

Skred utløyst under uvêret Loke 14. november 2005



Foto: Svein Helge Frækaland – skred mellom Erdal og Lærdal.

Stein Bondevik og Asbjørn Rune Aa
Avdeling for ingeniør- og naturfag, september
2014



TITTEL Skred utløyst under uvêret Loke 14. november 2005	NOTATNR. 4/14	DATO 15.9.2014
PROSJEKTTITTEL	TILGJENGE	TAL SIDER
FORFATTAR Stein Bondevik og Asbjørn Rune Aa	PROSJEKTLEIAR/-ANSVARLEG Stein Bondevik	
OPPDRAGSGJEVAR Vestlandsforskning	EMNEORD Jordskred, utløysing av skred, ekstremnedbør	
SAMANDRAG <p>Det er ein nær samanheng mellom utløysinga av jordskred og utviklinga av regnstormen Loke 14. november i 2005. Regnvêret kom innover Vestlandet frå nordvest og gjekk mot sør og aust. Jordskreda vart utløyste før klokka 09 nord for Sognefjorden og etter klokka 09 sør for Sognefjorden og i indre strøk, alle stader 4-5 timar etter den mest intense nedbøren kom. Det kom om lag 60 mm nedbør, eller > 5 mm/time i 10-11 timar før skreda vart løyste ut. Dette er 3-5 % av årsmiddelet for nedbør på dei ulike lokalitetane. Smelting av snø var ikkje nokon vesentleg faktor for utløysing av skreda, med unntak av indre strøk og i dreneringsområda over 500-600 m o.h. I alt gjekk det 139 skred i denne stormen på Vestlandet og dei utgjer ein del av datagrunnlaget for jordskredsvarslingsmodellen til NVE for Vestlandet. Denne rapporten er ein del av resultatata frå prosjektet AREALKLIM – i regi av vestlandsforskning.</p>		
PRIS	ISSN 0806-1696	ANSVARLEG SIGNATUR

Innhold

Samandrag	1
Innleiing.....	3
Vêret den 14. november 2005	4
Fordelinga av skred geografisk og på tid	8
Nedbørsmengder, nedbørintensitet og tidspunkt for jordskred.....	10
Konklusjonar	11
Referansar:.....	11

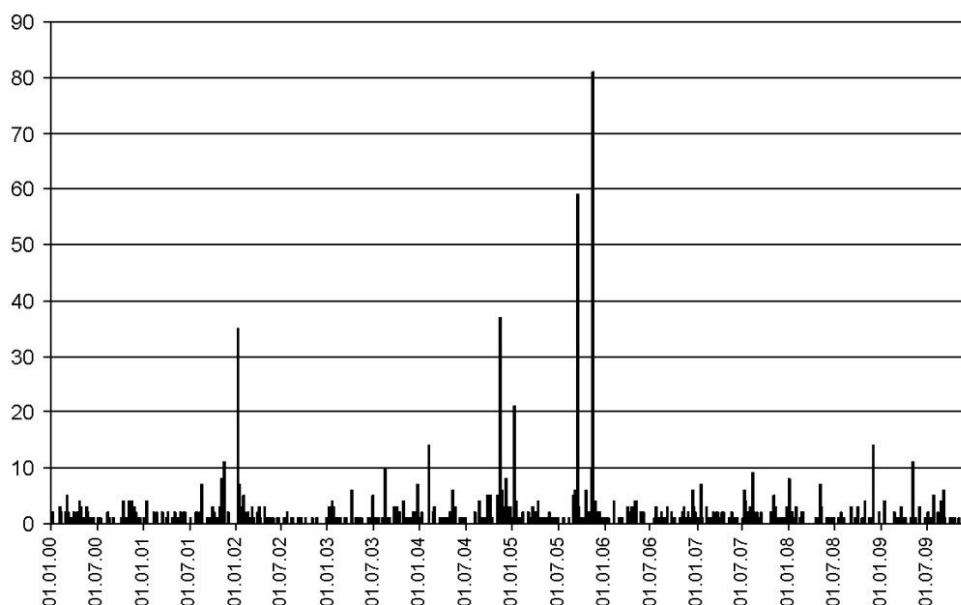


Figur 1: Eit av dei mange jordskreda som gjekk under Loke-stormen 14. november i 2005. Dette sopte vekk vegbana mellom Fodnes og Årdalstangen i 12-tida (pers. med Svein-Helge Frækaland) (Foto Eirik Thue, side 8-9 i Sogn Avis 16/11-2005).

