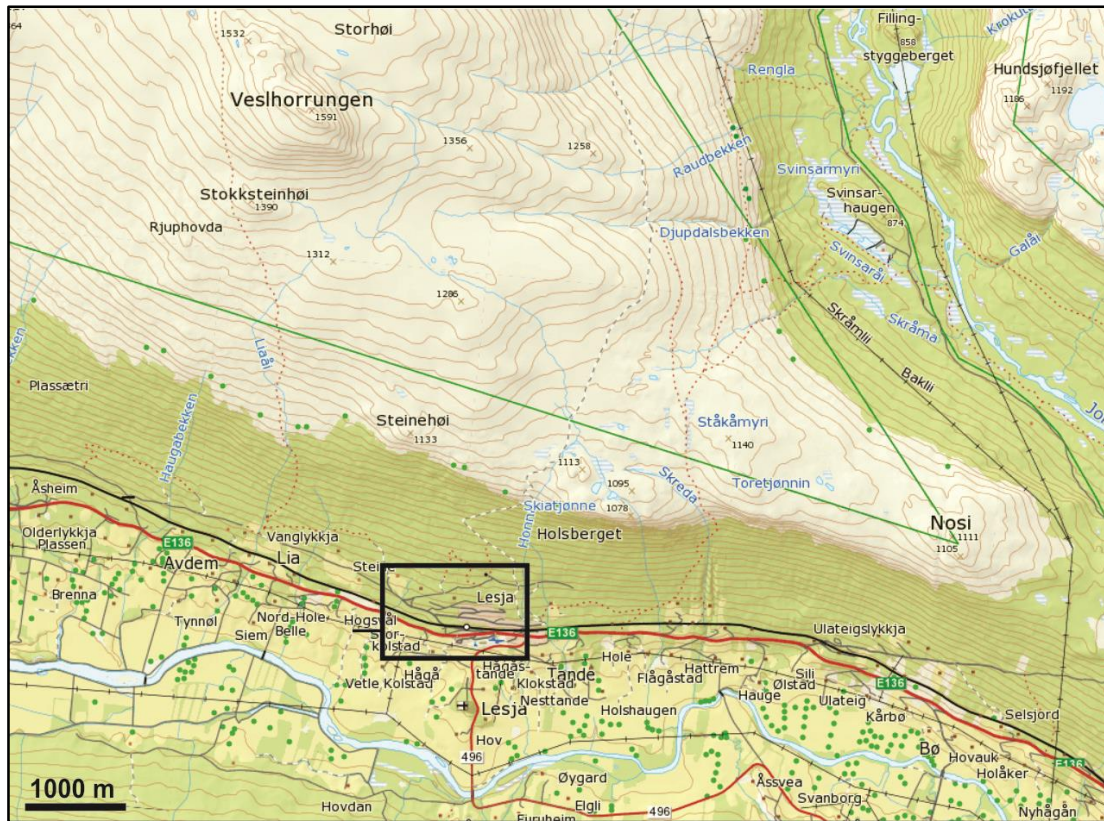


Figur 1: Undersøkningsområdet er i Lesja sentrum, på begge sider av Raumabanen i Lesja kommune. Øvst: Oversikt over planområdet råma inn i stipla linjer (Lesja kommune). Nedst: Oversiktsbilete basert på kart frå Statens kartverk.

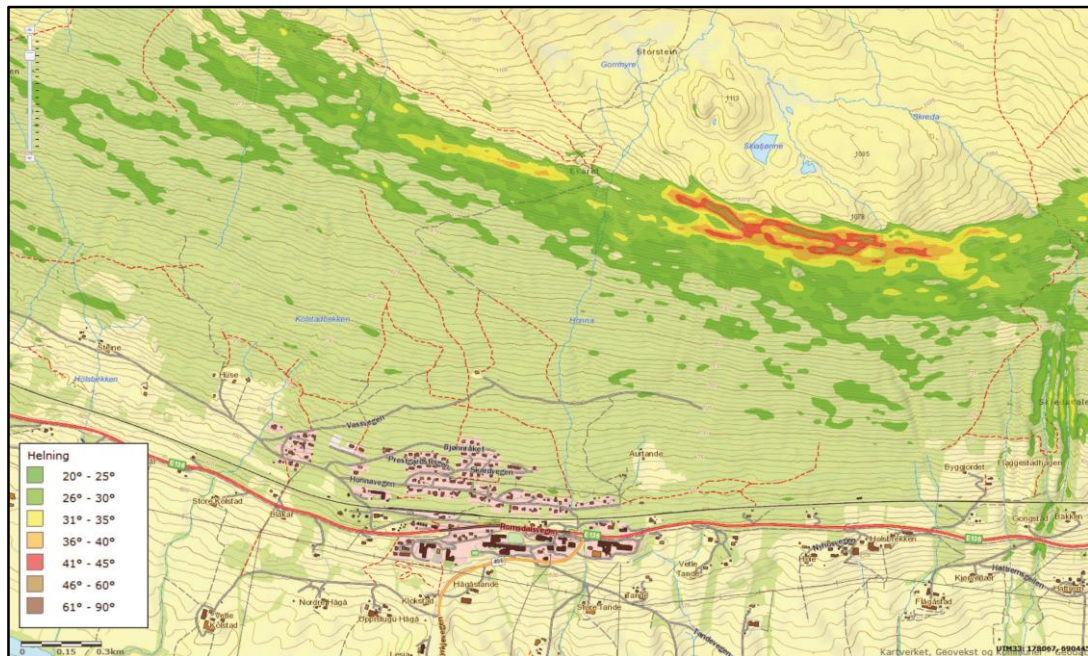
1.2. Topografi, hydrologi og vegetasjon

Undersøkningsområdet ligg i den sør-/sørvest-vendte dalsida av Gudbrandsdalen både på oppsida og nedsida av Lesja sentrum (Figur 2). Det høgste punktet i området er Veslhorrungen (1591 m o.h.) og like ovanfor undersøkningsområdet finn ein Steinhøi (1133 m o.h.) og Holsberget (1078 m o.h.). Lesja sentrum ligg på om lag 625 m o.h.

Hellingskartet (Figur 3) til Norges geotekniske institutt (NGI) viser at store deler av dalsida har ei jamn stigning med ei helling på mindre enn 20° og at det er eit smalt parti oppunder Steinhøi og Holsberget som har ei helling som er opp mot 60°. Over dette partiet flatar topografien noko ut.



Figur 2: Topografisk kart over området. Dalsida undersøkningsområdet ligg i har ei jamn stigning opp mot Steinhøi (1133 m o.h.) og Holsberget (1078 m o.h.). Kjelde: www.norgeskart.no.



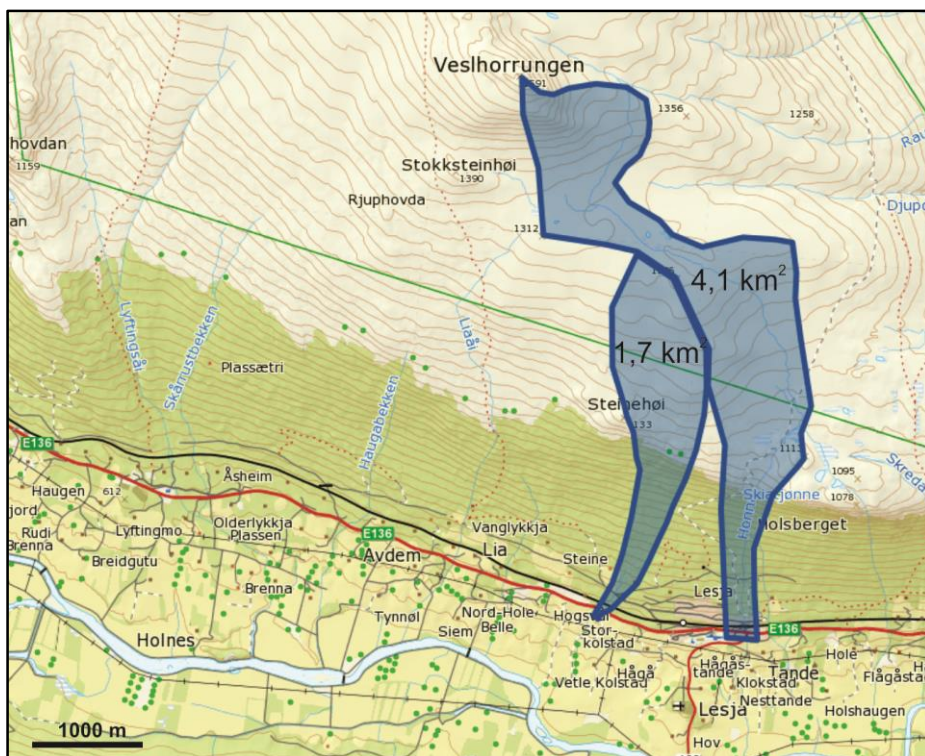
Figur 3: Hellingskart over dalsida ovanfor Lesja sentrum. Store deler av dalsida har ei hellning på under 20° med unntak av eit smalt parti øvst i dalsida under Steinhøi og Holsberget. Kjelde: skredkart.ngi.no.

Flyfoto frå området viser at dalsida ovanfor det allereie utbygde området er dominert av til dels tett furuskog og at tregrensa går ved om lag 1000 m o.h.



Figur 4: Flyfoto over det undersøkte området. Dalsida ovanfor planområdet er dekt av til dels tett furuskog. Kjelde: www.norgeskart.no.

Det er kartlagt to elver/bekkefar som renn gjennom undersøkingsområdet. I vest avgrensar Kolstadbekken planområdet, medan Honna avgrensar planområdet i aust. Dette har eit nedslagsfelt på høvesvis 1,7 og 4,1 km². Det er også kartlagt ein mindre bekk mellom desse to som renn gjennom planområdet. Nedslagsfeltene er berekna ut i frå kart frå Statens kartverk med 5 m kotar og korrelert med NVE sitt avrenningskart.



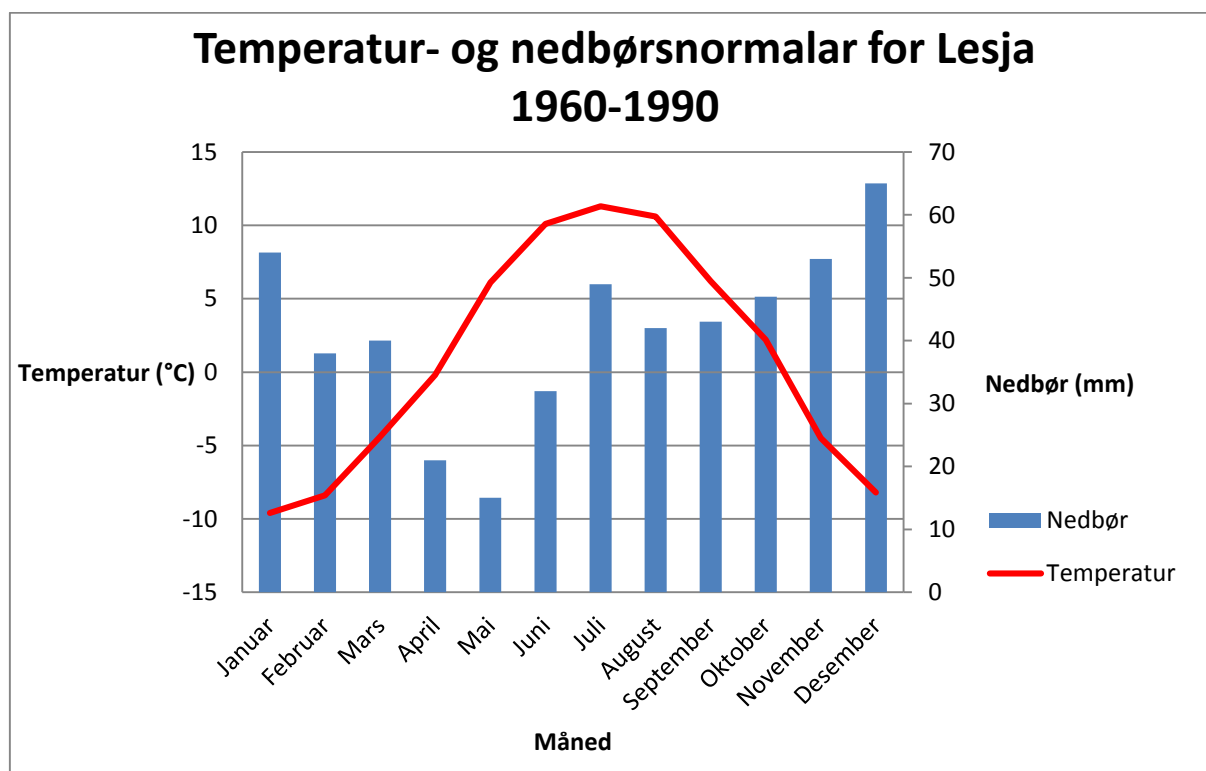
Figur 5: Nedslagsfeltene til Kolstadbekken (til venstre) og Honna (til høgre) er høvesvis 1,7 og 4,1 km². Basert på kart frå Statens kartverk (www.norgeskart.no).

1.3. Klima

1.3.1. Klimastatistikk

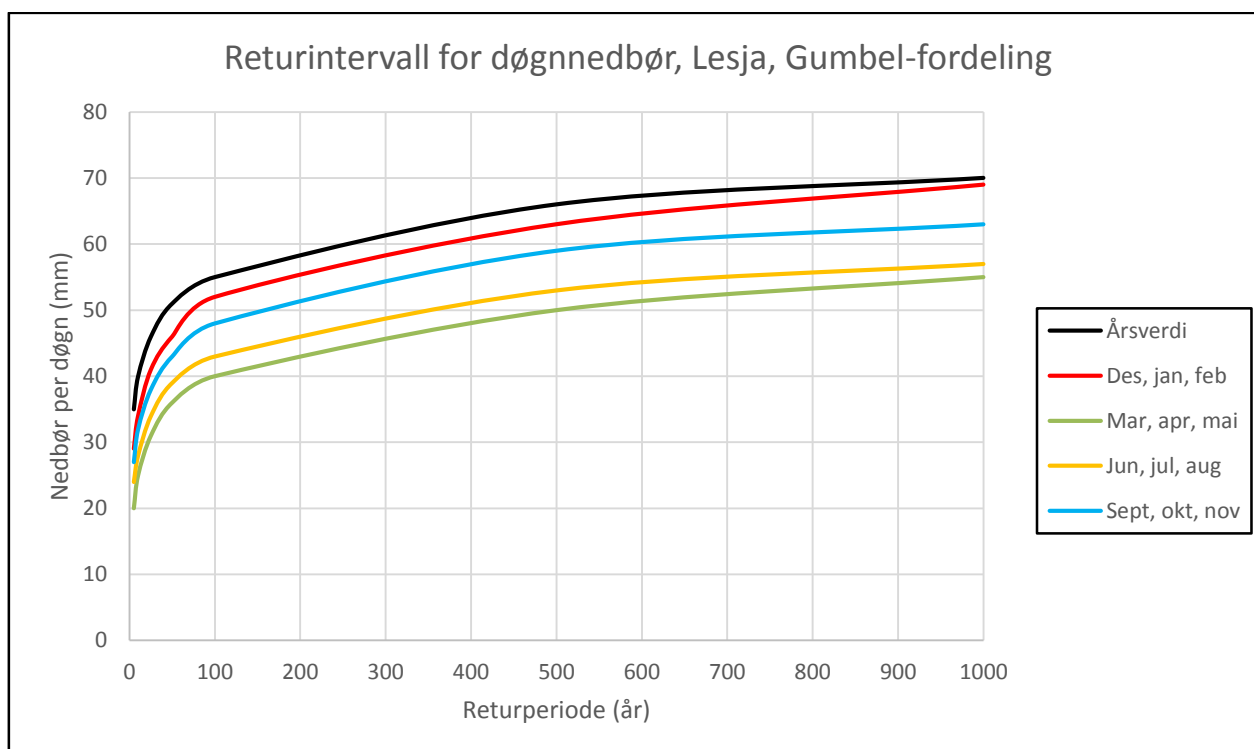
Skredfare og klima heng tett i saman. Temperatur og nedbør er avgjerande for stabiliteten til lausmassar, vassavrenning, flaumfare, steinsprangfare som følgje av frostsprenging og sjølvsgatt mengde og stabilitet på snø. For å kunne gjere ei tilstrekkeleg skredfareevaluering må ein ta omsyn til gjeldande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

Meteorologisk institutt har hatt operative vêrstasjonar på ulike stader i Lesja kommune i lang tid. Det er henta temperatur og nedbørsdata frå målestasjon 61770 Lesjaskog (621 m o.h.). Måledata frå denne stasjonen strekk seg mellom 1955 til 2008 og sidan datamaterialet strekk seg over ein periode på over 30 år, som er det statistiske minsteintervallet for klimamålingar, gjev dette ein peikepinn på klimaet i området gjennom 1900-talet. Ut i frå klimastatistikken kan ein lese at Lesja har eit typisk innlandsklima med lite nedbør, kalde vintrar og relativt varme somrar.



Figur 6: Temperatur- og nedbørsnormalar frå Meteorologisk institutt. Statistikken er henta frå stasjon 6177 Lesjaskog (621 m o.h.). Gjennom 1900-talet har årsnormalen for nedbør vore 499 mm, medan årsnormalen for temperatur har vore 0,9 °C.

Figur 7 viser returperiode for nedbør for ulike årstider ved Gumbel-fordeling. Meteorologisk institutt har brukt denne fordelinga til å føresei gjentakingsintervall for døgngnedbørsmengder for opptil 1000 år. Datagrunnlaget er henta frå eklima.no. Utifrå figuren kan ein lese at det er om vinteren det er størst sannsyn for store døgngnedbørsmengder.



Figur 7: Returperiode for nedbør frå Lesjaskog målestasjon, basert på Gumbel-fordeling. Kjelde: Meteorologisk institutt.

Det er også henta ut intensitet-varigheit-frekvensverdiar (IVF-verdiar) frå stasjon 15720 Bråtå (Tabell 2). Stasjonen ligg om lag 55 km aust for Lesja, og er den næraste stasjonen med data av denne typen tilgjengeleg. Desse verdiane gjev ein peikepinn på nedbørsintensiteten for ulike returintervall.

Tabell 2: IVF-verdiar frå stasjon 15720 Bråtå (712 m o.h.). Verdiane er gitt i l/s pr. hektar.

Returperiodar (år)	Varigheit (minutt)															
	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	82,6	74,5	65,5	57,7	42,9	35,4	30,0	24,6	19,8	17,0	13,4	11,4	9,4	6,4	4,0	2,4
5	114,1	99,5	90,6	77,1	58,6	48,7	42,7	36,3	28,7	23,7	18,1	14,8	11,7	8,0	5,0	3,0
10	134,9	116,0	107,2	90,0	68,9	57,4	51,1	44,0	34,5	28,2	21,2	17,1	13,2	9,1	5,7	3,3
20	154,9	131,9	123,2	102,3	78,8	65,8	59,2	51,5	40,2	32,4	24,2	19,3	14,6	10,1	6,4	3,7
25	161,2	136,9	128,2	106,3	82,0	68,5	61,8	53,8	42,0	33,8	25,2	20,0	15,1	10,4	6,6	3,8
50	180,7	152,4	143,8	118,3	91,7	76,7	69,7	61,1	47,5	38,0	28,1	22,1	16,5	11,4	7,2	4,1
100	200,1	167,8	159,3	130,3	101,3	84,9	77,5	68,3	53,0	42,1	31,0	24,3	17,9	12,3	7,9	4,5
200	212,2	178,3	170,6	139,7	109,7	92,1	84,6	74,8	58,1	45,9	33,8	26,2	19,2	13,3	8,5	4,8

1.3.2. Klimaprognosar

Prognosar for klimautvikling for Lesja fram mot klimaperioden 2071-2100 viser at ein kan forvente ein auke i årstemperaturen på 3-3,5 °C. Normal årsmiddelnedbørssum kan auke med 10-15 % i løpet av same periode. Årsavrenninga på Lesja vil halde seg på dagens nivå, men ein kan forvente ei auke i avrenninga om hausten og vinteren og ein nedgang om sommaren. Modellen viser vidare at snømengda kan verte redusert med opptil 30 % og at det kan bli inntil 35 færre dagar i året med snø fram mot 2071-2100. Vedlegg II viser detaljane i både klimastatistikk og klimaprognosar for Lesja.

