



Flom- og skredhendelser i Gudbrandsdalen

Naturfareprosjektet: Delprosjekt 5.3 Hendelser og
kostnader

123
2015



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 123-2015

Flom- og skredhendelser i Gudbrandsdalen

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Maria H. Olsen

Forfattere: Maria H. Olsen, Agathe A. Hopland, Steinar Myrabø, Per Viréhn og Per A.Glad.

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: P.O.D

Forsidefoto: Steinar Myrabø

ISBN 978-82-410-1175-7

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Denne rapporten beskriver flomhendelsene i Gudbrandsdalen i 2011, 2013 og 2014. Det er fokusert på seks pilotfelt i Gudbrandsdalen. Kloppa, Brandrudsåa og Fåvang som ble sterkt påvirket av flommene i 2011 og 2013, og Åretta, Bæla og Skurva som fikk store skader under flommen i 2014. Rapporten beskriver skadepunkter, årsak til skadene, menneskelig påvirkning, gjennomførte tiltak etter flomhendelsen og samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til flomhendelsen.

Emneord: Flomhendelse, samfunnsøkonomi

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Innhold

1	Sammendrag	1
2	Bakgrunn	1
3	Feltegenskaper	2
3.1	Pilotfelt i Gudbrandsdalen.....	2
3.1.1	Kloppa	4
3.1.2	Brandrudsåa.....	5
3.1.3	Fåvang	6
3.1.4	Åretta.....	7
3.1.5	Bæla.....	8
3.1.6	Skurva.....	9
4	Hendelsene	10
4.1	2011.....	10
4.2	2013.....	10
4.2.1	Kloppa	10
4.2.2	Brandrudsåa.....	15
4.2.3	Fåvang	19
4.3	2014.....	23
4.3.1	Åretta.....	23
4.3.2	Bæla.....	28
4.3.3	Skurva	36
5	Meteorologiske forhold	40
5.1	Nedbør/regn 2011, 2013 og 2014	40
5.1.1	Oversikt over nedbørsfordeling før og under flommen i 2011	41
5.1.2	Oversikt over nedbørsfordelingen før og under flommen i 2013.....	43
5.1.3	Oversikt over nedbørsfordelingen før og under flommen i 2014	45
6	Hydrologiske forhold	48
6.1.	Grunnvannstand, vannmetning og jordens vannlagerkapasitet.....	48
6.1.1	2011	48
6.1.2	2013	50
6.1.3	2014	52
6.2	Teledyp.....	54
6.2.1	2013	54
6.3	Vannføring/avrenning	55
6.3.1	2011	56
6.3.2	2013	57
6.3.3	2014	59
7	Forskjeller og likheter i 2011, 2013 og 2014	60
8	Menneskelig påvirkning – areal endringer og endring av drenering	60
8.1	Kloppa.....	60
8.2	Brandrudsåa	62
8.3	Fåvang.....	63
8.4	Åretta	64
8.5	Bæla	65

8.6 Skurva.....	67
9 Utførte tiltak	68
9.1 Kloppa.....	68
9.2 Brandrudsåa	69
9.3 Fåvang.....	75
9.4 Åretta	78
9.5 Bæla	79
9.6 Skurva.....	79
10 Samfunnsøkonomiske kostnader til hendelsene	80
11 Konklusjon.....	85
11.1 Forslag til forbedringer og mer robuste tiltak	85
12. Referanser.....	87
Figurliste	88

1 Sammendrag

Denne rapporten beskriver flomhendelsene i Gudbrandsdalen i 2011, 2013 og 2014. Det er fokusert på seks pilotfelt i Gudbrandsdalen. Kloppa, Brandrudsåa og Fåvang som ble sterkt påvirket av flommene i 2011 og 2013, og Åretta, Bæla og Skurva som fikk store skader under flommen i 2014. Rapporten beskriver skadepunkter, årsak til skadene, menneskelig påvirkning, gjennomførte tiltak etter flomhendelsen og samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til flomhendelsen. Hovedfokus er på hvordan menneskelige inngrep påvirker avrenning i nedbørfelt og lønnsomhet ved forebyggende tiltak.

Rapporten konkluderer med at det er viktig å se på nedbørfeltet i sin helhet når man skal finne årsaken til skadene. Rensk og vedlikehold av dreneringsveier er svært viktig for å forhindre vann på avveie og redusere skadeomfanget under flomhendelser. Samfunnsøkonomiske analyser har vist at det er stor lønnsomhet i forebyggende tiltak, og for å gjennomføre gode og fungerende tiltak er det viktig med riktig fagkunnskap. NIFS-prosjektet har erfart at med korrekt kunnskap og godt samarbeid kan man få til gode forebyggende tiltak mot naturfarer. Det har vært vanskelig å få tak i gode data fra hendelsene, noe som har ført til at prosjektet anbefaler en felles database hvor etatene, kommunene og grunneiere kan legge inn informasjon om blant annet skadepunkter og kostnader.

2 Bakgrunn

NIFS-prosjektet (Naturfare, infrastruktur, flom og skred) er et etatsprosjekt som involverer Jernbaneverket (JBV), Staten Vegvesen (SVV) og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Prosjektet er delt inn i flere delprosjekter med ulike fokusområder. Denne rapporten er skrevet i delprosjektet 5 "*Håndtering av flom og vann på avveie*", og er én av flere rapporter som skal publiseres i delprosjekt 5.3 "*Hendelser og kostnader*".

En bakenforliggende årsak til flere av flom- og skredhendelsene de siste årene er mangel på vannfaglig kompetanse både i forvaltningen og konsulentbransjen. Det er også manglende bestillerkompetanse i etatene, og i driftsfasene mangler det ofte penger. Målet med denne rapporten er å vise at det er stor lønnsomhet i å benytte gode overvannsløsninger ved nybygging, og ikke minst synliggjøre og øke fokus på lønnsomheten av god rutinemessig drift, vedlikehold og ulike tiltak for eksisterende dreosanlegg (*naturfare.no*).

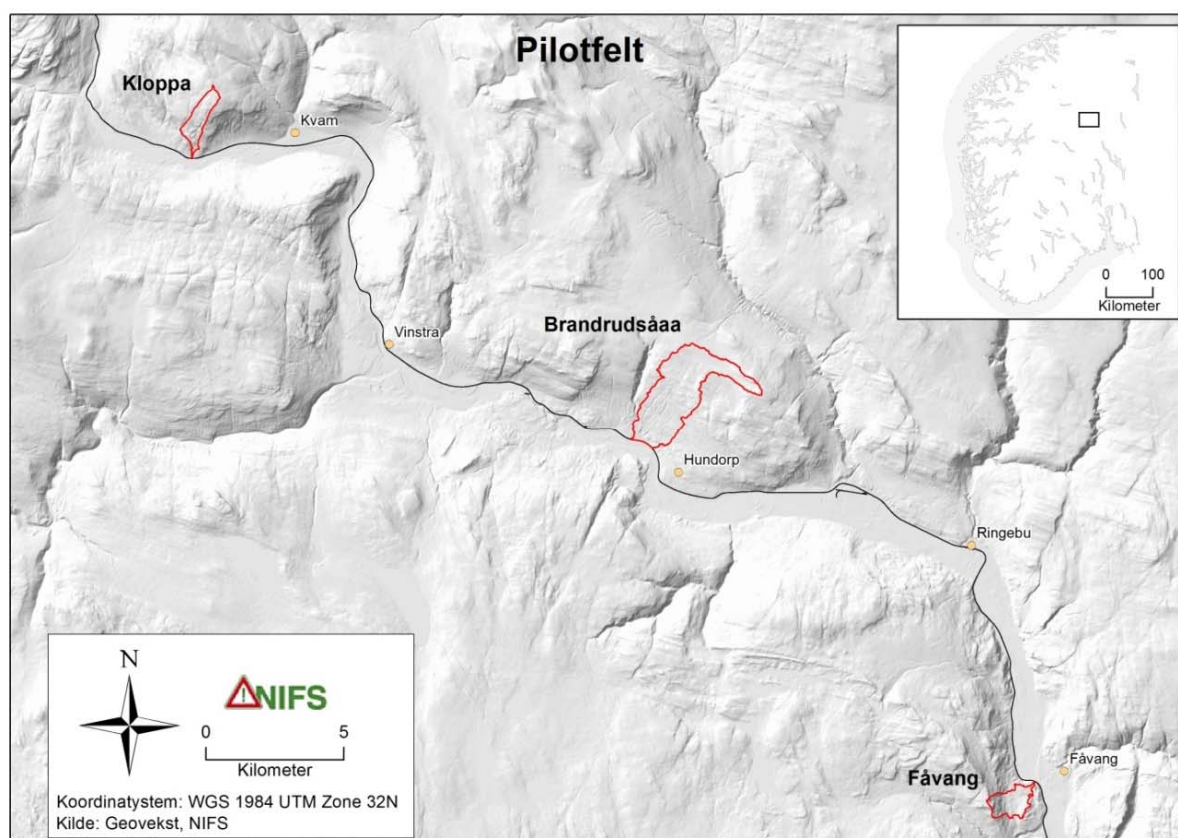
Ønsket er å lage en rapport som synliggjør lønnsomheten av forebyggende tiltak basert på ulike hendelser de siste årene. Denne rapporten ser på flomhendelsene i Gudbrandsdalen i 2011, 2013 og 2014. Det blir lagt mest vekt på hendelsene i 2013 og 2014 da disse opptrådte innenfor NIFS-perioden (2012-2015). Her har beskrivelse, skadedata og kostnader vært vesentlig lettere å få tak i enn ved hendelsen i 2011.

3 Feltegenskaper

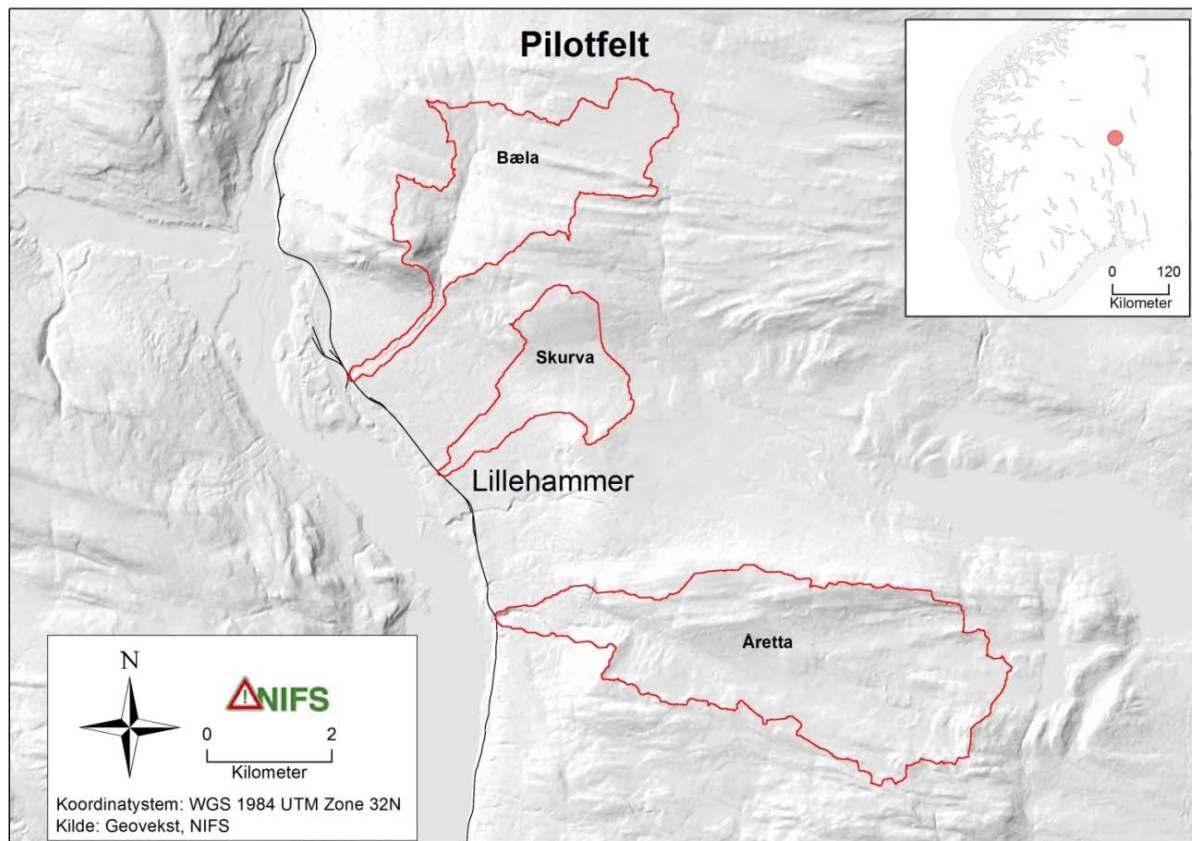
Gudbrandsdalen ligger i Oppland fylke, mellom Valdres i vest og Østerdalen i øst, og går fra Lillehammer i sør til Lesjaskogsvatnet i nordvest. Dalføret er omtrent 200 km langt, og Gudbrandsdalslågen renner gjennom hele dalen. I hoveddalføret, fra sør til nord, ligger kommunene Lillehammer, Øyer, Ringebu, Sør-Fron, Nord-Fron og Lesja. De seks kommunene utgjør et areal på 15 340 km², hvor 3,7 % er bestående av vann, 3 % er dyrket jord og 16,5 % er produktiv skog (snl.no, 2015). Menneskelige inngrep preger også Gudbrandsdalen med jernbanen og E6 i bunnen av dalføret, og veier og bebyggelse i dalsidene, i tillegg til mye jordbruk og skogbruk, mange steder helt opp til toppen av dalsidene.

3.1 Pilotfelt i Gudbrandsdalen

I rapporten er det fokusert på tre pilotfelt i kommunene Ringebu, Sør-Fron, Nord-Fron (Figur 1) og tre pilotfelt i Lillehammer kommune (Figur 2). Hvert pilotfelt er basert på ett nedbørfelt tilhørende en fjellbekk hvor menneskelige inngrep påvirker nedbørfeltet. Pilotfeltene Ringebu, Sør-Fron og Nord-Fron ble valgt ut fordi de tre etatene i NIFS-prosjektet (JBV, SVV og NVE) hadde store problemer her under flomhendelsen i 2011 og spesielt i 2013. Pilotfeltene i Lillehammer kommune ble lagt til etter flommen i 2014, men de hadde også problemer både i 2011 og 2013.



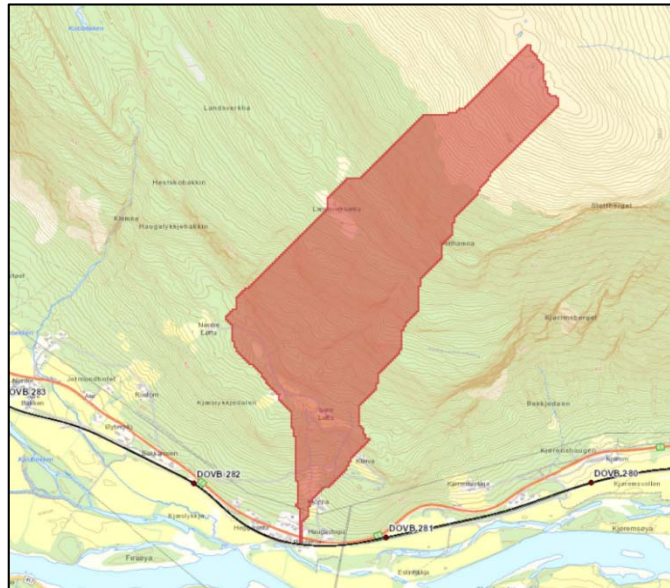
Figur 1: Oversiktskart over pilotfeltene Kloppa, Brandrudsåa og Fåvang i Gudbrandsdalen. (Kart: Per Viréhn)



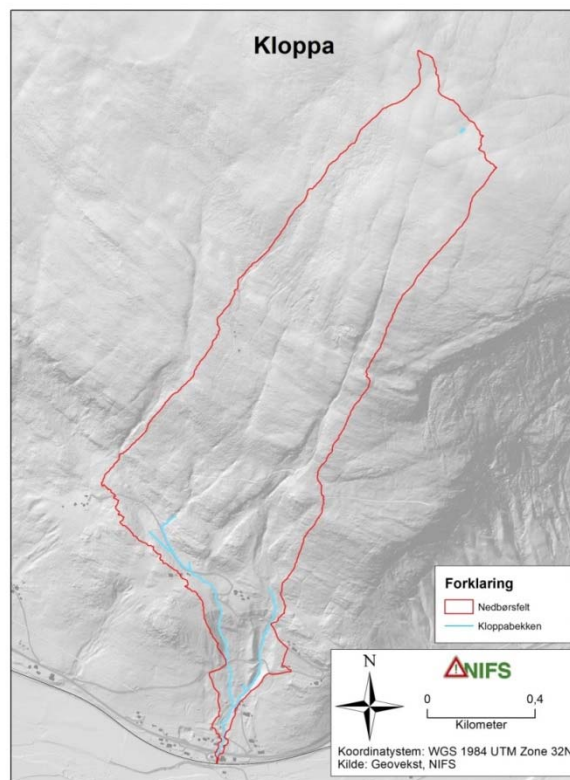
Figur 2: Oversiktskart over pilotfeltene Bæla, Skurva og Åretta i Lillehammer kommune. (Kart: Per Viréhn)

3.1.1 Kloppa

Kloppa ligger omtrent fire km vest for Kvam i Nord-Fron kommune (Figur 1). Nedbørfeltet tilhørende Kloppa er på omtrent 1 km². Kloppabekken går i bratt terreng, og krysser en skogsbilvei to ganger før den renner ned gjennom bebygd område (Figur 3 og Figur 4). Bekken er delt i to oppstrøms, Kloppabekken øst renner langs en pilgrimssti i den upåvirkede delen av feltet, og videre i ytterkant av et jordbruksområde ved Søre Løfta gård. Kloppa Vest renner langs skogsbilveien forbi Søre Løfta gård. Bekken renner på bart fjell oppstrøms og inn i et område med tynt morenedekke, før den renner inn i breelvvassetninger omtrent 350 meter over havet. Feltet er preget av mye skog, med noe dyrket mark og områder med bart fjell.



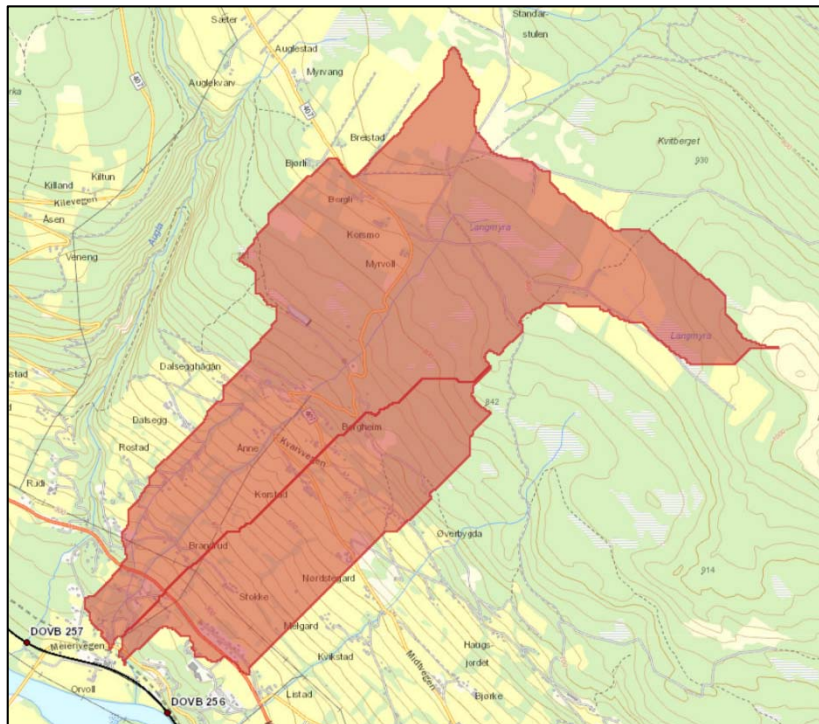
Figur 3. Pilotfeltet Kloppa i Nord Fron kommune i Gudbrandsdalen. (Kart hentet fra Jernbaneverkets kartløsning).



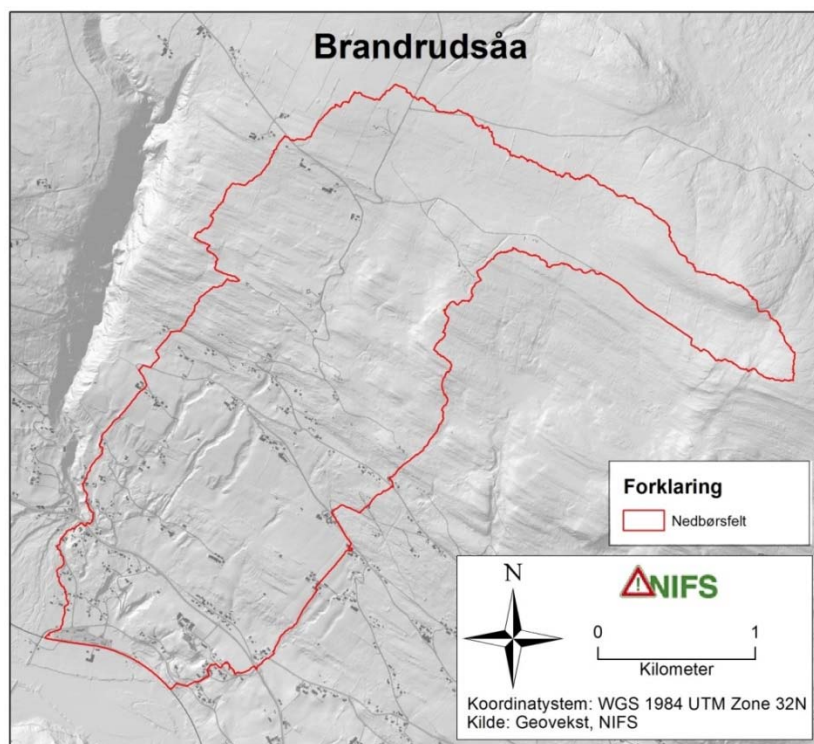
Figur 4: Kart over nedbørfeltet tilhørende Kloppabekken. (Kart: Per Viréhn)

3.1.2 Brandrudsåa

Brandrudsåa ligger i Sør-Fron kommune, omtrent 2 km nordvest for Hundorp (Figur 1). Nedbørfeltet har et areal på omtrent 6,56 km². Store deler av nedbørfeltet er dyrket mark, herunder åkerlapper og beitemark. Det er også bilveier og bebyggelse i deler av feltet (Figur 5 og Figur 6). Feltet ved Brandrudsåa er preget av åkerlapper øverst i feltet, samt flere jordbruksområder nedstrøms, som gir spesielle avrenningsforhold. Mange veier, både asfalterte og grusveier, med varierende kvalitet på grøfter og drenering går gjennom hele feltet. Feltet består av flere sidebekker som møtes nedstrøms E6 og ovenfor jernbanen.



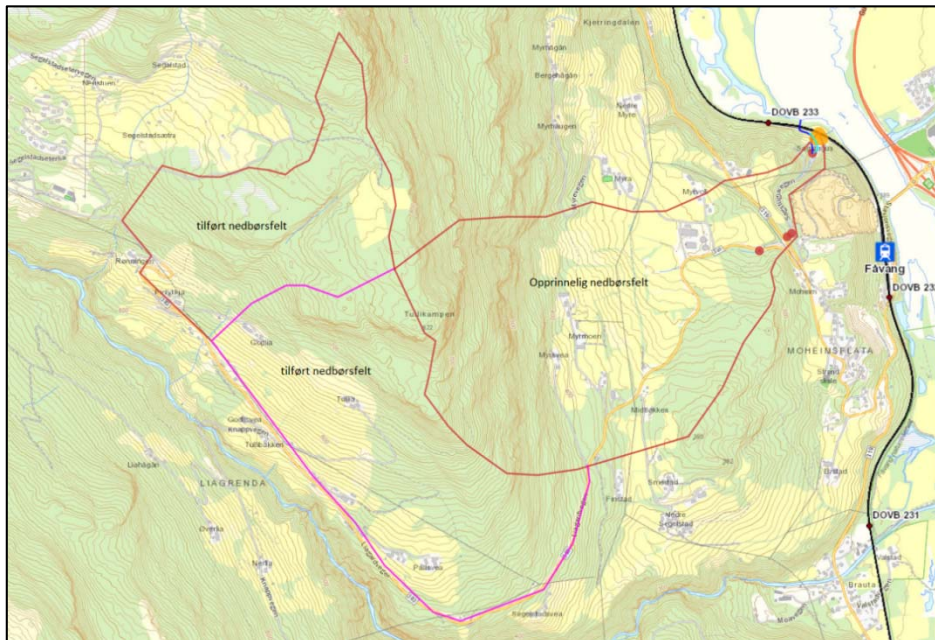
Figur 5: Pilotfelt ved Brandrudsåa i Sør-Fron kommune. (Kart hentet fra Jernbaneverkets kartløsning).