Innleiing

Uvêret Loke, den 14. november 2005, er den hendinga som i nyare tid har løyst ut flest jordskred i Noreg (Figur 1 & 2). I denne rapporten vil me sjå nærare på utviklinga av skredhendingane i dette døgeret i forhold til vêret. I alt har me registrert at det gjekk 139 skred i denne stormen (data frå skrednett.no, eigne avisutklypp og nettsøk). Jordskred gjorde store skader på bustader i Bjerga i Fjaler, Berstad i Stryn, Kjelsneset i Jølster, Bakkereino på Voss, Molde i Lærdal og Hetlebakkvegen i Åsane, der ein person omkom. Skred i denne hendinga, saman med dei som kom under uvêret Kristin (14. og 15. september, også i 2005), utgjer skreda som er brukte som grunnlagsdata for modellen til NVE på jordskredvarsling på Vestlandet (Boje & Colleuille, 2013).

Me har prøvt å finne svar på den geografiske fordelinga av skreda i høve til utviklinga av uvêret og kva tid skreda vart utløyst i høve til nedbøren. Me har funne data om vêret frå eklima (Meteorologisk institutt), skrednett.no for opplysningar om skreda, samt avisutklypp og intervju.



Figur 2: Tal på jordskred (flaum-, lausmasse- og jordskred) over veg registrert pr. dag frå 1.1.2000 til 31.12.2009 (Fig. 19 i Bjordal & Helle, 2011). Loke er hendinga med flest jordskred i Noreg i dette tidsrommet.