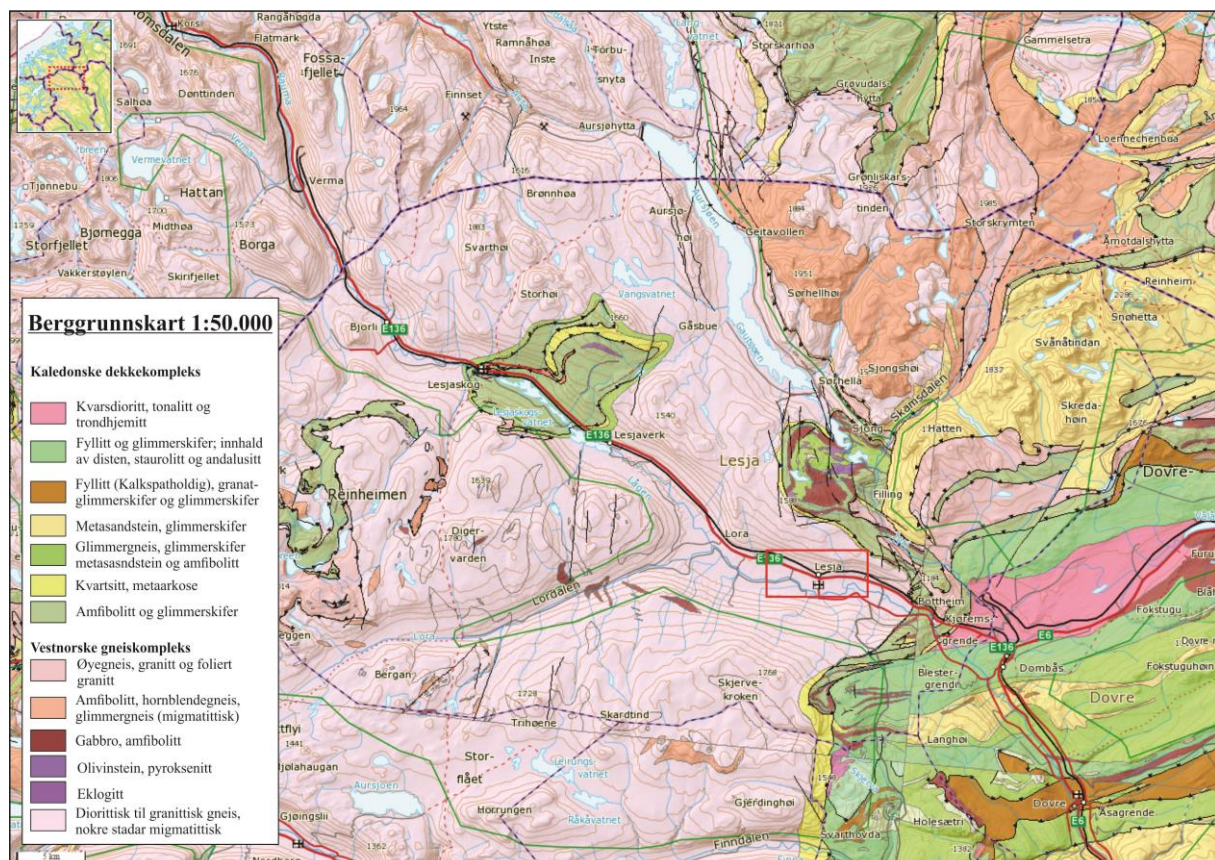
KAPITTEL 2 – GEOLOGI

I dette kapitlet gjer vi ein generell innføring i berggrunnsgeologien og kvartærgeologien i området rundt Lesja sentrum. Data er henta frå NGU sin database, og NGU sine berggrunnsgeologiske- og kvartærgeologiske kart (<http://www.ngu.no/kart>). Dette er data som vil vere viktige for å forstå deformasjonen og terrengformene i det aktuelle området. Det vil også vere grunnlaget for å kunne sei noko om kva type sediment det er i området

2.1. Berggrunnsgeologi

Bergartane i undersøkingsområdet er kartlagt som diorittisk til granittisk gneis (Figur 8). Bergartane her er truleg ein del av Jostedalskomplekset (NGU 2015).

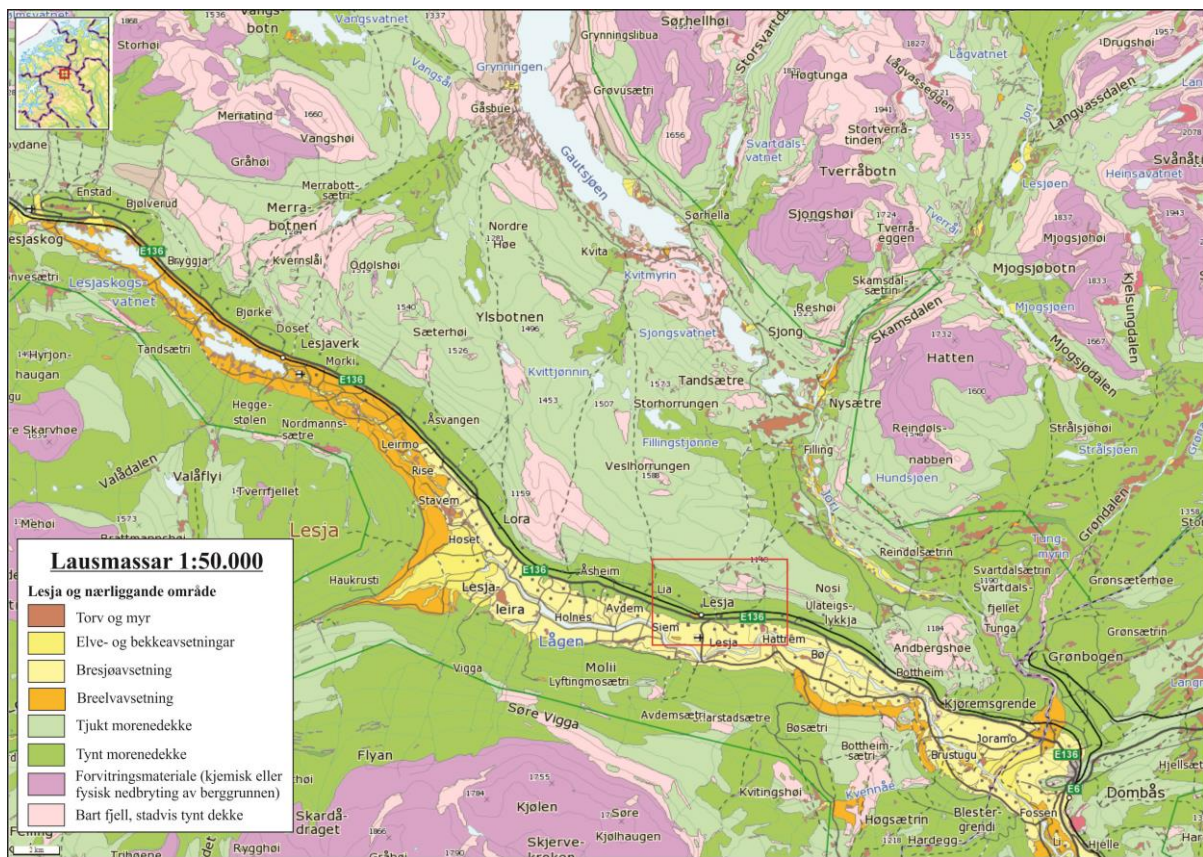
Det er ikkje markert større forkastingar på berggrunnskartet. Mindre nord-sør-orienterte forkastingar er observerte i området. Skyvedekker er kartlagde over det prekambriske peneplanet, og er observerte i det austlege området i kartbildet. I området frå Dovre og vestover mot Lesja sentrum er det ein dominans av diorittiske- til granittiske gneisar, med områder av migmatittar. (Figur 8). Nokre nord-sør-orienterte forkastingar på kartet kan relaterast aust-vest-strekkinga i perm (om lag 300 mill. år gamle). Skyveforkastingane er tolka til å vere av kaledonsk alder, ca. undre silur (om lag 425 mill. år gamle).



Figur 8: Utsnitt av geologisk berggrunnskart over Lesja og nærliggande områder. Det undersøkte området kan sjåast sentralt på kartet (raud råme). Kjelde: geo.ngu.no/kart/berggrunn.

2.2. Kvartærgeologi

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 Norge under desse kuldeperiodane grov ut dalar og fjordar og danna det landskapet vi har i dag, og som er typisk for dalane i innlandsnoreg. 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 (Ramberg m.fl., 2013). NGU har kartlagd slike moreneavsetjingar i dalsida ovanfor Lesja sentrum (grøne fargar på Figur 9); tjukt morenedekke nedst og tjukt morenedekke lenger oppe i dalsida. Det er også kartlagt eit mindre område med bart fjell i undersøkingsområdet. I dalbotn er det kartlagt elve- og bekkeavsetjingar.



Figur 9: Utsnitt av geologisk lausmassekart over Lesja og nærliggande område. Raud råme sentralt på kartet viser det aktuelle tomteområdet. Kjelde: geo.ngu.no/kart/lausmasse.

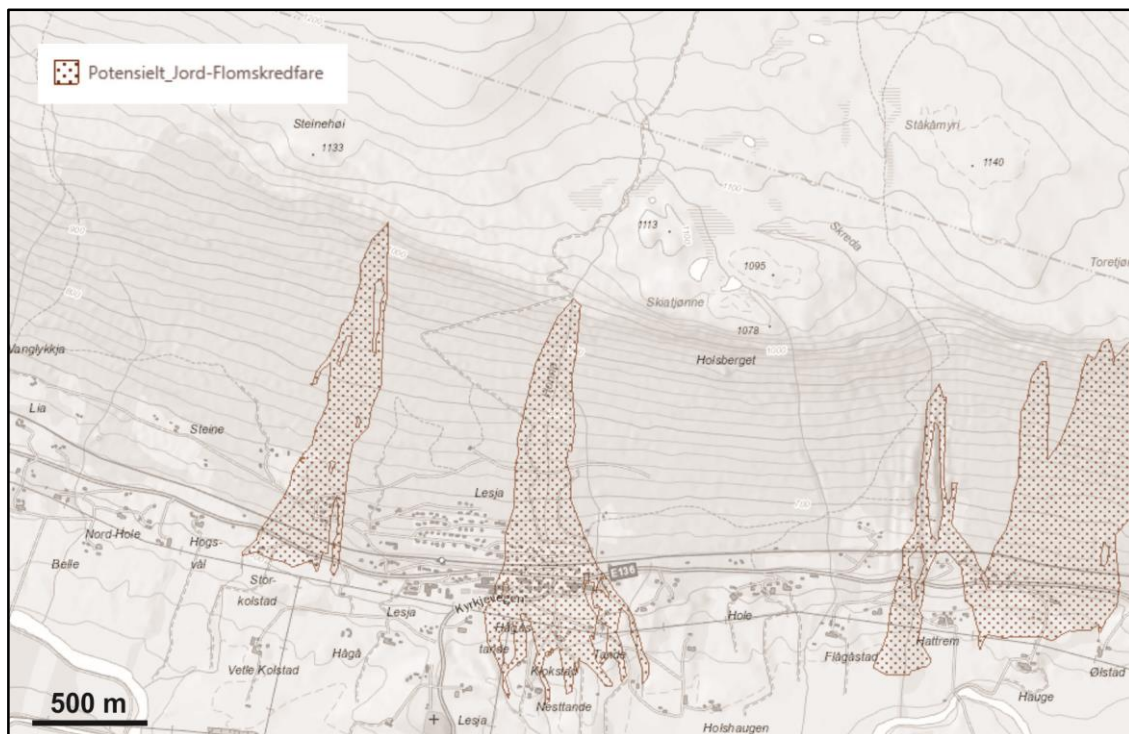
KAPITTEL 3 – AKTSEMDSKART OG TIDLEGARE HENDINGAR

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.

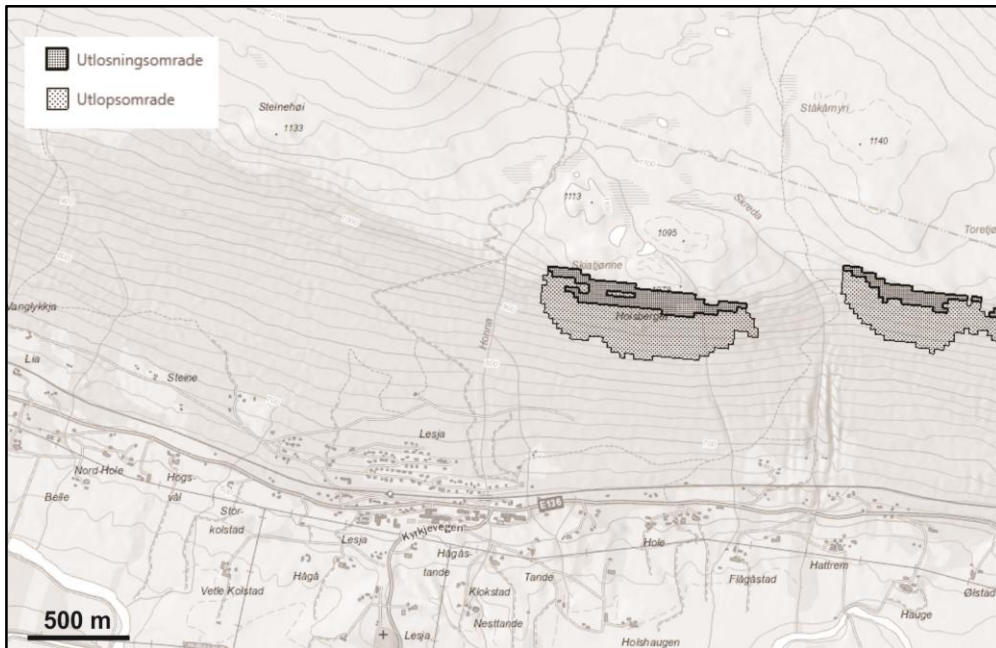
Aktsemdskarta for flaum-/jordskred, steinsprang og snøskred viser potensielle utløysingsområde (kjeldeområde) og utløpsområde (rekkevidda av potensielle skred). Karta er utarbeidd ved bruk av ein datamodell som identifiserer moglege utløysingsområde for steinsprang og snøskred ut frå hellinga på fjellsida. 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.

Aktsemdskartet for flaum- og jordskred (Figur 10) viser at deler av undersøkingsområdet langs Kolstadbekken og Honna ligg innanfor modellert flaum- og jordskredfare.



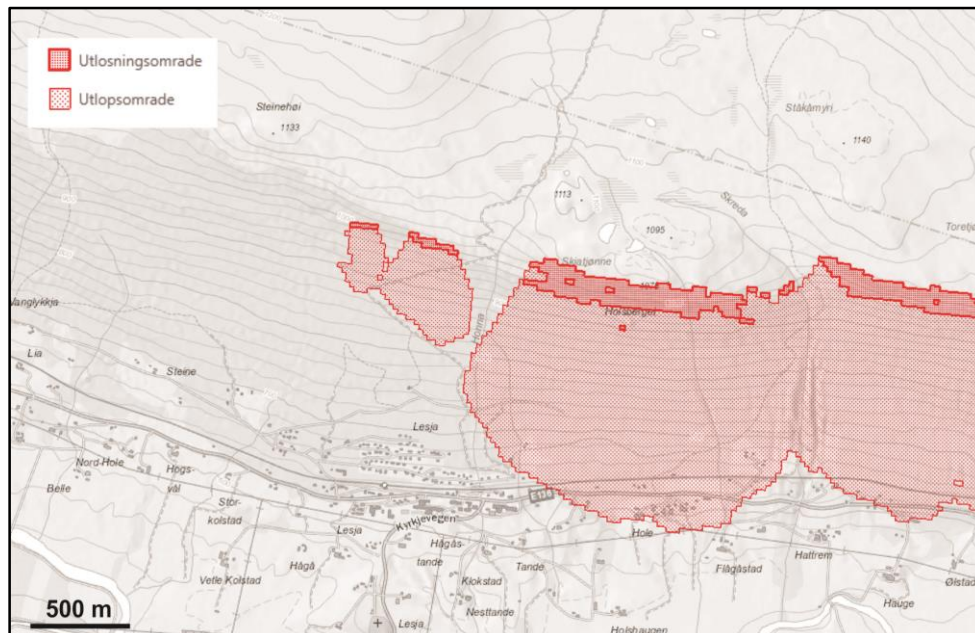
Figur 10: Aktsemdskart for flaum- og jordskred ved undersøkingsområdet. Basert på kart frå NVE m.fl.

Aktsemdskartet for steinsprang (Figur 11) viser at det er steinsprangfare aust for undersøkingsområdet, men ikkje i sjølve undersøkingsområdet.



Figur 11: Aktsemdskart for steinsprang ved undersøkingsområdet. Heile undersøkingsområdet ligg utanfor steinsprangfare. Basert på kart frå NVE m.fl.

Aktsemdskartet for snøskred (Figur 12) viser at dalsida ovanfor undersøkingsområdet er potensielt utløpsområde for snøskred. Den modellerte utløpslengda stoggar like ovanfor planområdet.

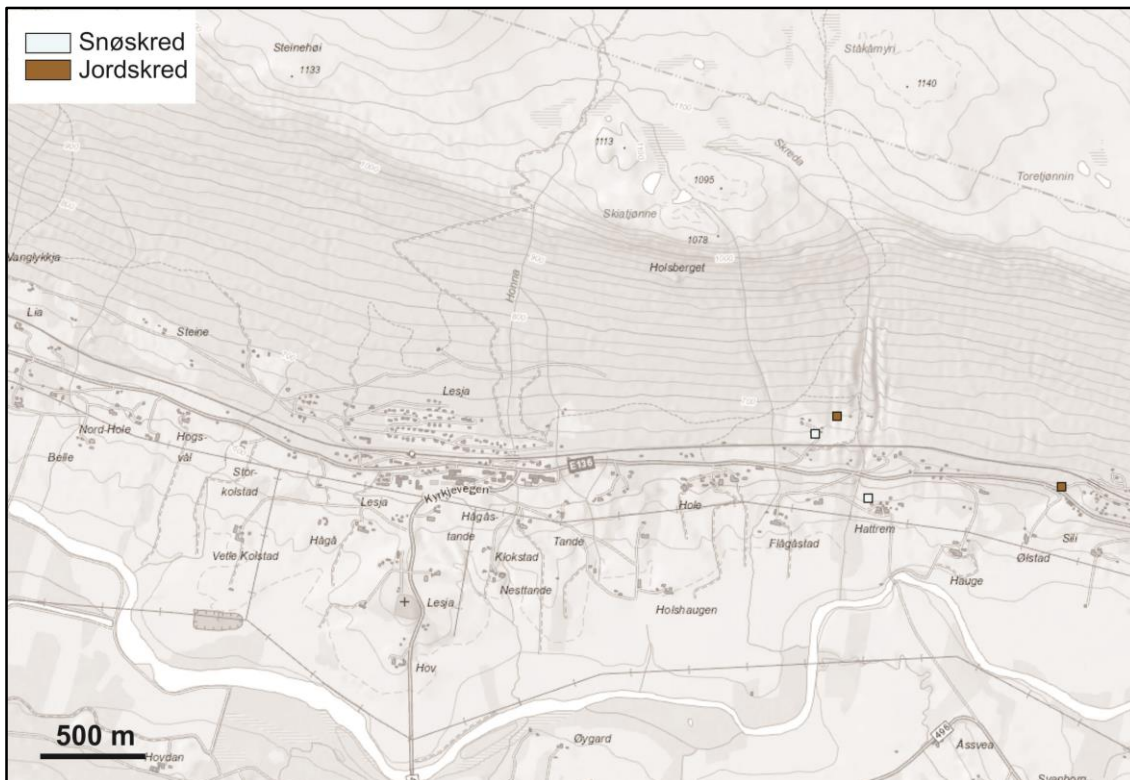


Figur 12: Aktsemdskart for snøskred ved undersøkingsområdet. Dalsida ovanfor undersøkingsområdet er potensielt utløpsområde for snøskred. Utløpslengda når ikkje ned i planområdet. Basert på kart frå NVE m.fl.

3.2. Tidlegare skredhendingar

På si nettside har NVE m. fl. (skrednett.no) også ei oversikt over tidlegare skredhendingar ved undersøkingsområdet (Figur 13). Oversikta viser at det har vore fleire skredhendingar aust for Lesja sentrum, ved Gongstad og Hattrem, men ingen i sjølve undersøkingsområdet.

I 1735 gjekk det eit jordskred ved Gongstad, om lag 100 m ovanfor riksvegen. Hattrem har hatt fleire skredhendingar gjennom tidene. I 1856 gjekk det eit jordskred som tok heile Nordstugu, som er den vestlegaste av gardane. Også i 1938 kom det eit jordskred her. I 1945 gjekk det eit snøskred som råka Bellevue som ligg om lag 100 m ovanfor riksvegen. Det er òg registrert eit snøskred der ein mann omkom i 1787, men kvar dette skjedde er usikkert. Truleg var skjedde det i fjella kring Hattrem (www.skrednett.no).



Figur 13: Oversikt over tidlegare skredhendingar i sørlege deler av Oldedalen. Det er registrert fleire skredhendingar på nabogardane Melkevoll og Myklebust, men ingen i sjølve undersøkingsområdet. Basert på kart frå NVE m.fl.

KAPITTEL 4 – FLAUM- OG SKREDFAREVURDERING

4.1. Vurdering av flaum- og skredfare

I dei føregåande kapitla har vi gått gjennom ekstern informasjon som vil vere relevant for å vurdere risikoen for at massar (jord, stein, snø, etc.) skal kome i rørsle, akkumulasjonspotensiale for snø og vatn, stabiliteten til bergrunn og lausmassar osb. Det krevs likevel ei nærare undersøking for å få kartlagd den reelle flaum- og skredfaren på ein tilfredsstillande måte. Det vart difor gjennomført feltarbeid for å gjere ei heilskapleg vurdering av dette.

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.

4.2. Feltobservasjonar

Feltarbeidet vart utført den 20. og 21. mai 2015 av Einar Alsaker og Anders Haaland frå SGC GeoFare AS. Området som er vist på Figur 1 vart undersøkt, med fokus på området nord for Lesja sentrum. Her vil vi fyrst gje ei generell beskriving dei geologiske aspekta i området og deretter ta føre oss gjennomføringane til Honna og Kolstadbekken i det etablerte bustadområdet samt under europavegen og jernbana.