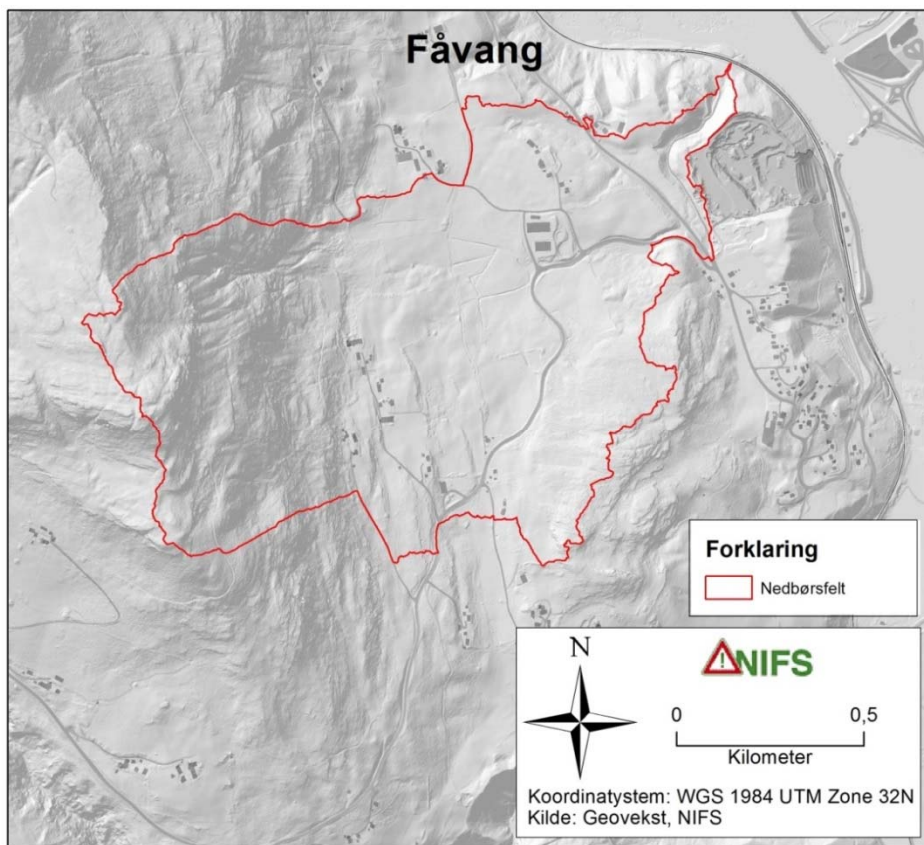
Figur 6: Kart over nedbørfeltet tilhørende bekken Brandrudsåa. (Kart: Per Viréhn)

3.1.3 Fåvang

Fåvang ligger i Ringebu kommune (Figur 1). Nedbørsfeltet til dette pilotfeltet ender i en bekk ved Sagstugua (Figur 7 og Figur 8). Nedbørsfeltet har et naturlig feltareal på omtrent 1,4 km². Store deler av nedbørsfeltet er jordbruksareal, og terrenget er bratt. En interessant faktor med feltet ved Fåvang er Liagårdsveien. Til tross for at veien ligger utenfor det aktuelle nedbørsfeltet var den en stor medvirkende årsak til at bekken ved Sagstugua fikk svært stor og ødeleggende vannføring. På grunn av tette dreneringsveier i Liagårdsveien ble nedbørsfeltet ved Fåvang nesten dobbelt så stort som opprinnelig nedbørsfelt og mye ekstra vann ble ført inn i pilotfeltet (Figur 7).



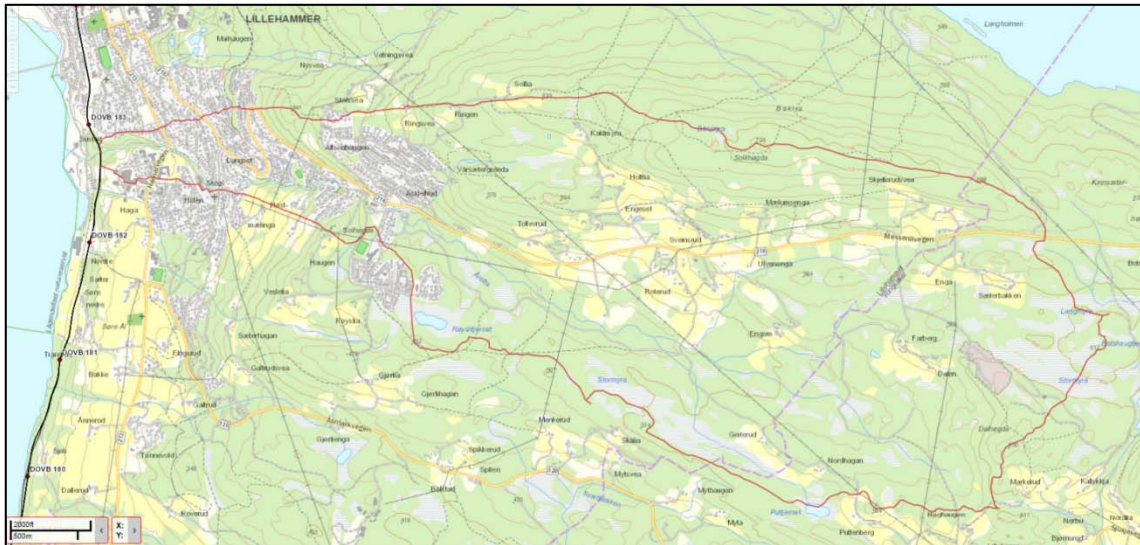
Figur 7: Pilotfelt ved Fåvang. (Kart hentet fra Jernbaneløsningskartløsning).



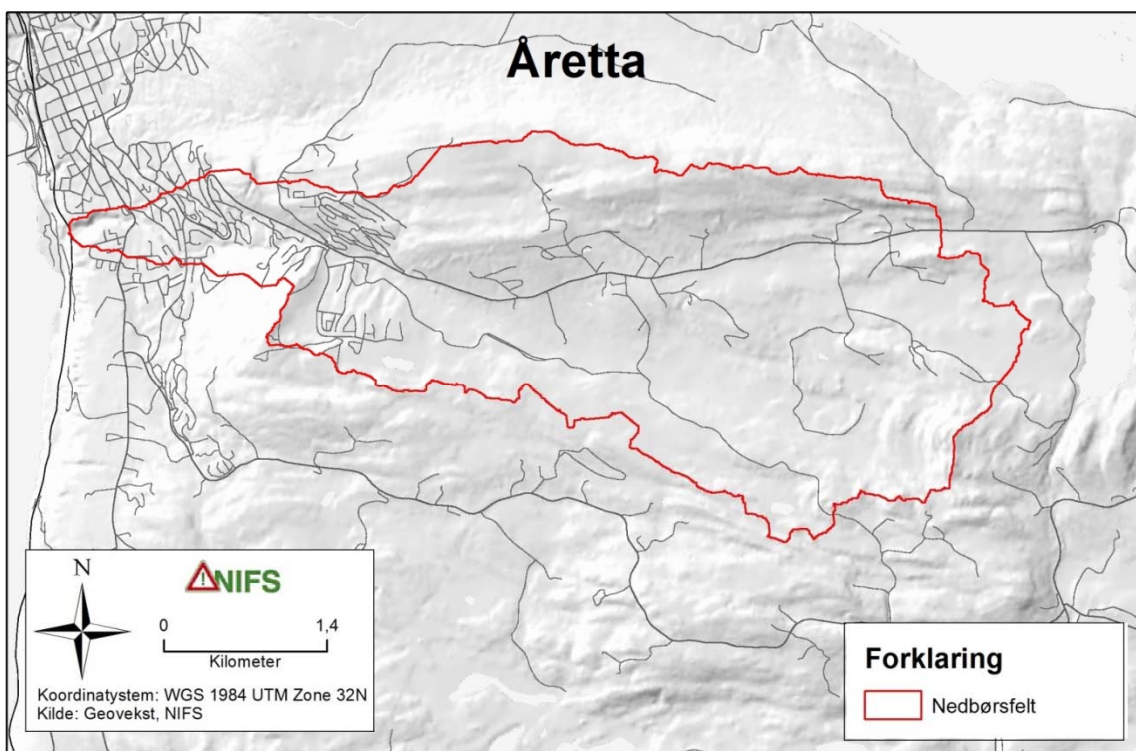
Figur 8: Kart over nedbørsfeltet tilhørende bekken ved Sagstugua. (Kart: Per Viréhn)

3.1.4 Åretta

Åretta ligger like sør for Lillehammer sentrum. Nedbørfeltet tilhørende Åretta er omtrent 15 km² og det er en del bebyggelse i nedre del av feltet. Messenlivegen krysser gjennom hele feltet, og flere lokalveier går også på kryss og tvers (Figur 9 og Figur 10).



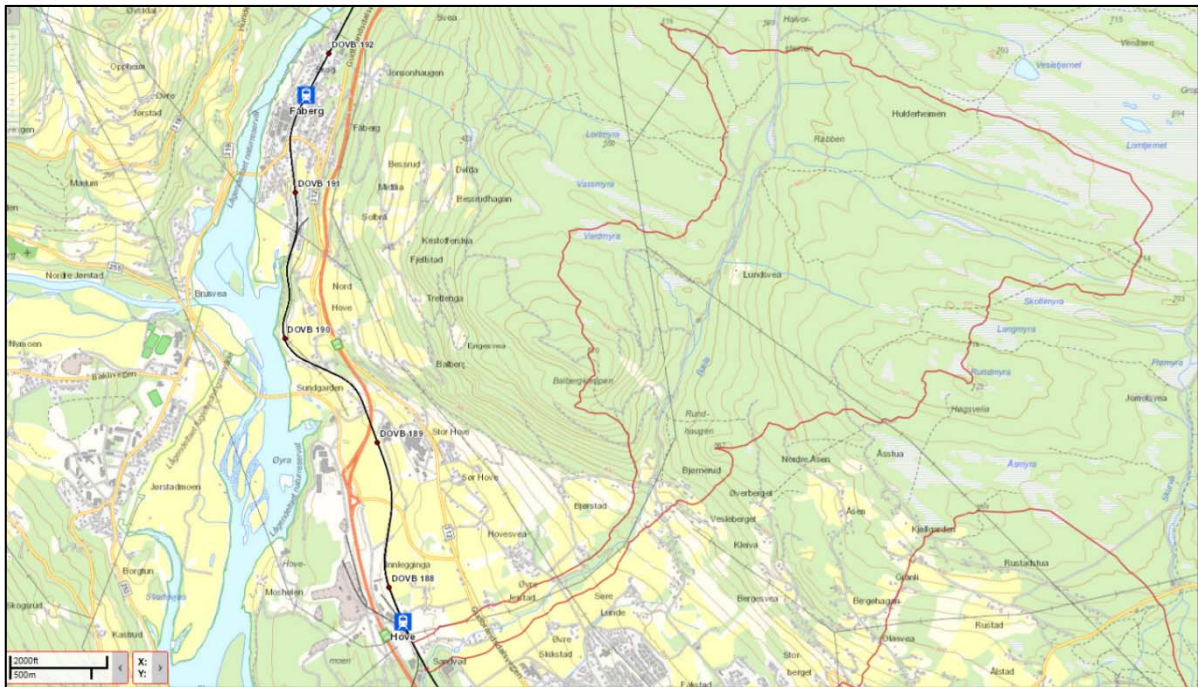
Figur 9. Pilotfeltet ved Åretta. (Modifisert etter Jernbaneverkets kartløsning).



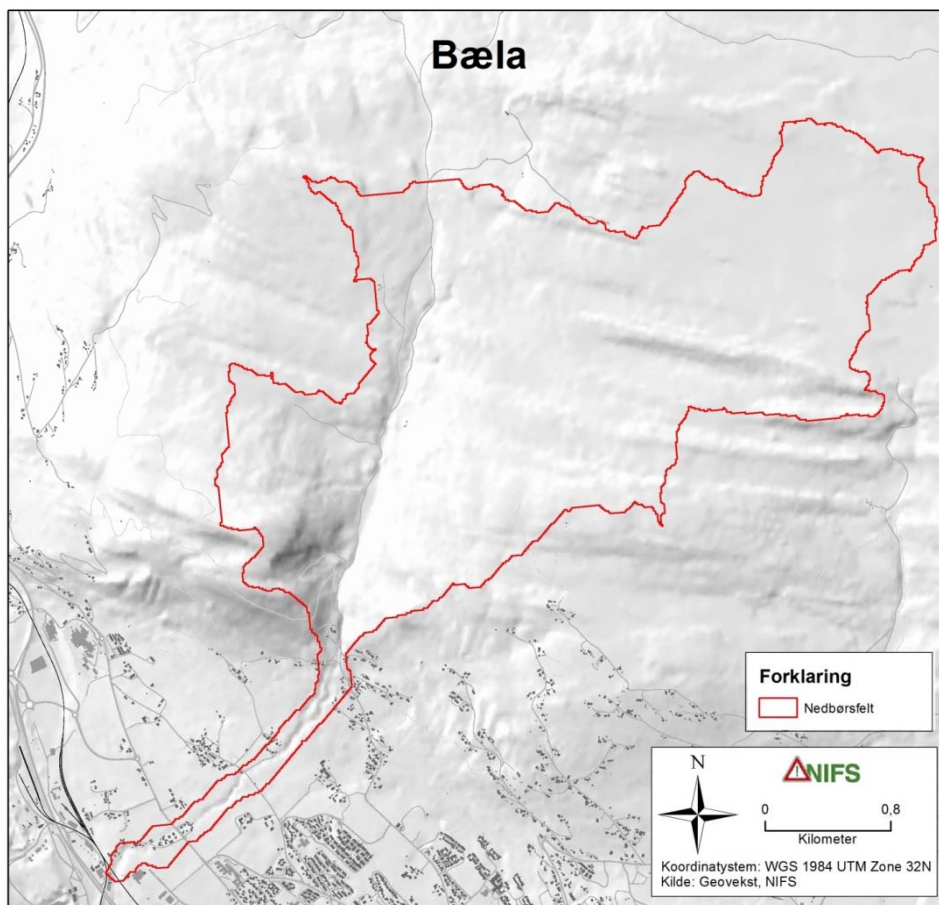
Figur 10: Kart over nedbørfeltet tilhørende Åretta. (Kart: Per Viréhn)

3.1.5 Bæla

Bæla ligger ved Hove stasjon, like nord for Lillehammer sentrum (Figur 2). Nedbørfeltet tilhørende Bæla er omtrent 8 km² og går til omtrent 600 meter over havet. Det er mindre bebyggelse her enn ved Åretta, og øvre del av nedbørfeltet er preget av skog- og myrområder. I nedre deler er det jordbruksområder, og det går også noen lokalveier gjennom feltet (Figur 11 og Figur 12).



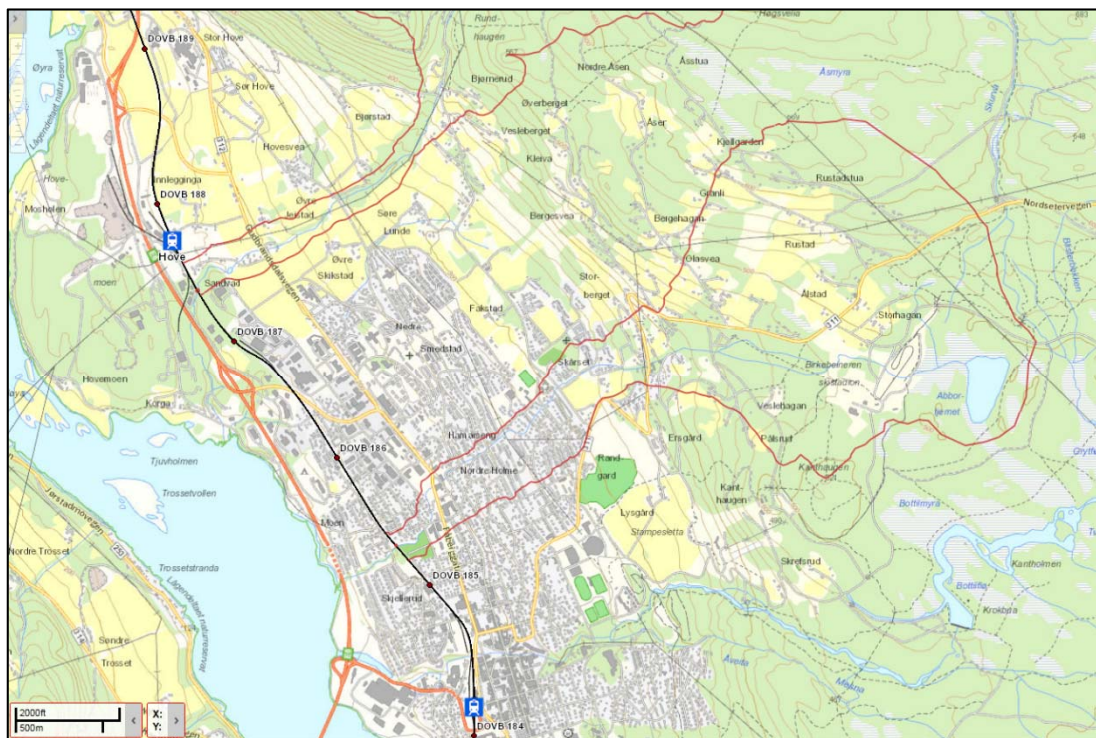
Figur 11. Pilotfeltet ved Bæla. (Modifisert etter Jernbaneverkets kartløsning).



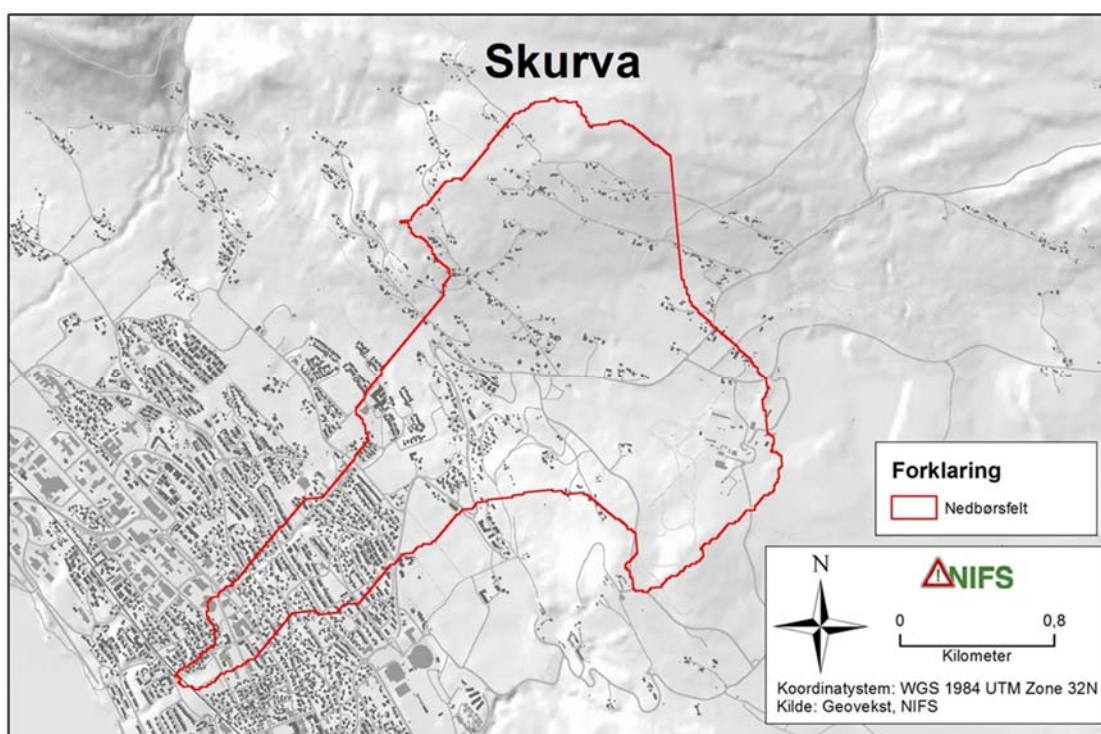
Figur 12: Kart over nedbørfeltet tilhørende Bæla. (Kart: Per Viréhn)

3.1.6 Skurva

Skurva går gjennom Lillehammer sentrum og et stykke opp langs Nordseterveien. Nedbørfeltet tilhørende Skurva er omtrent 5 km². De øvre delene av feltet er preget av skog- og myrområder med innslag av bolighus, mens nedre deler i stor grad er preget av bebyggelse og infrastruktur (Figur 13 og Figur 14). Grunnen til at feltet som drenerer direkte ned til sentrum av Lillehammer er mindre enn man skulle anta, er at den delen av elven Skurva som er oppstrøms Nordsetervegen drenerer (er kanalisert) ned til Mesnavassdraget. Dette dreneringstiltaket fikk sannsynligvis problemer under flommen i 2014, slik at en del av vannet fra oppstrøms Nordsetervegen rant over i Skurvafeltet.



Figur 13. Skurva. (Modifisert etter Jernbaneverkets kartløsning).



Figur 14: Kart over nedbørfeltet tilhørende Skurva. (Kart: Per Viréhn)

4 Hendelsene

4.1 2011

I juni 2011 ble store deler av Sør-Norge rammet av flom som følge av mye nedbør. Større nedbørhendelser i mai fylte opp mark- og grunnvannsmagasiner, noe som førte til flom i Gudbrandsdalen 6.-12. juni. Flommen i hovedvassdraget kulminerte mellom 11.-12. juni, mens flommen i sidevassdragene og dalsidene som førte til at de fleste flom- og skredskadene på infrastrukturen i Gudbrandsdalen varte kun fra kvelden den 10. til morgenen den 11. juni. Mest nedbør og de største skadene rammet de nordlige deler av Gudbrandsdalen.

4.2 2013

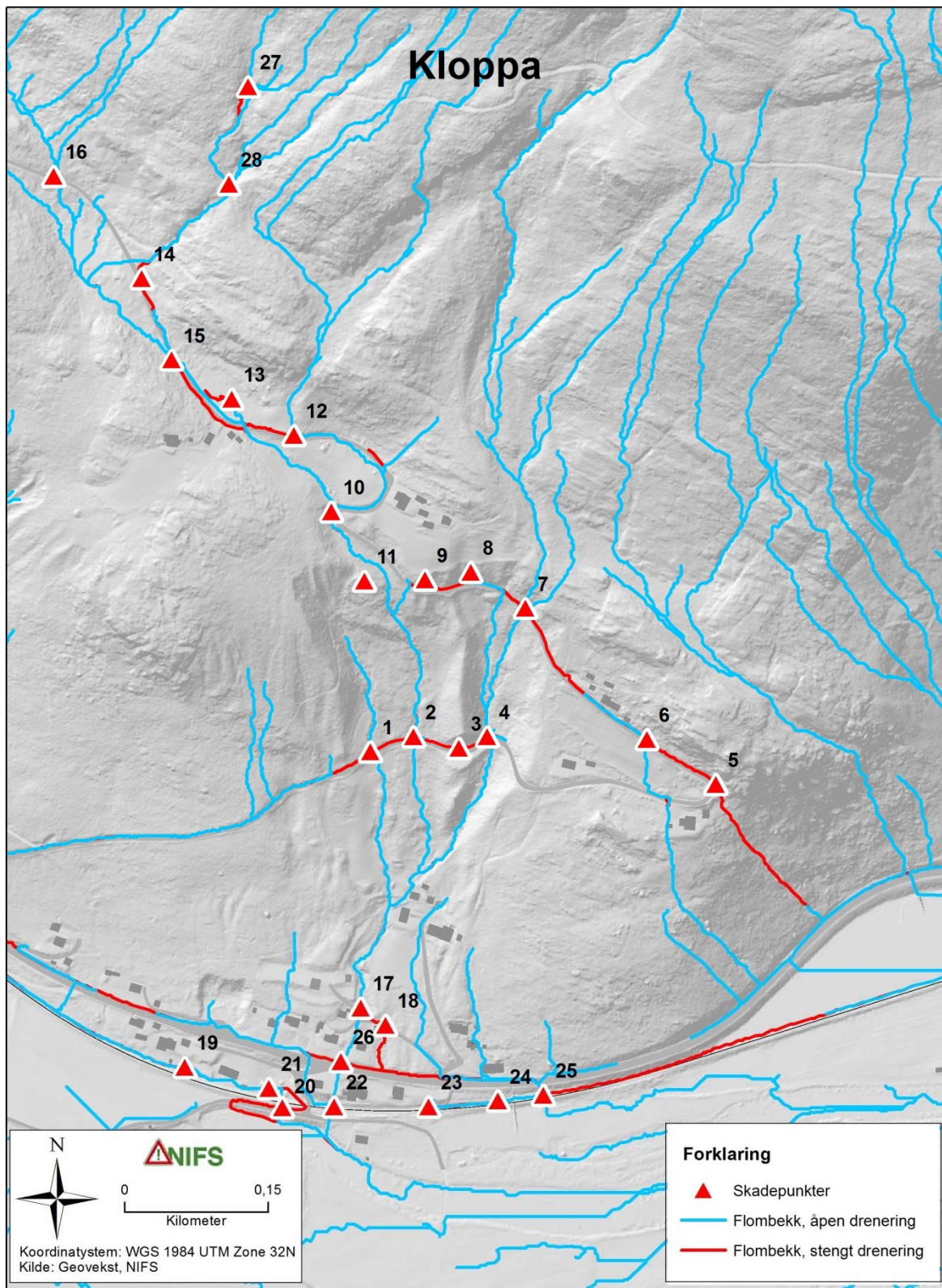
I mai 2013 var det en ny flomhendelse i Gudbrandsdalen, men da med høyest nedbørintensitet og de største skadene i den sørlige del av Gudbrandsdalen. I løpet av få dager ble veier, bygninger og jernbane påført store skader. Sellevold & Edvardsen (2013) og Myrabø (2013) påpeker i sine rapporter at det i mai 2013 ble målt mye nedbør, men ikke ekstremnedbør. I Gudbrandsdalen kom mesteparten av nedbøren mellom 21.-22. mai.