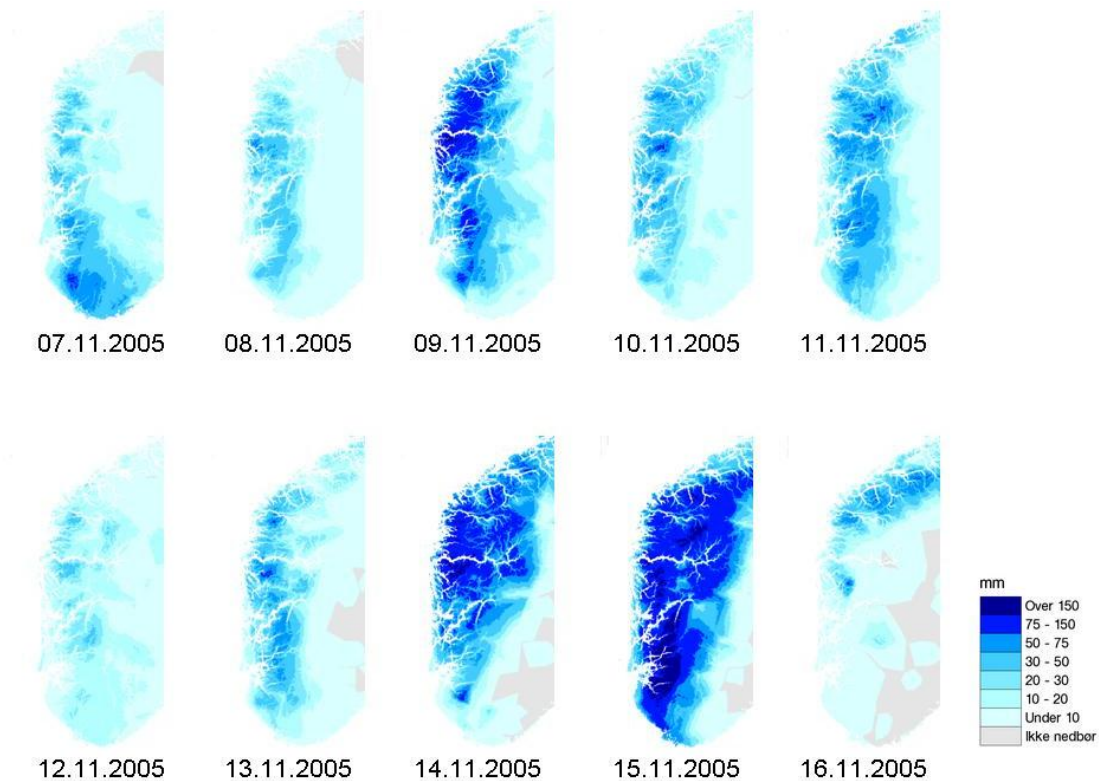
Vêret den 14. november 2005

Loke var ein kraftig regnstorm og vart definert som ei ekstremvêrhending. Det vil seia at store område – minst eitt fylke – blir påverka og at det her kan føra til skade på liv og verdiar. Dei største nedbørmengdene kom i midtre strøk, eit stykke inn frå kysten, der det fleire stader vart registrert over 200 mm på 24 timar (Grønås & Olseth, 2005). På grunn av sterk vind trekte nedbøren seg heilt inn til indre strøk på Vestlandet.

Dei fleste meteorologiske stasjonane måler nedbøren ein gong i døgeret (kl 0700 -UTC+1 time), og dette gir diverre eit noko misvisande bilete av nedbørsutviklinga under stormen. Alle skreda går den 14/11, men ut frå nedbørsdata målt kvar 24. time så ser det ut som at mesteparten av nedbøren kjem dagen etterpå, den 15/11 (Figur 3). Dette stemmer ikkje. Eit døme som illustrerer dette er nedbørsstasjonen Stryn-Kroken, som på 24 timar, frå kl. 00 til kl. 24 den 14/11, registrerte 96 mm nedbør, medan det den 15/11 kom berre 14,2 mm (Figur 4). Dersom nedbøren her hadde vorte målt slik som for dei vanlege stasjonane - kvar morgon kl 07- ville ein ha registrert 67,4 mm den 14/11 og 43,9 mm den 15/11. Nedbørmengdene målt ein gong i døgeret underestimerer nedbøren som kom same dagen som skreda gjekk sidan ein del av nedbøren som løyste ut skreda kom etter kl 07 den 14/11. Regnstormen var i stor grad over ca kl 13 den 14/11, og etter det kom det berre mindre mengder med regn (Figur 4 og 5).

Frå Sogn og Fjordane og Hordaland fanst det fire offisielle nedbørsstasjonar som målte nedbøren kvar time under stormen, og dette gir eit meir nøyaktig bilete på korleis nedbøren kom den dagen. Stasjonane er Stryn-Kroken (met.nr. 58900), Fureneset, Fjaler (56420), Vangsnes, Vik (53101) og Bergen-Sandsli (50480) (Figur 6). Alle nedbørskurvane syner ei tilnærma klokkeforma ("bell curve") fordeling med

eit tidleg maksimum som vart nådd 6-7 timar etter at det byrja å regna samanhengande. Totalt varde nedbøren i stormen 12-14 timar (Figur 4 og 5).