Dalsida nord for Lesja sentrum har ei slak, jamn stigning opp til eit smalt brattare parti like under toppen av dalsida, noko ein også kan sjå på hellingskartet til Norges geotekniske institutt (Figur 3). Nedste del av dalsida er eit utbygd område med frittliggjande einebustadar, medan området lenger oppe i dalsida som ikkje er utbygd, er dominert til dels tett furuskog med innslag av lauvtrær.

Ved diverse skjeringar langs Vassvegen, som er ein skogsveg som avgrensar deler av planområdet i nord, får ein eit overblikk over kva lausmassar som er i området. Nedst er det eit om lag metertjukt lag med morenedekke med usortert materiale av varierende storleikar opp til store blokker. Dette dekket vert tynnare nordover, oppover i dalsida der det kan observerast fleire fjellblottingar enn langs Vassvegen. Det ligg også fleire store kantrunda blokker spreidd over heile undersøkingsområde med varierende litologi, noko som tyder på at det er moreneblokker. Nokre av desse blokkene ser ut til å ha «sklidd» på toppen av moreneryggane, noko som kan vere eit teikn på solifluksjon. På morenedekket er det stadvis avsett flaumvifter. Desse er kjenneteikna av noko meir runda materiale enn moreneavsetjingane, fråværet av dei største blokkene samt ein noko meir flat morfologi enn moreneryggane i området (Figur 16). Nokre stader kan ein også observere imbrikeringar i flaumavsetjingane som indikerer straumretninga i flaumviftene (Figur 15). Dei største flaumviftene er observert i nærleiken av elver og bekkar i området og saman med morenedekket dannar desse naturlege leveear i elveløpa og bekkefara.

Humuslaget over moreneavsetjingane og flaumviftene er om lag like tjukt, 10-15 cm. Dette indikerer at alderen på avsetjingane er om lag lik. Vi tolkar flaumviftene til å vere eldre enn 5000 år. Mest truleg er flaumviftene avsett rett etter at isen trekte seg tilbake for 10 000-12 000 år sidan, i ein periode då det var lite vegetasjon som heldt lausmassane på plass.

Det vart ikkje påvist ferskt skredmateriale i eller i dalsida nord for undersøkingsområdet.



Figur 14: Morenerygg langs Vassvegen. Blokkene på toppen er kantrunda og har ulik litologi.



Figur 15: Figuren viser ei skjering frå ei flaumvifte. Her kan ein sjå at avlange klastar hellar mot høgre (markert med gule strekar). Dette er imbrikering og indikerer at materialet er avsett i ein straum. Hellinga til klastane vil vere motsett av straumingsretninga, som i dette dømet er mot venstre (kvit pil).



Figur 16: Bileta er tatt like ved sidan av kvarandre og viser to ryggar som ligg kloss i kvarandre. Ryggen til venstre har ikkje store blokker og ein relativt flat morfologi, medan ryggen til høgre har fleire store blokker og ein meir ujamn morfologi. Ryggen til venstre er difor tolka til å vere ei flaumvifte medan ryggen til høgre er tolka til å vere ein morenerygg. Ser ein på skiljet mellom ryggane kan ein sjå at flaumvifta ligg oppå moreneryggen, noko som betyr at flaumvifta er yngst.

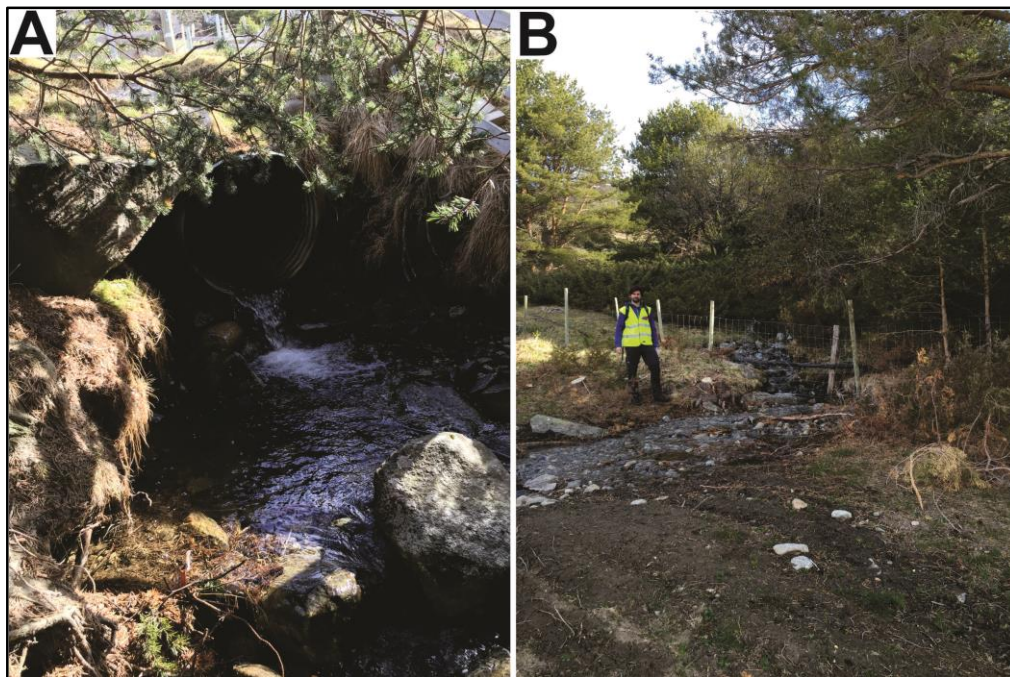
Elver og gjennomføringar

På Statens kartverk sine kart er det kartlagt to mindre elver i undersøkingsområdet; Kolstadbekken, heilt vest i undersøkingsområdet og Honna heilt aust i undersøkingsområdet. I tillegg vart det observert ein mindre bekkefar som går om lag midt gjennom planområdet. Vidare følgjer ein gjennomgang av elvene og gjennomføringane til elvene. Sjå figur Figur 32 for ei oversikt over kvar bileta er tatt.

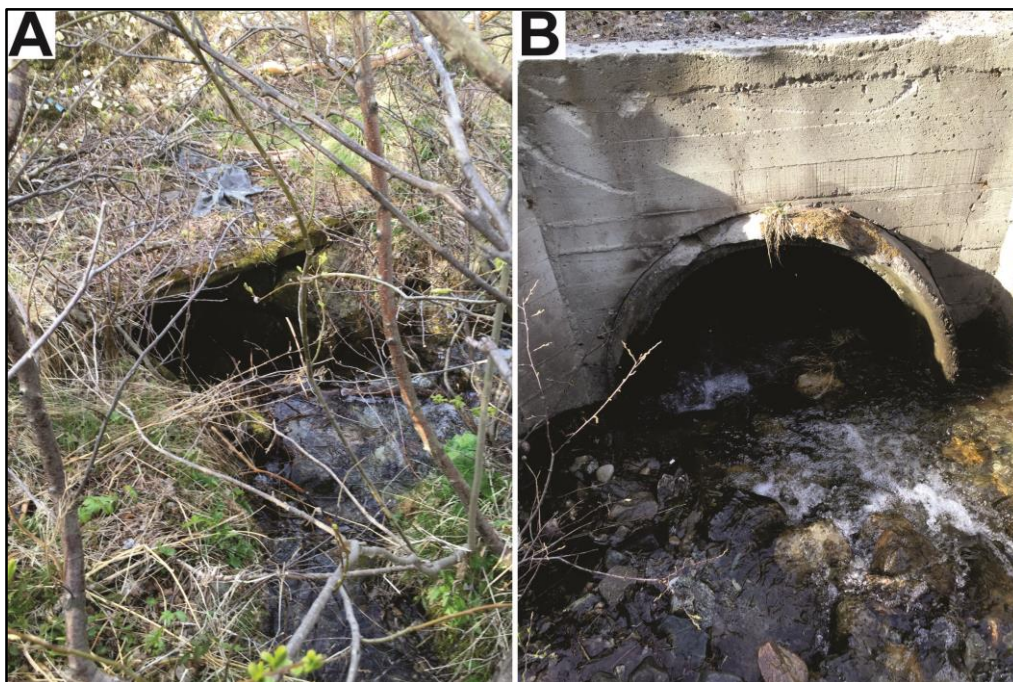
Kolstadbekken

På dagen då feltobservasjonane vart utført var det relativt låg vassføring i Kolstadbekken. I øvre deler av bekkefaret kan ein observere at Kolstadbekken har flauma over, slik at overflatevatn har strøyma over relativt store områder. Ein kan obeservere at det har samla seg småkvist og anna vegetasjon oppetter trea opptil 30 m frå bekken, noko som tyder på at det har rent vatn her. Det er derimot ingen teikn på erosjon her. På grunn av terrenget renn alltid vatnet attende i bekkefaret lenger nede (mot sør). Her har bekken greve seg djupare ned i lausmassane/berggrunnen og ein har eit meir definert bekkefar med høgare elvekantar enn lenger nord. Ved bustadane heilt vest i undersøkingsområdet (ved gbnr. 98/12) gjer elva ein krapp sving mot vest like ovanfor bustadhuset på tomta. Ytterkanten på svingen er heva noko, men den er ikkje plastra med større materiale. Under Steinevegen er Kolstadbekken lagt eit røyr med ein diameter på om lag 80 cm (Figur 17 A). Det ligg ikkje lausmassar inne i røret. Ved utløpet er det tydeleg at røret har kanalisert vatnet og ført til at det er spor etter erosjon på nedsida av veggen. Om lag 50 m sør for Steinevegen har Kolstadbekken eit mykje mindre definert bekkeløp og bekken har mindre kapasitet her (Figur 17 B). Det skal ikkje mykje til før elva flaumar over og fordeler seg utøver eit stort område. Konsekvensen av dette er imidlertid truleg liten. På oppsida av jernbana har bekken eit snirklete løp inn mot gjennomføringa, og ser det ut til at vatnet har stått over inntaket (Figur 18 A). Det er også teikn på graving frå bekken her. På nedsida har ei treplate vorte vippa ned, truleg på grunn av

erosjon. Elles er det ikkje mykje teikn på erosjon på nedsida av jernbana. Under E136 er elva lagt i røyret som er byrja å verte fylt med sediment (Figur 18 B). Om lag 1/3 av røyret er fylt igjen, noko som vil hindre vasstraumen til elva.



Figur 17: A: Kolstadbekken er lagt i røyret under Steinevegen. Røyret har god kapasitet, men det er teikn på noko erosjon nedstrøms for røyret. B: Om lag 50 m nedstrøms for Steinevegen har Kolstadbekken eit lite definert bekkefar som har liten kapasitet. Her er det lite som skal til før bekken flaummar over og fordeler seg over eit stort område.

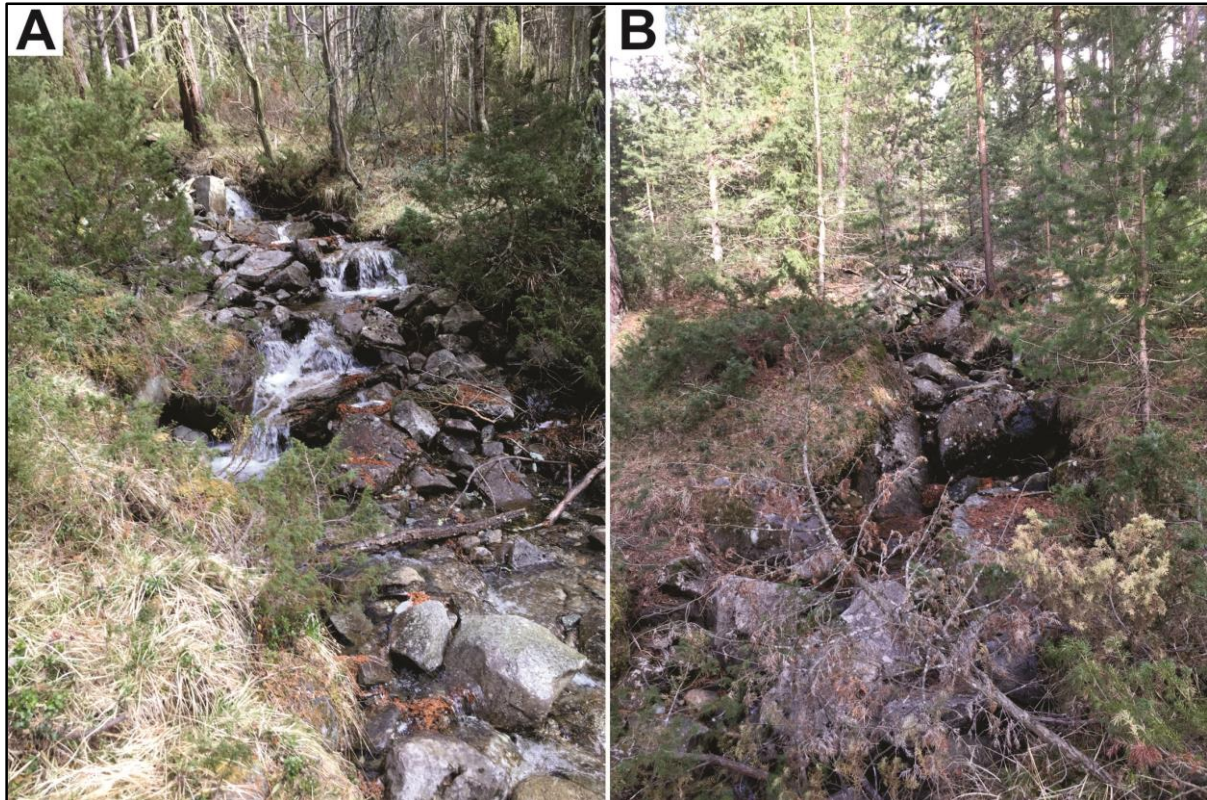


Figur 18: A: Oppstrøms for gjennomføringa under jernbana har Kolstadbekken eit snirklete løp med vegetasjon og lausmassar. Det er teikn på at vatnet har stått over inntaket til gjennomføringa. B: 1/3 av røyret under E136 er fylt igjen av lausmassar, noko som reduserer kapasiteten til røyret og som igjen kan føre til oppstaving av vatn.

Honna

Det var ei viss vassføring i øvre deler Honna på dagen då feltobservasjonane vart utført (Figur 19 A). Denne vassføringa forsvinn i løpet av 20 m om lag 70 m nordaust for bustadhuset (Figur 19 B) på gbnr. 101/69 og herifrå og nedover er bekkefaret tørt. Kva som skuldast dette er vanskeleg å sei, men etter det vi får opplyst frå Lesja kommune, så er det fleire som hentar vatn i denne bekken. Årsaka kan også vere at det er tjukkare lausmassedekke lenger nede som gjer at meir vatn trekk ned i dette og fordelar seg her.

Nord for undersøkingsområdet kryssar Honna skogsvegen, som er ei forlenging av Vassvegen (Figur 20). Her er det greve ut eit bekkefar med låge kantar over vegen som er dekt av stein. Her vil det lett kunne flaume over, men det er ikkje teikn til at det har gjort det i det siste. Bekkefaret er godt definert ovanfor og nedanfor vegen. Vidare nedstrøms for skogsvegen, mot bustadfeltet, er bekkefaret godt definert, men det gjer nokre krappe svingar og det er ein del blokker og andre lausmassar i bekkefaret. Honna kjem ned i utbygd område mellom gbnr. 103/19 og 103/13. Bekkefaret går kloss i garasjen på gbnr. 103/19 før den går i røyr under Honnavegen. Bekkefaret går ikkje beint langs garasjen, og har ein yttersving ved det nordre hjørnet på garasjen (Figur 21). Her vil Honna erodere mot garasjen. Også her ligg det fleire blokker i bekkefaret. Sjølv inntaket til gjennomføring er fri for sediment og det er sett opp ein natursteinsmur inn mot inntaket (Figur 22 A). Det er ikkje teikn på erosjon verken ved inntaket over vegen eller like nedanfor vegen. Natursteinsmuren fortset nedanfor vegen og ned til jernbanen og E136 (Figur 22 B). Frå Honnavegen og om lag 30 m nedover ser natursteinsmuren solid ut og det er ikkje teikn på erosjon langs dei. Her er også botn av bekkefaret plastra med stein, noko som vil hindre undergraving. Like før jernbanen svingar Honna mot vest er det tydeleg teikn til erosjon i yttersvingen (Figur 23 A). Honna har undergreve muren og fleire av blokkene har losna og ligg i bekkefaret. Frå denne svingen og ned til europavegen er det mykje lausmassar i bekkeløpet og fleire stader har muren rasa ut og lagt seg i bekkefaret (Figur 23 B). Frå tilkomstvegen som går inn til eigedommane mellom jernbanen og europavegen aust for Honna og ned til europavegen er det ikkje noko natursteinsmur i det heile. På dette strekket er det tydelege teikn på erosjon og fleire blokker og steinar har ramla ned i bekkefaret (Figur 24 B). Resultatet av dette ser ein i gjennomføringa som går under europavegen; 1/3 av betongrøyrret under europavegen er fylt med sediment (Figur 24 A). Om lag 50 m sør for europavegen er det ei ny gjennomføring som går under ein grusveg og ned på jordet nedanfor. Det er god dimensjon på sjølv inntaket og det ligg ikkje sediment i sjølv gjennomføringa (Figur 25 A). Det er imidlertid tydelege teikn på erosjon her, og bekkefaret inn mot inntaket er dekt med fleire store blokker og steinar (Figur 25 B). Det skal ikkje mykje til før bekken flyttar lausmassane og blokkerer inntaket i samband med ein flaum.



Figur 19: A: Honna heilt nord i planområdet. Her er det bekkefaret godt definert og det er ei viss vassføring. B: Lenger nedstrøms forsvinn vatnet i bekkefaret.



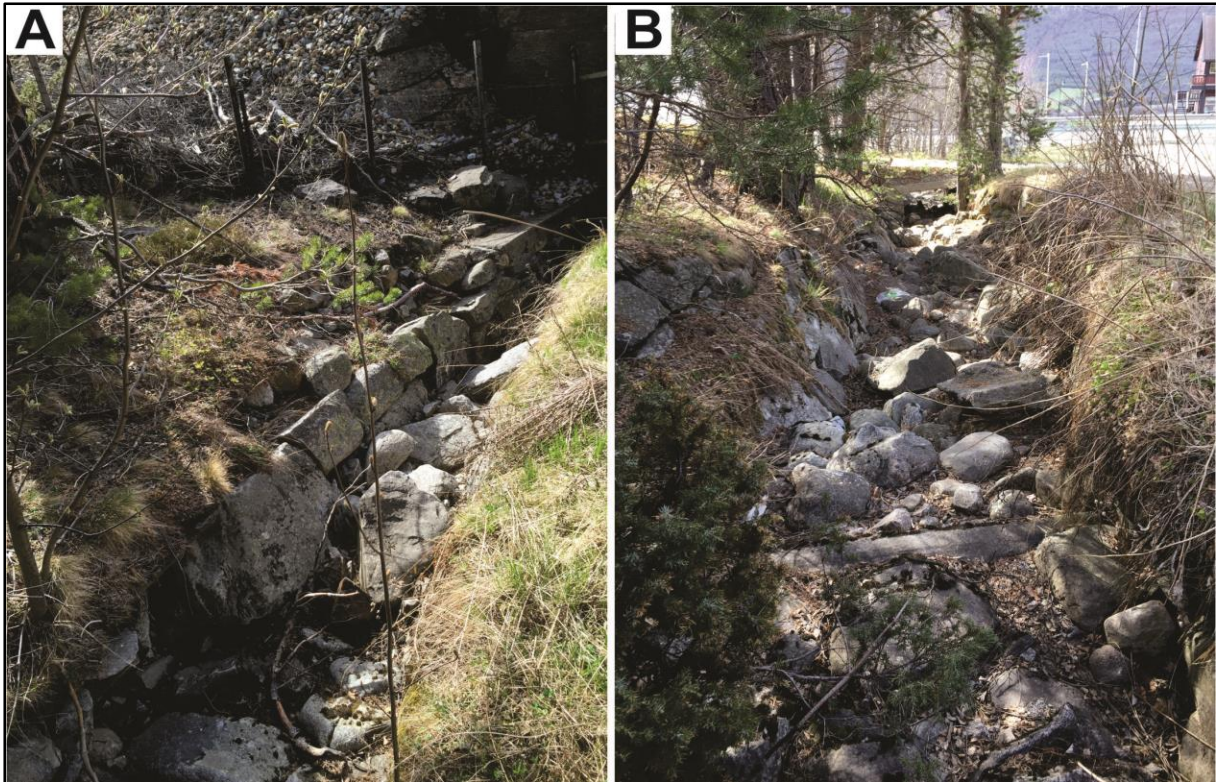
Figur 20: Nord i undersøkningsområdet er Honna lagt i ei grunn forseinking med steinbotn over ein skogsveg.



Figur 21: Ved garasjen på gbnr. 103/09 gjer Honna ein yttersving mot det nordlege hjørnet og vil dermed erodere mot veggen til garasjen.



Figur 22: A: Nedanfor Honnavegen er bekkefaret plastra med naturstein. God plastring i botn av bekkefaret hindrar undergraving av muren. B: Det er sett opp ein natursteinsmur inn mot inntaket til gjennomføringa under Honnavegen også her botn på inntaket solid, noko som hindrar undergraving.



Figur 23: A: Om lag 30 m nedstrøms for Honnavegen er deler av natursteinsmuren rasa ut og det ligg fleire blokker i elveløpet. B: Bilete teke frå jernbanen mot europavegen viser at også her er mykje av natursteinsmuren rasa ut og det ligg store mengder av lausmassar i bekkefareet.