Hendelsen ble likevel omtalt som en ekstremhendelse ettersom flommen førte til mye vann på avveie og store skader på bebyggelse og infrastruktur. Skadene som ble påført jernbanens infrastruktur var svært omfattende. Det var skred, utglidninger, utvaskinger og ødelagte elektroniske installasjoner. Etter hendelsen måtte jernbanen repareres på 300 punkter, noe som hadde en prislapp på omkring 300 millioner kroner.

4.2.1 Kloppa

Flommen i 2011 og 2013 ga i all hovedsak samme skadepunkter i pilotfeltet Kloppa. Figur 15 viser skadepunkt i nedbørfeltet Kloppa etter flomhendelsen i 2013. Av figuren ser man at en privat vei har blitt påført skader på grunn av de store vannmengdene flere steder. Nedstrøms for den private veien ligger E6 og jernbanen med flere skadepunkt. Figuren gir en god visualisering av hvordan problemene forplantet seg nedover i nedbørfeltet under flommen, og hvordan skadepunktene er relatert til menneskelige inngrep. Det ble ikke observert skadepunkt i de naturlige delene av nedbørfeltet som ikke var påvirket av menneskelige inngrep som vei, bebyggelse og jordbruk.

Under flommen i 2013 førte en skogsbilvei oppstrøms i nedbørfeltet tilhørende Kloppa til store skader nedstrøms i feltet. En stikkrenne i denne skogsbilveien gikk tett og førte til at vannet rant i og langs veien og eroderte (Figur 15 og Figur 16). Vannmassene førte løsmasser ned til lokalveien ved Nordre Løfta, og avsatte deler av massene ved punkt 14 i Figur 15. Her ble stikkrennen tett av løsmassene og vannet ble ført langs veien til Søre Løfta gård. Vannet som rant videre langs veien eroderte i veikroppen, grøften og skråningen (punkt 15, 13 og 12). Mellom punkt 13 og 12 rant noe av vannet gjennom en stikkrenne, over en åker (i opprinnelig bekkefar) og traff bilveien igjen ved punkt 10. Ved punkt 10 forekom det en mindre utglidning (Figur 17). Herfra rant vannet videre i terrenget til punkt 11. Ved punkt 11 slakket terrenget ut, og mye løsmasser ble avsatt her (Figur 18). Dette førte til at bekkeløpet ble delt over en mindre strekning, før det rant sammen like oppstrøms punkt 2. Ved punkt 12 rant noe av vannmengdene videre langs veien. Vannet utløste to utglidninger i skråningen mellom et jorde og veien ved punkt 9 og 8 (Figur 19 og Figur 20). Videre nedover langs veien ved punkt 7, 6 og 5 fikk veien og sideskråningen skader av vannet som eroderte (Figur 21). Ved punkt 5 rant mye av vannet rett frem i svingen på veien og traff E6 og jernbanen på punkter hvor det ikke fantes dreneringsveier. Mye vann rant også i terrenget nedstrøms veien ved punkt 1-4 og førte til store skader på bebyggelse, vei og jernbane som ligger nederst i feltet (punkt 18 – 25 i Figur 15).



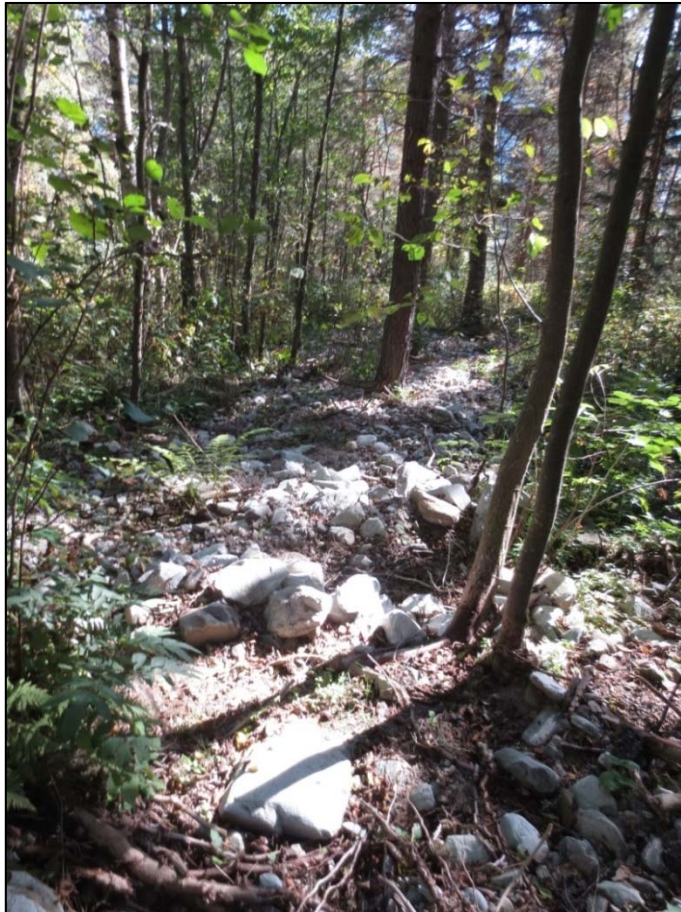
Figur 15: Skadepunkter i nedbørfeltet Kloppa etter flommen i 2013 (Kart: Per Viréhn).



Figur 16: Tett stikkrenne førte til at vannet eroderte i skogsbilveien ved Kloppa (Foto: Steinar Myrabø, sept. 2014).



Figur 17: Utglidning ved Kloppa etter flommen (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 18: Viser hvor løsmasser ble avsatt i terrenget, og hvor vannet ble delt i to løp over en mindre strekning (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 19: Utglidningen under jordet ved Søre Løfta gård (Foto: Maria H. Olsen).



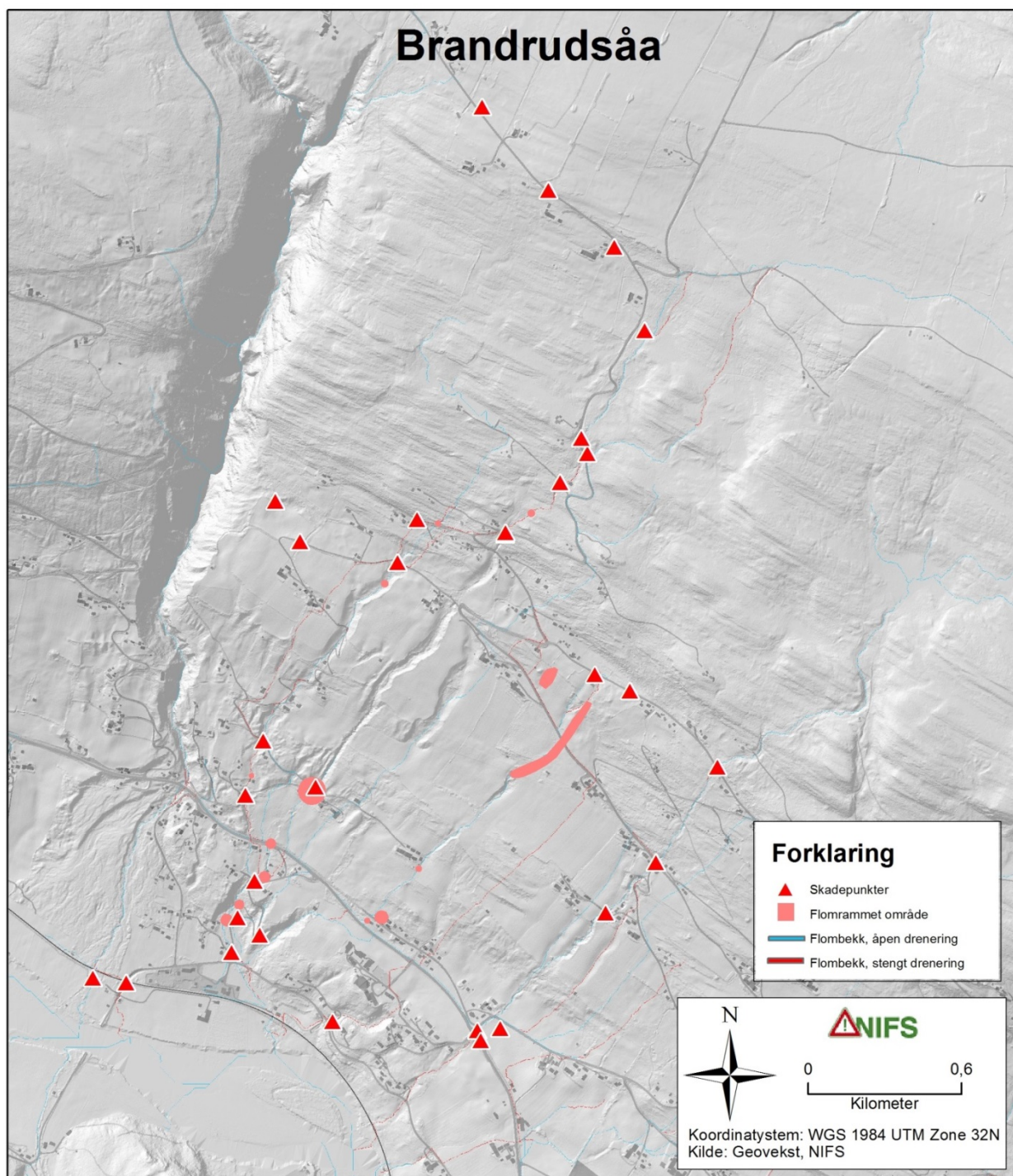
Figur 20: Utglidningen ved Søre Løfta gård (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 21: Erosjon i sideterreng etter flommen (Foto: Maria H. Olsen).

4.2.2 Brandrudsåa

I likhet med Kloppa, ble det observert flere tette dreneringsveier i veiene ved Brandrudsåa. Det ble også observert skred og utglidninger oppstrøms i nedbørsfeltet. Skadepunktene i feltet etter flommen er visualisert i Figur 22. Oppstrøms er arealene preget av åkerlapper, og traktorveier som fører fra åkerlappene har tydelig vært påvirket av flommen og ført med seg mye massetransport fra jordene og nedover til bilveien. Veiene ble også utsatt for erosjon, og fungerte trolig som vannvei under flommen (Figur 23). Flere av bilveiene i feltet transporterte vann på kryss og tvers i feltet bl.a. pga tette stikkrenner og fikk samtidig store skader under flommen, spesielt noen av veiene nederst i feltet (se Figur 24 og Figur 25), og flere eiendommer fikk vann på avveie. Vannmassene avsatte mye løsmasser på flatere områder, typisk i hager (Figur 26), og nedstrøms i feltet ligger E6 og jernbanen som begge fikk store skader (Figur 27 og Figur 28).



Figur 22: Skadepunkter i nedbørfeltet ved Brandrudsåa etter flommen i 2013 (Kart: Per Viréhn).



Figur 23: Skogsbilveien fra åkerlappene i Brandrudsåa fungerte som vannvei under flommen (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 24: Skader på lokalvei i feltet ved Brandrudsåa (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 25: Store skader på vei i nedbørfeltet ved Brandrudsåa (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 26: Store skader på eiendom ved Brandrudsåa (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 27: Jernbanen fikk omfattende skader ved Brandrudsåa (Foto: Steinar Myrabø).

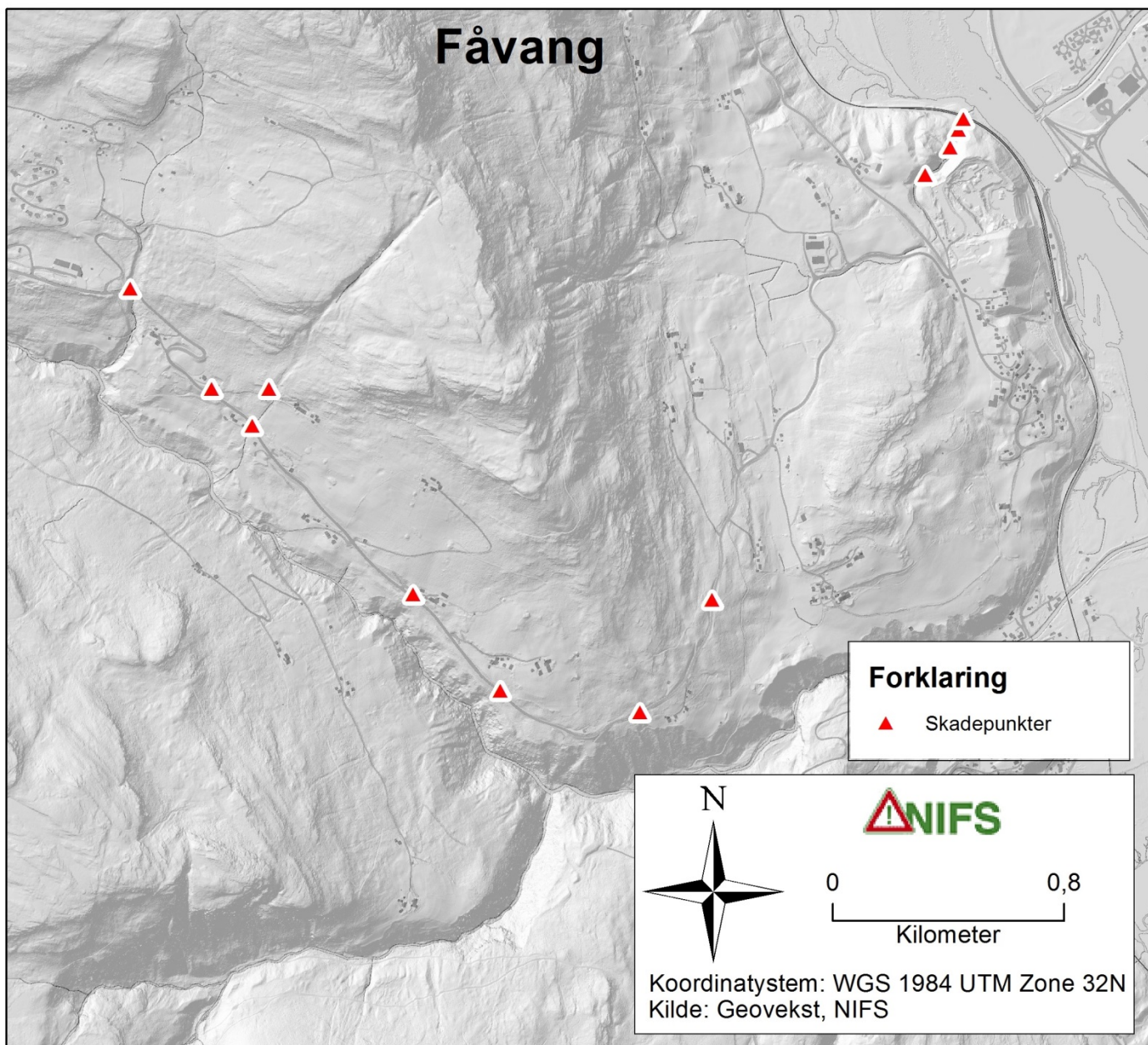


Figur 28: Jernbanen fikk omfattende skader ved Brandrudsåa (Foto: Steinar Myrabø).

4.2.3 Fåvang

Nedbørfeltet til bekken ved Sagstugua ble omtrent doblet på grunn av dreneringsveier med manglende kapasitet. På grunn av tette stikkrenner i Liagårdsveien ble vannet som skulle renne til nedbørfeltet tilhørende Brauta ført inn i bekken ved Sagstugua. Det har blitt anslått at dette førte til at bekkens dreneringsområde ble tilført vann fra et tilleggsområde tilsvarende 50 % av eksisterende dreneringsområde. Vannveier under flommen ved Fåvang i 2013 vises i Figur 29. Flere steder ved Liagårdsveien var stikkrenner delvis tettet av sedimenter (Figur 30). Stor deler av denne veien ble vasket bort under flommen, og det var erosjonssår flere steder i terrenget (Figur 31).

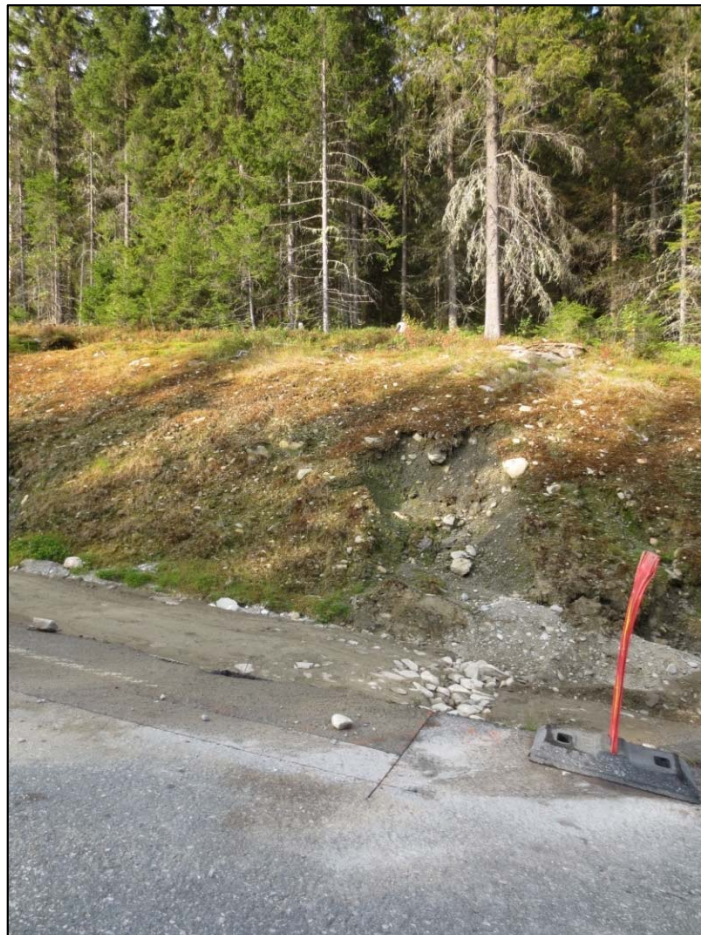
Ved Sagstugua, som ligger nederst i feltet ved jernbanen og Losna ble det store ødeleggelser på både vei (Figur 32), eiendom (Figur 33 og Figur 34) og jernbane (Figur 35). Store vannmengder med høy sedimentasjonstransport flommet over eiendommen og traff jernbanen før det rant ut i Losna.



Figur 29: Kart over vannveier og skader ved Fåvang (Kart: Per Viréhn).



Figur 30: Delvis tett stikkrenne ved Liagårdsveien (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 31: Erosjonssår i skråning langs Liagårdsveien etter flommen. Veien holdt på å bli reparert da bildet ble tatt (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 32: Erosjon i gårdsveien ned til Sagstugua (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 33: Erosjon i bekk ved Sagstugua (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 34: Eiendom ved Sagstugua som fikk store skader under flommen (Foto: Steinar Myrabø).



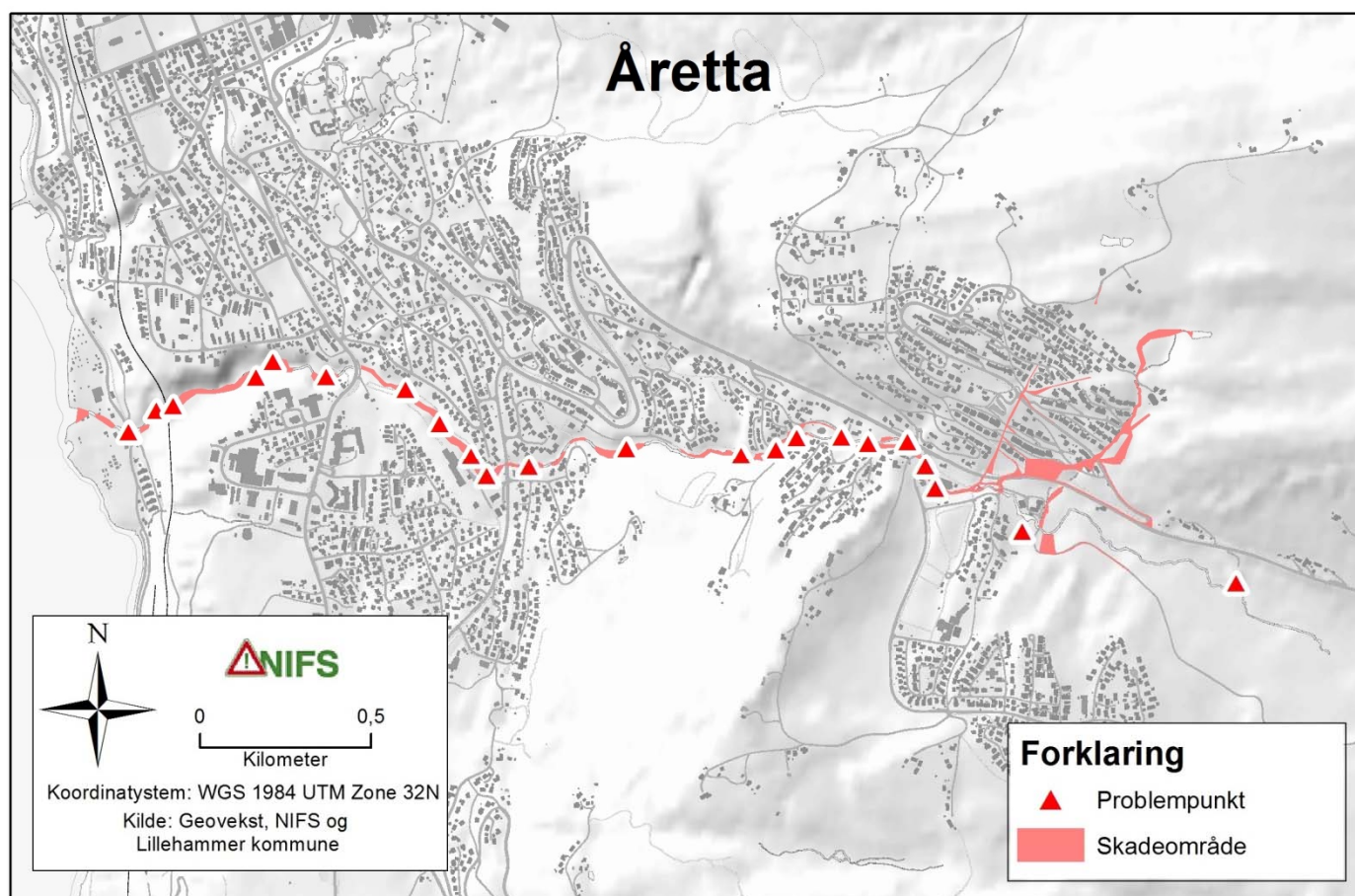
Figur 35: Det ble avsatt store mengder løsmasser på jernbanen ved Sagstugua (Foto: Steinar Myrabø).

4.3 2014

7. - 8. juli var det en ny flomhendelse med store skader i sidevassdrag og i dalsidene i Gudbrandsdalen, spesielt på strekningen Moelv til Øyer. Vassdragene som ble hardest rammet i Lillehammer var Bæla, Skurva og Åretta. I tillegg var det betydelige skader i forbindelse med de mindre bekkene Lundebekken og Askjellrubbekken. NVE har utarbeidet en flomfrekvensanalyse for flere av de bynære vassdragene, og regner flommen i 2014 til å være i størrelse 10-50 årsflom i vassdragene Bæla og Åretta, og ca 10 års flom i Lundebekken.

4.3.1 Åretta

Ved Åretta var det flere steder skader på infrastruktur og bebyggelse. Figur 36 viser skadepunkter langs vassdraget, men det var også flere skader i feltet på grunn av vann på avveie. Problemene startet oppstrøms ved Vårsetergrenda hvor Åretta renner gjennom bebygde strøk. Flere steder ligger bebyggelsen så tett på bekken at det ikke blir plass til vannet ved en flomsituasjon. Dette medfører at vannet eroderer i eiendommer og fører til store skader (Figur 37 og Figur 38). Når vannet renner inn i slakere områder reduseres vannets hastighet og transportevne, og løsmasser blir avsatt som avbildet i Figur 39. Når løsmasser avsettes i forkant av stikkrenner fører det til at stikkrennen blir delvis tettet og får mindre kapasitet. Da blir det ikke plass til vannet og vannet føres på avveie, gjerne langs og i veien (Figur 40). Dette var et gjentakende problem ved Åretta og førte til store skader på veiene. Vannet har enorme krefter og vasket ut både veier og høyspentledninger nedstrøms Vårsetergrenda ved Åretta (Figur 41). Deretter rant flomvannet opp på en parkeringsplass ved et kjøpesenter og eroderte asfalten og førte til skader på kjøpesenteret (Figur 42 og Figur 43). Flere steder eroderte vannet i terrenget og i grøfter, og VA-ledninger ble liggende oppe i dagen (Figur 44). Det ble også store skader på og omkring jernbanen helt nederst i feltet.



Figur 36: Skadepunkter langs Åretta. (Oversikt over skadepunkt tilsendt fra Lillehammer kommune v/ Anders Breili. Kart: Per Viréhn).