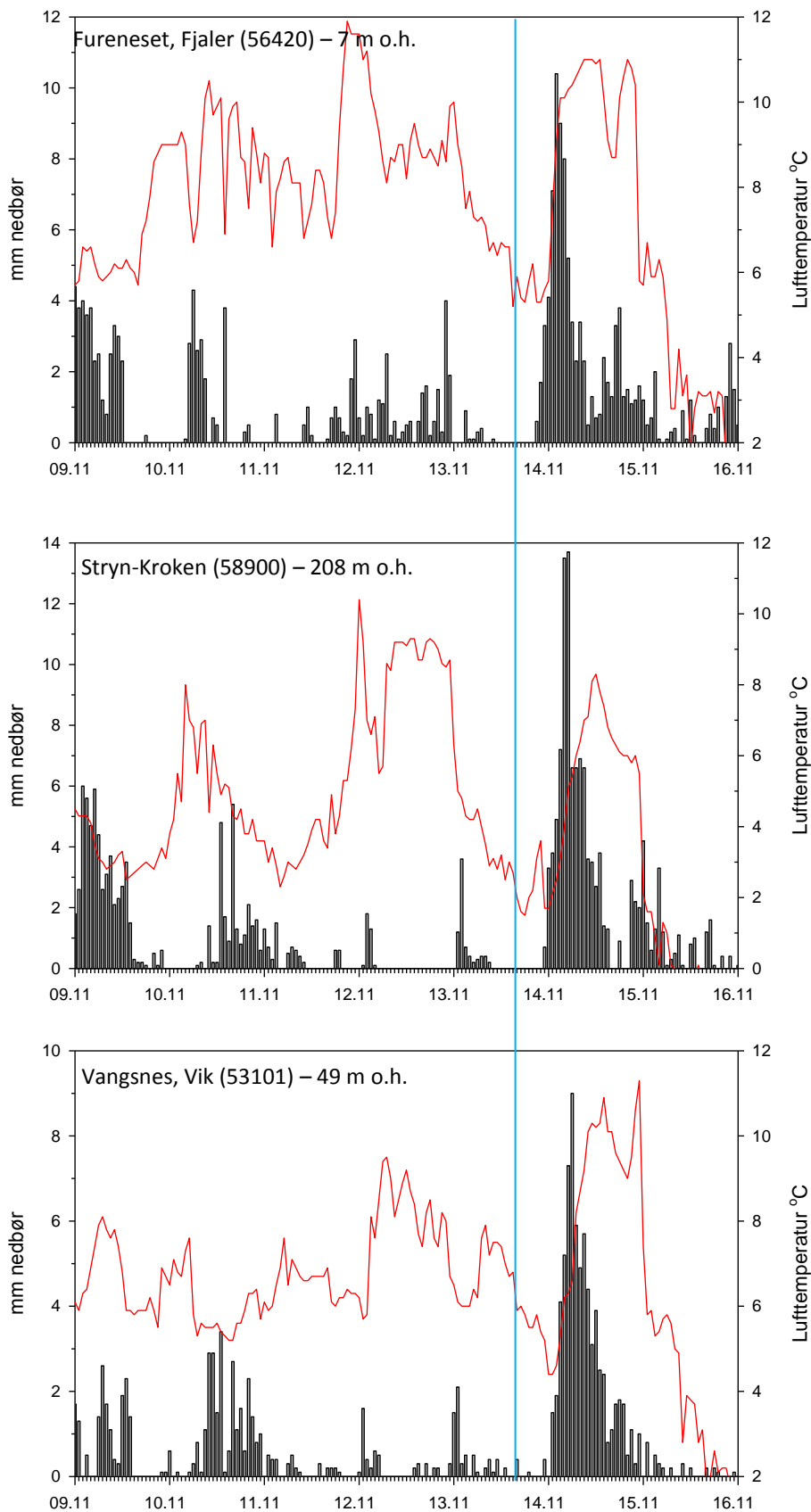


Figur 3: Fordelinga av nedbør frå www.senorge.no basert på nedbørsstasjonar frå meteorologisk institutt frå den 7/11 til 16/11. Ut frå dette ser me at det er registrert mest nedbør den 15/11, men i realiteten kom mesteparten av nedbøren den 14/11. Det er òg verd å merka seg at det vart målt ein god del nedbør den 9/11 – som truleg hadde bløytt opp jorda med vatn i ytre og midtre strøk - ei veke før hendinga.

Regnvêret kom innover Vestlandet frå nordvest. Det nådde kysten først nord for Sognefjorden og gjekk deretter i austleg og sørleg lei. I høve til gjennomsnittleg årsnedbør og månadsnedbør i november kom det relativt sett mest nedbør i midtre og indre strøk (Tabell 1).