Figur 24: A: 1/3 av betongrøyret under europavegen er fylt igjen av sediment. B: Like ovanfor europavegen er det ikkje noko mur i det heile og det er mykje lausmassar i bekkefareet. Herifrå vert sediment transportert med bekken og avsett i røyret under europavegen.



Figur 25: A: Det er god dimensjon på gjennomføringa som går under ein grusveg om lag 50 m sør for europavegen. B: Det har samla seg store mengder lausmassar ovanfor inntaket. Desse kan verte transportert under ein flaum slik at dei blokkerer inntaket.

Andre gjennomføringar

Det vart også observert eit bekkefar mellom Kolstadbekken og Honna som ein meir eller mindre kunne følgje gjennom heile planområdet. Dette bekkefaret var tørt då feltarbeidet vart utført og etter det vi får opplyst frå lokalbefolkninga, har det ikkje vore vassføring i nedre deler av dette bekkefaret på tre år. Bekkefaret kryssar skogsvegen (Vassvegen), og her er det ei tilsvarande løysing som for overgangen til Honna lenger aust på skogsvegen. Det er greve ut eit grunn forseinking som er plastra med steinar (Figur 26 A). Frå nordvest kjem det eit plastrøyr der det kjem vatn i frå (Figur 26 B). Kvar dette røyret kjem frå, har ikkje vi kjennskap til.

Dette bekkefaret finn ein igjen mellom Skardvegen 18 og 26 kvar det vert ført under veggen. Det er sett opp ein betongmur før inntaket (Figur 27 A). Denne er fylt med vegetasjon og sediment som vil hindre vasstraumen, og i inngangen til røyret under veggen ligg det ei stor blokk. På nedsida av veggen der røyret kjem ut er det ikkje noko definert bekkefar vidare nedover mot Honnavegen (Figur 27 B).

Ved Honnavegen 14 er det ei ny gjennomføring under veggen, som kjem attende på tomte til Honnavegen 17. Ved inntaket er det mykje vegetasjon og det er byrja å samle seg sediment i røyret (Figur 28 A). Her er det tydelege teikn på erosjon ovanfor inntaket (Figur 28 B). Bekkefaret går vidare frå Honnavegen 17 og inn på Honnavegen 19 der bekkefaret går rett imot garasjen der, og vert så vidare leia langs og inn i eit ei gjennomføring nedanfor garasjen

(Figur 29 A). Det ligg fleire blokker i bekkefaret her og i inntaket under plenen ligg det ei stor blokk som vil hindre vasstraumen under ein eventuell flaum (Figur 29 B).

100 m aust for jernbanestasjonen er det ei gjennomføring i betongrøyr under Steinevegen. På nedsida (sør) av Steinevegen gjer bekkefaret ein brå sving mot aust like etter røyret. Her vil det fort kunne flaume over under ein eventuell flaum, og vatn vil kunne finne vegen ned i tunet i sør (Figur 30). Gjennomføringa under jernbanen ser bra ut.

Like ovanfor skulen går det ei gjennomføring under europavegen som går rett inn i ei ny gjennomføring under skulen. Røyret under europavegen ligg om lag 1,5 m over gjennomføringa under (Figur 31 A). Dette gjer at under ein eventuell flaum vil truleg mykje av vatnet som kjem frå røyret ikkje treffe innføringa nedanfor slik at det kan flaume over og vidare ned mot skulen. Det er også mykje sediment i inngangen til gjennomføringa under skulen (Figur 31 B).



Figur 26: A: Eit bekkefaret er lagt over skogsvegen om lag 60 m nord for planområdet. Det er laga til ei grunn forseinking plastra med stein. B: Frå nordvest kjem det eit røyrt med vassføring i. Det er ikkje kjend kvar dette røyret kjem frå.



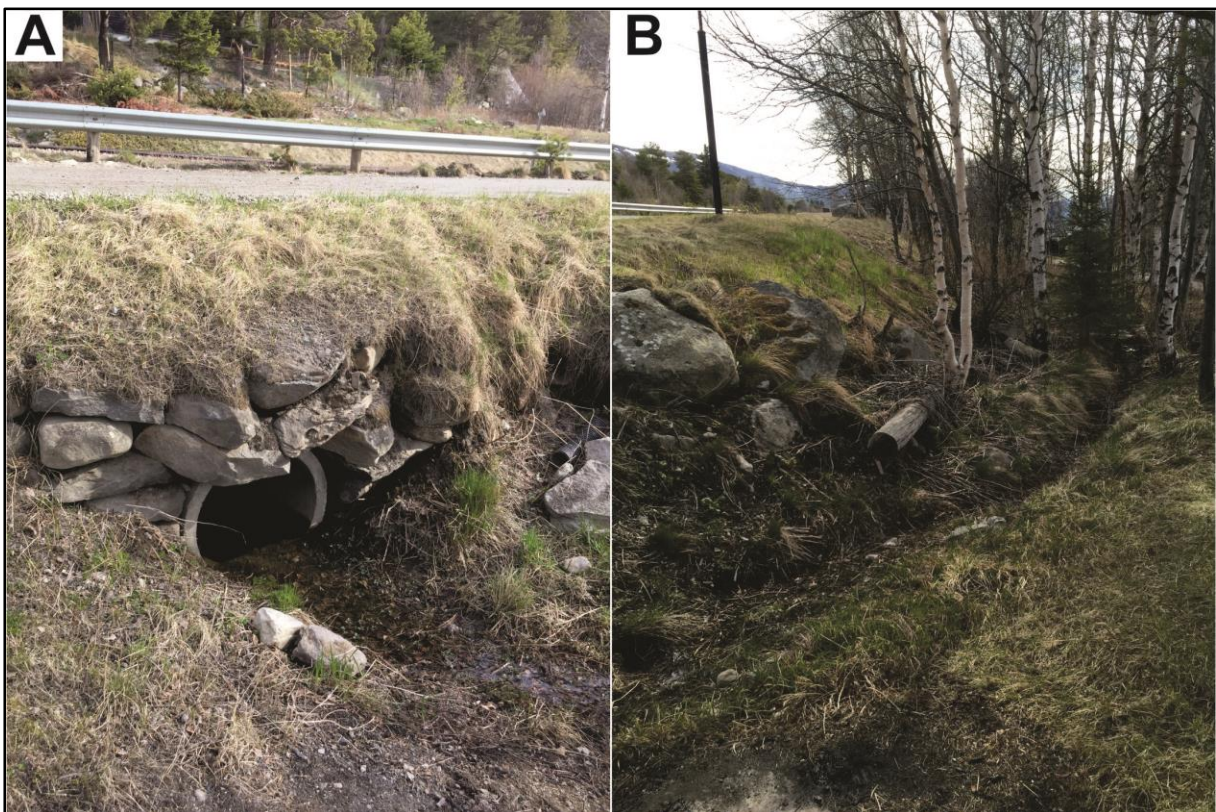
Figur 27: A: Gjennomføring under Skardvegen. Inntaket er fylt med vegetasjon og sediment som vil hindre vassføringa. B: Nedanfor Skardvegen er det ikkje noko definert bekkefar.



Figur 28: A: I inntaket til gjennomføringa under Honnavegen er det byrja å samle seg vegetasjon og sediment som vil hindre vassføringa. B: Ovanfor inntaket er det tydelege teikn på erosjon.



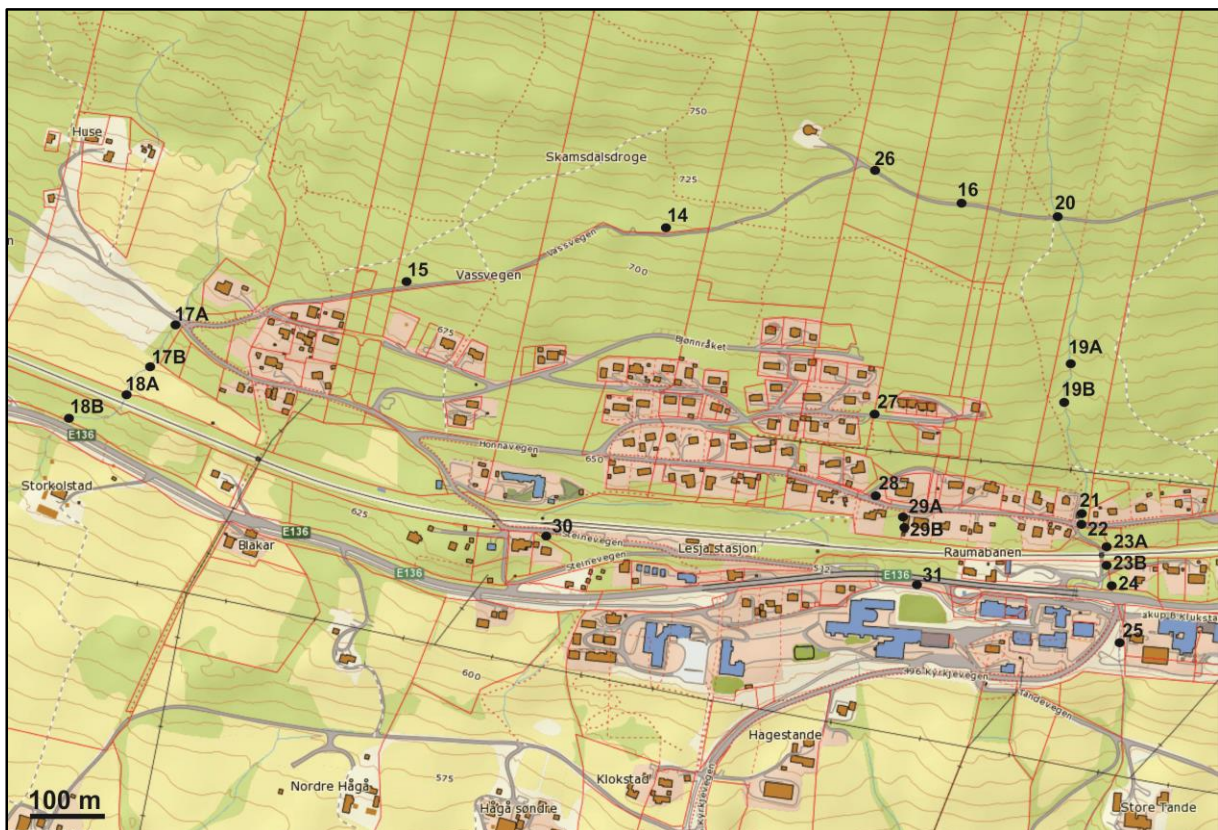
Figur 29: A: Bekkefareet som går under Honnavegen vert ført rett inn i ein garasje på adresse Honnavegen 19 og leia langs veggen her. B: På plenen nedanfor garasjen går det ei gjennomføring ned til jernbanen nedanfor tomta. Her har det samle seg sediment.



Figur 30: Om lag 100 m vest for jernbanestasjonen er det ei gjennomføring under Steinevegen. Rett nedanfor gjennomføringa gjer bekkefareet ein brå sving mot aust. Under ein flaum kan vatnet ta vegen rett fram og ned i tunet rett sør.



Figur 31: A: Gjennomføring under europavegen går rett i ei ny gjennomføring 1,5 m under som går under Lesja skule. B: Det har samla seg mykje sediment i gjennomføringa over skulen og røyret er byrja å verte fylt opp.



Figur 32: Kartutsnittet viser ei oversikt over kvar bilete på figurane er tekne. Basert på kart frå Statens kartverk (www.norgeskart.no).

4.3. Samanstilling og diskusjon kring skredfare

Nedanfor følgjer 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 IV. I samband reguleringsplanen skal det fastsetjast faresoner etter TEK10 tryggleiksklassar S2 og S3 for skred, og tryggleiksklassar F2 og F3 for flaum. Sjå Vedlegg 1 for nærare forklaring av tryggleiksklassane.

4.3.1. Flaum og lausmasseskred

I følgje NVE m.fl. sine aktsemdskart for flaum- og lausmasseskred (Kap. 3.1.) ligg områder som ligg langs Kolstadbekken og Honna i planområdet innanfor modellert fareområder for flaum og lausmasseskred. Klimaprognosane viser (Kap. 1.3.2.) viser at ein kan forvente ei auke i avrenninga om hausten og om vinteren fram mot klimaperioden 2017-2100. Den auka avrenninga vil ha ein negativ effekt på faren for flaum og lausmasseskred. Hellingkartet til NGI m.fl. (Kap. 1.2.) viser at så å seie heile dalsida ovanfor undersøkingsområdet har ei helling på under 20° og at det berre er eit smalt parti heilt øvst i dalsida som har ei helling som er over 30°. For at lausmasseskred skal verte utløyst, trengst det normalt ei helling på over 30° (Vedlegg IV). Feltobservasjonane (Kap. 4.2.) viste at lausmassedekket i undersøkingsområdet består av eit tynt morenedekke som stadvis er dekt av flaumskredavsetjingar som er tolka til å vere meir enn 5000 år gamle. Truleg kan dei daterast til å vere i frå tida rett etter siste istid. Lausmassedekket vert tynnare lenger opp i dalsida, der hellinga er over 30°. Slik vi vurderer det så er det ikkje nok lausmassar i høgareliggande områder til at faren for lausmasseskred er til stades. Eit eventuelt lausmasseskred herifrå vil uansett stogge lenge før det når planområdet. Den tette skogen vil også ha ein reduserande effekt på faren for lausmasseskred. Vidare viste feltobservasjonane at det ikkje er mykje erosjon knytt mot aktive elveløp og bekkefar, berre heilt lokalt kan det observerast mindre teikn erosjon. Ved to punkt (Figur 20 og Figur 26) er bekkefar lagt over skogsvegen utan noko gjennomføring eller liknande. Under periodar med mykje nedbør, kan skogsvegen verte erodert vekk og lausmassar vil verte frakta nedover mot planområdet. Området som vil verte erodert er imidlertid avgrensa, og eventuelle massar vil verte avsett før dei kjem ned i planområdet. På bakgrunn av desse opplysingane konkluderer vi med at heile undersøkingsområdet ligg utanfor fare for lausmasseskred.

Når det gjeld faren for flaum vil denne vere knytt til Kolstadbekken og Honna som avgrensar planområdet i vest og i aust. For å berekne avrenninga frå nedbørsfeltet til Kolstadbekken og Honna er *den rasjonelle metode* brukt som er eigna for berekningar av avrenning frå nedbørsfelt mindre enn 5 km² (Statens vegvesen, håndbok N200). Avrenninga er rekna ut i frå nedbør med ein returperiode på 200 år, som vil representere ein 200-årsflaum. Utrekning med returperiodar lengre enn dette vil gje resultat med for stor usikkerheit. I følgje *den rasjonelle metode* er avrenninga (Q) gitt ved:

$$Q = C \times i \times A \times K_f, \text{ der}$$

- C er avrenningsfaktoren og er sett til 0.3 og lagt til 30 % for ein returperiode på 200 år,
- i er dimensjonerande nedbørsintensitet (l/(s x ha),
- A er feltarealet (ha) og
- Kf er klimafaktor (1,5 for 200-års returperiode).

Den dimensjonerande nedbørsintensiteten vert berekna ut i frå feltets konsentrasjonstid (t_c) og varierer med gjentakingsintervallet. I fylgje Statens vegvesen, håndbok 018 er konsentrasjonstida (t_c) gitt ved:

$$t_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} \times 3000 \times A_{se}, \text{ der}$$

- L er lengda av feltet (m),
- H er høgdeskilnaden i feltet (m) og
- A_{se} er andel innsjø i feltet.

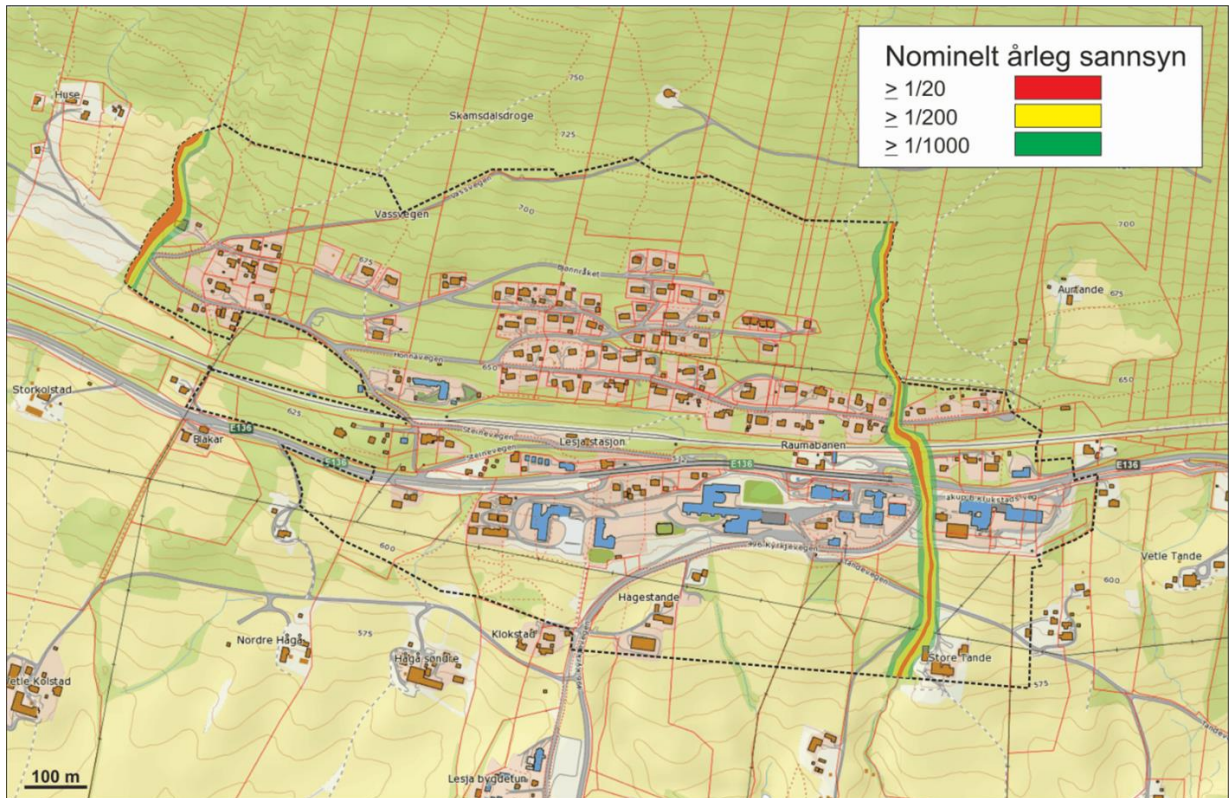
Sjå **Feil! Fant ikke referanse kilden.** for utrekning av konsentrasjonstida og avrenninga frå nedbørsfelt til Kolstad-bekken og Honna.

Tabell 2: Tabellen viser feltparameter og utrekning av konsentrasjonstida og avrenninga frå nedbørsfelt til Kolstadbekken og Honna nedbørssummar med ein returperiode på 200 år.

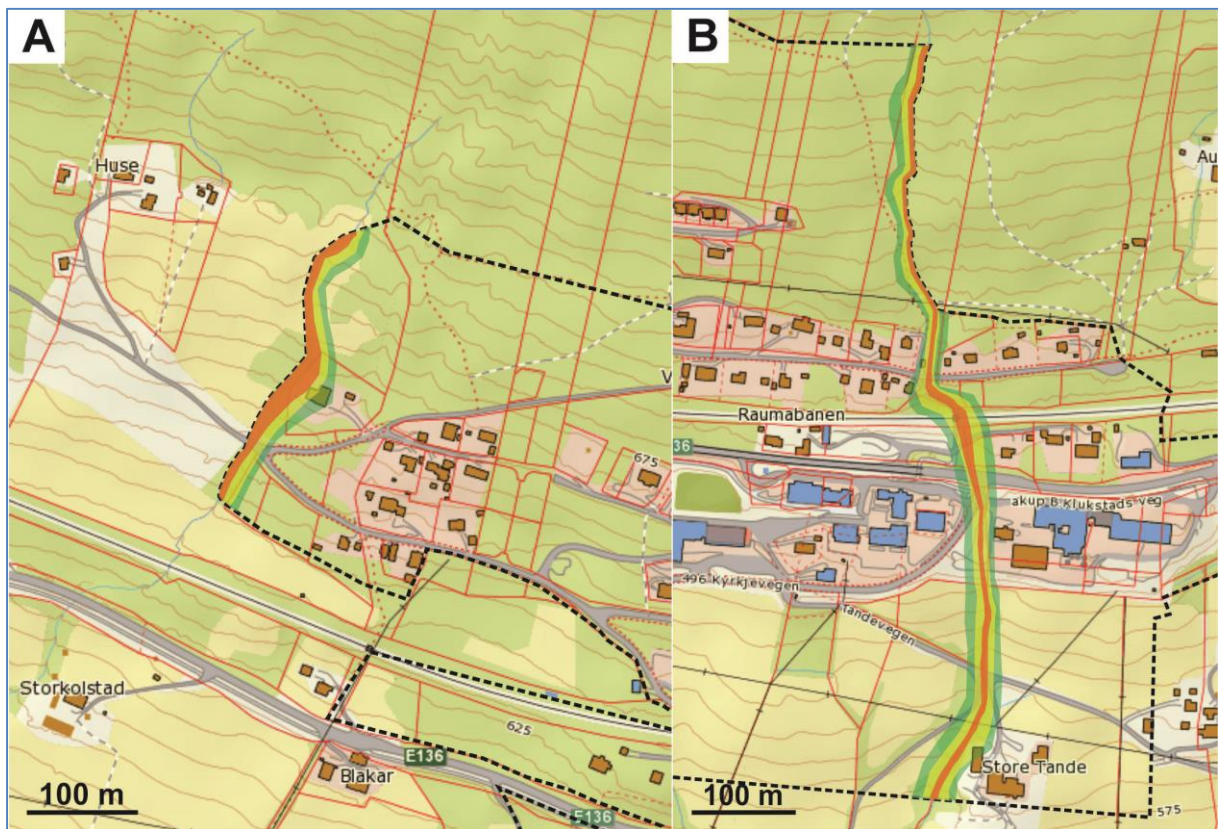
Nedbørsfelt	Areal (hektar)	Lengde (m)	Høgdeforskjell (m)	Avrenningsfaktor (C)	Tidsfaktor (min)	Nedbørsintensitet (l(s x ha))	Avrenning (l/s)
Kolstad-bekken	170	3.5	670	0.39	81	36	3580
Honna	410	5.5	958	0.39	107	28	6716

Utrekningane viser at under ein 200-årsflaum vil Kolstadbekken ha ei avrenning på 3580 l/s, medan Honna vil ha ei avrenning på 6716 l/s. Det vil sei at desse bekkane vil måtte kunne handtere relativt store mengder vatn under ein slik flaum. På grunn av hellinga på dalsida vil det imidlertid ikkje vere mykje oppstuvning av vatn, og dersom bekkane flaumar over vil vatnet halde seg relativt nært bekkafara ved både Kolstadbekken og Honna. Slik vi vurderer det vil både ein 20-årsflaum, 200-årsflaum og 1000-årsflaum kunne flaume over i både Kolstadbekken og Honna. Det er difor utarbeidd eit faresonekart for flaum med faresoner med eit nominelt årleg sannsyn på 1/20, 1/200 og 1/1000 (Figur 33 og Figur 34). Dersom det skal setjast opp byggverk innanfor faresoner som ikkje tilfredsstillar tryggleikskrava til det/dei aktuelle byggverka, må det utførast sikringstiltak. Sjå Kap. 6 for våre tilrådingar.