Figur 37: Vannet har erodert på eiendom ved Åretta. (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 38: Store skader på eiendommer i Vårsetergrenda ved Åretta. (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 39: Løsmasser avsatt i slakere partier. (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 40: Løsmasser avsatt i forkant av stikkrenne under vei i Vårsetergrenda ved Åretta. (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 41: En vei og høyspentanlegg ble totalt ødelagt av vannmassene i området nedstrøms Vårsetergrenda ved Åretta

(Foto: Steinar Myrabø).



Figur 42: Det var ikke plass til flomvannet og alt rasket det førte med seg i stikkrennen ved kjøpesenteret på Rosenlund nedstrøms Vårsetergrenda. Vannmassene rant opp på parkeringsplassen og eroderte asfalten, slik at det førte til store skader på parkeringsplassen og kjøpesenteret ved Åretta. (Foto: Steinar Myrabø).



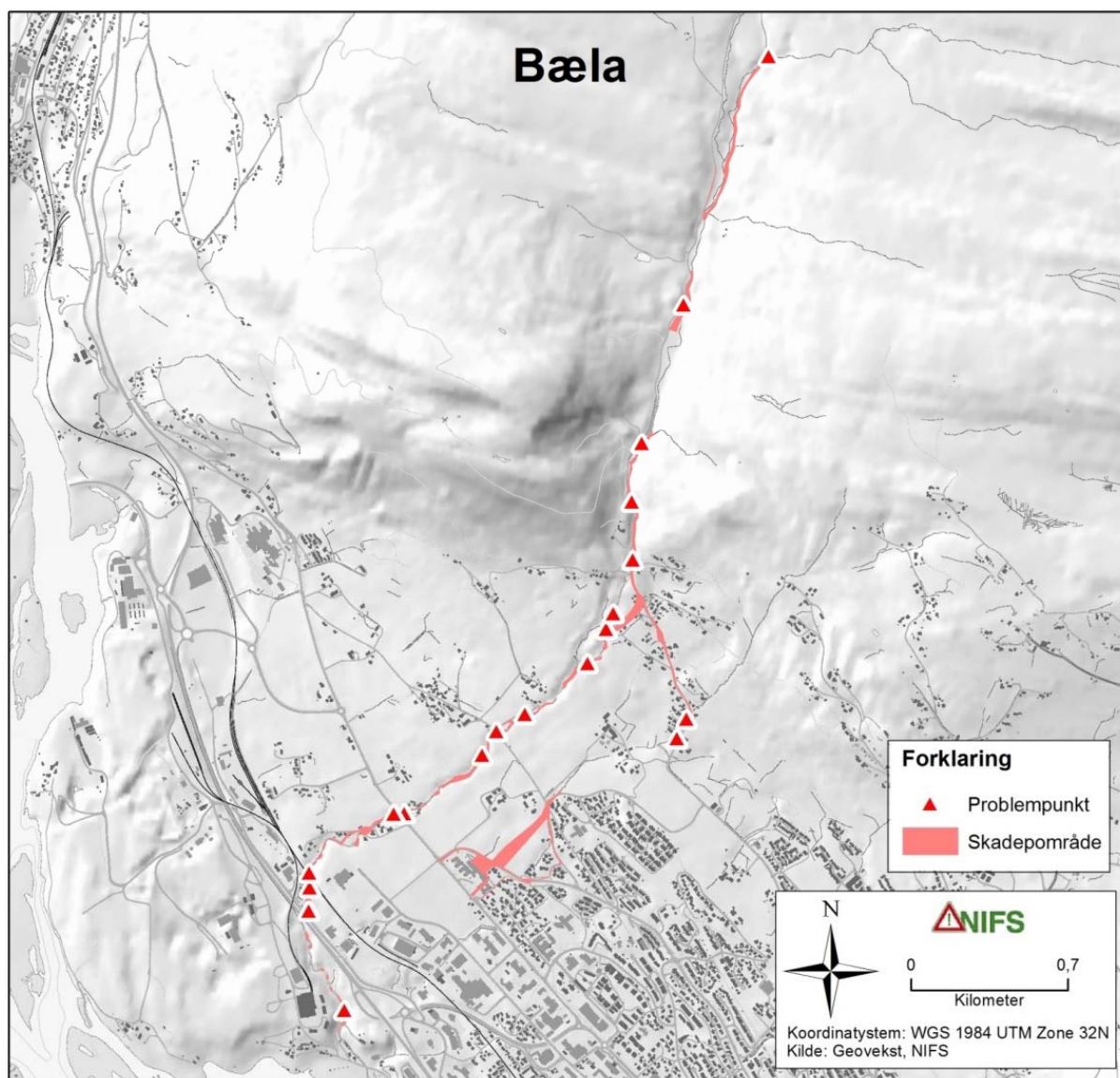
Figur 43: Hull i asfalten på en parkeringsplass etter vannet har erodert under asfalten. (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 44: VA-ledning ble gravd opp av vannet under flommen. (Foto: Steinar Myrabø).

4.3.2 Bæla

Figur 45 viser skadepunkter langs vassdraget Bæla. Mange av skadene var på veier som går langs vassdraget. For bilder av skadene se Figur 46 -Figur 59. Skadene startet opp på skogsbilveien øverst i feltet, hvor ei lita bru hadde for liten kapasitet i forhold til flomvannet og rasket som det førte med seg (Figur 47). Vannet rant på avveie og på skogsbilveien flere steder og førte til store erosjonsskader og massetransport (Figur 48 - Figur 53 og Figur 46). Når vannmassene og alt det førte med seg kom ned til første bru ved bebyggelsen tok mesteparten av vannet på avveie, gravde ut en lokalvei og førte til store skader på bebyggelse nedstrøms (Figur 58). Mesteparten av vannet og erosjonsmaterialet rant tilbake i hovedvassdraget og førte til store skader nedstrøms, med utvasking av bruer (Figur 56 og Figur 57), boligområder og til slutt skader på jernbanen. Men også noe av vannet og massene rant over i nabofeltet Liomsbekken i grøfta langs en lokalvei (Figur 54). Dette førte til mer belastning på dette feltet som da fikk mange skader nedstrøms (Figur 55 og Figur 59). Når vannmassene her kom ned til sjukeheimen i nedre del av feltet, så førte det til at det ble satt i gang evakuering.



Figur 45: Skadepunkter langs Bæla. (Oversikt over skadepunkt tilsendt fra Lillehammer kommune v/ Anders Breili. Kart: Per Viréhn)



Figur 46: Utvasking av skogsbilvei like ovenfor første bebyggelse (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 47: Øverst i feltet hvor ei lita bru hadde for liten kapasitet i forhold til flomvannet og rasket som det førte med seg. Vannet rant derfor opp på veien og videre nedover med påfølgende store erosjonsskader og massetransport (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 48: Erosjonsskader langs skogsbilveien (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 49: Erosjonsskader langs skogsbilveien (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 50: Erosjonsskader langs skogsbilveien (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 51: Erosjonsskader langs skogsbilveien (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 52: Erosjonsskader langs skogsbilveien (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 53: Erosjonsskader langs skogsbilveien (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 54: Noe av flomvannet og erosjonsmateriale rant over i nabofeltet Liumbekken (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 55: Skader nedover langs Liumbekken (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 56: Skader på lokalvei og bru i Bæla (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 57: Skader på lokalvei og bru i Bæla (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 58: Vann på avveie og skader på øverste bebyggelse ved Bæla (Foto: Steinar Myrabø).

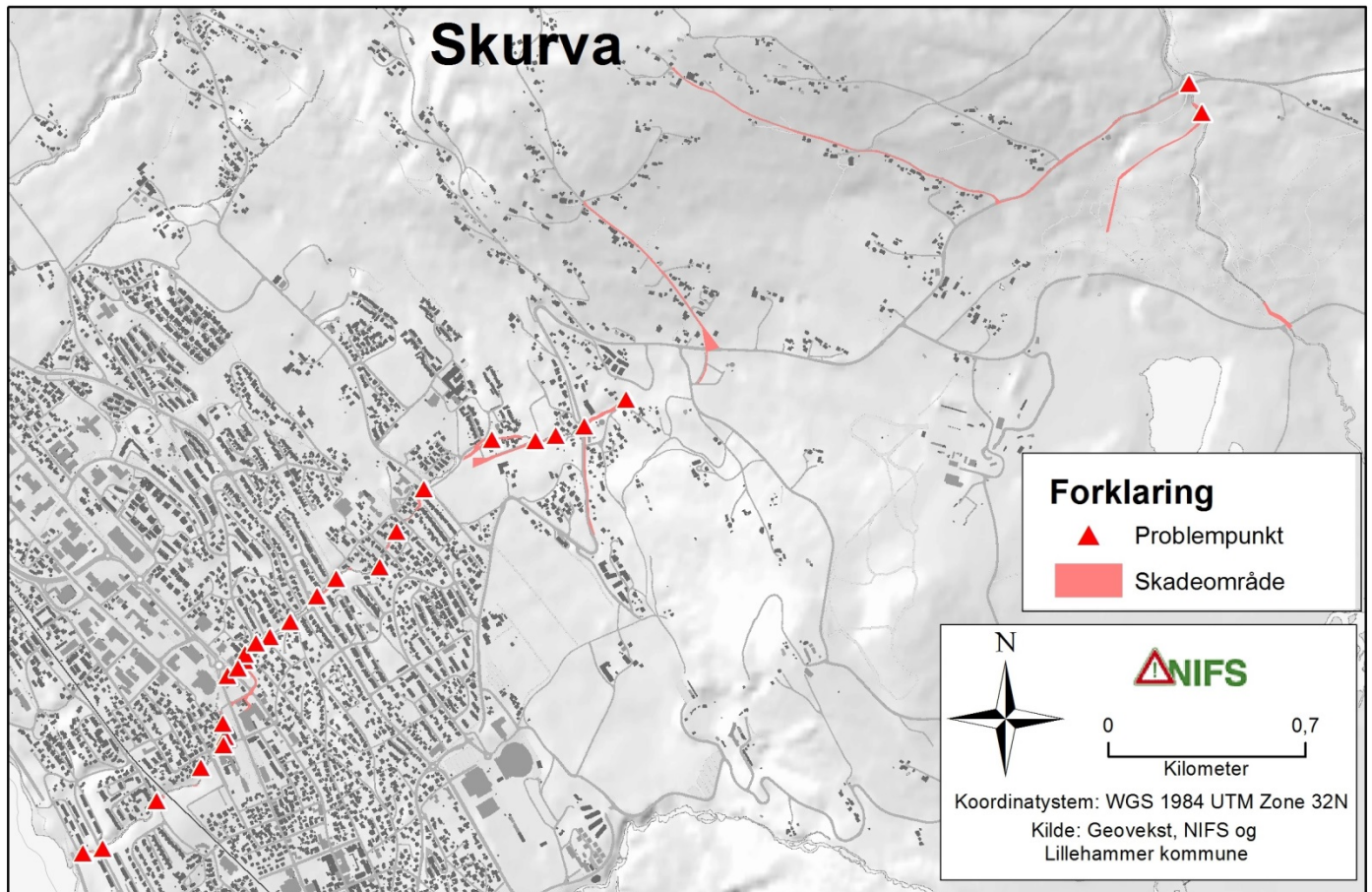


Figur 59: Skader nedover i Liumbekken. Her har det tydeligvis vært mye massetransport og rister som har forverret situasjonen.

(Foto: Steinar Myrabø).

4.3.3 Skurva

Figur 60 viser skadepunkt langs vassdraget Skurva. Skadene startet her med vann på avveie i øvre vestlige deler av feltet. Da grøftene på lokalveiene er svært dårlige (Figur 61 og Figur 66), så førte det til mye erosjon, utvasking og massetransport både på, langs og på tvers av lokalveiene. Når alt dette samlet seg i hovedløpet til Skurva der bebyggelsen ble tettere førte det til erosjon, utvasking, vann på avveie på hele strekningen nedover (Figur 62 og Figur 63). Skadene ble veldig store nede i bebyggelsen (Figur 64 og Figur 65) og det førte bl.a. til at det tok lang tid etterpå før Fylkesmannen og SVV kunne flytte inn i sitt nye bygg ved Skurva.



Figur 60: Skadepunkter langs Skurva. (Oversikt over skadepunkt tilsendt fra Lillehammer kommune v/ Anders Breili. Kart: Per Viréhn).



Figur 61: Erosjonsskader i de dårlige grøftene (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 62: Vannmasser, erosjon og massetransport ned mot tettbebyggelsen (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 63: En ny bru ble utvasket på samme sted som i figuren over (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 64: Ned mot sentrum av Lillehammer, rett før flomvann og massetransport rant over veien nedstrøms og i hovedgatene, og bl.a. ned mot kjelleren til Fylkesmannens gamle bygg (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 65: Store erosjonsskader i elvebredden og flomforbygning etter flommen i 2013. Muren til venstre er satt opp ute i elva, slik at vannet får liten plass under flommen (Foto: Steinar Myrabø).



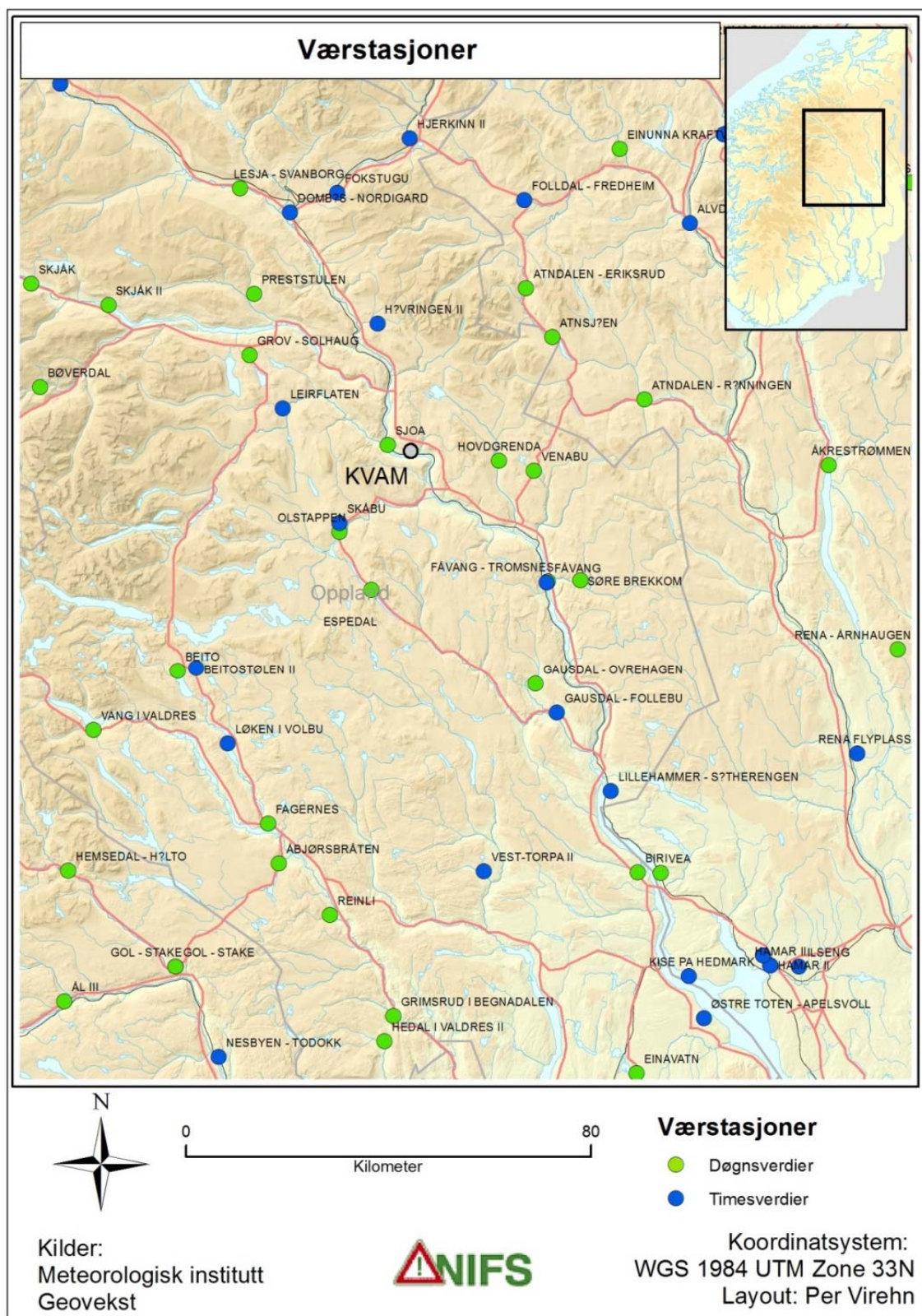
Figur 66: Mange steder rant vannet i veiene med erosjon og massetransport ned mot sentrum, da det er dårlig med veigrøfter (Foto: Steinar Myrabø).

5 Meteorologiske forhold

5.1 Nedbør/regn 2011, 2013 og 2014

I dette kapitlet har Meteorologisk institutt gjort en analyse av nedbørsforhold under flommen i 2011, 2013 og 2014.

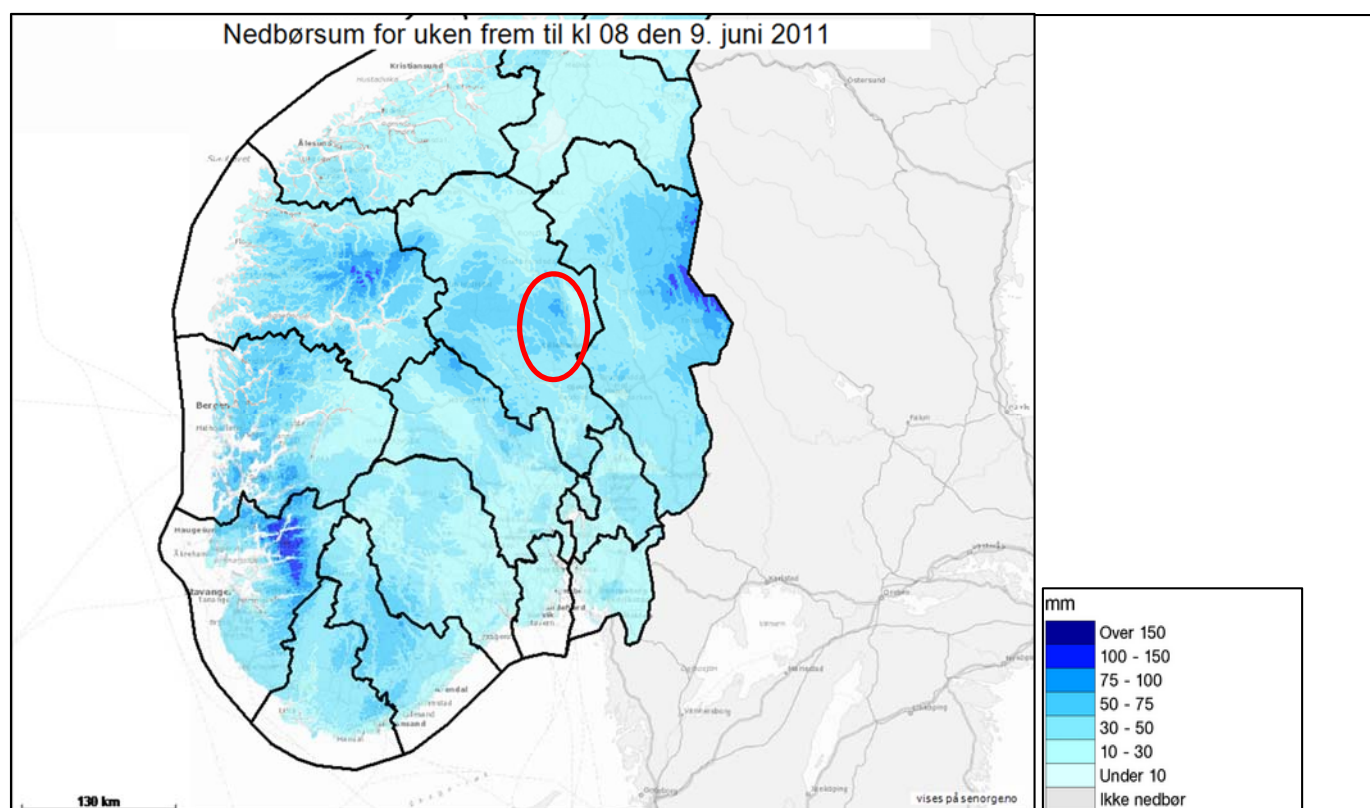
Figur 67 viser et oversiktskart over værstasjoner i Gudbrandsdalen som er brukt i analysene.



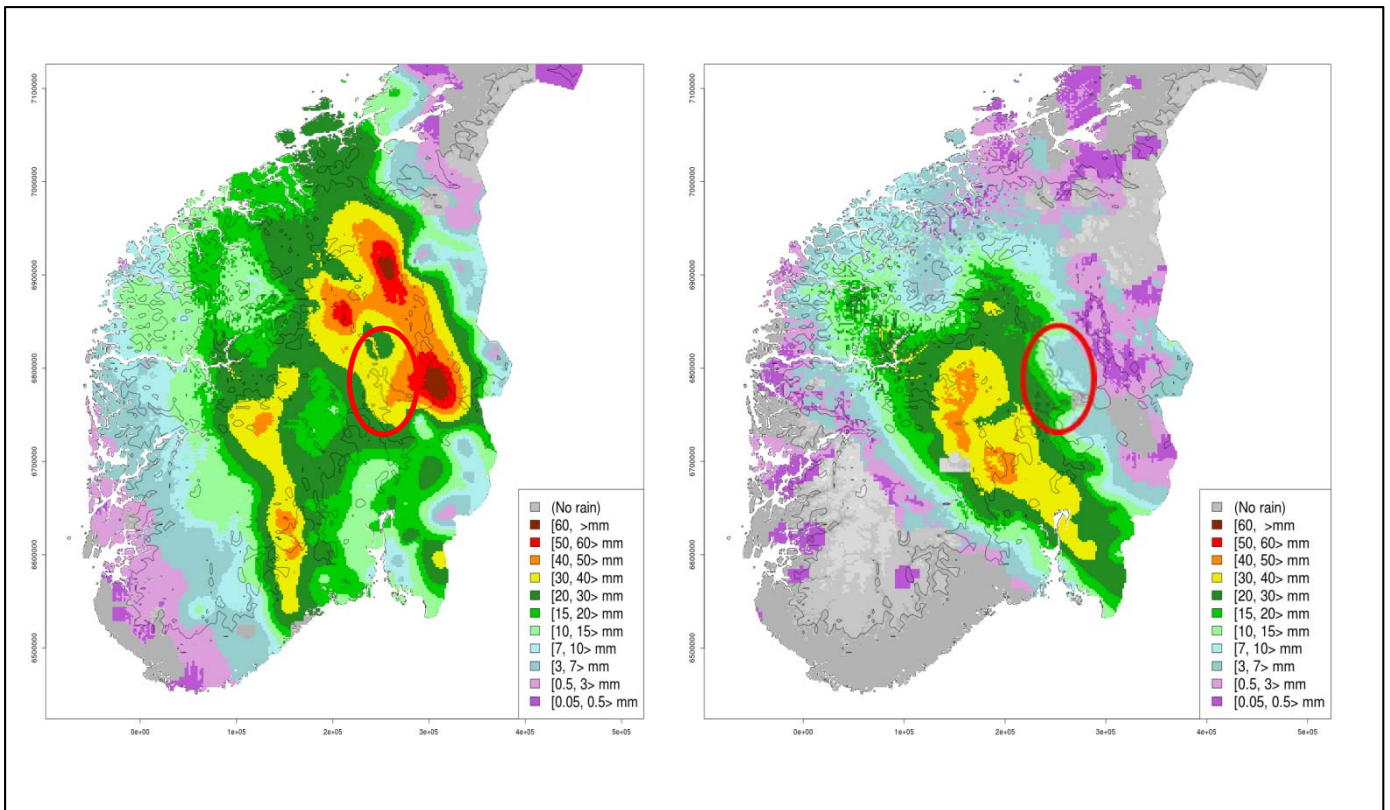
Figur 67: Kart over nedbørstasjoner i Gudbrandsdalen. (Kart utarbeidet av Per Viréhn).