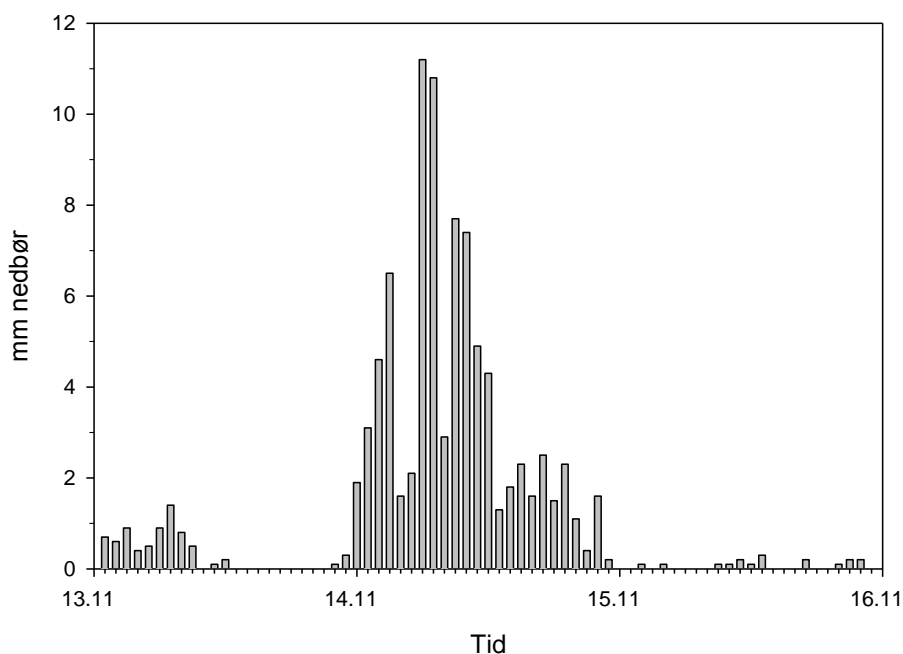
Av stasjonane som målte nedbøren kvar time kom maksimum først på Fureneset i Fjaler (Figur 4) med 10,4 mm/t kl 02 (Tabell 1 og Figur 4). Nedbørmengder > 7 mm/t kom frå midnatt til kl 04. Deretter kjem Stryn med maksimum på 13,5 mm kl 04 og 13,7 mm/t kl 05. Nedbørmengder > 6 mm/t vart registrert frå kl 03 til kl 09 (7 timar). Vangsnes og Bergen er om lag like på tida; Vangsnes har maksimum på 9,0 mm/t kl 06 og har > 4,5 mm/t mellom kl 04 og 09 (Figur 4). Bergen har også maksimum kl 06 på 11,2 mm/t og 10,8 mm kl 07 (Figur 5). Etter at den maksimale nedbørintensiteten vart nådd regna det kraftig men minkande dei neste 7-8 timane på alle stasjonane (Figur 4 og 5).

Skred utløyst under uvêret Loke 14. november 2005



Figur 4 (over): Raud line er lufttemperatur, mørke grå boksar er nedbør pr. time. Ei blå line er trekt gjennom midnatt den 14. november for lettare å samanlikna tidspunktet for nedbørstoppen for dei ulike stasjonane.

Smelting av snø i dreneringsområdet for skreda kan vera ein kritisk faktor for tilførsle av vatn, men det ser ikkje ut til at det var kome snø eller kom særleg mykje snø den 14/11. Dei meteorologiske stasjonane Hafslø, Luster (55550 – 246 m o.h.) og Veitastrond, Luster (55670 – 172 m o.h.) i indre Sogn registrerte 5 cm og 10 cm snø på bakken den 14/11 og nedbørstypen regn, sludd og snø. Stasjonar i noko høgare terreng som Selseng, Sogndal (55730 – 421 m o.h.), Borlo, Lærdal (54500 – 502 m o.h.) og Brandset, Voss (53180 - 460 m o.h.) registrerte berre regn. Mjølfjell, Voss (51800 - 695 m o.h.) og Maristova, Lærdal (54600 - 806 m o.h.) har 2 cm snø på bakken, medan Jordalen –Nåsen, Voss (53160 – 614 m o.h.) registrerte 25 cm snø den 14/11. Ingen av desse stasjonane hadde snø på bakken i veka før den 14/11.