Under feltobservasjonane (Kap. 4.2.) er det ein gjennomgang av gjennomføringane til Kolstadbekken, Honna og andre dreneringssystem i undersøkingsområdet. Fleire av gjennomføringane er vurdert som ikkje tilstrekkeleg. Under ei flaumhending vil mykje vatn samle seg i dreneringssystema og gjennomføringane er kritiske punkt der vatn kan flaume over og/eller erodere. Dette gjeld også bekkafar der det kan gå årevis mellom kvar gong det er vatn i dei og som stort sett er tørre. Vi konkluderer difor med at det bør utførast sikringstiltak ved fleire av desse gjennomføringane. Sjå Kap. 6 for våre tilrådingar.



Figur 33: Faresonekart for flaum for Kolstadbekken og Honna i undersøkningsområdet i Lesja. Fargekodane raud, gul og grøn representerer fareområde for flaum med nominelt årleg sannsyn på høvesvis 1/20, 1/200 og 1/1000. Basert på kart frå Statens kartverk.



Figur 34: Forstørtra bilete av dei to områda kor det er påvist flaumfare. Basert på kart frå Statens kartverk.

4.3.2. Skred frå fast fjell

NVE m.fl. sitt aktsemdskart for steinsprang (Kap. 3.1.) viser at heile undersøkingsområdet ligg utanfor fareområde for steinsprang. Det er heller ikkje registrert steinspranghendingar i eller i nærleiken av undersøkingsområdet. Hellingskartet til NGI (Kap. 1.2.) viser at det meste av dalsida i og ovanfor undersøkingsområdet har ei helling på under 20° og at det berre er eit lite parti oppunder toppen av dalsida, om lag 700 m nord for planområdet, som har ei helling på opptil 60°. For at steinsprang skal verte utløyst må bergskrentar og lausmasseskråningar normalt vere steilare enn 45° (Vedlegg IV). Under feltobservasjonane vart det ikkje observert steinsprangmateriale i eller i nærleiken av undersøkingsområdet.

På bakgrunn av dette konkluderer vi dermed med at heile undersøkingsområdet ligg utanfor steinsprangfare.

4.3.3. Snøskred

Aktsemdskarta til NVE m.fl. (Kap. 3.1.) viser at heile undersøkingsområdet ligg utanfor potensielt utløpsområde for snøskred. Vidare viser hellingskartet til NGI m. fl. (Kap. 1.2.) at det øvst i dalsida er områder som heller mellom 30-60°, som vert rekna som den kritiske sona for utløysing av snøskred (Lied & Kristensen, 2003). Denne sona er imidlertid svært avgrensa og ligg minst 600 m frå planområdet. Vidare viser klimaprognosane at ein kan forvente at snømengda vil verte redusert med 30 % og at det kan bli 35 færre dagar med snø fram mot klimaperioden 2071-2100. Feltobservasjonane (Kap. 4.2.) viste at dalsida ovanfor undersøkingsområdet er dekt av furuskog, noko som vil bidra til å redusere snøskredfare.

På bakgrunn av avstanden til eit avgrensa utløysingsområde, den slake topografien, klimaprognosane og furuskogen i dalsida, konkluderer vi med at heile undersøkingsområde er utanfor snøskredfare.

4.3.4. Sørpeskred

Lesja har eit typisk innlandsklima med kalde vintrar og relativt lite nedbør (Kap. 1.3.). Faren for sørpeskred er høgast i områder med milde vintrar der det er vanleg med regn gjennom vinterhalvåret. Sørpeskred vert utløyst av høgt vasstrykk i snødekket, og det trengst difor store mengder nedbør i intense nedbørsperiodar for at sørpeskred skal verte utløyst. Under feltobservasjonane vart det ikkje observert eit openbart utløysingsområdet for sørpeskred.

Endringar i klimatiske forhold vil kunne føre til at Lejsaområdet kan få mildare vintrar, og dermed periodar med nedbør i form av våt snø, eller korte periodar med mykje regn der nysnø vert overmetta av vatn. Dette vil nok først og fremst vere gjeldande i starten og slutten av vinterhalvåret. Under gitte ekstreme forhold vil SGC ha eit forbehold om at det kan utløysast sørpeskred i området. Eventuelle utløyste sørpeskred vil ha eit strømningsmønster som er samanfallande med dreneringssystema i området, der Honna og Kolstadbekken utgjør dei viktigaste dreneringsvegane. Faresonene for sørpeskred kan sidestillast med faresonene som er utarbeidde for flaumfare. Same faresoner og eventuelle tiltak som for flaum, vil gjelde for sørpeskred.

KAPITTEL 5 – FORSLAG TIL SIKRINGSTILTAK

5.1. 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.).

5.2. Sikringstiltak

Under skredfarevurderinga (Kap. 4.3.) vart det påvist fare for flaum langs Kolstadbekken og Honna. Det vart utarbeidd eit faresonekart for flaum med soner med eit nominelt årleg sannsyn på 1/20, 1/200 og 1/1000. Vi har og påpeikt at det kan vere fare for sørpeskred som eit resultat av framtidige klimaendringar. Eventuelle sørpeskred vil på grunn av det høge vassinnhaldet, ha ei skredbane som er samanfallande med ein eventuell flaum. Med det som bakgrunn konkluderer vi at faresonekart for sørpeskred vil vere samanfallande med faresonekart for flaum i området.

Skal det settast opp byggverk innanfor soner som ikkje imøtekjem tryggleikskrava til det aktuelle byggverket (sjå vedlegg I for gjennomgang av tryggleiksklassane), må det utførast sikringstiltak. Dette kan gjerast relativt enkelt ved å utvide bekkefara, rette dei ut og plastre bekkefara med naturstein. Generelt bør bekkefara haldast mest mogeleg opne, og ein bør unngå så lenge det let seg gjere å legge bekkefara i røyr.

Det anbefalast også gjennomførast utbetringar der elver og bekkar kryssar skogsvegen nord for undersøkingsområdet. Den beste løysinga er å lage bruer over bekkane, men det kan også fungere å legge dei i røyr med god dimensjon under veggen. Dette er ikkje påkravd, men er viktig for å hindre at skogsvegen ikkje vert øydelagd under periodar med mykje nedbør.

Der Kolstadbekken møter bustadane i vest (ved gbnr. 98/12) vil både ein 20-, 200- og 1000-årsflaum kunne gjere skade bustadane. Her bør bekken rettast ut ovanfor og langs eigedommen og sikrast med betre levear som er plastra med naturstein. Vidare bør gjennomføringane til Kolstadbekken under jernbanen og europavegen. Ovanfor jernbanen bør inntaket reinskast og elveløpet inn mot inntaket bør rettast ut (Figur 18 A). Ein bør og vurdere ei sedimentfelle her. Røyrret under europavegen må reinskast for sediment (Figur 18 B). Også her bør ein vurdere ei betre løysing for å fange opp sediment. Når det gjeld Honna, så bør heile bekkefaret frå svingen før Honna kryssar jernbanen og europavegen til nedanfor europavegen bør utbetrast på same måte som ovanfor denne svingen. Heile dette strekket bør reinskast for lausmassar og det bør etablerast eit bekkefar plastra med naturstein, også i botn for å hindre undergraving. Gjennomføringane under europavegen bør reinskast for sediment

(Figur 24 A). Eit bekkedar fritt for lausmassar vil hindre at det vert avsett sediment i denne gjennomføringa. Ovanfor gjennomføringa som går under grusvegen (Figur 25) bør reinskast for lausmassar.

Der Honna møter garasjen på Honnavegen 26, vil elva kunne erodere under garasjen (Figur 21). Her bør elva rettast ut frå garasjen og noko oppover slik at elva ikkje går rett i garasjen. Her bør ein også reinske bekkeløpet og ein bør også vurdere å sikre garasjen betre mot erosjon frå elva.

Det vart også observert fleire opne bekkar som for det meste er tørre gjennom lange periodar. Desse bør utbetrast for å kunne handtere store mengder vatn under periodar med mykje nedbør. Dette gjeld spesielt etter gjennomføringa under Skardvegen (Figur 27) kvar det ikkje er noko definert bekkedar etter gjennomføringa. Skal det byggast i området nedanfor veggen her, bør elvekanalen utbetrast ved å rette det ut og plastre det med naturstein i eit ope bekkedar. Det same gjeld og i hagen til Honnavegen 19 (Figur 29). Her bør bekkedaret og gjennomføringa som byrjar midt i hagen reinskast. Det bør også etablerast ein betre mur langs garasjen for å hindre undergraving her.

Figur 30 syner ei gjennomføring om lag 100 m vest for jernbanestasjonen. Her bør ein vurdere å setje opp ein levee i svingen på bekkedaret nedanfor veggen for å hindre at vatnet tek veggen ned i tunet like sør, under ein eventuell flaum. Gjennomføringa under veggen ovanfor skulen må reinskast for sediment (Figur 31). Her bør ein også prøve å finne ei betre løysing på koplinga mellom gjennomføringa som går under europavegen.

Elles bør alle kummar og kulvertar som går under vegane i utbygd område kontrollerast og reinskast. Dei bør også utbetrast slik at dei ikkje samlar sediment i periodar med mykje nedbør. Det bør også førast jamleg ettersyn av alle gjennomføringar, spesielt etter periodar med mykje nedbør.

Det er viktig å understreke at ovannemnde tilrådingar berre er forslag frå SGC si side, og endeleg avgjersle på val og dimensjonering 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 leggast til grunn for utforming og dimensjonering av eventuelle sikringstiltak. Dersom oppdragsgjevar eller byggingsemprenør 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, sjølvstøtt inkludert eventuell utbygging av dei føreslåtte sikringstiltaka i seg sjølv, bør difor skje i samråd med kvalifisert personell.

KAPITTEL 6 – RISIKO- OG SÅRBARHEITSANALYSE

Dette er eit standard skjema 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	Flodbølgjer som følgje av skred i vatn eller sjø	X		
	d	Snøskred	X		
	e	Sørpeskred		X	Auka fare som eit resultat av framtidige klimaendringar
	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 7 – KONKLUSJONAR

SGC GeoFare AS har utgreidd faren for skred og flaum i eit definert område nord for Lesja sentrum. Vi konkluderer med at det er lokal flaum- og sørpeskredfare med eit nominelt årleg sannsyn på 1/20, 1/200 og 1/1000 langs dei to elvane Kolstadbekken og Honna.

Innanfor undersøkingsområdet er det utarbeidd eit faresonekart som skildrar desse faresonene. Flaumfaren vil imidlertid avgrense seg til relativt smale områder langs bekkefara og sikring innanfor faresonene kan gjerast relativt enkelt ved utviding og plastring av bekkefara, eventuelt med naturstein. Det er også påvist fare for lokal overfløyning/erosjon ved fleire av gjennomføringane i undersøkingsområde og fleire av desse må utbetrast.

KAPITTEL 8 – REFERANSAR

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

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.

Statens Vegvesen (2014): *Håndbok N200, Vegbygging*. Vegdirektoratet, ISBN: 978-82-7207-675-5

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

Internettsteder:

Kart, satellittbileter og topografiske profil:

Statens kartverk,	http://www.norgeskart.no
Det Norske Kartselskap AS	http://www.atlas.no
Norges Geotekniske institutt	http://skredkart.ngi.no

Geologiske data:

Norges geologiske undersøkelse	http://www.ngu.no
--------------------------------	---

Klima:

Meteorologisk institutt,	http://www.met.no
	http://www.senorge.no
	http://www.yr.no
Miljøverndepartementet	http://www.regjeringen.no/nn/dep/md

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 3: 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, einbustader
S3	Stor	1/5000	Rekkehus, hotell

Tabell 4: 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 35 og Figur 36) som er definert ut frå konsekvensen av ei skredhending:

Tryggleiksklasse 1 (S1/F1)

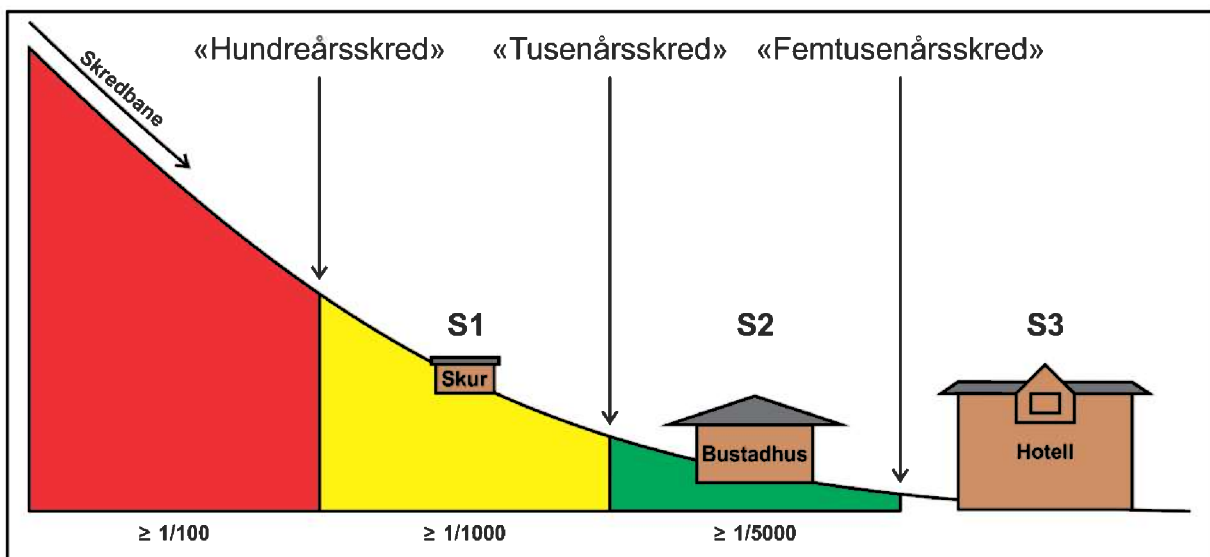
Denne tryggleiksklassen har det minste kravet for sikring og den omfattar bygningar der det normalt ikkje vil opphalde seg folk til ei kvar til. Dette gjeld til dømes garasjar og naust (Tabell 3). Opphaldstid av personar er kort og difor er konsekvensen vanlegvis liten. Ved oppføring av bygg i kategorien 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 områder 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)

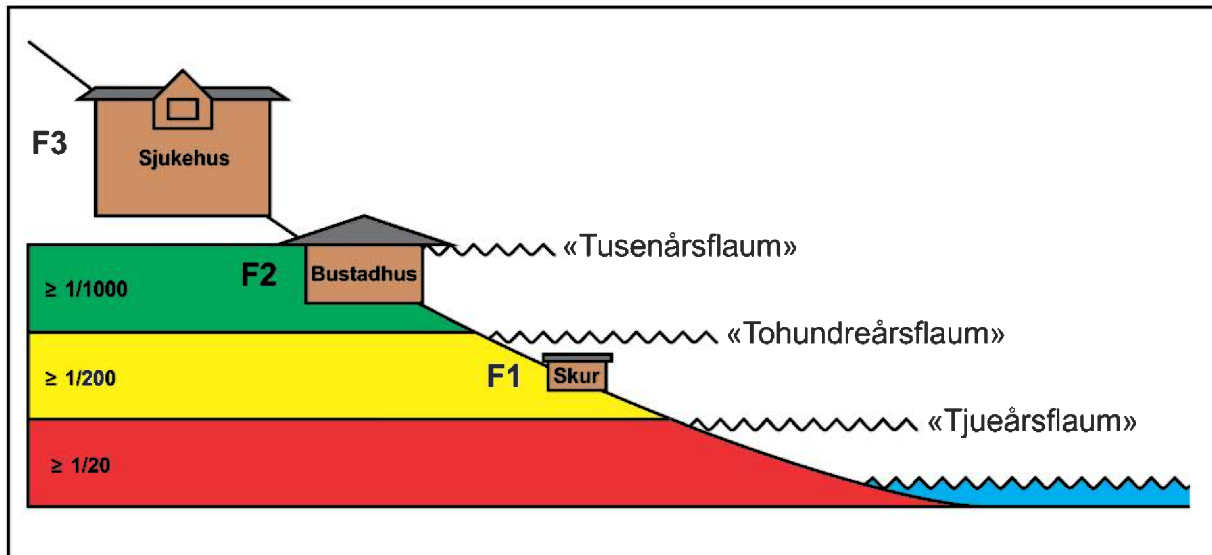
For skred gjeld denne tryggleiksklassen (S2) for bygningar der opptil 25 personar oppheld seg meir eller mindre permanent. Eit typisk døme på dette er einebustader og tomannsbustader (Tabell 3). For slike bygningar er kravet at det nominelle årlege sannsynet for skred ikkje skal vere større enn 1/1000. 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 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 35: Prinsippkisse 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 respektivt «tusenårsskred» og «femtusenårsskred».



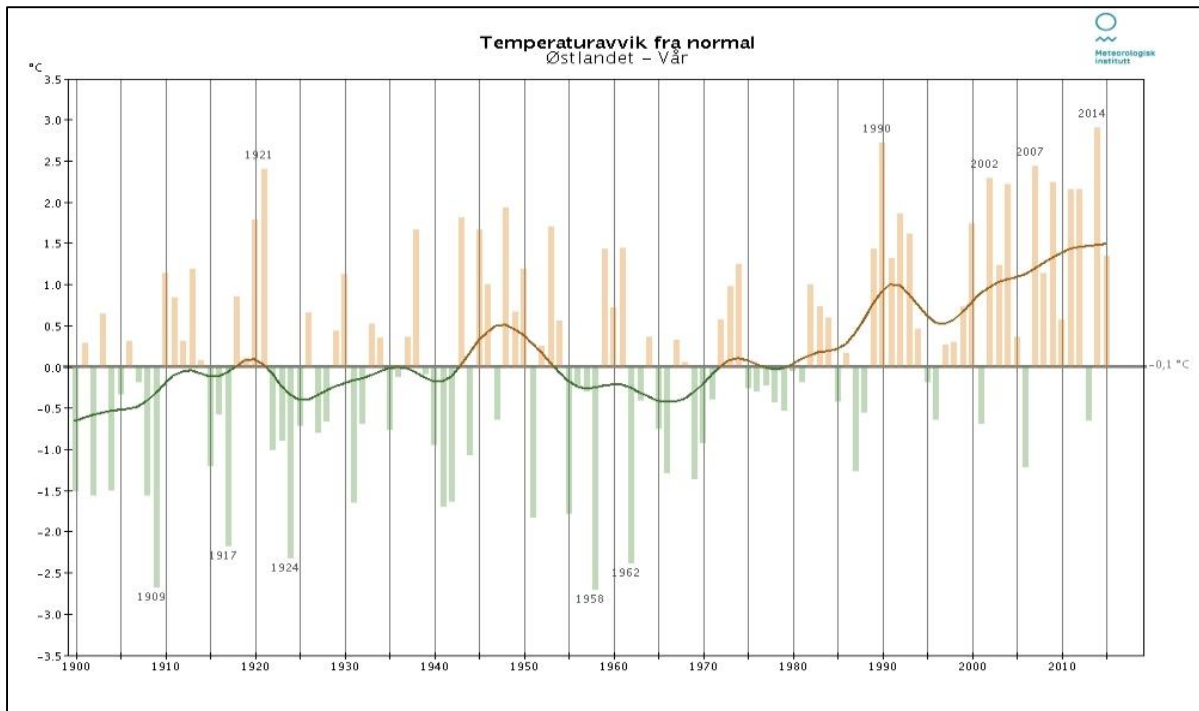
Figur 36: Figuren viser tryggleiksklassar og faresonar for flaum. Desse følgjer same prinsippet som for skred, men ein tillèt her noko høgare nominelt årleg sannsyn. I F3 ligg bygg som har kritiske samfunns- og beredskapsfunksjonar.