5.1.1 Oversikt over nedbørsfordeling før og under flommen i 2011

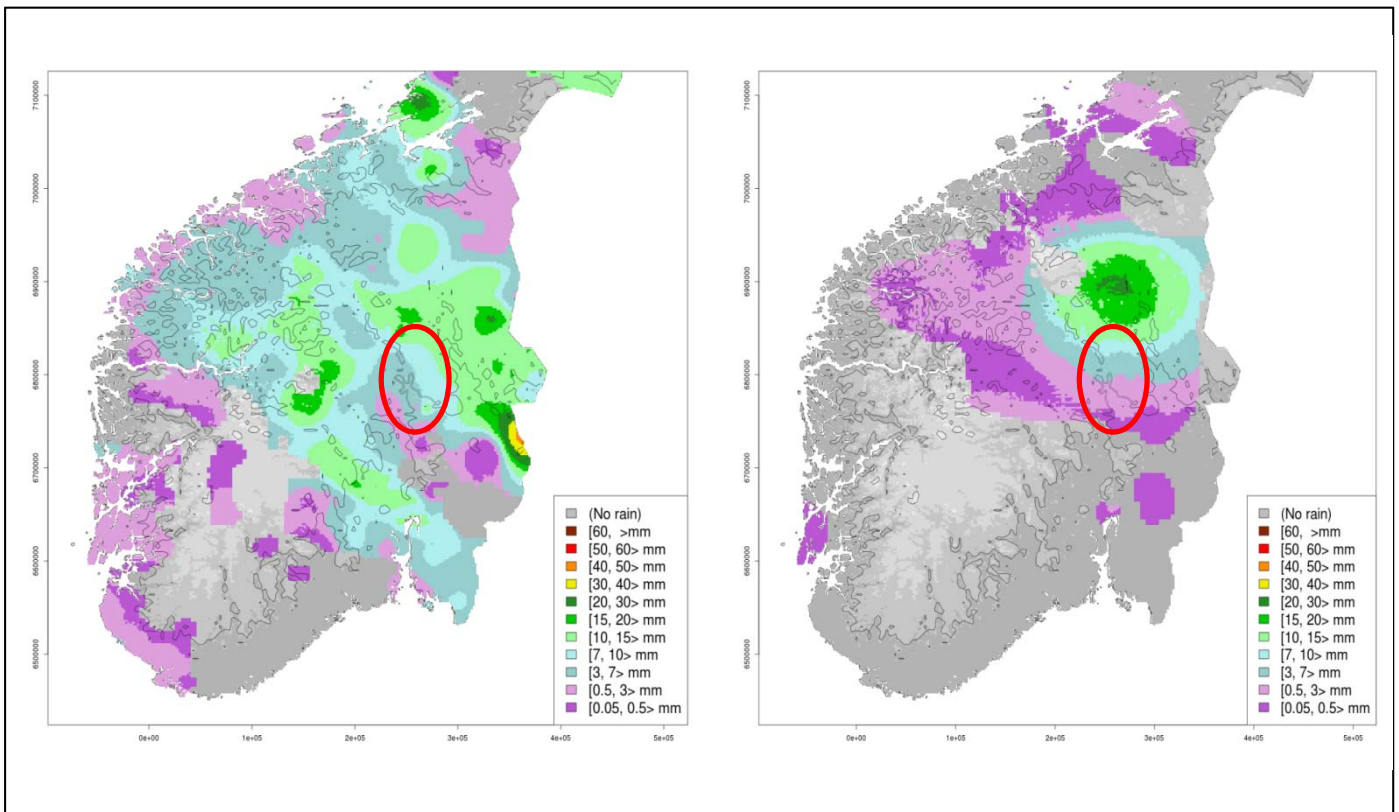
Nedbørverdien (22 mm) i løpet av én time fra Fåvang tilsvarer en returperiode på omtrent 100 år. 6- og 12-timers verdier fra Dombås og Skåbu under flommen i 2011 viste at flommen hadde en returperiode på omtrent 10 år, mens 1- og 2-døgns nedbør fra Gausdal viste returperiode på omtrent 50 år. Denne ekstremhendelsen karakteriseres derfor av kraftig nedbør i løpet av et par døgn, og med lokale celler med meget intens nedbør i løpet av kort tid. Ettersom det er få værstasjoner i området kan det lokalt ha vært betydelig større nedbørintensiteter enn de som er referert i denne rapporten. Figur 68 viser en oversikt over nedbørsum for uken frem til kl. 08.00 9.juni. Figur 69 viser ett-døgns nedbør målt om morgenen 10. og 11. juni. 10.juni lå døgn nedbøren på 30 – 40 mm i store deler av Gudbrandsdalen, mens den sank til 20 – 30 mm morgenen 11. juni. Morgenen 12. juni var det lite og stedvis ingen nedbør (Figur 70). Kartet til høyre i Figur 70 viser høyeste timesnedbør under flomhendelsen, kl. 00-01 10. juni.



Figur 68: Nedbørsum for uken frem til kl. 08.00 den 9.juni 2011. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er situert (Modifisert etter xgeo.no)



Figur 69: Kart til venstre viser ett-døgns nedbør målt kl. 08.00 den 10.juni 2011, mens kart til høyre viser ett-døgns nedbør målt kl. 08.00 den 11.juni 2011. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er (MET).

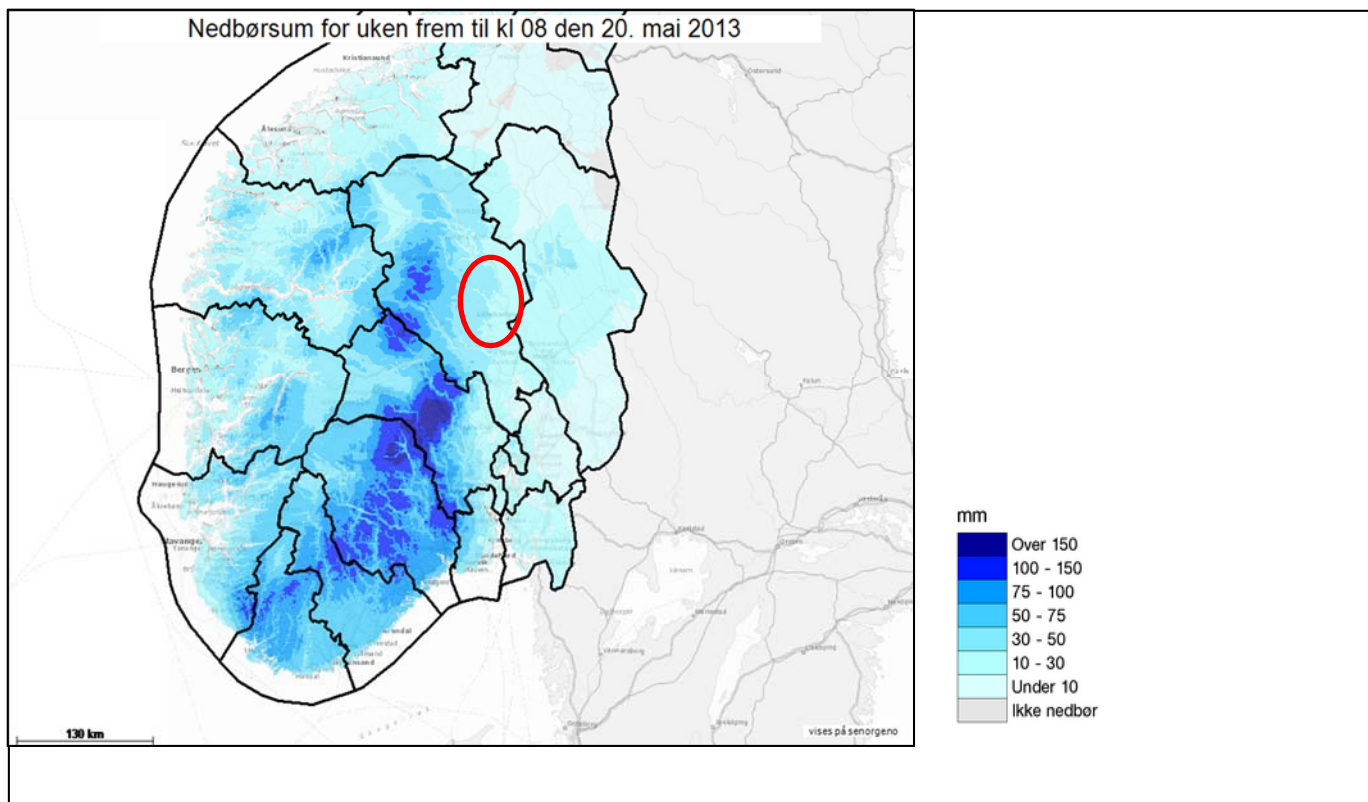


Figur 70: Kart til venstre viser ett-døgns nedbør målt kl 08 den 12.juni 2011, mens kart til høyre viser høyeste 1-times nedbør (10.juni kl. 00-01) ved METs pluviometerstasjoner. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er

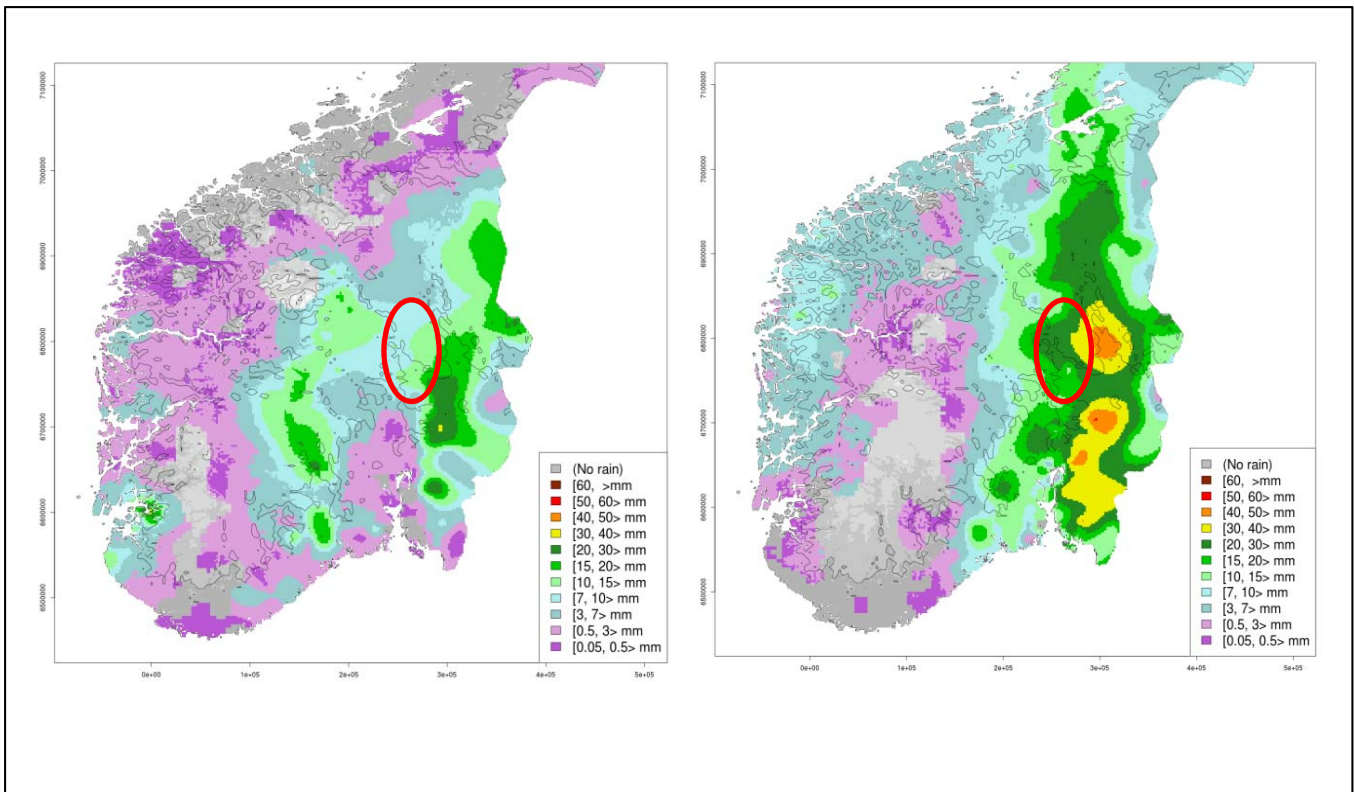
(MET)

5.1.2 Oversikt over nedbørsfordelingen før og under flommen i 2013

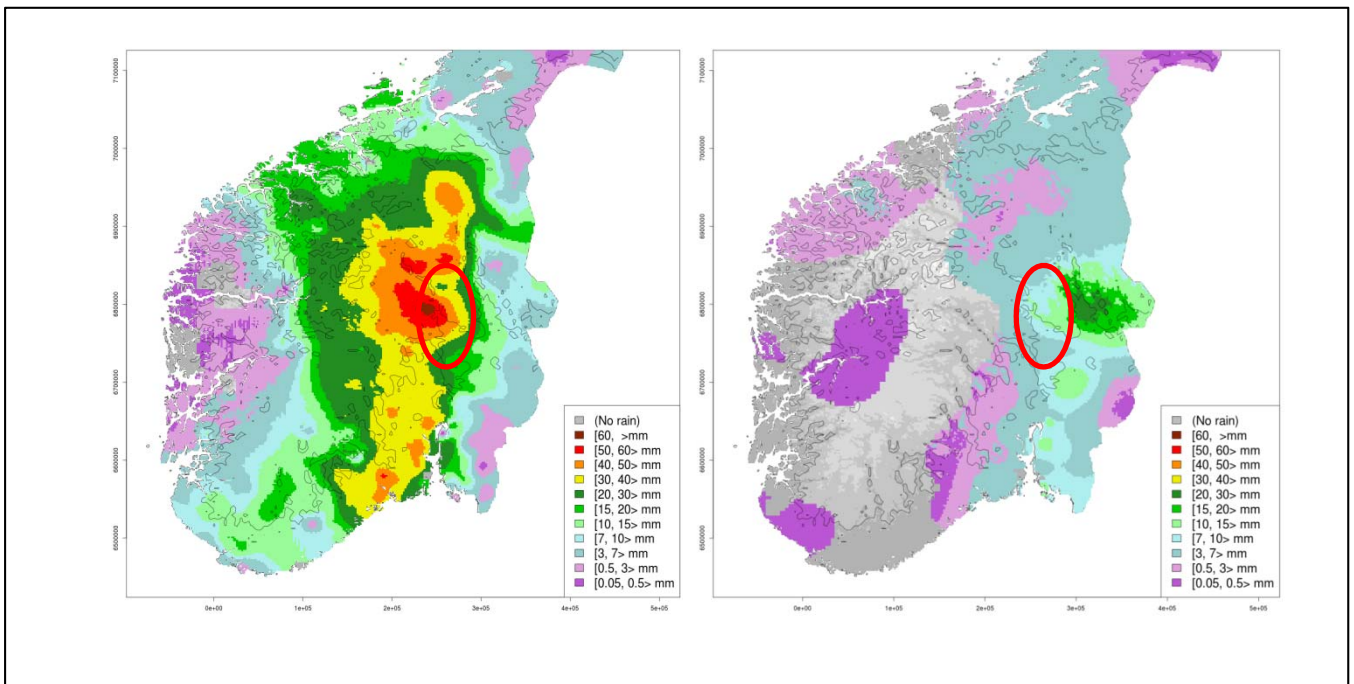
Høyeste døgnverdi under flommen i 2013 var på 69 mm ved Minnesund jernbanestasjon. Denne verdien har et gjentaksintervall på 50-100 år, og ligger helt i ytterkant av spennet på 25-70 mm for varsling av ekstremvær. 6-timersverdien (39 mm) ved Rena Flyplass har et gjentaksintervall på ca. 100 år. Ulike målestasjoner har registrert verdier med gjentaksintervall ca. 50 år eller høyere for varighet 3, 6, 12 og 24 timer. Lokalt kan nedbørintensiteten ha vært større enn det som er registrert på Meteorologisk Instituttstasjoner. Figur 71 viser nedbør siste uke frem til kl 08 den 20. mai 2013, mens Figur 72 og Figur 73 viser at det falt mye nedbør over området i hele perioden 21.mai-23.mai. 2013. kartet til høyre i Figur 73 viser høyeste timesnedbør for flomperioden.



Figur 71: Nedbør siste uke frem til kl 08 den 20.mai 2013. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er situert (Modifisert etter xgeo.no)



Figur 72: Kart til venstre viser nedbør siste døgn frem til kl 08 den 21.mai 2013, mens kart til høyre viser nedbør siste døgn frem til kl 08 den 22.mai 2013. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er situert (Utarbeidet av MET)



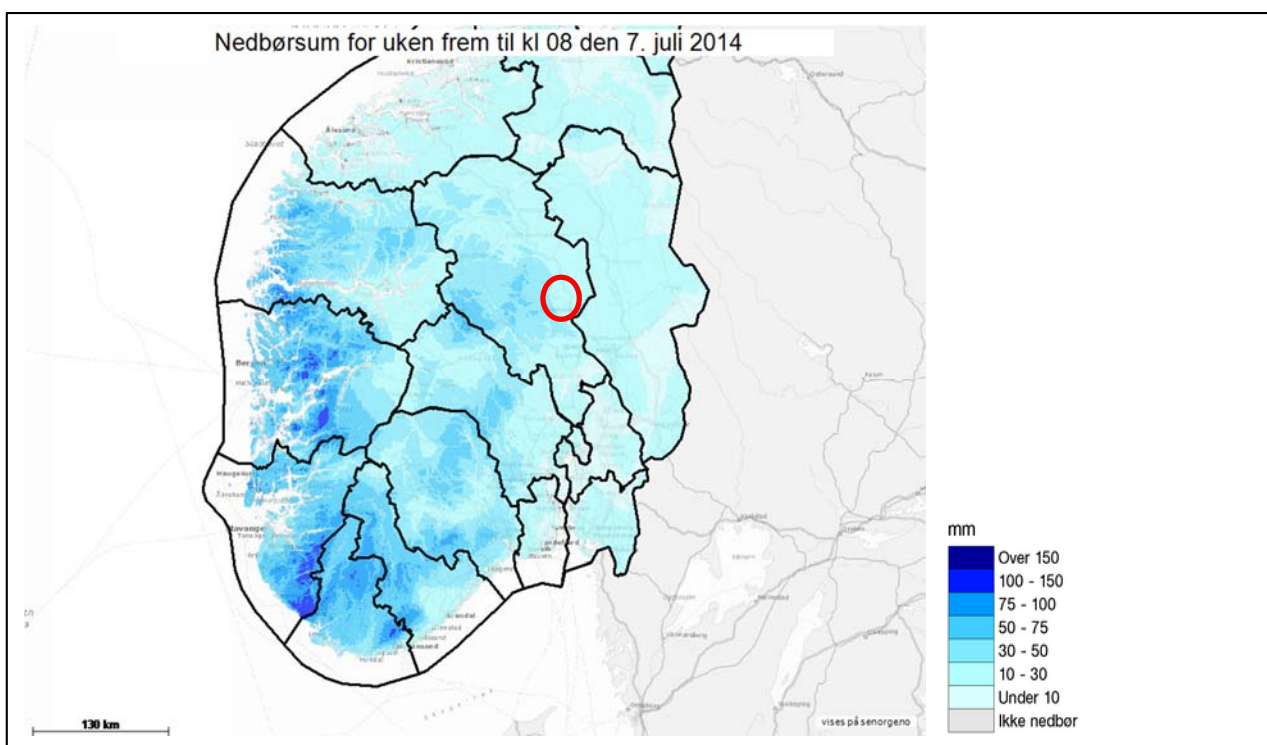
Figur 73: Kart til venstre viser nedbør siste døgn frem til kl 08 den 23.mai 2013, mens kart til høyre viser høyeste 3-timers nedbør (22.mai kl 00-03) ved METs pluviometerstasjoner. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er situert (Utarbeidet av MET)

5.1.3 Oversikt over nedbørsfordelingen før og under flommen i 2014

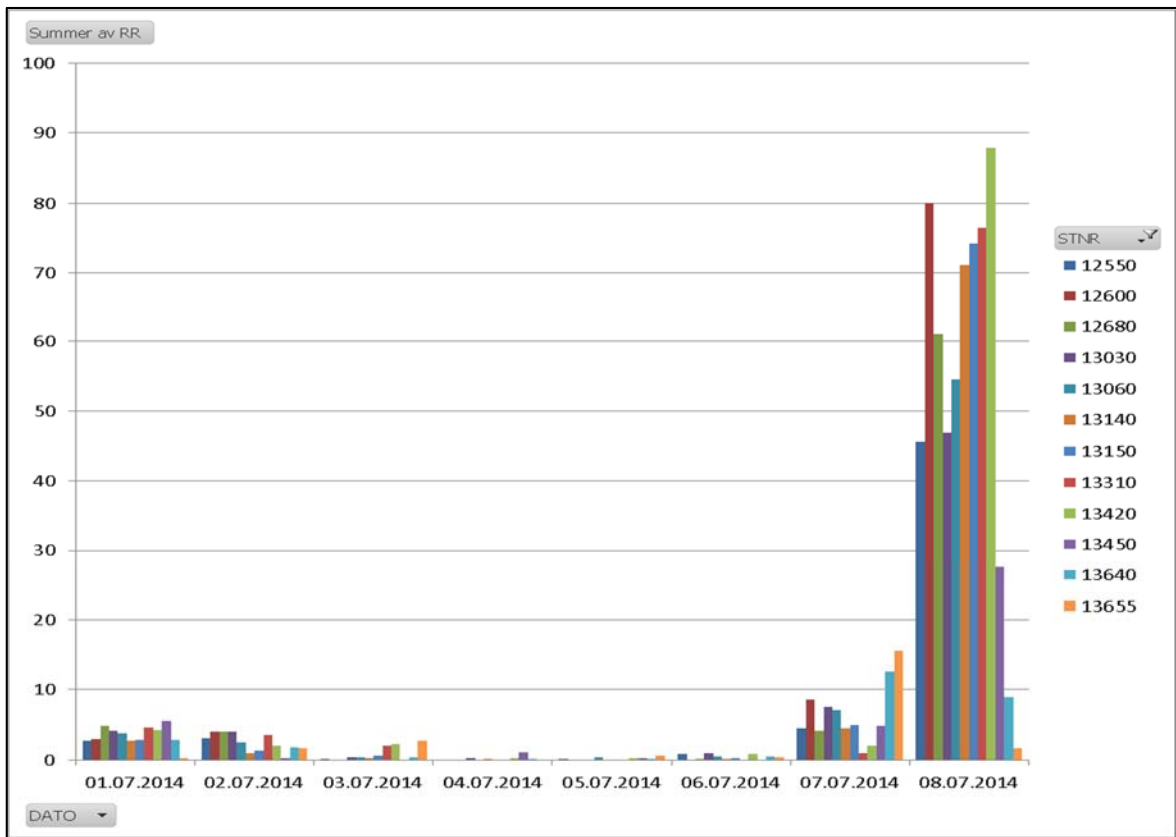
For alle varigheter fra 1 time og opp til 48 timer er det målestasjoner som har gjentakintervall på over 10 år for nedbørverdiene i perioden 7. – 9. juli. Høyeste døgnerverdi var på 88 mm (ved Venabu). Denne verdien har et gjentakintervall på over 100 år, og er høyere enn spennet på 25-70 mm for varsling av ekstremvær.

For både Fåvang og Venabu har nedbørverdiene i løpet av ett og to døgn gjentakintervall på ca. 100 år eller høyere. Høyeste 1-døgns verdi var 87,8 mm og ble målt ved Venabu. 100-års returverdi for Venabu er estimert til ca. 80 mm, og døgnet nedbøren for 8.juli overskrider klart denne verdien. To-døgns verdien fra Venabu var på 95 mm, og har en returverdi på nokså nøyaktig 100-år. Lokalt kan nedbørintensiteten ha vært større enn det som er registrert på Meteorologisk Institutt's stasjoner.

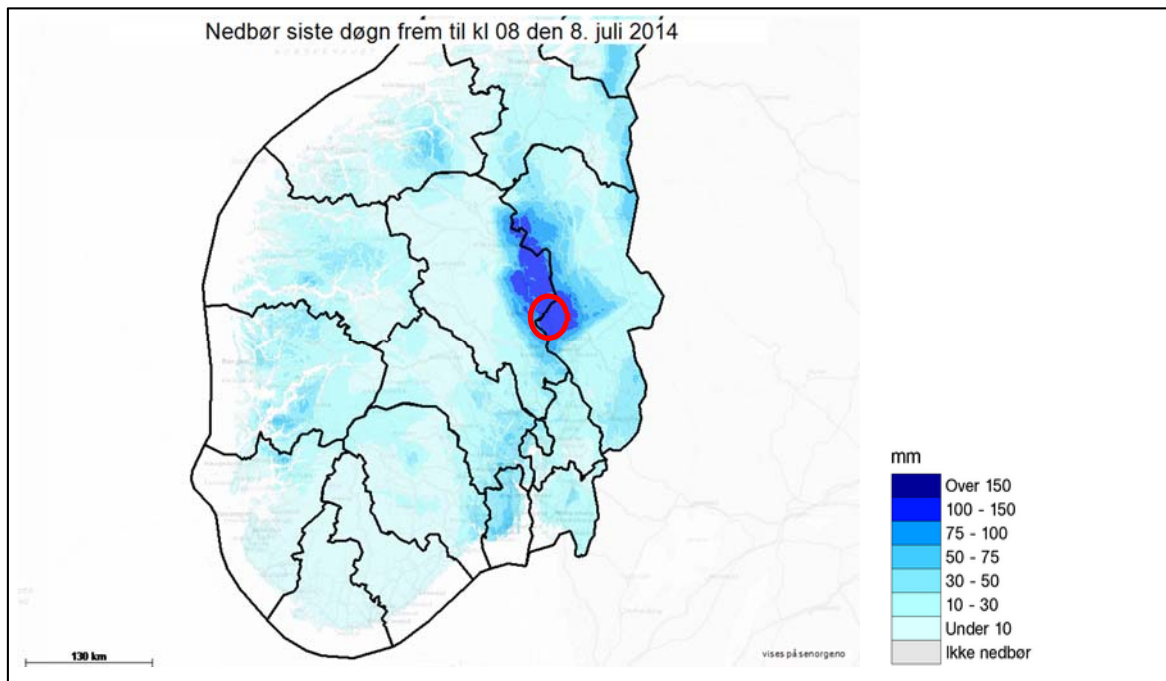
Figur 74 viser nedbørsum for uken frem til 7. juli kl. 08.00, mens Figur 75 viser døgnet nedbør en uke i forkant av hendelsen. Figur 76 viser døgnet nedbør (kl. 08-08) 8. juli og Figur 77 viser timesnedbør 7. og 8. juli. Det ble målt mest nedbør i området rundt Lillehammer 7. og 8. juli i 2014. Den høyeste 1-timesnedbøren i området (18 mm ved Fåvang) ble registrert kl 17 den 7.juli.