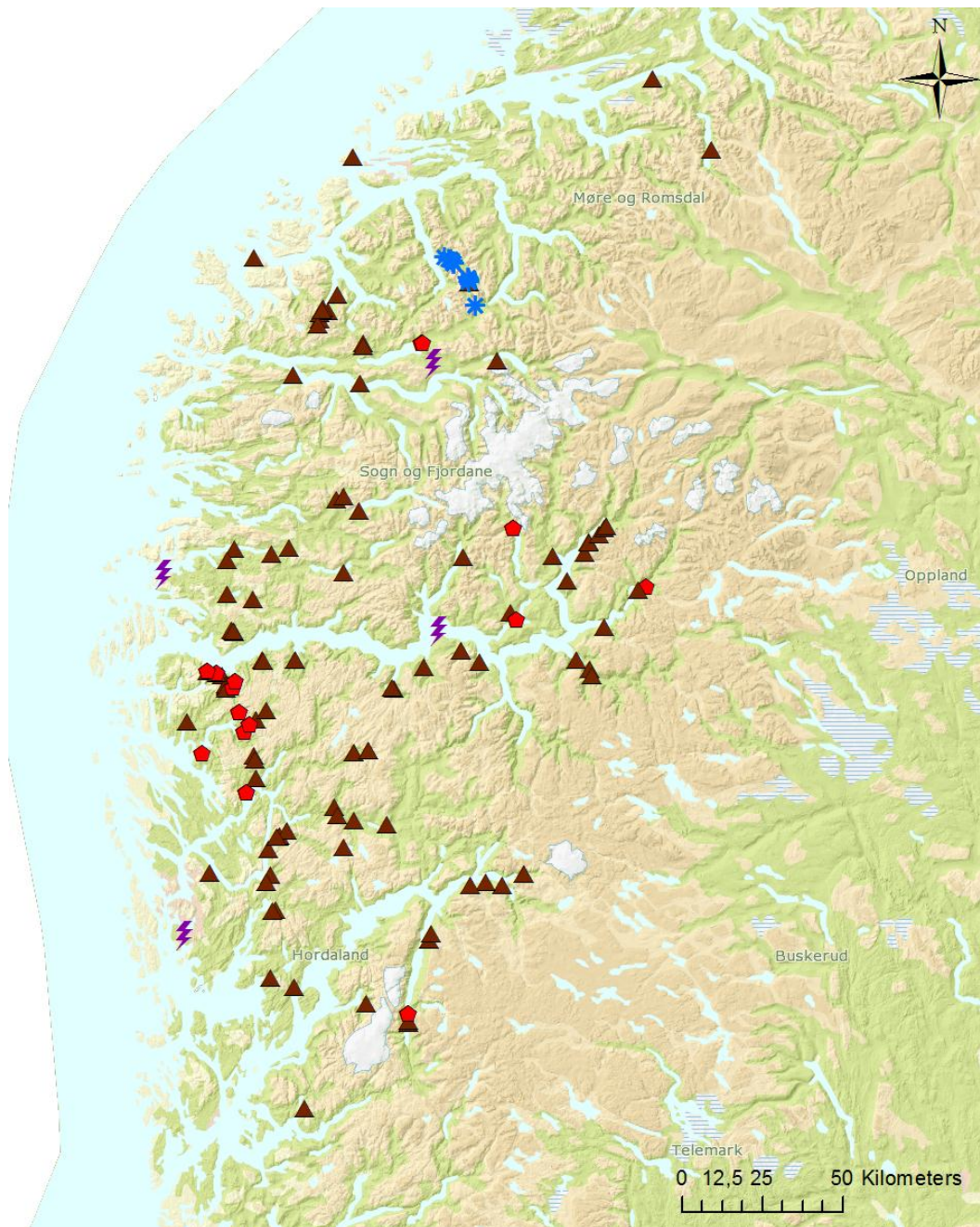
Figur 5: Timesnedbør frå Bergen-Sandsli (50480, 45 m o.h.).