Som Figur 35 og Figur 36 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 sjukerhus eller bygningar der ein produserer og lagrar miljøfarlege kjemikalier.

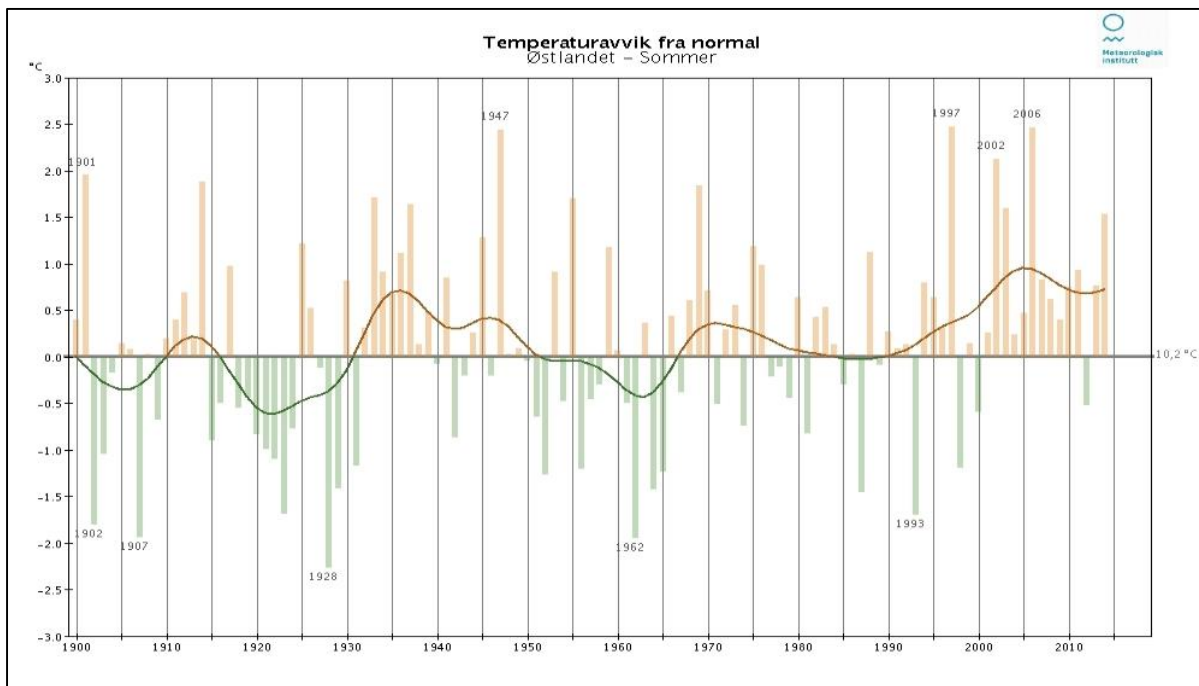
VEDLEGG II – KLIMA

Klimastatistikk

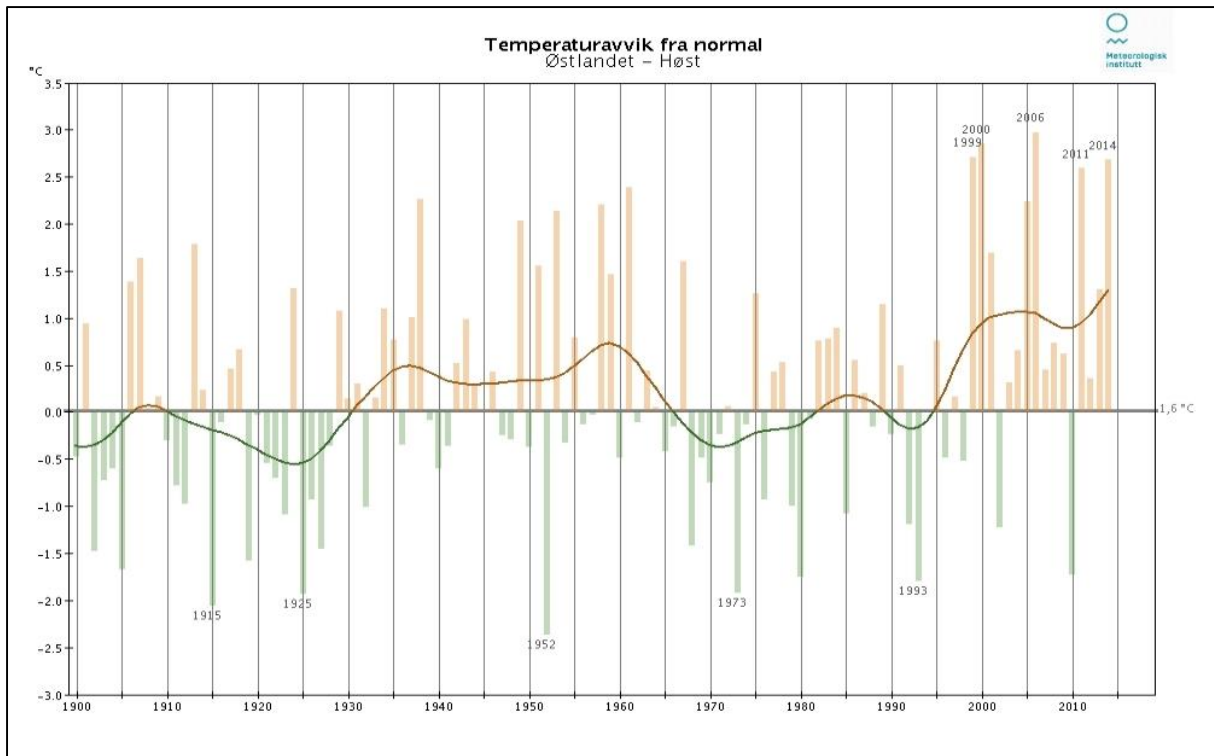
Nedanfor følger Meteorologisk institutt sin klimastatistikk for Austlandet, frå 1900 til 2014.



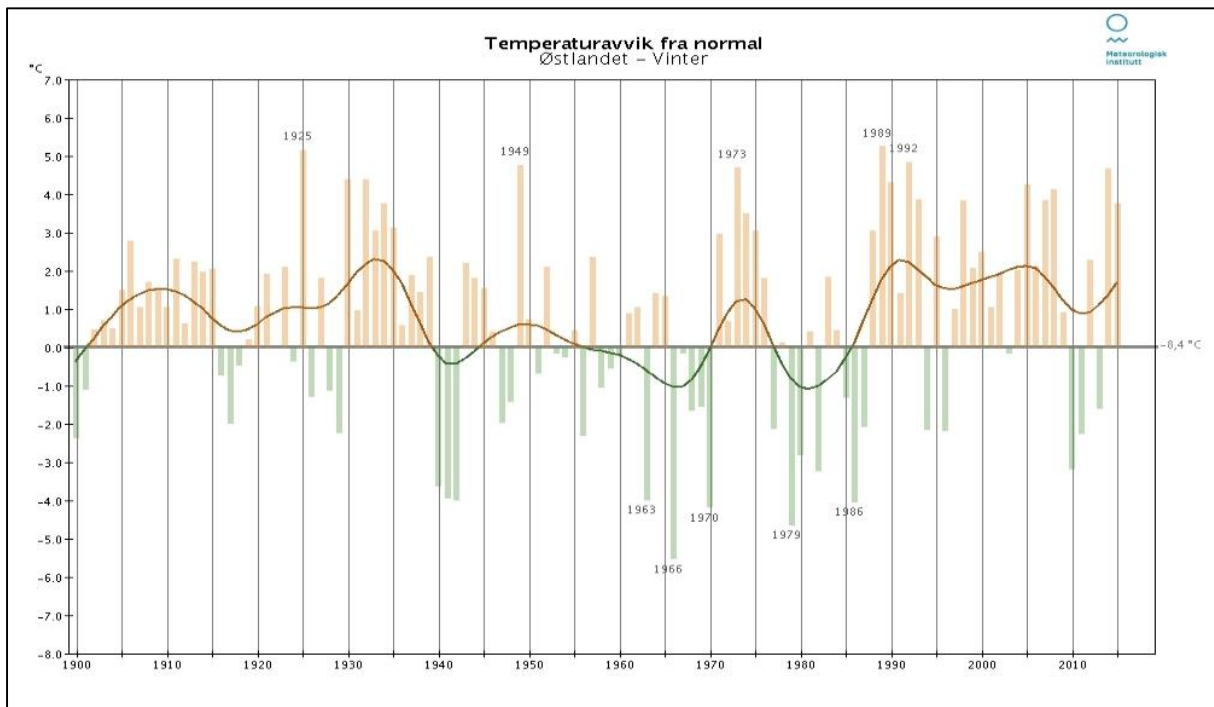
Figur 37: Vårtemperaturen på Austlandet 1900-2014. Denne har stige sidan 1980. Dei varmeste vårane var i 1921, -90, -02, -07 og -14. Kjelde: Meteorologisk institutt.



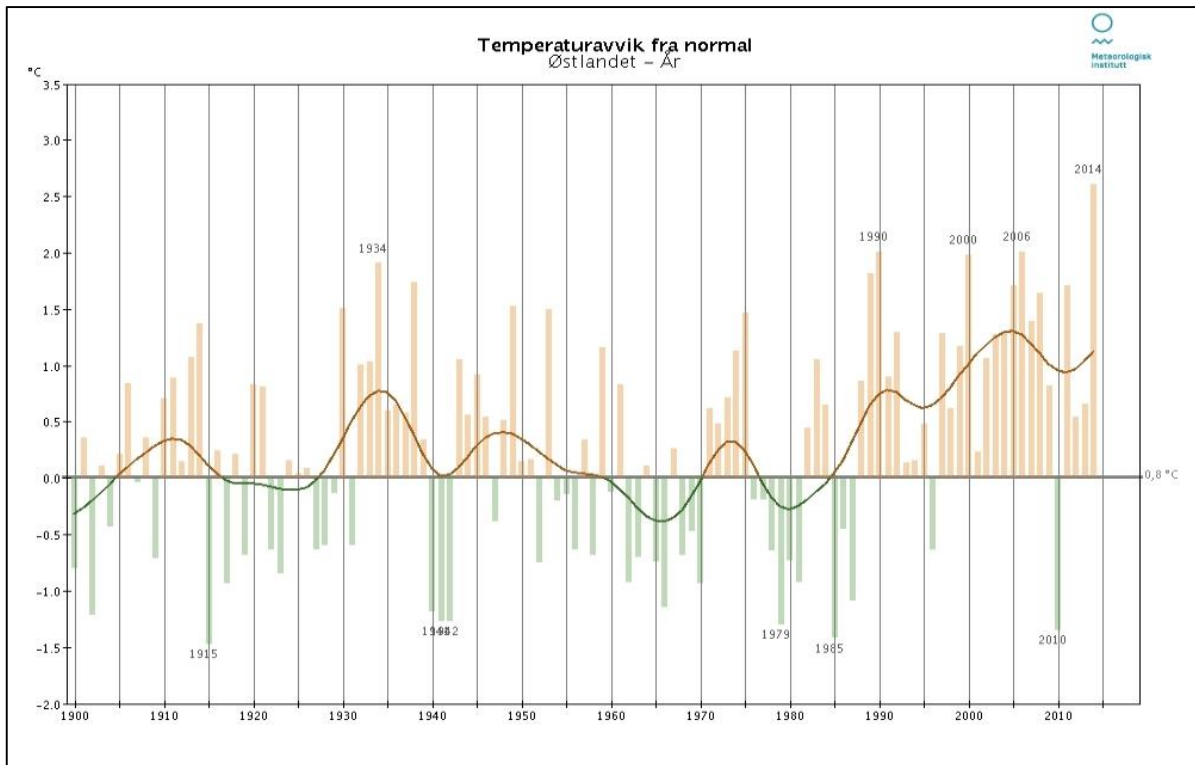
Figur 38: Sommartemperaturen på Austlandet 1900-2014. Dei varmeste sommartemperaturane var på 1930- og 40-talet (1947 var det varmaste året) og etter 1995. Dei varmeste åra var 1997, 2002 og 2006. Dei kaldaste somrane var i 1902, 1907, 1928, 1962 og 1993. Kjelde: Meteorologisk institutt.



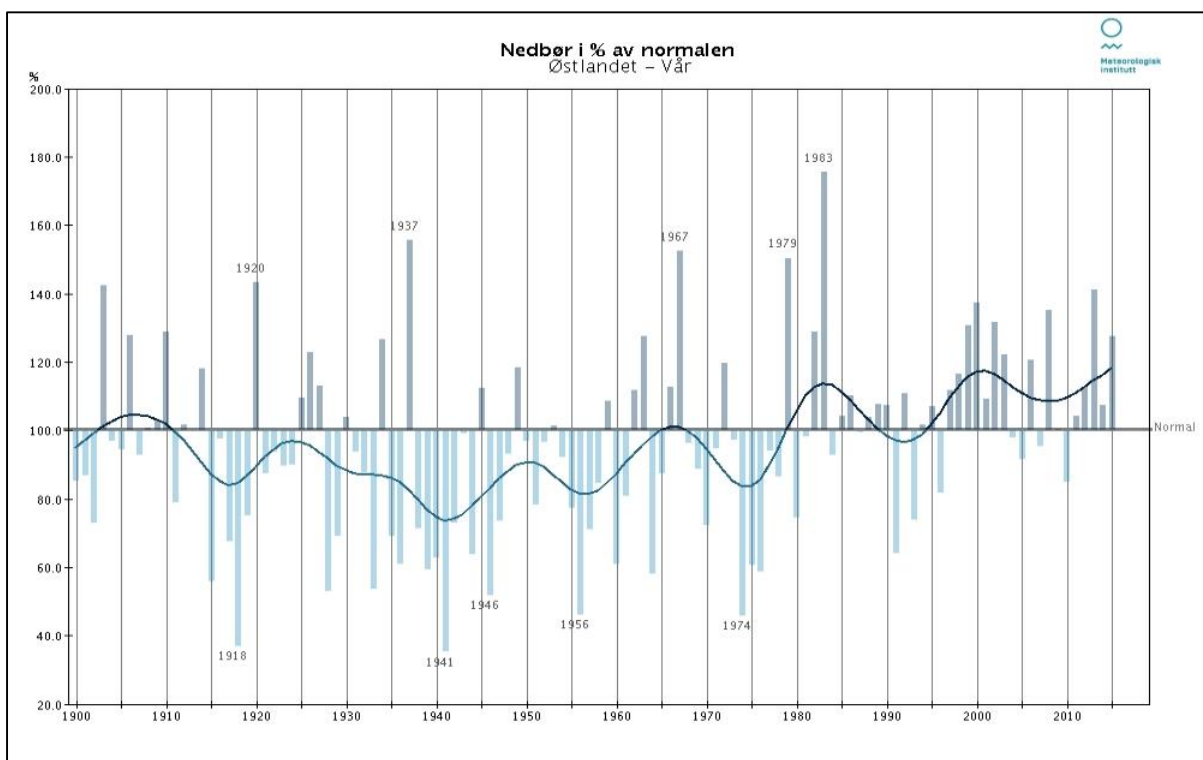
Figur 39: Hausttemperaturen på Austlandet 1900-2014. Haustane var generelt kjølege tidleg på 1900-talet, med ein periode tidleg på 1920-talet som den kaldaste. Frå 1933 til 1966 var hausttemperaturane over normalen, medan haustane var kjølege på 1970-talet. Etter 1999 har det vore fleire milde haustar, t.d. i 1999, 2000, 2006, 2011 og 2014. Kjelde: Meteorologisk institutt.



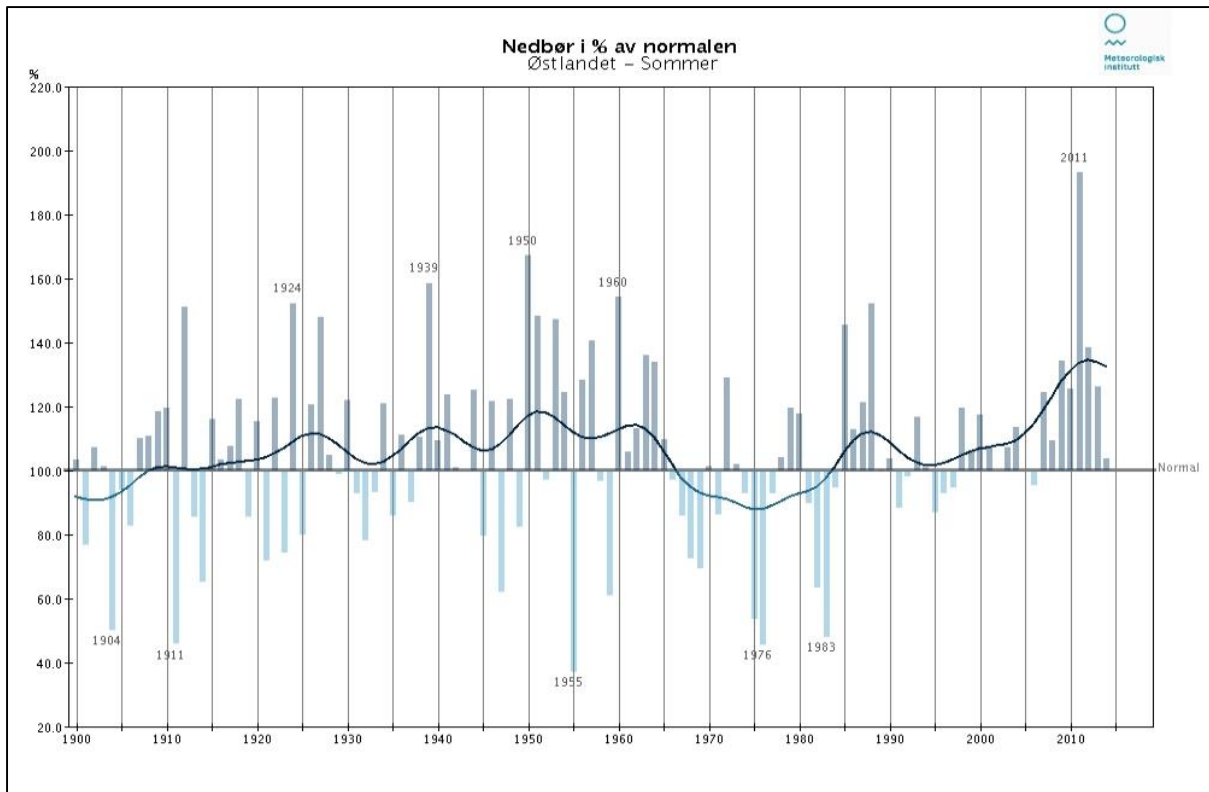
Figur 40: Vintertemperaturen på Austlandet 1900-2014. Når det gjeld vintertemperaturen på Austlandet, var det generelt milde vintrar rundt 1910 og gjennom store deler 1930-talet. Dei fyrste vintrane på 1940-talet var derimot uvanleg kalde. Det var fleire kalde vintrar i perioden 1955-1970 og 1977-1987. Milde vintrar var det på byrjinga av 1970-talet og slutten av 1980- og byrjinga av 1990-talet. Dei kaldaste åra var 1963, 1966, 1970, 1979 og 1986. Det var milde vintrar i 1925, 1949, 1973, 1989 og 1992. Kjelde: Meteorologisk institutt.



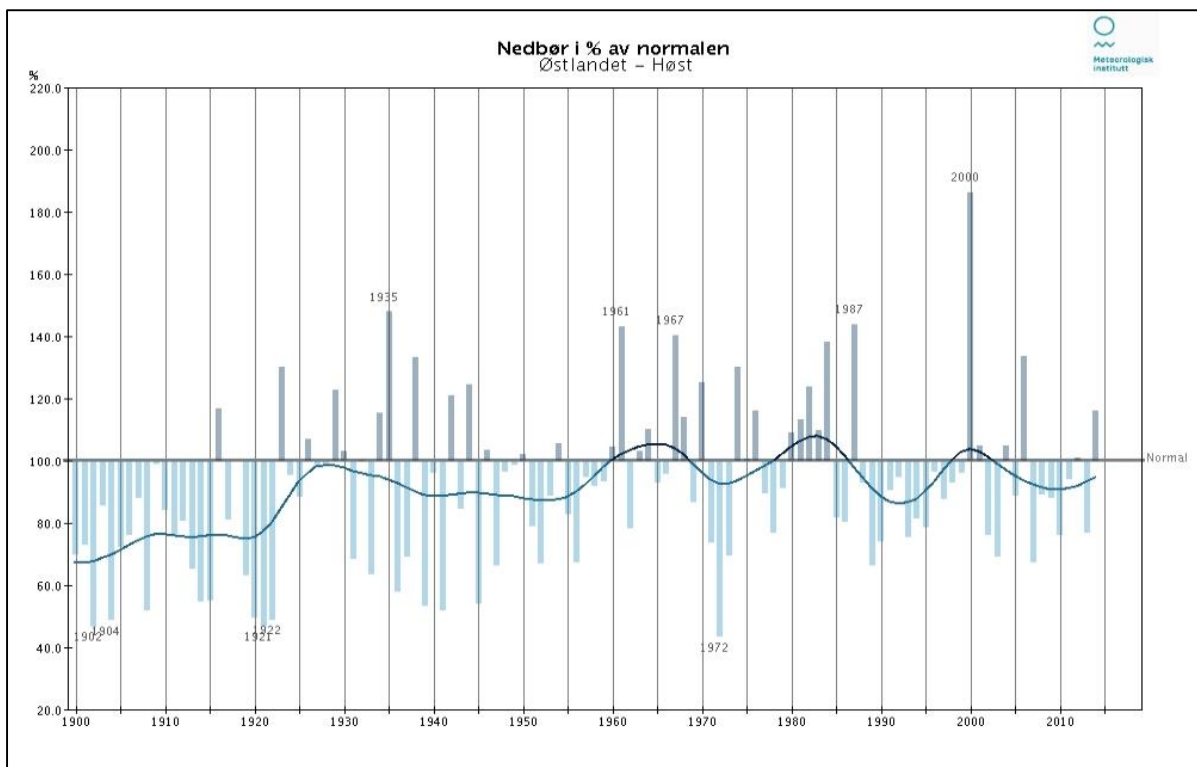
Figur 41: Årsmiddeltemperaturen på Austlandet 1900-2014. Målingar frå Austlandet syner at årsmiddeltemperaturen var over normalen i periodane 1906-1915, 1929-1939, 1944-1960, 1970-1976 og etter 1987. Den varmeste perioden har vore etter 2000 og det varmeste året var i 2014, då årsmiddeltemperaturen var 2,5°C over normalen. Dei kaldaste åra sett under eitt var 1915, 1941, 1942, 1979, 1985 og 2010. Kjelde: Meteorologisk institutt.