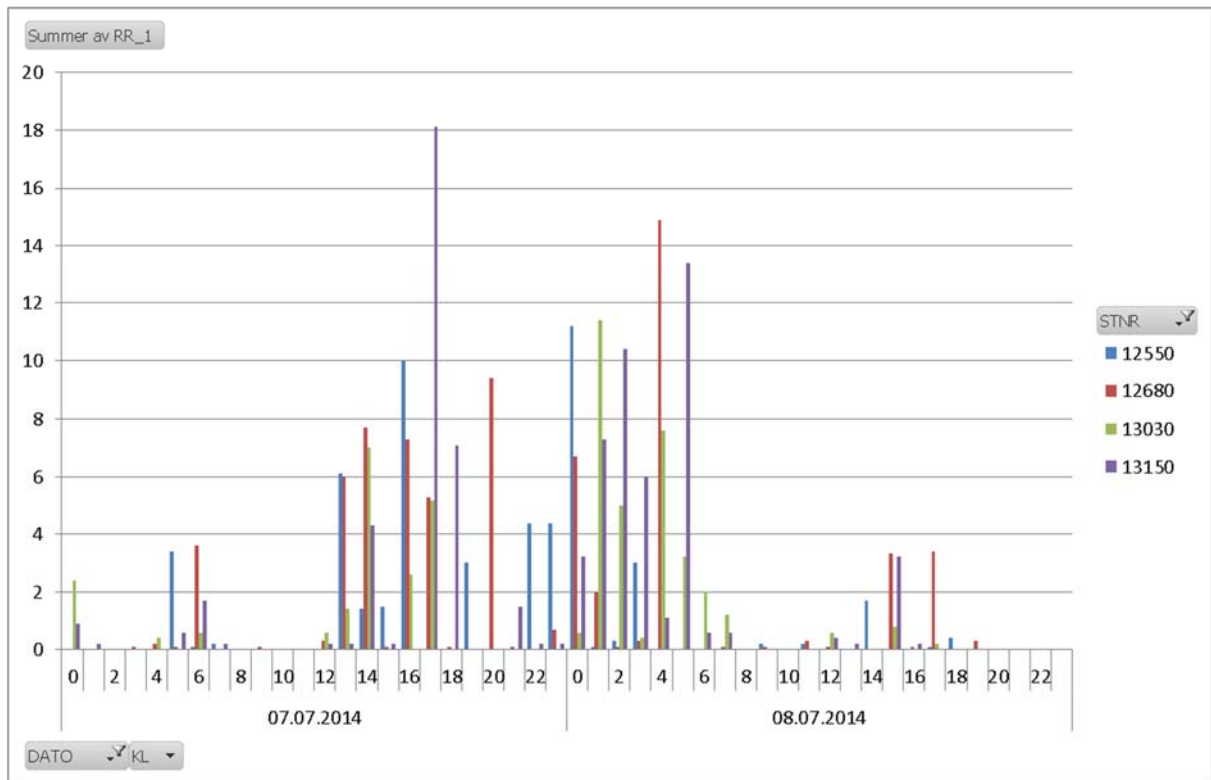
Figur 74: Ukesnedbør 18.-24. juli 2014. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er situert (Modifisert etter xgeo.no)



Figur 75: Døgngnedbør en uke i forkant av flomhendelsen (utarbeidet av Met)



Figur 76: Døgngnedbør 8. juli 2014. Rød sirkel viser område hvor pilotfeltene er situert (Modifisert etter xgeo.no)



Figur 77: Timesnedbør 7. og 8. juli 2014 (utarbeidet av Met)

6 Hydrologiske forhold

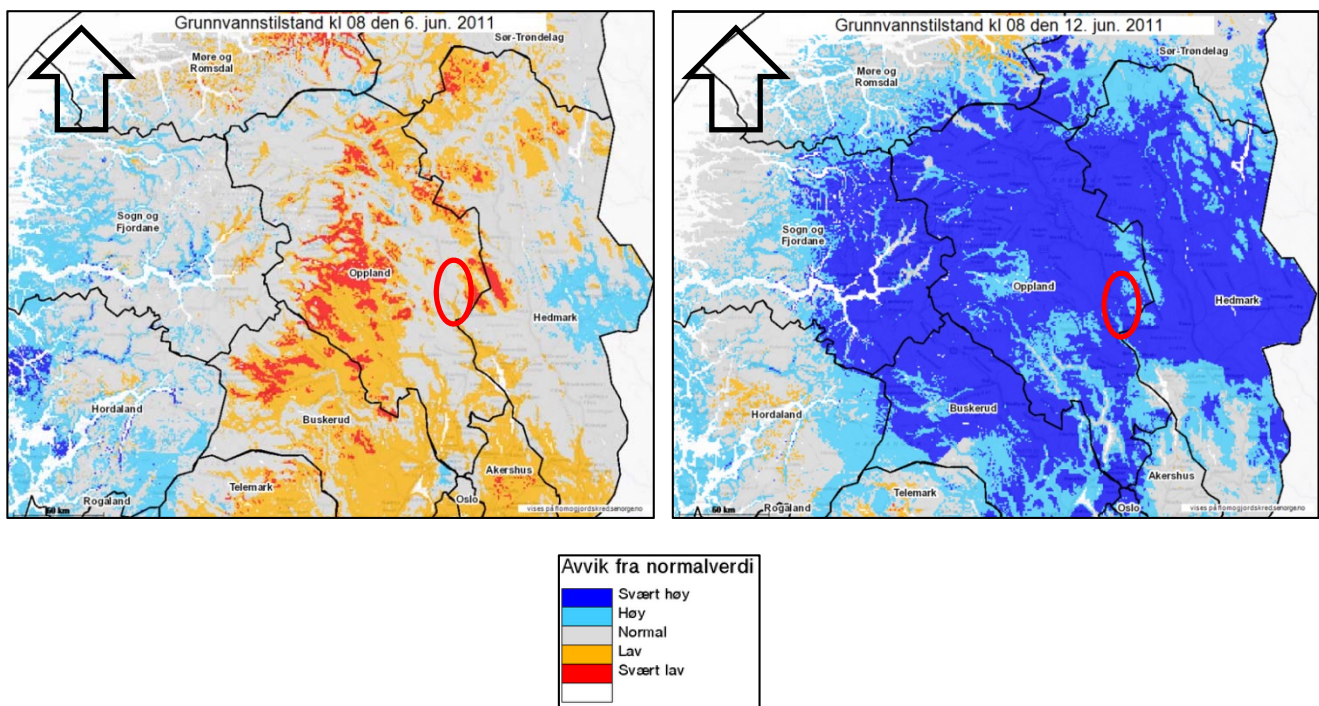
I dette kapitlet er det gjort en analyse og vurdering av romlig fordeling av hydrologiske forhold før og under hendelsene. Dette gjelder både grunnvannstand, jordens vannmetning, jordens vannlagerkapasitet og vannføring. Disse faktorene gir en beskrivelse av initialtilstanden/- fuktigheten og situasjonen under hendelsesforløpet.

Grunnvannsstand og vannmetningsgrad henger sammen. Når grunnvannsspeilet står høyt er bakken nesten mettet med vann. Dette påvirker fare for flom ettersom bakken ikke greier å ta unna mer vann når nedbørsmengden fortsetter. Jordens vannkapasitet sier noe om hvor mye vann jordsmonnet kan holde på i prosent av tørrvekten. Det vil si at dess større vannkapasitet dess mindre fare for flom. Vannføring er det vannvolumet som per tidsenhet passerer et tverrsnitt i et vassdrag eller strømmer gjennom for eksempel en stikkrenne.

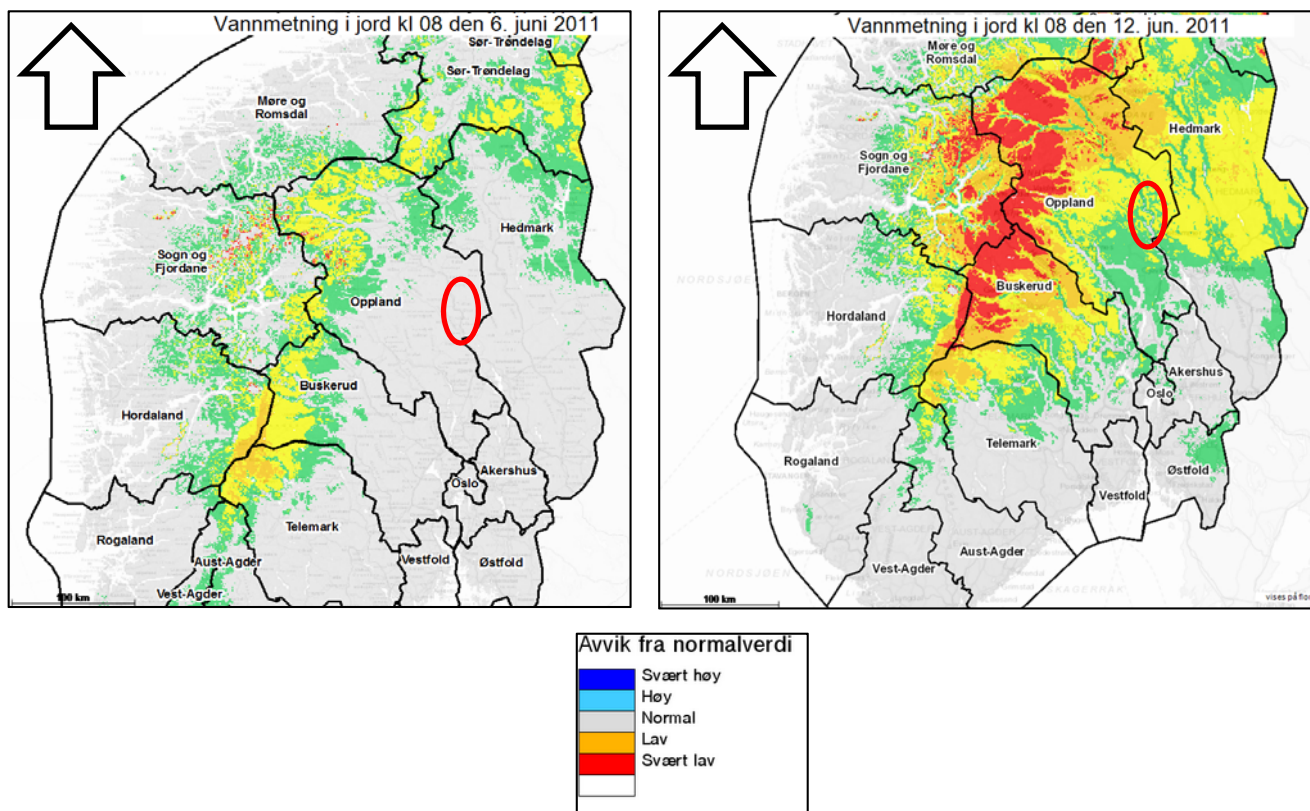
6.1. Grunnvannstand, vannmetning og jordens vannlagerkapasitet

6.1.1 2011

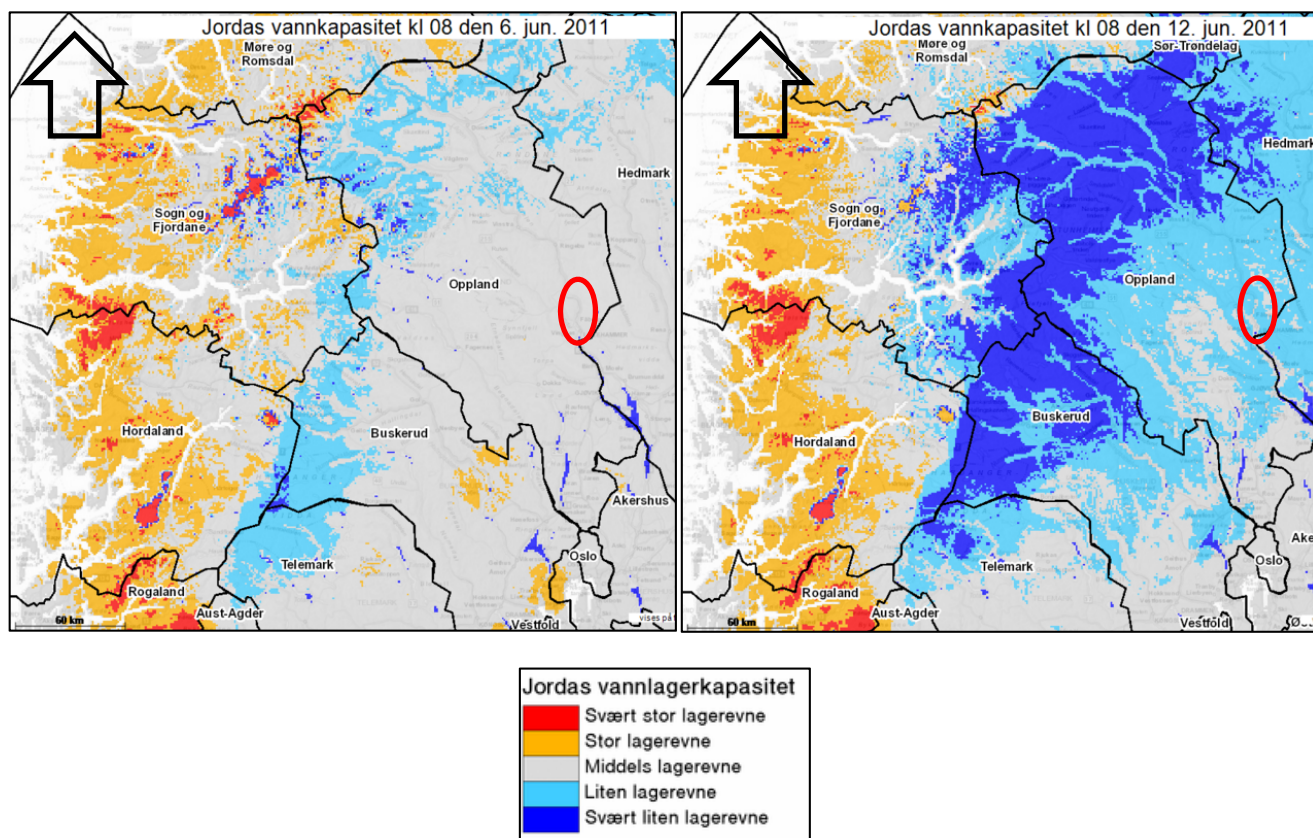
Mer nedbør enn normalt i begynnelsen av juni førte til økning i grunnvannsstanden i Gudbrandsdalen. Analysene viser endring i grunnvannstilstanden fra «lav/normal» til «høy/svært høy» i perioden 6. - 12. juni i Gudbrandsdalen (Figur 78). Jordens vannmetning før hendelsen var lav, under 60 % i store deler av Gudbrandsdalen. Vannmetningsgraden økte betydelig under flommen, og morgenen 12. juni var vannmetningsgraden 70 % - 80 % i hele Gudbrandsdalen (Figur 79). Jordens vannlagerkapasitet gikk fra «middels» til «liten» i de sørlige delene av Gudbrandsdalen under flommen i 2011, mens nord for Kvam ble vannlagerkapasiteten redusert til «svært liten» i løpet av flomperioden (Figur 80).



Figur 78: Grunnvannstilstand i Gudbrandsdalen kl. 08.00 6. juni og 13. juni 2011. (Modifisert etter xgeo.no).



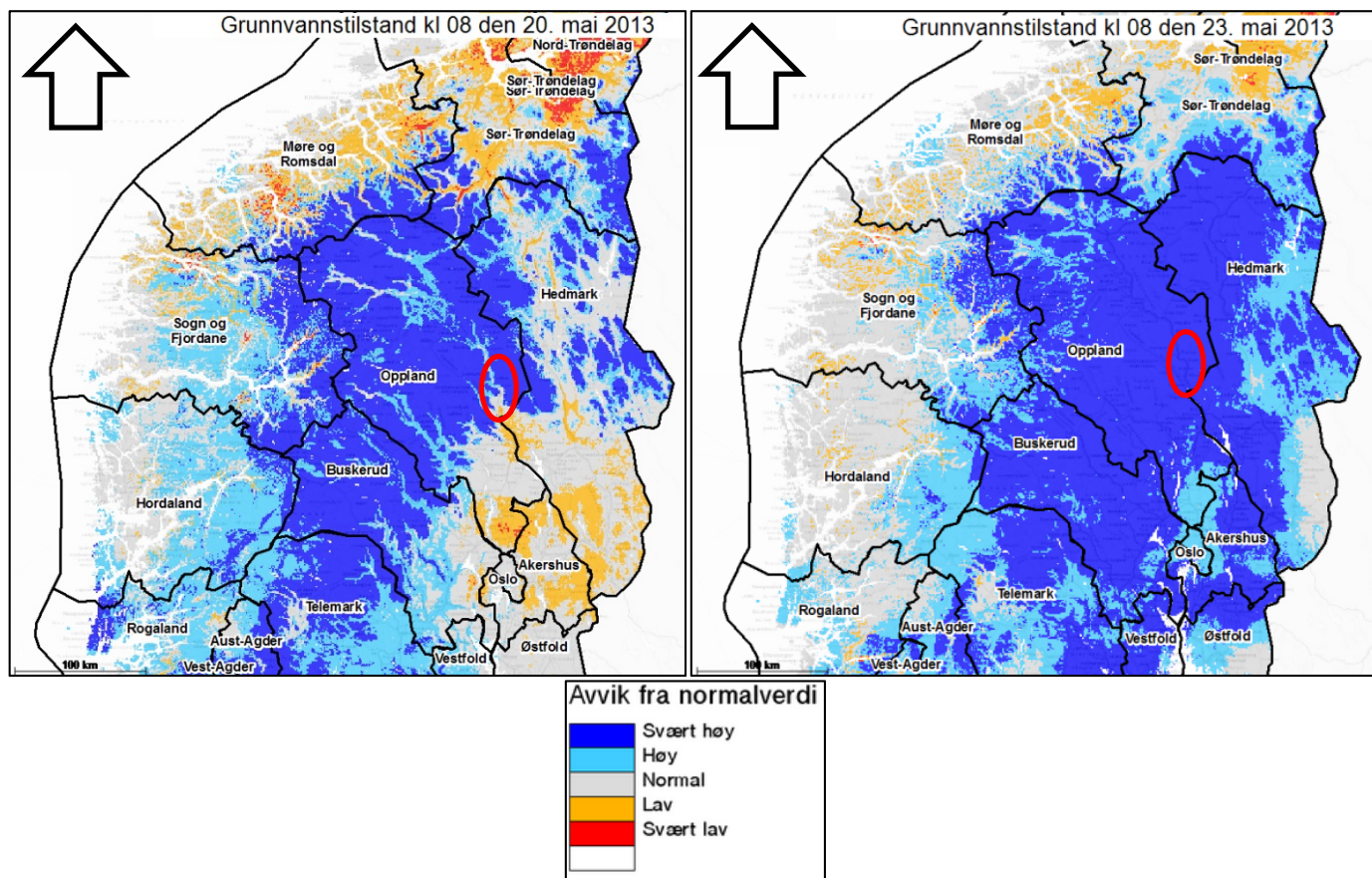
Figur 79: Vannmetningsgrad i jorden kl. 08.00 6. juni og 12. juni 2011. (Modifisert etter xgeo.no)



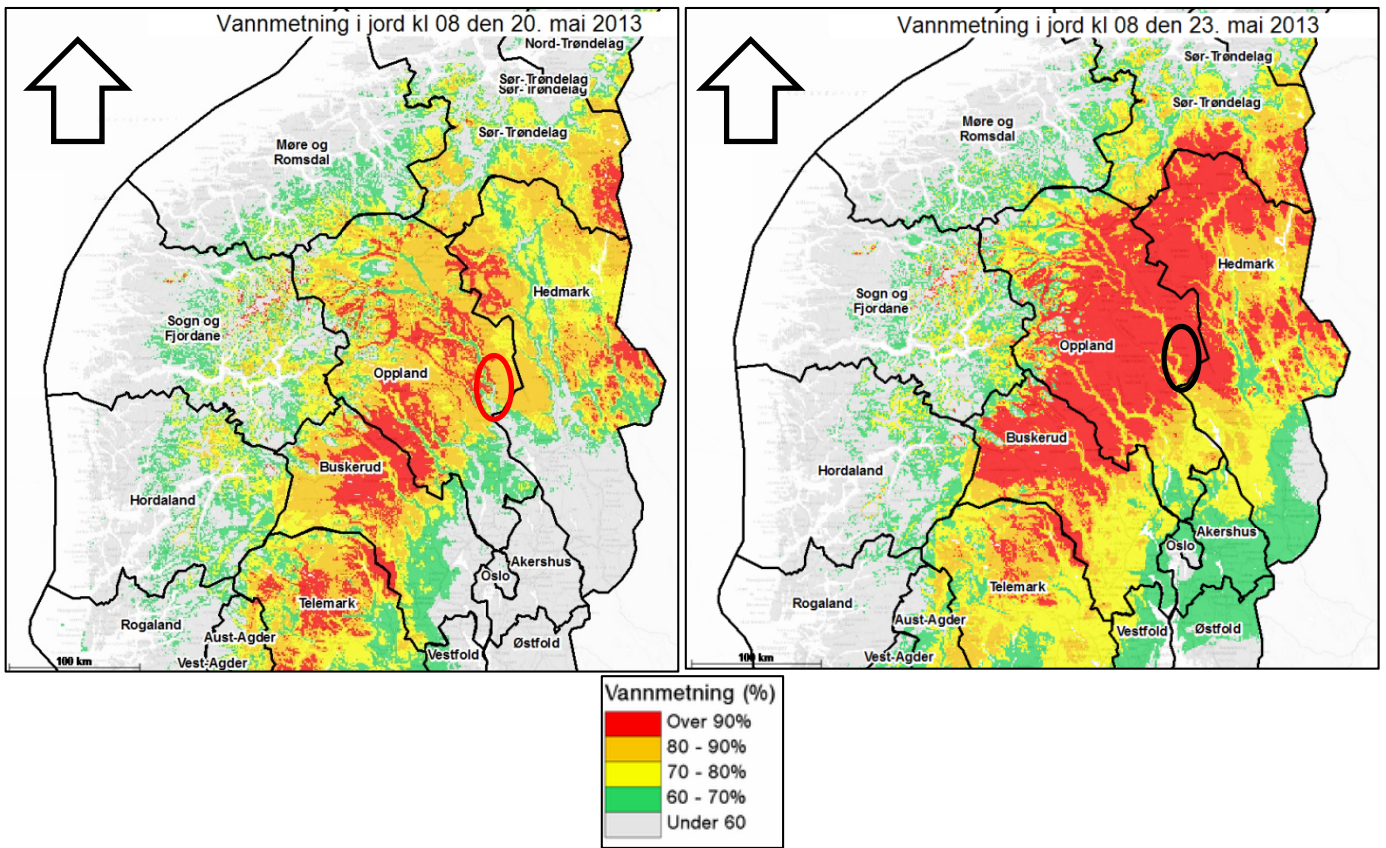
Figur 80: Jordens vannlagerkapasitet kl. 08.00 6.juni og 12.juni 2011. (Modifisert etter xgeo.no).