Smelting av snø i dreneringsområdet for skreda kan vera ein kritisk faktor for tilførsle av vatn, men det ser ikkje ut til at det var kome snø eller kom særleg mykje snø den 14/11. Dei meteorologiske stasjonane Hafslø, Luster (55550 – 246 m o.h.) og Veitastrond, Luster (55670 – 172 m o.h.) i indre Sogn registrerte 5 cm og 10 cm snø på bakken den 14/11 og nedbørstypen regn, sludd og snø. Stasjonar i noko høgare terreng som Selseng, Sogndal (55730 – 421 m o.h.), Borlo, Lærdal (54500 – 502 m o.h.) og Brandset, Voss (53180 - 460 m o.h.) registrerte berre regn. Mjølfjell, Voss (51800 - 695 m o.h.) og Maristova, Lærdal (54600 - 806 m o.h.) har 2 cm snø på bakken, medan Jordalen –Nåsen, Voss (53160 – 614 m o.h.) registrerte 25 cm snø den 14/11. Ingen av desse stasjonane hadde snø på bakken i veka før den 14/11.

Me trur at noko av den tidlegaste nedbøren under stormen kan ha kome som snø i høgda i indre strøk, og at denne smelta med den raske temperaturauken som kom med dei store nedbørsmengdene i dei neste timane. I Stryn-Kroken (208 m o.h.) gjekk lufttemperaturen frå 1,7°C ved kl 00 til 7°C kl 09 når skredet gjekk på Berstad (skredet utløyst 675 m o.h.). Det betyr at noko av den tidlegaste nedbøren øvst i dreneringsområda (over ca 500 m o.h.) smelta samstundes som det mest intense regnvêret kom. Dette kan ha gitt noko høgare avrenning pr time, med ei større opphoping av vatn og ei raskare stigning av grunnvatnet. Men konklusjonen vert at lite av tilsiget av vatn kom frå snøsmelting.

Fordelinga av skred geografisk og på tid

Dei fleste skreda i analysen vår er registrerte i den nasjonale databasen for skredhendingar (www.skrednett.no), men opplysningar om klokkeslettet for skredhendingane er mangelfulle, og for alle skred manglar opplysningar om areal, volum og rekkevidde. Eit anna problem er at skred som ikkje kryssar veg eller jarnbane ofte ikkje vert registrert i databasen. Ingen skred frå kommunane Lærdal og Årdal i denne hendinga ligg på skrednett, sjølv om mange av dei stengde vegar og gjekk mot hus. Skredet mellom Årdalstangen og Fodnes, som reiv bort vegen så det måtte setjast inn ferje (Figur 1), er til dømes ikkje registrert på skrednett. Ut frå dette er det god grunn til å tru at mange skred ikkje er registrert i databasen, spesielt gjeld dette for skred som ikkje har treft veg. Basert på avisutklypp har me lagt til 9 skred i databasen vår.



Figur 6: Plott av skred som gjekk den 14. November i 2005. Brun trekant er jordskred, raud femkant er steinsprang, blå stjerne er snøskred og lilla "lyn" er vêrstasjonar som målte nedbøren kvar time.

I alt har me registrert 139 skred, av desse er 103 jord-, flaum- og lausmasseskred, 21 steinsprang og 15 snøskred (Figur 6). For 88 av desse er det registrert klokkeslett for observasjonane. Det betyr at skreda må ha hendt før eller seinast ved det registrerte tidspunktet. For eksempel er mange skred registrerte kl 07, truleg betyr det at desse skreda har hendt ein gong i laupet av natta og vart oppdaga om morgonen.

Det er ein samanheng mellom utviklinga av regnstormen og tidspunkt og lokalisering av jordskreda. Ingen jordskred er registrert etter kl 10 nord for Sognefjorden, men 11 jordskred er utløyste sør for Sognefjorden etter kl 10 i midtre og indre del av Vestlandet. Det gjekk skred på Vangsnes kl 11 (Tabell 1), i Lærdal kl 12 (Molde, Kvernhusgjelet, pers. med Kari Bakken) og kl 12 på vegen mellom Fodnes og Årdalstangen (pers. med Svein Helge Frækaland, Statens vegvesen). I tidrommet kl 00-06 vart 6 jordskred utløyste nord for Sognefjorden, og eit langs sørsida av Sognefjorden, men ingen jordskred vart i dette tidsrommet registrert lenger sør. Dette stemmer godt med utviklinga av regnvêret, som først kom nord på kysten av Sogn og Fjordane og gjekk vidare austover og sørover (Figur 3, 4 og 5).