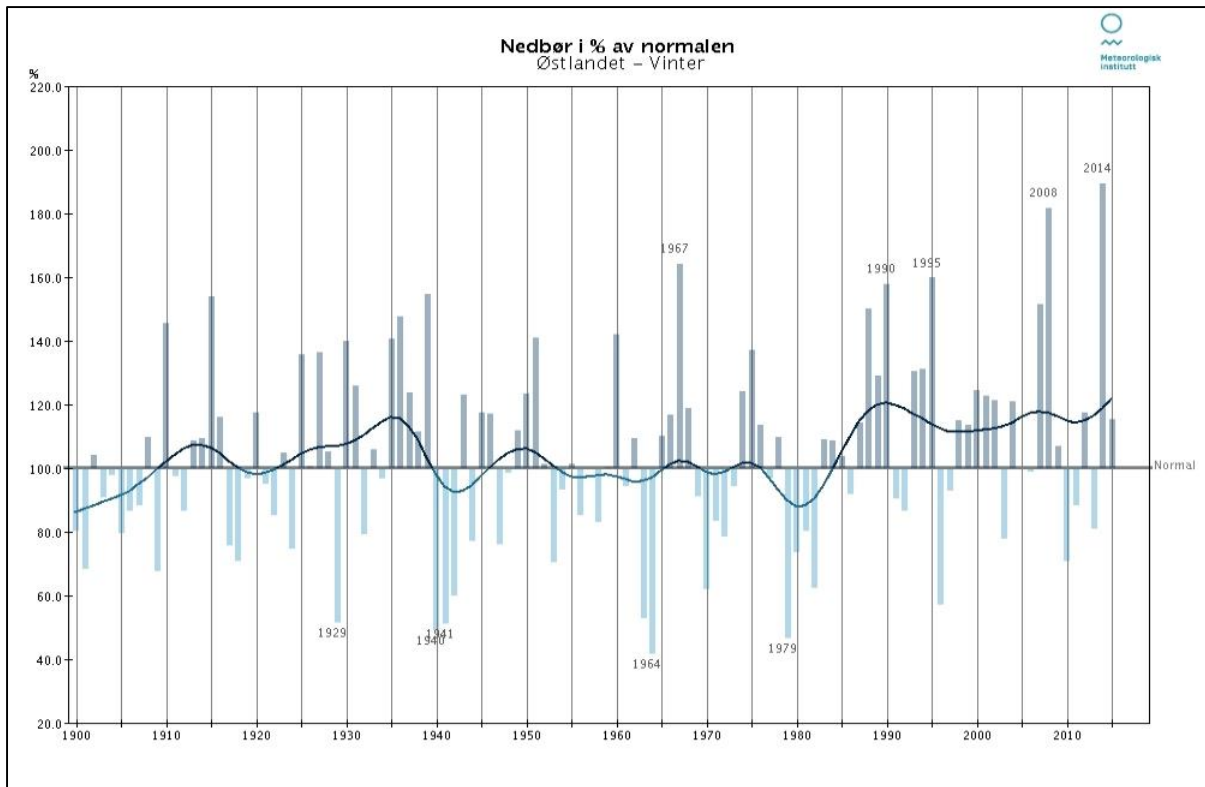
Figur 42: Vårnedbøren på Austlandet 1900-2014. Ein legg merke til dei nedbørsfattige vårane på 1920- 1930- og 1940-talet. Dei våtaste vårane var i 1920, 1937, 1967, 1979 og 1983. Kjelde: Meteorologisk institutt.



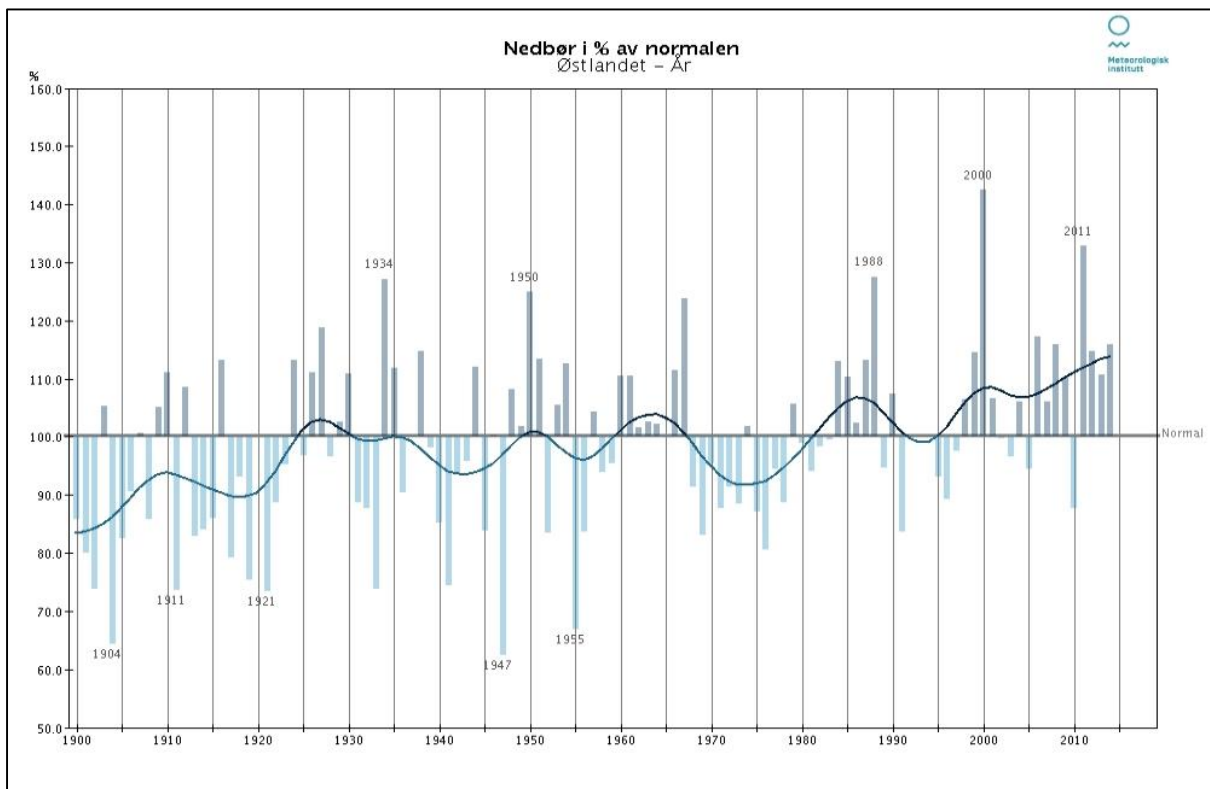
Figur 43: Sommarnedbøren på Austlandet 1900-2014. 1904, 1911, 1955, 1976 og 1983 skil seg ut med tørre somrar, medan 1924, 1939, 1950, 1960 og 2011 skil seg ut med våte somrar. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 44: Haustnedbøren på Austlandet 1900-2014. Frå 1900 til byrjinga av 1960-talet var det svært nedbørsfattige haustar. 1925, 1961, 1967, 1987 og 2000 skil seg ut med våte haustar. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 45: Vinternedbøren på Ausstlandet 1900-2014. Frå slutten av 1980-talet til i dag har det generelt vore våte vintrar, med 2014 som våtaste vinter. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 46: Årsnedbøren på Ausstlandet 1900-2014. Årsnedbøren har auka med rundt 20 prosent frå 1900 til i dag. Dei mest nedbørsrike åra var 1934, 1950, 1988, 2000 og 2011. Dei mest nedbørsfattige åra var 1904, 1911, 1921, 1947 og 1996. Ser ein på sesongnedbøren, viser datasettet store mellomårlege og sesongmessige variasjonar. Kjelde: Meteorologisk institutt.

Klimaprognosar

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 uvissar, 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.

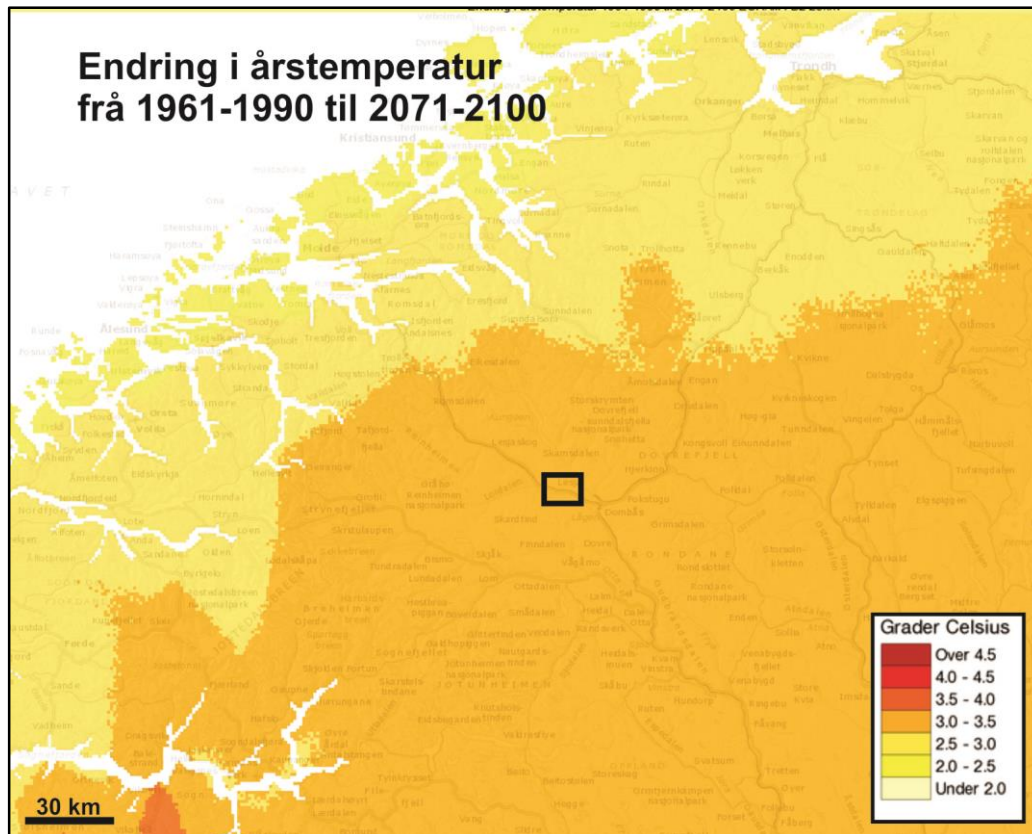
Miljøverndepartementet har offentleggjort prognosar for klimautvikling på Austlandet for dei neste 100 åra. Det kjem her fram at det truleg vil verte hyppigare tilfelle av intens nedbør og både gjennomsnittstemperatur og havnivå vil stige. Generelt kan ein seie at det er fare for jord- og steinras når 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 klimaprognosane tyder dette på at det på Austlandet 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 (<http://www.regjeringen.no/nn/dep/md>).

Tabell 5 syner framtidige temperatur- og nedbørendringar på Austlandet i 2050 og 2100. Tala syner temperatur- og nedbørendringar med låg, middels og høg framskriving i høve til perioden 1961-1990 (normalperioden). Framskrivingane kjem frå rapporten “Klima i Norge 2100”. Dei er basert på klimamodellar og er derfor usikre. Tala kan i følge Miljøverndepartementet brukast som eit hjelpemiddel når kommunane skal planlegge for framtidige klimaendringar (ROS-analysar, arealplanlegging m.m.).

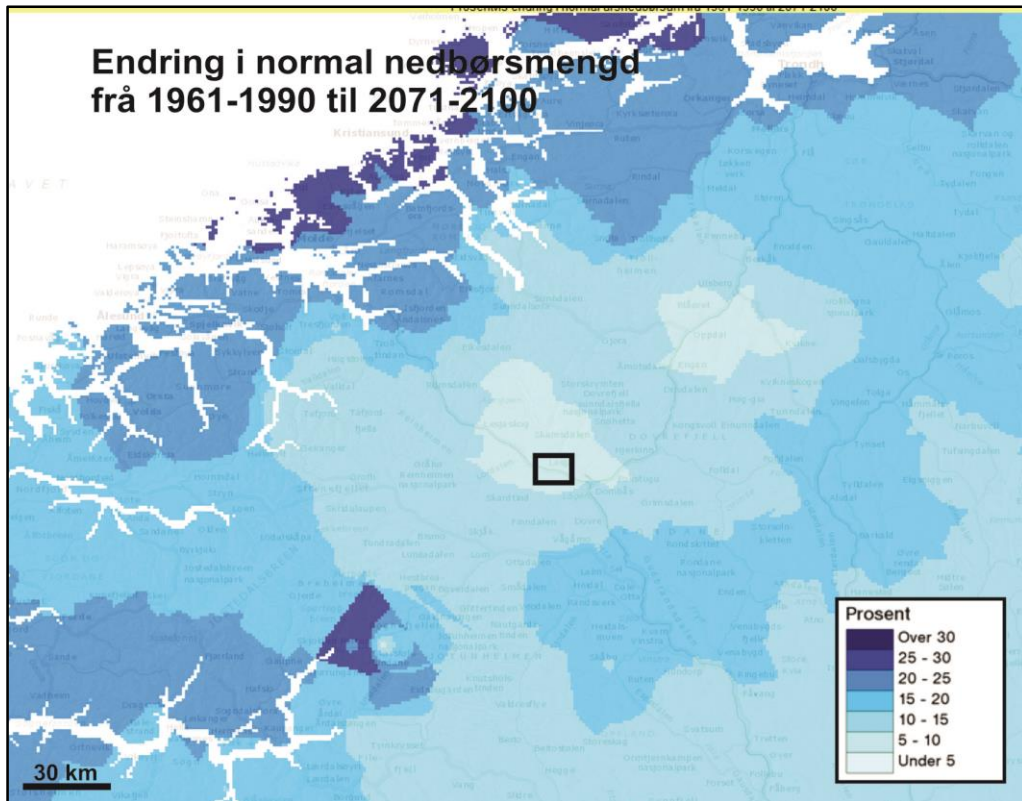
Tabell 5: Prognosar for temperaturendringar (°C) på Vestlandet og nedbørendringar (prosent) på Austlandet i 2050 og 2100 i høve til normalperioden 1961-1990. Lågt, middels og høgt estimat er oppgjevne. Kjelde: http://www.miljodirektoratet.no/no/Klimatilpasning_Norge/Temperatur--og-nedborendringer-2050-og-2100/.

Temperatur (°C)	2050			2100		
	Lågt est.	Middels est.	Høgt est.	Lågt est.	Middels est.	Høgt est.
År	+1,2	+1,9	+2,6	+2,3	+3,4	+4,8
Vinter	+1,5	+2,4	+3,5	+2,8	+4,5	+6,5
Vår	+1,1	+1,7	+2,5	+1,9	+3,2	+4,6
Sommar	+0,8	+1,3	+2,0	+1,5	+2,5	+3,8
Haust	+1,3	+1,9	+2,8	+2,5	+3,6	+5,1
Nedbør (%)						
År	+3,1	+6,7	+10,3	+5,6	+12,2	+18,8
Vinter	+7,0	+15,8	+21,6	+12,9	+28,9	+49,8
Vår	+2,9	+7,6	+15,5	+5,4	+14,0	+28,5
Sommar	-11,5	-2,4	+5,1	-21,0	-4,4	+9,4
Haust	+1,0	+8,2	+12,5	+1,8	+15,1	+22,9

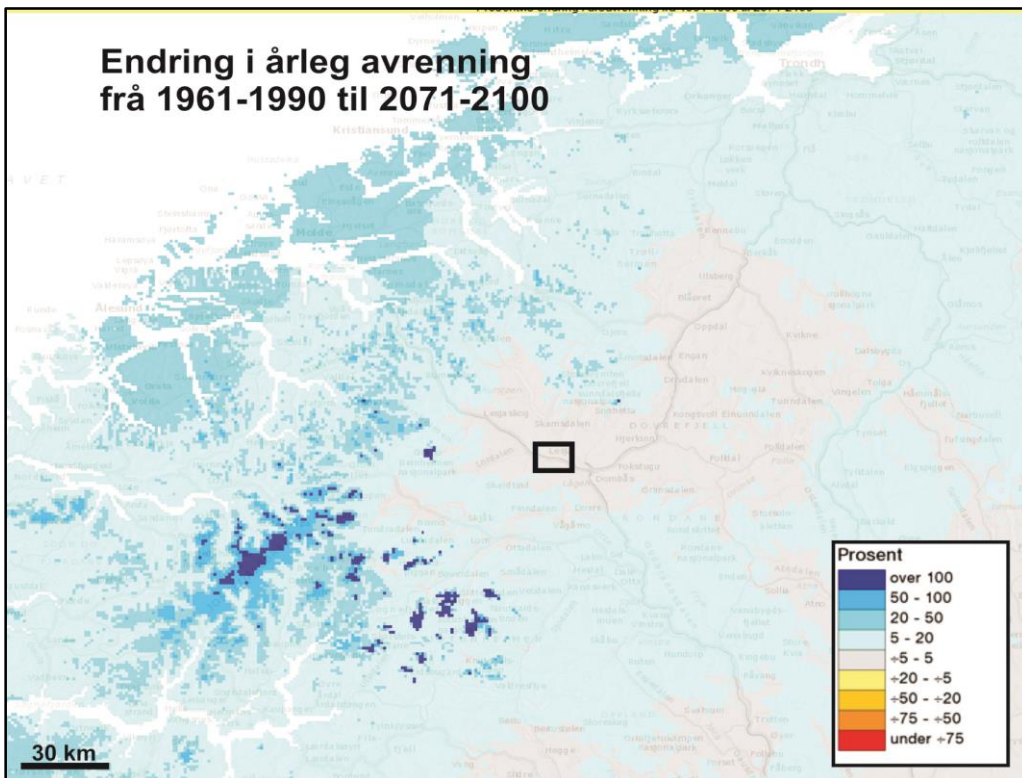
NVE og Meteorologisk institutt har målestasjonar for lufttemperatur, nedbør og avrenning ved Lesjaverk (611 m o.h.) og Dombås (572 m o.h. og 638 m o.h.) Desse stasjonane har mellom anna bidrege med datagrunnlag for klimaprognosar for framtida. Ved hjelp av den globale klimamodellen *ECHAM4/OPYC3*, frå Max-Planck-Institut für Meteorologie, den regionale klimamodellen *HIRHAM*, *IPCC SRES scenario B2* for drivhusgassar i atmosfæren og den hydrologiske modellen *HBV*, er det utarbeidd ein prognose for endringar i årstemperatur, nedbør, avrenning og snømengde frå den klimatiske perioden 1961-1990 til den klimatiske perioden 2071-2100 (for meir informasjon sjå <http://www.nve.no> eller <http://www.senorge.no>). Prognosane er vist på dei følgjande sidene.