6.1.2 2013

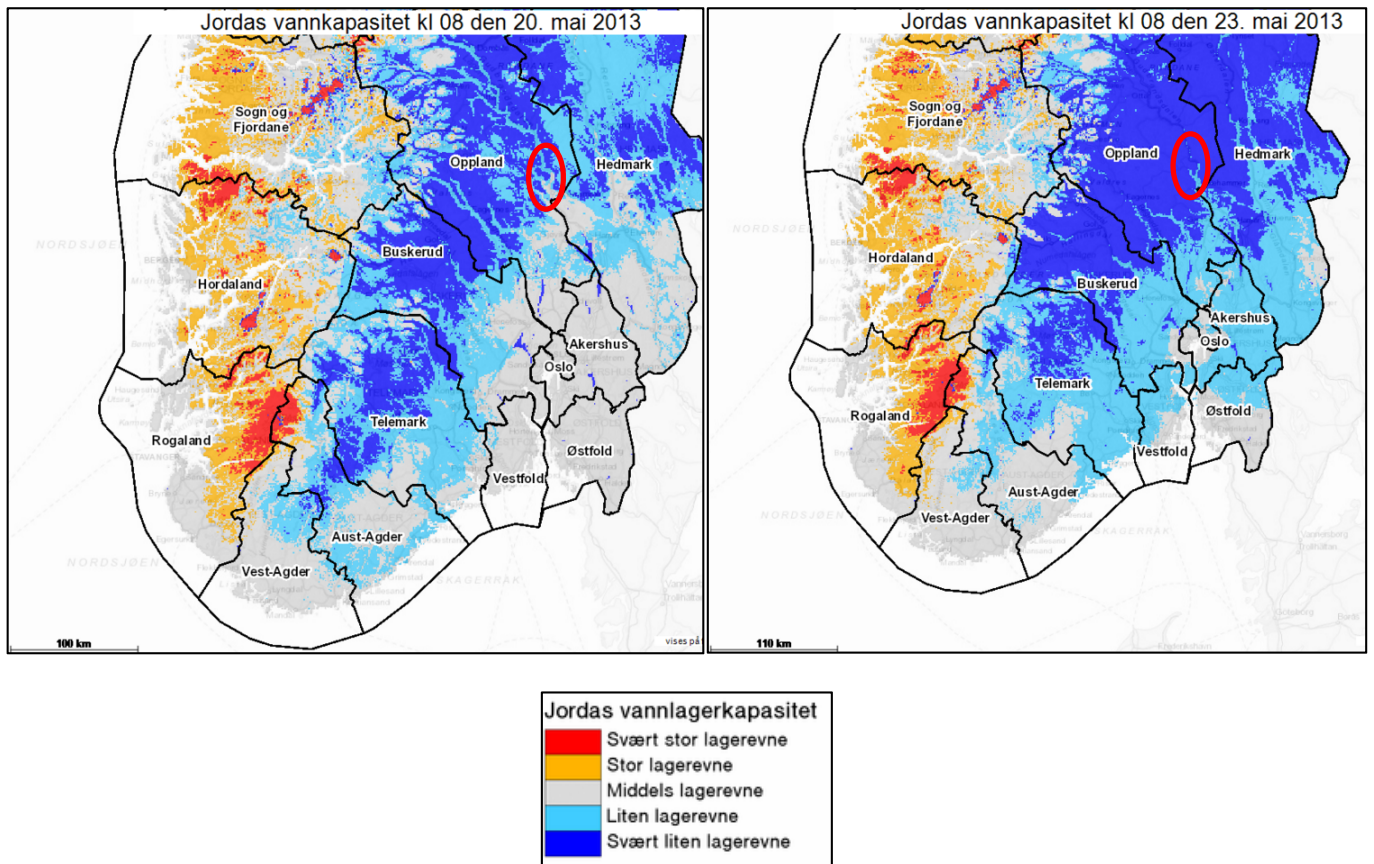
20. mai viser analysene «svært høyt» grunnvannsnivå i dalsidene i Gudbrandsdalen (Figur 81). Grunnvannsnivået øker gradvis til «svært høyt» i hele Gudbrandsdalen i løpet av flomhendelsen. Analysene viser også at jordens vannmetningsgrad var høy allerede før flomhendelsen (Figur 82). Analysene viser vannmetningsgrad på omtrent 80-90 % i store deler av Gudbrandsdalen 20. mai, stedvis også over 90 %. Morgenen 23. mai var jordens vannmetningsgrad over 90 % i nesten hele Gudbrandsdalen. Jordens vannlagerkapasitet var allerede «liten/svært liten» morgenen 20. mai, og ble videre redusert til «svært lav» i hele Gudbrandsdalen 23. mai (Figur 83).



Figur 81. Grunnvannsstand i Gudbrandsdalen 20. mai og 23. mai 2013. (Modifisert etter xgeo.no).



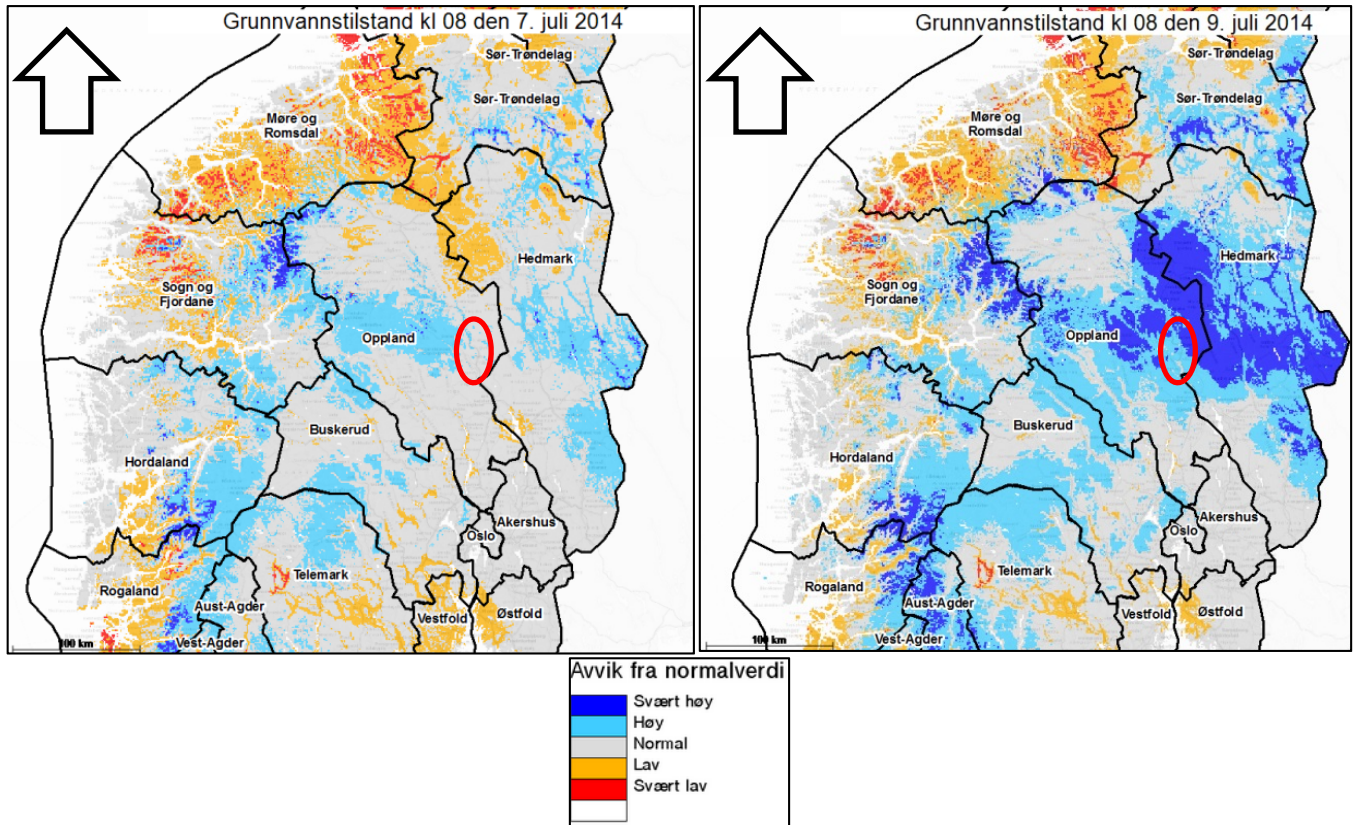
Figur 82. Vannmetning i jorden 20. mai og 23. mai 2013. (Modifisert etter xgeo.no).



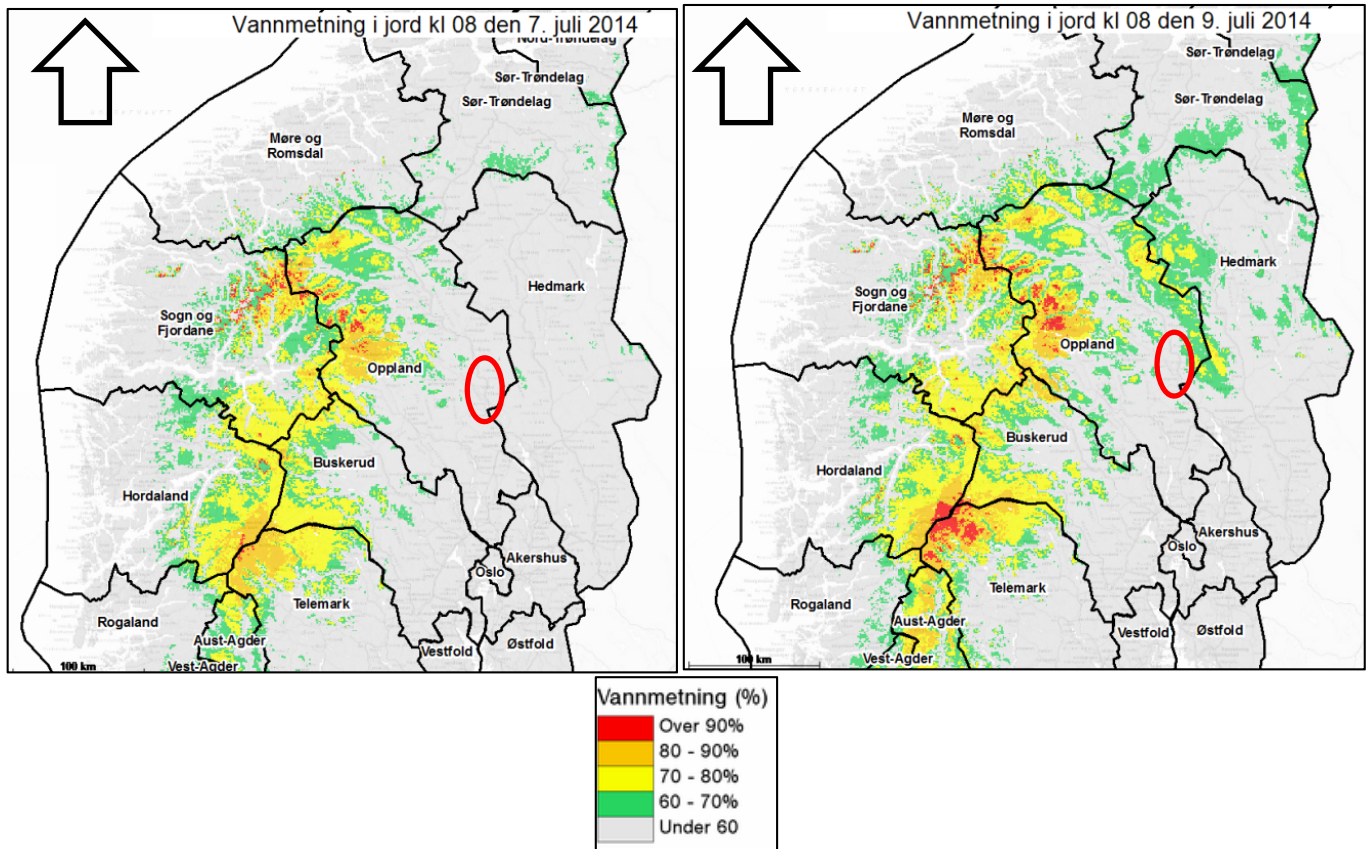
Figur 83: Jordens vannlagerkapasitet kl. 08.00 20.mai og 23.mai 2013. (Modifisert etter xgeo.no).

6.1.3 2014

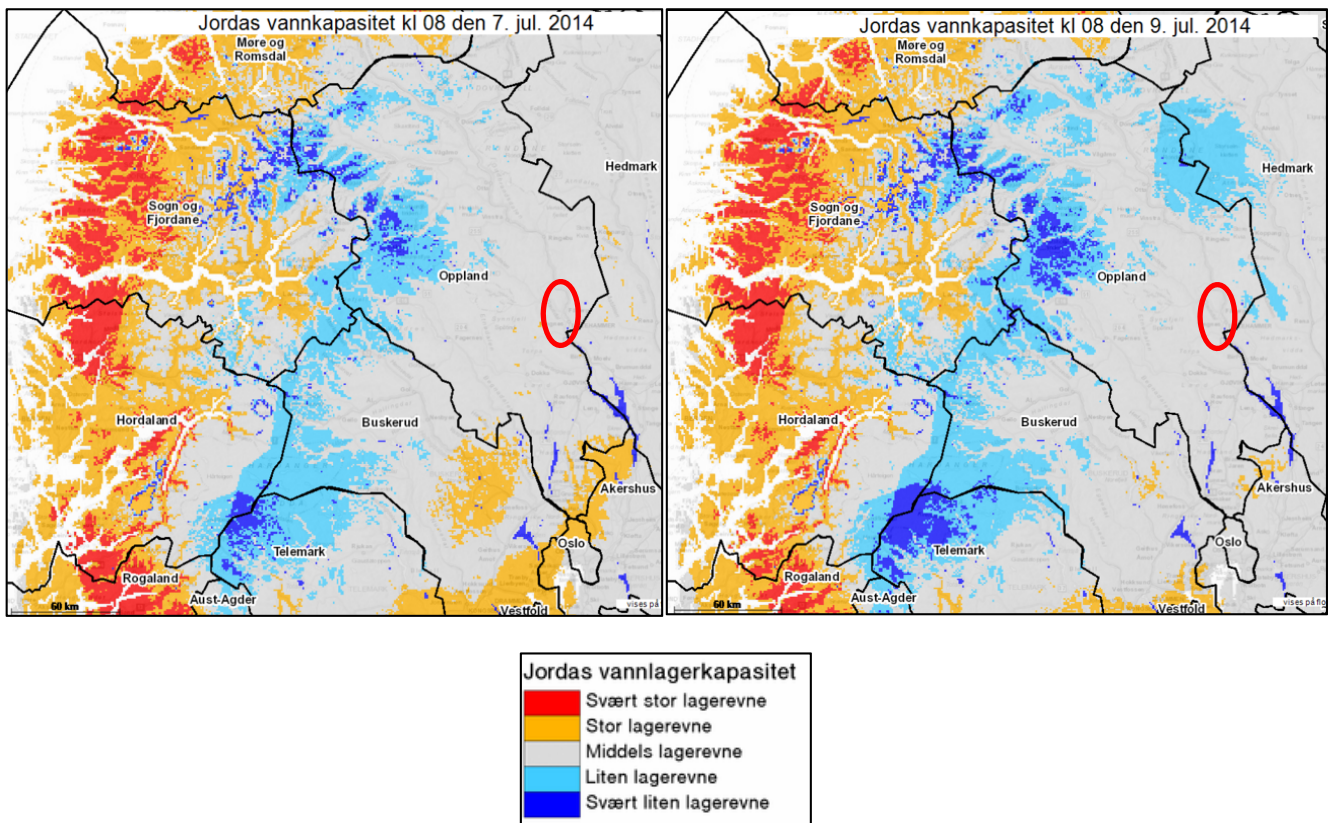
Under flomhendelsen i 2014 økte grunnvannstanden fra «normal/høy» til «høy/svært høy» i store deler av Gudbrandsdalen (Figur 84). Grunnvannsøkningen var størst sør i Gudbrandsdalen. Dette stemmer godt overens med at flommen var størst i områdene rundt Lillehammer. Vannmetning var ikke veldig høy under flommen, men stedvis 60 % - 70 % vannmetning i jorden (Figur 85). Jordens vannlagerkapasitet var middels i størsteparten av Gudbrandsdalen under flommen, men ble redusert til «liten» 9. juli i områdene rundt Kvam (Figur 86).



Figur 84. Grunnvannstilstand i Gudbrandsdalen kl. 08.00 7. og 9. juli 2014. Rød sirkel viser Lillehammer.(Modifisert etter xgeo.no).



Figur 85. Vannmetning i jorden 7. og 9. juli i Gudbrandsdalen. (Modifisert etter xgeo.no).

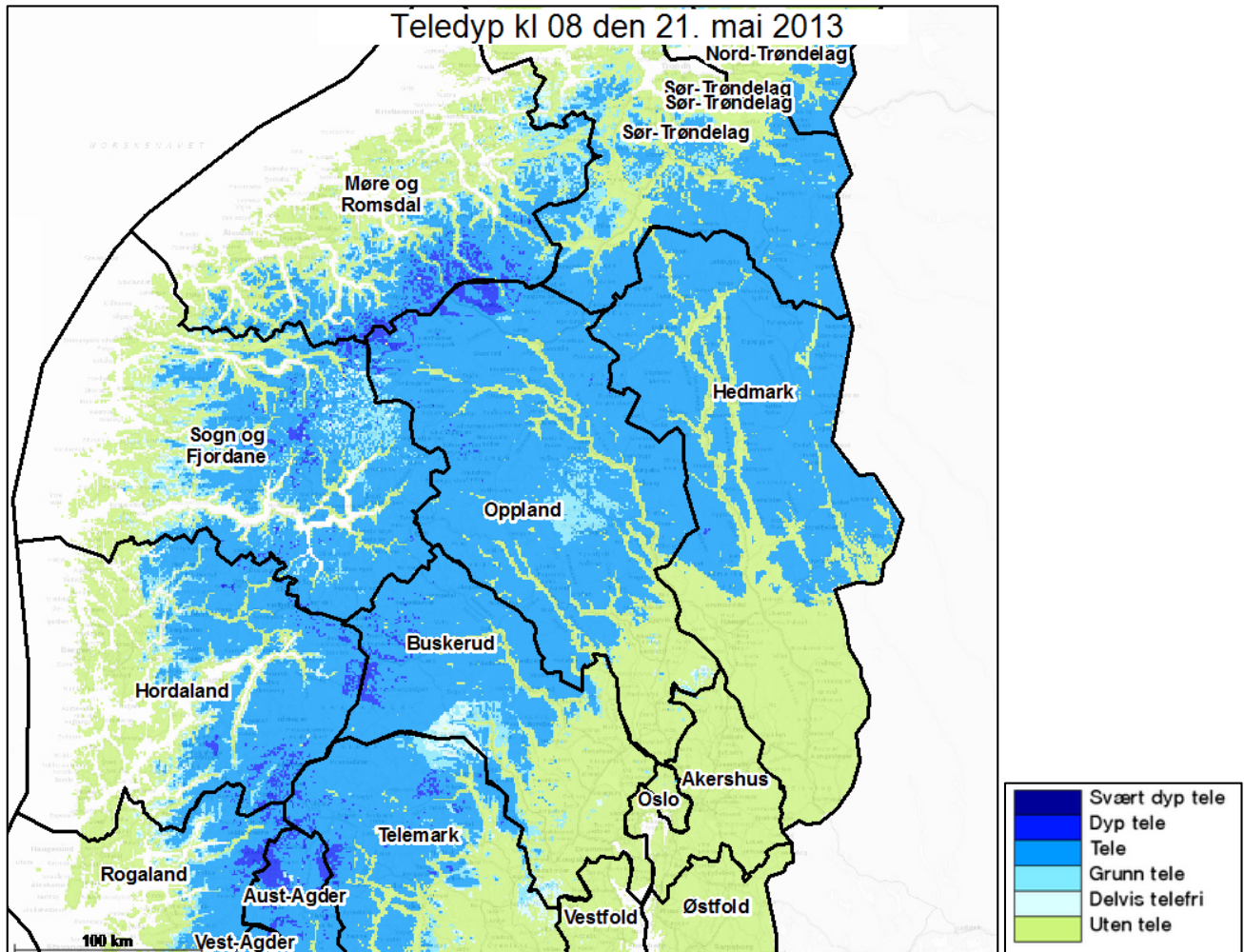


Figur 86: Jordens vannlagerkapasitet kl. 08.00 7. juli og 9. juli 2014. (Modifisert etter xgeo.no).

6.2 Teledyp

6.2.1 2013

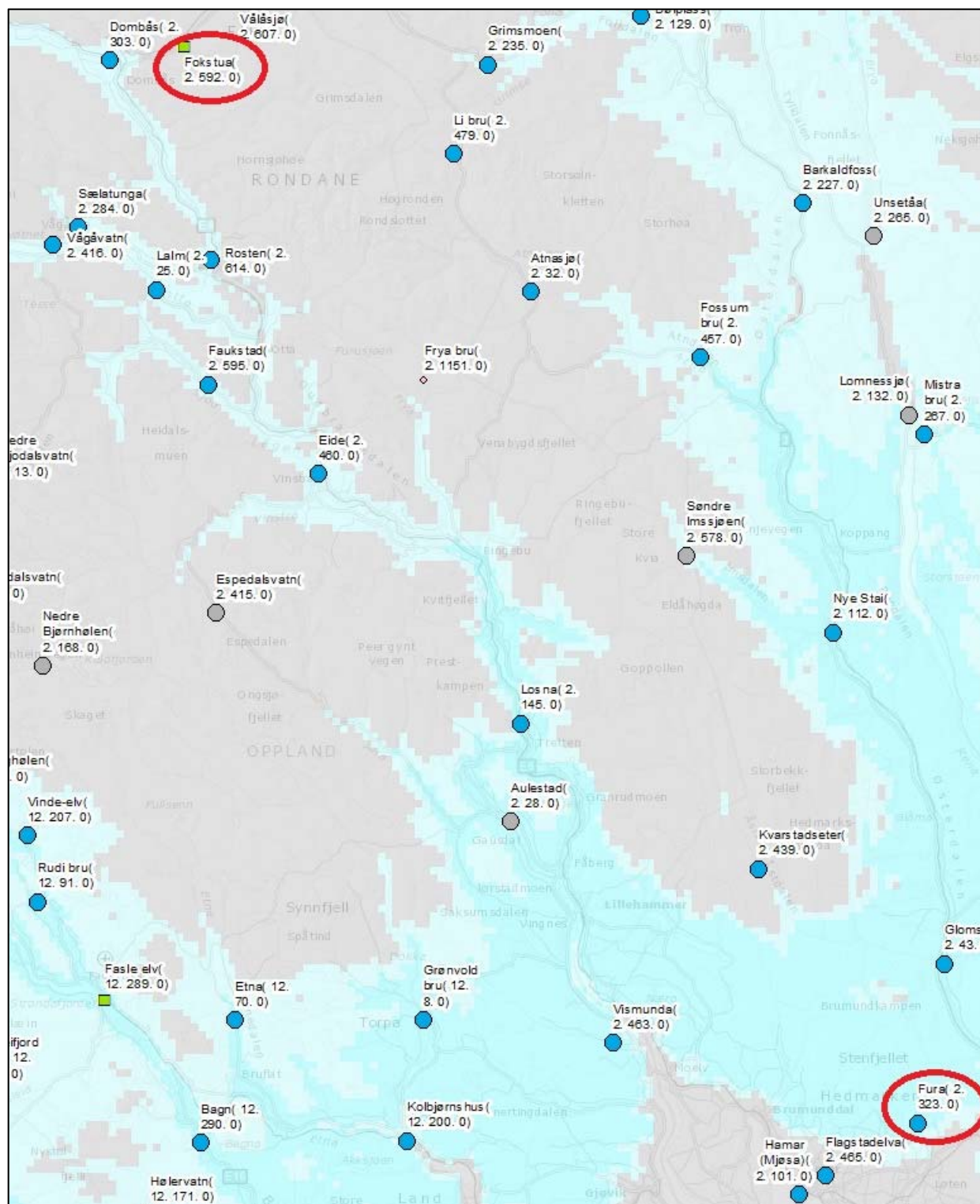
I deler av dalsidene i Gudbrandsdalen var det tele gjennom hele vinteren, og under flommen i mai (Figur 87). I lavereliggende områder var det lite regn etter snøsmeltingen, noe som førte til at det øverste jordlaget som var uten tele tørket opp og fungerte som isolasjon for den frosne bakken lengre ned. I juni ble det funnet minst 30-40 cm frossent materiale under et tint overflatelag på omtrent 1 meter på Dovre. (M. Sund, 2014).



Figur 87. Tele i Gudbrandsdalen 21. mai 2013.

6.3 Vannføring/avrenning

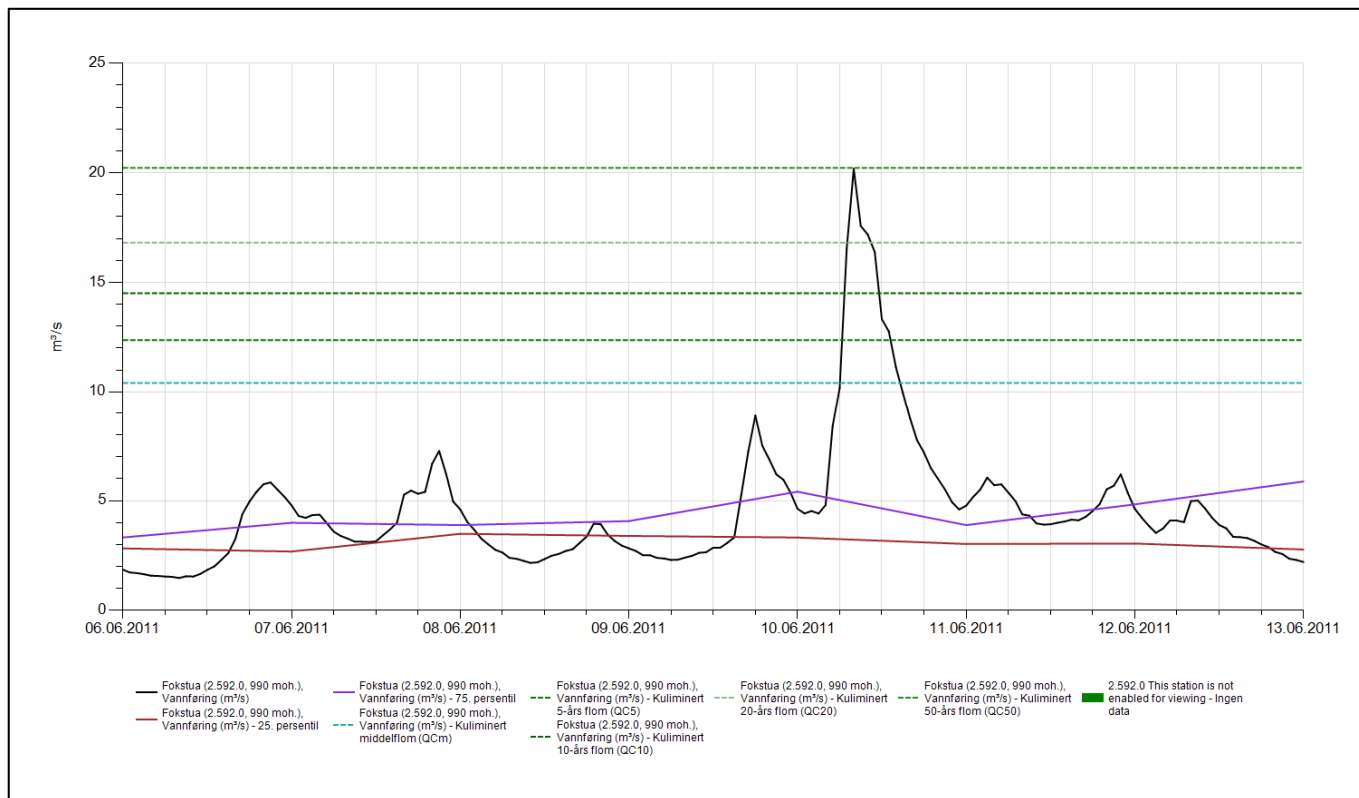
Det er ingen målestasjoner for små nedbørfelt i Gudbrandsdalen. Stasjonene som er brukt for å vise vannføring er 2.592 Fokstua (12 km²) og 2.329 Fura (45 km²) (Figur 88). Fokstua ligger øst for Dombås i Dovre kommune, mens Fura ligger i Løten kommune midt mellom Hamar og Elverum. Flommen i 2011 og 2013 ga utslag på målestasjonen ved Fokstua, mens i 2014 ga flommen ga lite utslag her. Kun flommen i 2013 ga utslag på målestasjonen ved Fura. Fokstua og Fura ligger henholdsvis nord og sør i Gudbrandsdalen. Metning av jorden fører til avrenning, ergo er størrelse på avrenning påvirket av initialtilstanden til jorden, grunnvannsnivå og vannmetningsgrad. Dette påvirkes av forhold før flommen, som nedbør og snøsmelting.