Ingen steinsprang er registrerte etter kl 0700. Det betyr at steinspranga generelt vart utløyste før jordskreda i regnstormen. Truleg skuldast dette at det tek kortare tid å få auka vasstrykket i fjellsprekker enn i jord. Det kan også henda at det intense regnet vaskar bort støtta omkring utsette blokker slik at dei rasar ut.

Nedbørsmengder, nedbørintensitet og tidspunkt for jordskred

I gjennomsnitt regnar det nesten 60 mm før jordskreda vert utløyste på alle lokalitetane i Tabell 1. Denne nedbøren kom i laupet av 10 timar og eit snitt pr. time vert difor 6 mm ($5,76 \pm 1,0$ mm). Dette utgjør 30-40 % av den gjennomsnittlege nedbøren for november månad og 3-5 % av årsmiddelet (Tabell 1). NVE (NVE, 2011) har ein tommelfingerregel som seier at dersom meir enn 8 % av årsnedbøren kjem på eitt døger er det fare for jordskred. Estimata våre tyder på at jordskred vert løyste ut når ca. 4 % av årsmiddelet kjem i laupet av 10 timar eller det regnar > 5 mm/time i 10 timar.

Ein anna observasjon er at det gjekk 4,5 timar etter at regnstormen var på det mest intense til jordskred vart utløyst. Det betyr at sjølv om nedbøren er avtakande etter eit slikt maksimum er faren for jordskred aukande. Dette skuldast at poretrykket i bakken aukar sjølv etter at det har slutta å regna og det tek ei tid før det minkar att og faren er over.

Grunnen til at det prosentvis kom mindre nedbør på kysten før skred vart utløyste (Fjaler 3,17 % og Bergen 2,89 % av årsmiddelet) kan vera at det her kom store mengder nedbør registrert den 9. november (Figur 3). Dette kan ha auka grunnvasstanden og vassmetta jorda slik at det var mindre som skulle til før ein nådde opp til terskelverdiar for utløysing av skred her. Til samanlikning kom det 4,84 % av årsmiddelet på Vangsnes i midtre Sogn (Tabell 1).

Konklusjonar

- Det er ein nær samanheng mellom utløysinga av jordskred og utviklinga av regnstormen Loke. Regnvêret kom innover Vestlandet frå nordvest og gjekk mot sør og aust. Jordskreda vart utløyste først nord for Sognefjorden (Jølster: 07:45-08:00; Fjaler: 08:00-09:00; Stryn: litt før 09:00) - så sør for Sognefjorden og i indre strøk (Åsane: litt før 09:00; Vik: 11-tida, Lærdal: ca kl 12 og ved Naddvik i 12-tida).
- Det kom om lag 60 mm nedbør, eller > 5 mm/time i 10-11 timar før skreda vart løyste ut. Dette utgjer om lag 3-5 % av årsmiddelet for nedbør på dei ulike lokalitetane.
- Smelting av snø var ikkje nokon vesentleg faktor for utløysing av skreda, med unntak av indre strøk og i dreneringsområda over 500-600 m o.h

Referansar:

Grønås, S & Olseth, J.T (2005): Ekstremnedbør på Vestlandet. Kronikk i Bergens Tidende. (<http://www.bt.no/meninger/kronikk/article222333.ece>)

Bjordal, H & Helle, T.E (2011): Skred og flom på veg, VD-rapport 5. Statens vegvesen.

Boje, S & Colleuille, H (2013): Notat til Statens Vegvesen: Bruk av indeksskart i xgeo.no for vurdering av jordskredfare.

Medgard, T.H & Osland, O.S (2013): Undersøkelser av to skredhendelser, en i Stryn og en i Jølster, som følgje av stormen Loke i 2005. Bacheloroppgave ved Høgskulen i Sogn og Fjordane.

NVE, 2011. *Delrapport jordskred og flomskred*.

<http://webby.nve.no/publikasjoner/rapport/2011/rapport2011_16.pdf> [Sist besøkt: 21. november 2013].