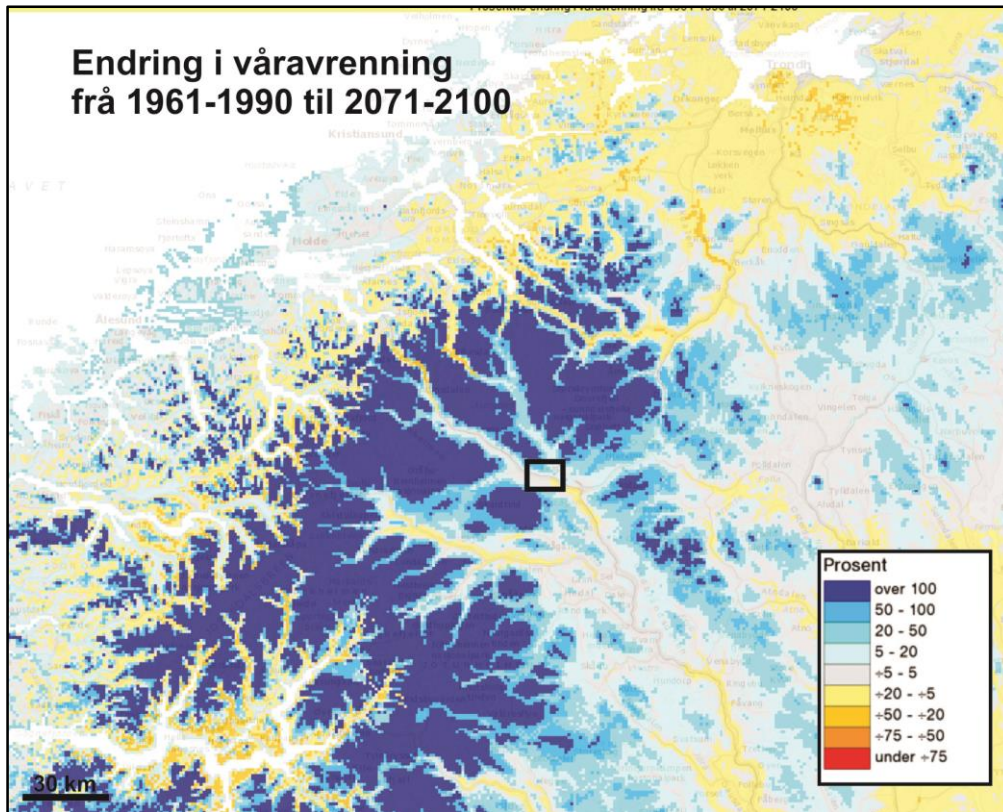
Figur 47: I følgje klimamodellen vil årstemperaturen på Lesja kunne stige med 3-3.5 °C frå normalen 1961-1990 til 2071-2100. Kjelde: Meteorologisk institutt.



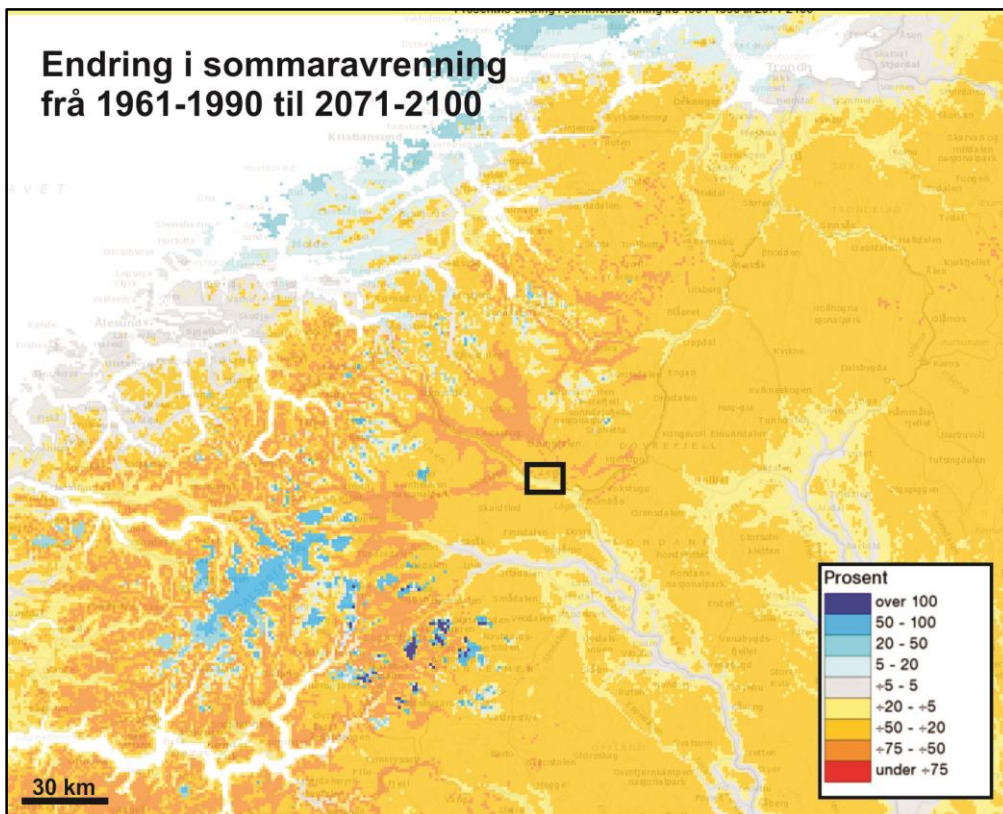
Figur 48: Normal årsnedbørssum på Lesja vil kunne stige med 10-15 % frå normalen 1961-1990 til 2071-2100. Kjelde: Meteorologisk institutt.



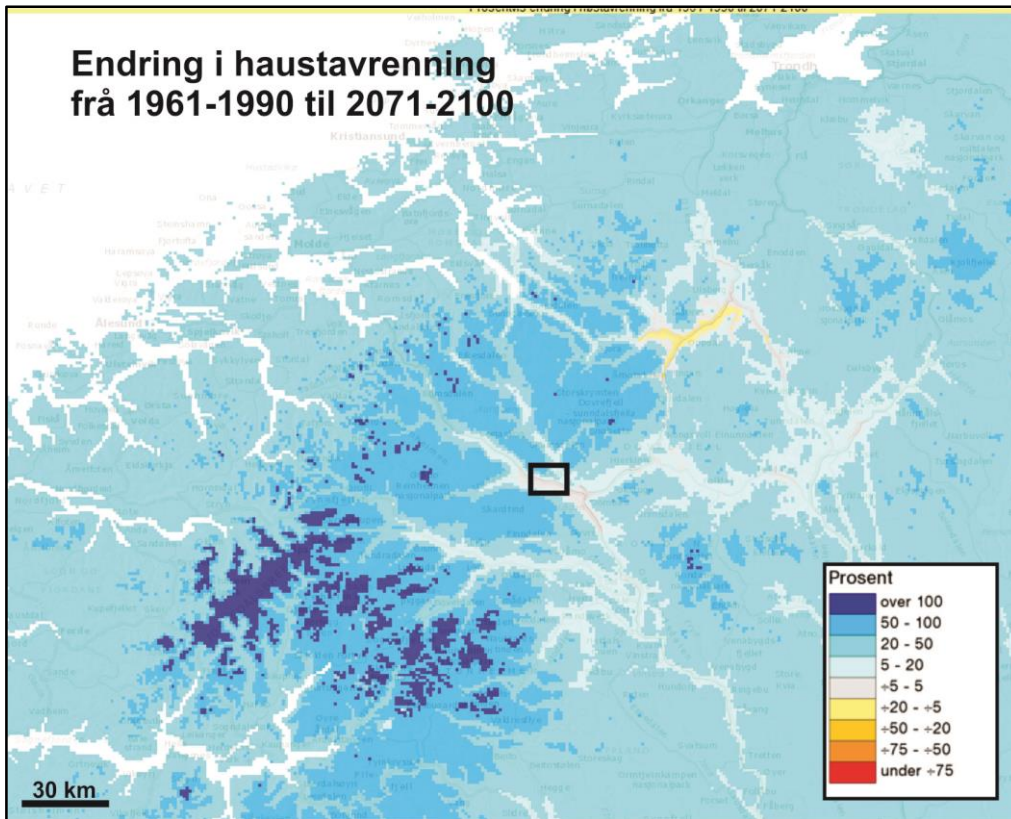
Figur 49: Den årlege avrenninga på Lesja er modellert til å halde seg på dagens nivå i framtida. Kjelde: Meteorologisk institutt.



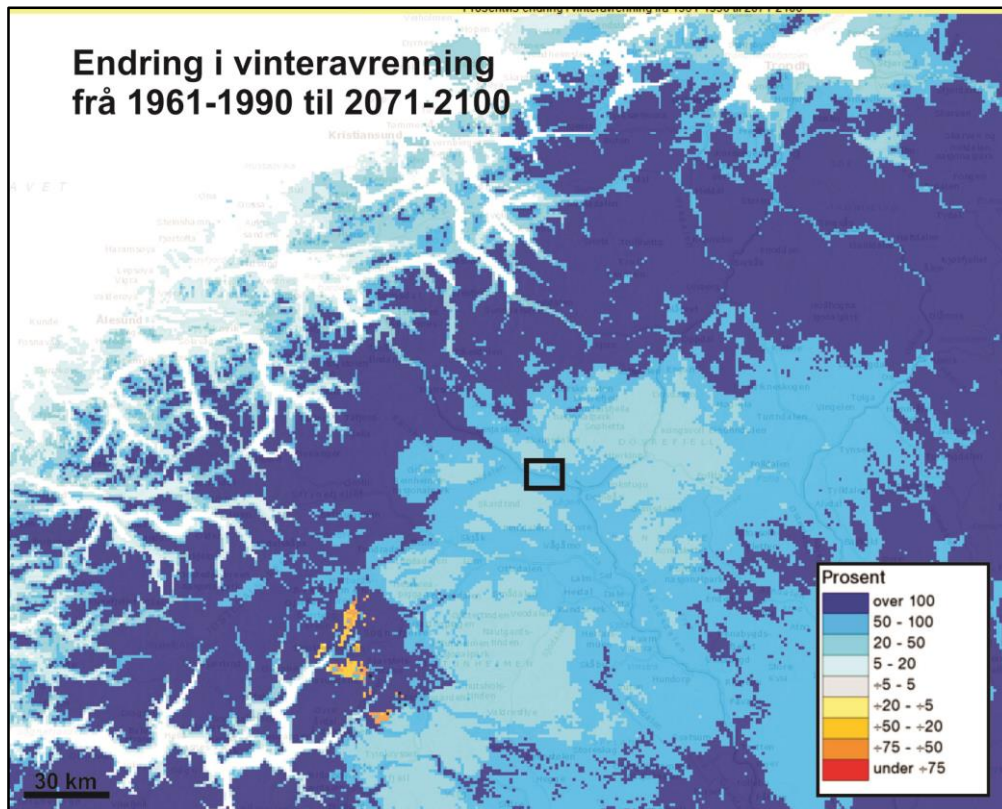
Figur 50: Våravrenninga vil i følge modellen halde seg på dagens nivå på Lesja, medan den kan auke opp mot 100 % frå normalen 1961-1990 til 2071-2100. Kjelde: Meteorologisk institutt.



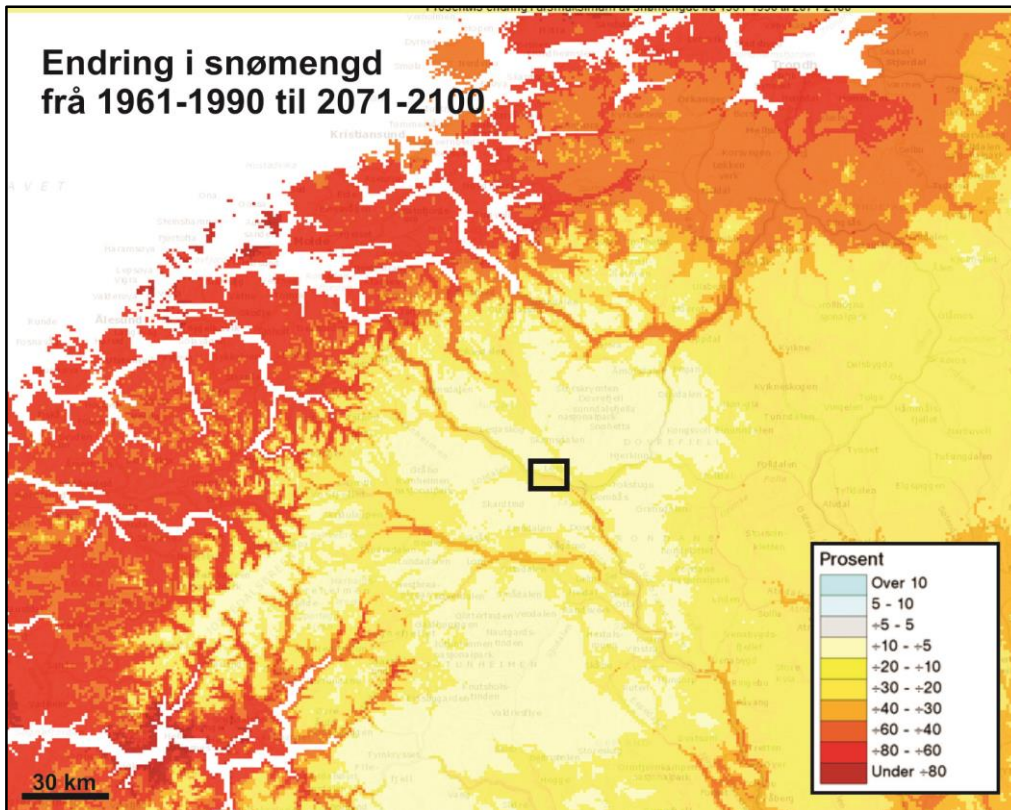
Figur 51: Om sommaren er avrenninga på Lesja i 2071-2100 forventa å minke med 5-50 % i høve til normalperioden 1961-1990. Kjelde: Meteorologisk institutt.



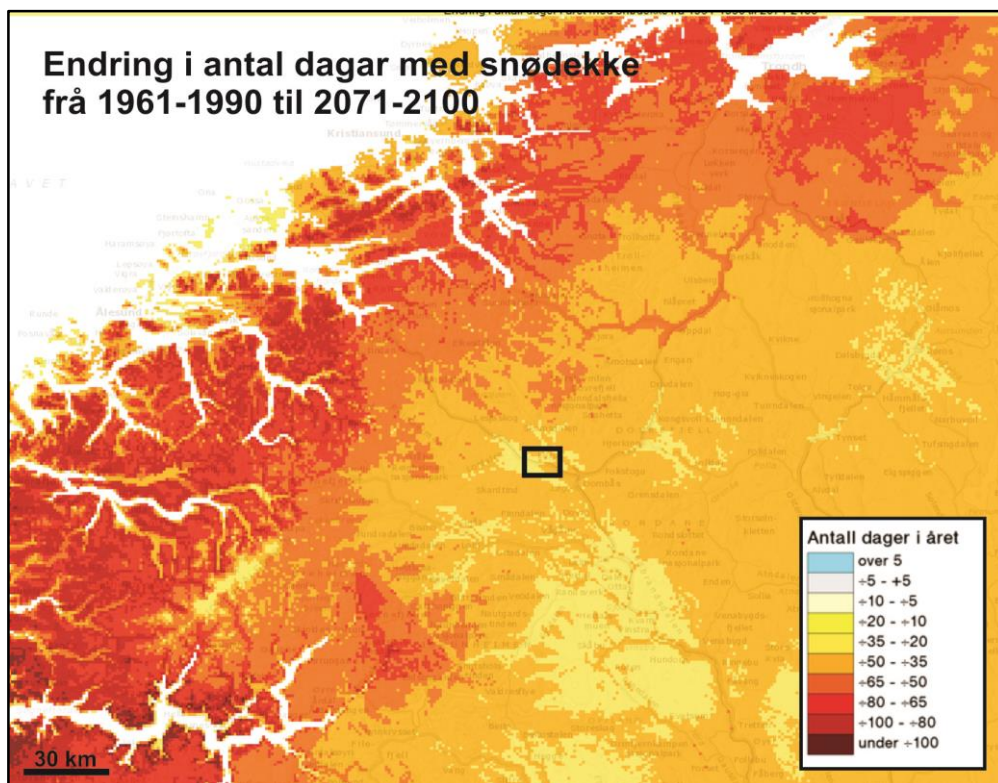
Figur 52: Haustavrenninga er modellert til å kunne auke med 5-100 % i 2071-2100 i høve til normalperioden 1961-1990. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 53: Vinteravrenninga vil i følgje modellen kunne med auke med 5 - 100 % frå normalen 1961-1990 til 2071-2100. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 54: I følgje klimamodellen vil årsmaksimum av snømengde i Oldedalen kunne minke med 5-30 % fram mot 2071-2100 i høve til normalperioden 1961-1990. Kjelde: Meteorologisk institutt.



Figur 55: Det vil i følgje modellen kunne bli 10 - 35 færre dagar i året med snødekke i undersøkjingsområdet fram mot perioden 2071-2100 i høve til normalperioden 1961-1990. Kjelde: Meteorologisk institutt.

VEDLEGG III – MODELLERING AV SKREDFARE

Det er vanleg å nytte seg av den såkalla *alpha-beta-metoden* ved kalkulering av utløpsdistansen til snø- og steinskred/-sprang (Derron, 2009). Det er blant anna tilsvarende modell Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) m.fl. har brukt til å gjere ei landsomfattande datamodellering av rekkevidda for skred, presentert på <http://www.skrednett.no>. Alpha-beta-modellen er imidlertid manuell. Fordelen med dette er at ein gjerne kan bruke kart med høgare oppløysing enn dei regionale karta som er brukte i aktsemdskarta på skrednett.no, og resultatet kan difor bli meir nøyaktig. Alpha-beta-metoden tek likevel ikkje omsyn til lokale faktorar som berggrunn, lausmassar, vegetasjon, klima og snøtypar, og bør difor berre sjåast på som rettleiande i ei skredfarevurdering. Ein bør med andre ord ikkje nytte desse utrekningane som meir enn eit nyttig supplement til feltobservasjonane og tolkingane som vart presentert i Kapittel 5.

Metoden er basert på statistiske utløpsdistansar til stein- og snøskred over heile landet, i forhold til fallvinkelen ved utløysingspunktet og avsetjingspunktet (Derron, 2009). Eit potensielt utløysingspunkt, punkt A, vert plukka ut og skredbana vert skissert langs eit profil frå dette punktet (Figur 56). Langs dette profilet lokaliserer ein punktet der hellinga vert så låg at skred byrjar å tape vesentleg energi og avsetjast; 23° for steinsprang (Derron, 2009) 10° for snøskred (Lied & Kristensen, 2003) og 20° for lausmasseskred (NGI, 2014). Dette punktet kallast punkt B. Vinkelen *beta* (β) er definert som hellinga på linja AB. Vinkelen *alpha* (α) viser utløpsdistansen for skredet, og vert rekna ut frå beta ved hjelp av ein empirisk utarbeidd formel: $\alpha = m * \beta + n$, der m og n er empiriske koeffisientar. Rekkevidda for skredutløp er gjeve ved:

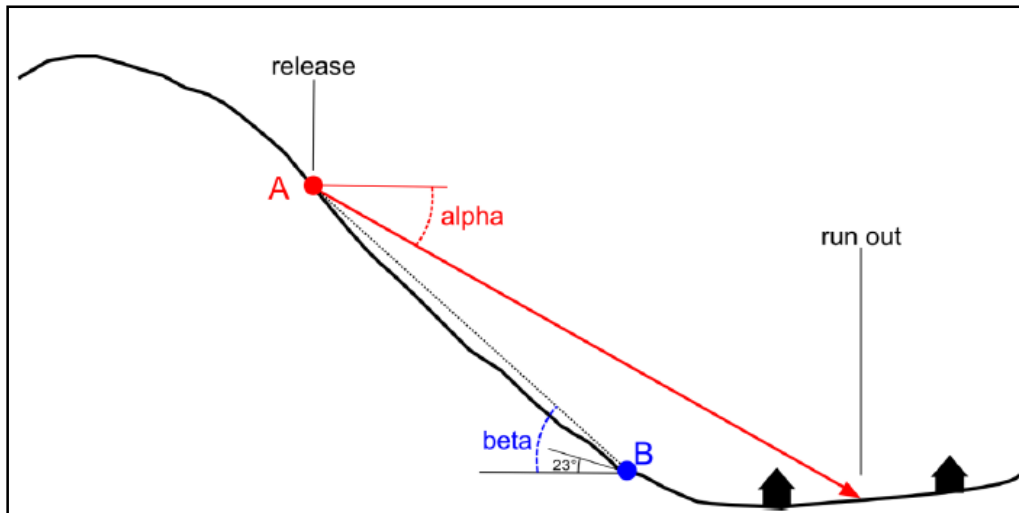
$$\text{For steinsprang: } \alpha = 0,77\beta + 3,9^\circ$$

$$\text{For snøskred: } \alpha = 0,96\beta - 1,4^\circ$$

$$\text{For lausmasseskred: } \alpha = 0,96\beta - 4^\circ$$

β er vinkelen mellom utløpspunktet (A) og punktet der fallet vert mindre enn høvesvis 23/10/20° (pkt. B) for skredtypane ovanfor,

α er vinkelen mellom utløpspunktet (A) og maksimal rekkevidde for steinsprang, snøskred og lausmasseskred.



Figur 56: Prinsippet for alpha-beta-metoden. Eit potensielt utløysingspunkt (punkt A) vert plukka ut og skredbana vert skissert frå dette til skråninga når under ein gjeven vinkel for avsetjing (her 23° for steinsprang). Vinkelen beta målt mellom ei horisontal linje og linja AB. Vinkelen alpha viser utløpsdistansen for skredet, og vert deretter funnen v.h.a. ein empirisk utarbeidd formel: $\alpha = m * \beta - n$, der m og n er empiriske koeffisientar (Derron, 2009).

α -vinkelen ein får som resultat av alpha-beta-metoden har eit standardavvik (S) på 2,16° for steinsprang, 2,3° for snøskred og 1,5° for lausmasseskred. Ved å trekke frå eitt standardavvik frå α -vinkelen vert resultatet noko meir konservativt. Desse modellerte utløpsdistansane vert så diskutert opp mot observasjonar vi gjer i felt (Vedlegg 5.2.).

VEDLEGG IV – 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 utløyast 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 utløyning 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 øydeleggende. Massestraumar og flaumskred er føresaka av store mengder overflatevatn grunna ekstreme nedbørmengder 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 sprekkar og utvidar seg og dermed sprengjer 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 områder 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 vær, 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 utgjør 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 uvanlege 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 fjellssidene 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).