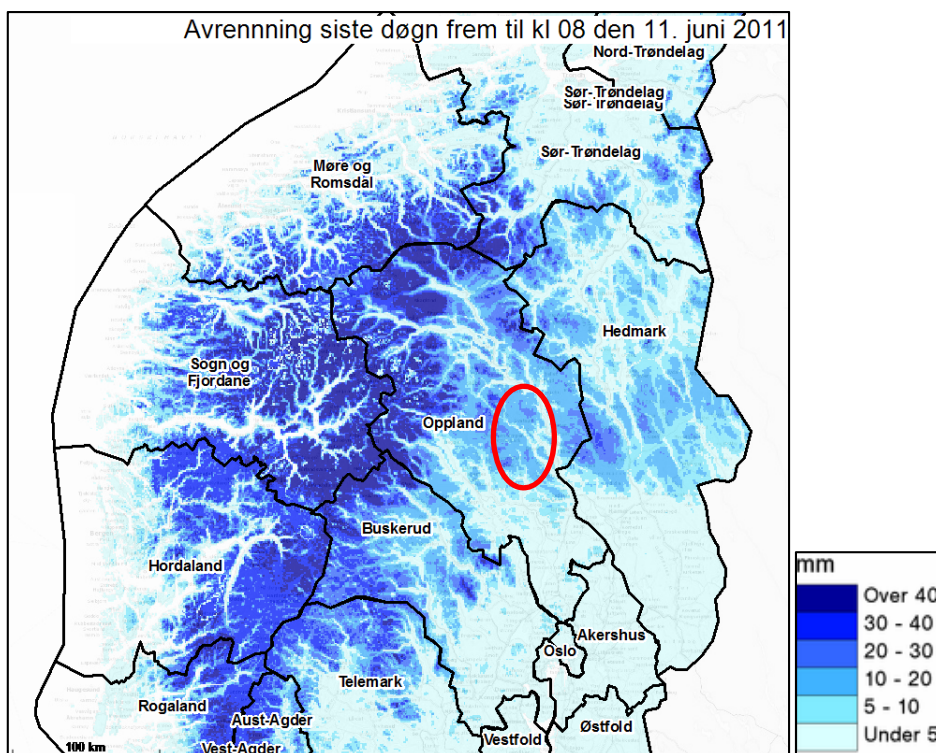
Figur 88. Målestasjoner for vannføring i Gudbrandsdalen. (Modifisert etter xgeo.no).

6.3.1 2011

Hendelsen i 2011 traff stasjonen ved Fokstua ganske tungt, og av Figur 89 kan man se at 2011-hendelsen kulminerte ganske nøyaktig på en 50-årsflom mellom 10. og 11. juni. Figur 90 viser avrenning i millimeter natten flommen kulminerte.



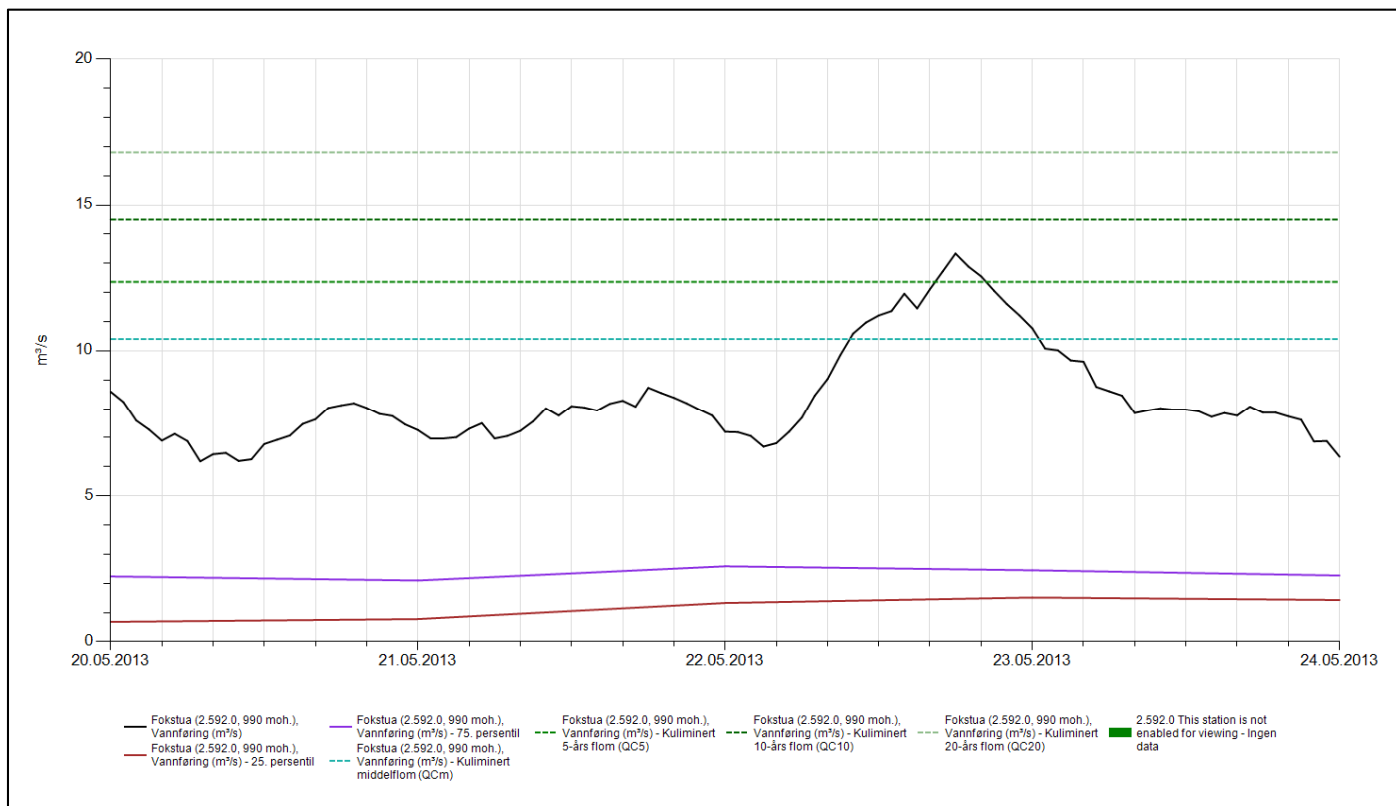
Figur 89. Vannføring ved Fokstua målestasjon 6. - 13. juni 2011. (Modifisert etter xgeo.no).



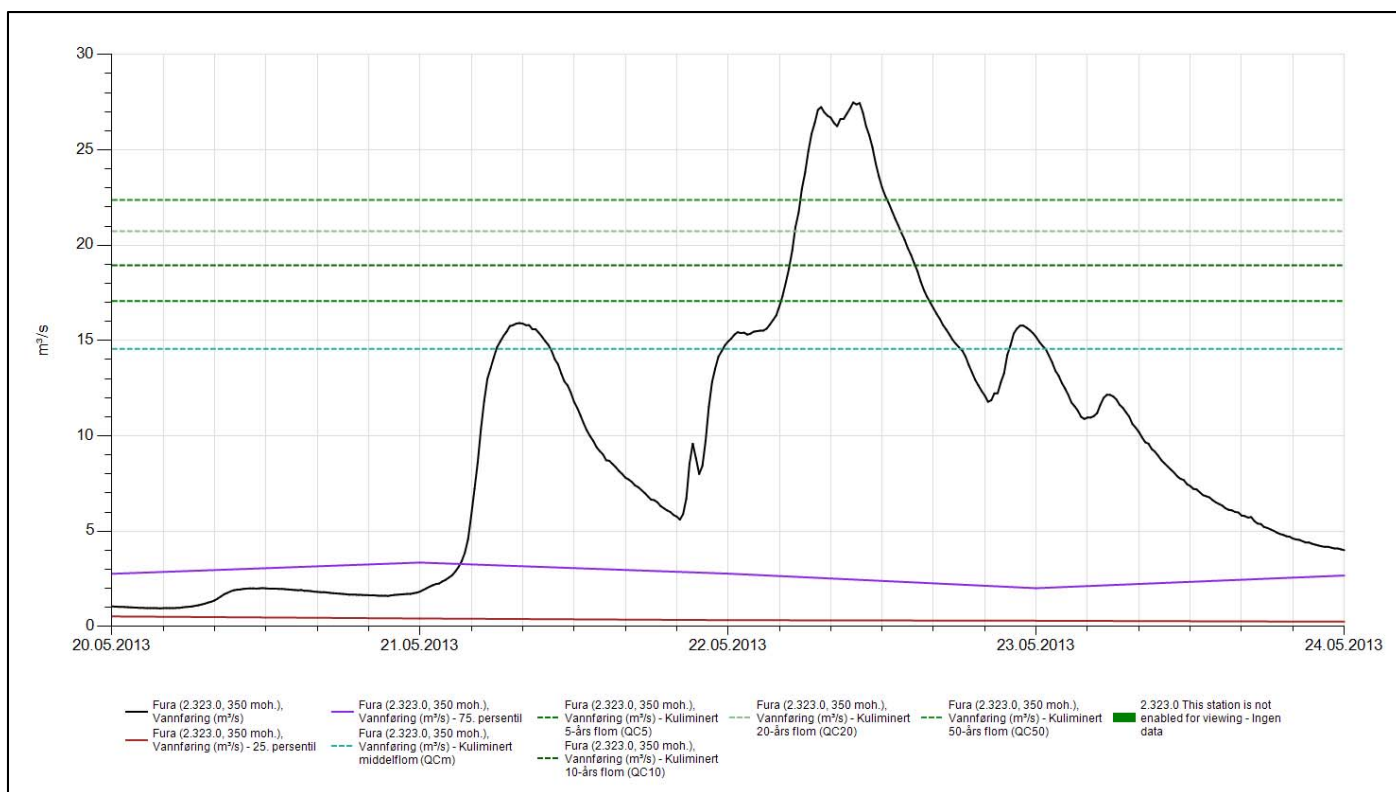
Figur 90. Avrenning siste døgn frem til kl. 08.00 11. juni 2011. (Modifisert etter xgeo.no).

6.3.2 2013

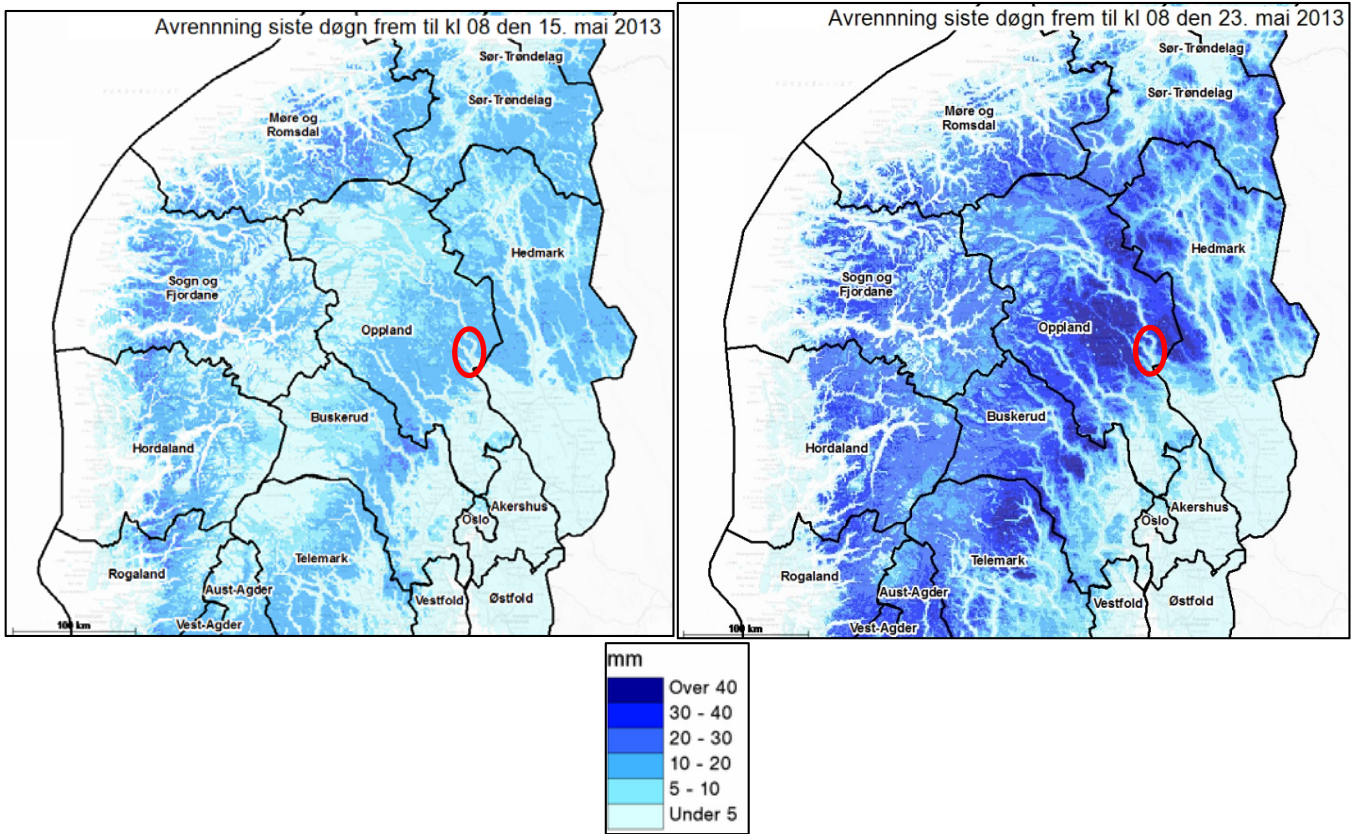
I 2013 var vannføring på nivå med 5 til 10-årsflom ved Fokstua målestasjon (Figur 91), mens målestasjonen ved Fura målte et gjentaksintervall på over 50 år (Figur 92). Modellsimuleringene i Figur 93 viser at avrenningen var høy i hele Gudbrandsdalen 23. mai.



Figur 91. Vannføring ved Fokstua målestasjon 20. - 24. mai 2013. (Modifisert etter xgeo.no).



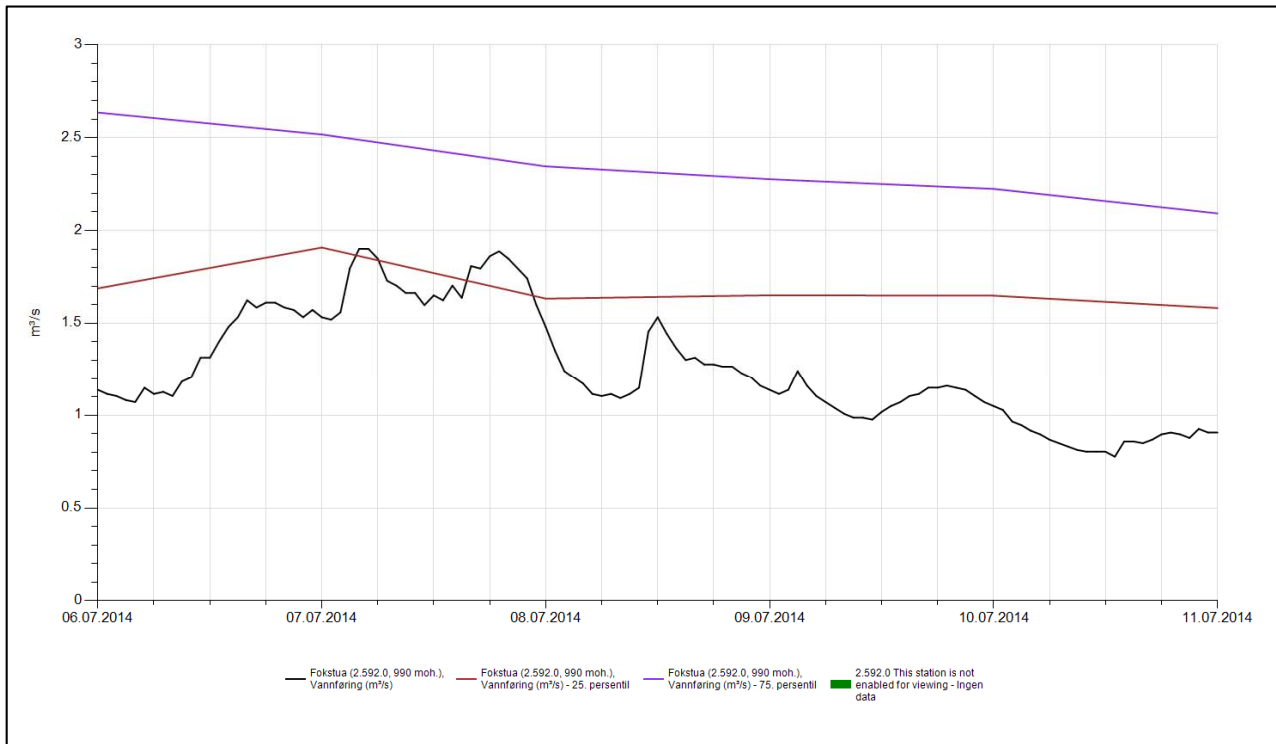
Figur 92. Vannføring ved Fura målestasjon 20. - 24. mai 2013. (Modifisert etter xgeo.no).



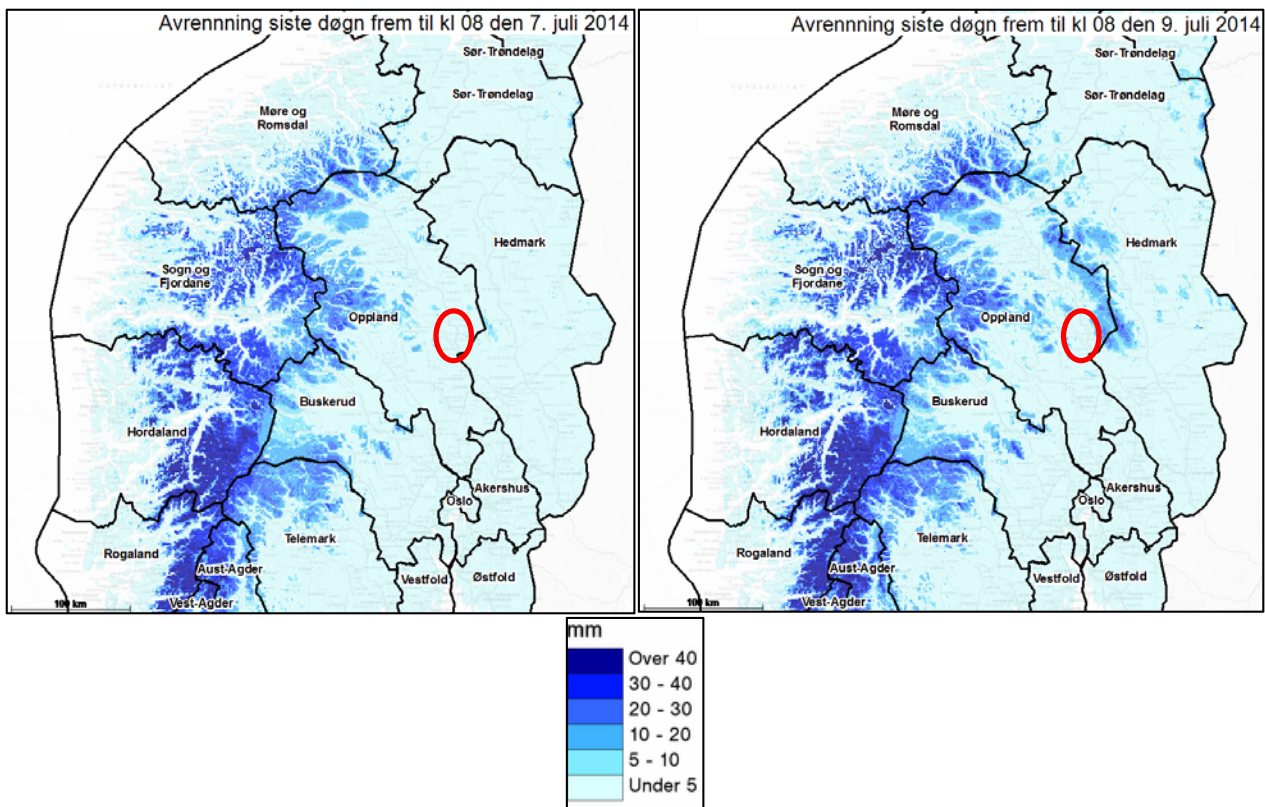
Figur 93. Avrenning i Gudbrandsdalen 15. og 23. mai 2013. (Modifisert etter xgeo.no).

6.3.3 2014

Flommen i 2014 ga svært lite utslag på målestasjonen Fokstua (Figur 94). Analysene i Figur 95 viser at avrenningen økte siste døgn frem til morgenen 9. juli, og var da stedvis 20 – 40 mm i områdene nord-øst for Lillehammer.



Figur 94. Vannføring ved Fokstua målestasjon 6. til 11. juli 2014. (Modifisert etter xgeo.no).



Figur 95. Avrenning i Gudbrandsdalen 7. - 9. juli 2014. (Modifisert etter xgeo.no).

7 Forskjeller og likheter i 2011, 2013 og 2014

I 2011 var de nordligste deler av Gudbrandsdalen hardest rammet, mens i 2013 traff flommene hardest i de sørlige områdene. Både private veier, kommunale veier, E6 og jernbanen ble skadet under flommene. I 2014 traff flommen hardest i områdene rundt Lillehammer. Også her var det store skade på privat eiendom, kommunal eiendom, veier og jernbane. Ved alle de tre hendelsene var skadene størst hvor vannet hadde blitt ført på avveie og traff områder hvor det under normale forhold ikke renner mye vann. Det var i hovedsak menneskelige inngrep som førte vannet på avveie, og som var årsak til de store skadene etter de tre flomhendelsene.

8 Menneskelig påvirkning – areal endringer og endring av drenering

Potensiell fare for jordskred og flom har økt betraktelig de siste ti årene på grunn av urbanisering, som har ført til store endringer i landskapet. Mennesker har i dag gjort inngrep på jordens overflate som vil minske vanninfiltrasjon, noe som fører til økt avrenning. Terrenginngrep, som bygninger, asfaltflater, veier, hogst og jordbruk, kan minske tiden vannet bruker på å nå vassdraget, eller øke vannhastigheter. Arealendringer fører til at overflatevannet tar nye veier, og dårlig planlegging og underdimensjonerte drenerør er et av de vanligste problemene når det gjelder utløsning av skred og flomplager i forbindelse med menneskelig påvirkning. Hogst og skogsbilveier vil særlig by på dreneringsproblemer dersom man ikke har fokus og kunnskap om dimensjonering og vedlikehold av dreneringsveier. Naturlige bekkeløp skaper sjeldent problemer, mens bekkeløp utsatt for menneskelig påvirkning gjerne eroderer på steder som gir skader og vanskeligheter. Det er derfor veldig viktig å tenke helhetlig i planlegging og ved utførelse av naturinngrep, og tenke på at det man gjør kan få konsekvenser for andre arealeiere i nedbørsfeltet.

8.1 Kloppa

Målet var å finne eldre flyfoto, fortrinnsvis fra tidlig 1900-tallet. Dette viste seg å være vanskelig og man har ikke klart å oppdrive slike foto. Ut fra de tilgjengelige flyfotoene på nettstedet *Norge i bilder* ser man noen endringer i menneskelige inngrep fra 2004 til 2013 (første og siste tilgjengelige flyfoto) (Figur 96 og Figur 97). Området mellom de to pilene i Figur 97 viser hogstområder som ikke eksisterte i 2004. Hogst kan føre til økt overfalteavrenning på grunn av redusert oppsugningsevne når trær fjernes. Trær bidrar også til stabilisering i skråninger med rotsystem, og når trær hogges dør disse rotsystemene.



Figur 96: Kloppa 13.8.2004 (Modifisert etter Norgebilder.no).



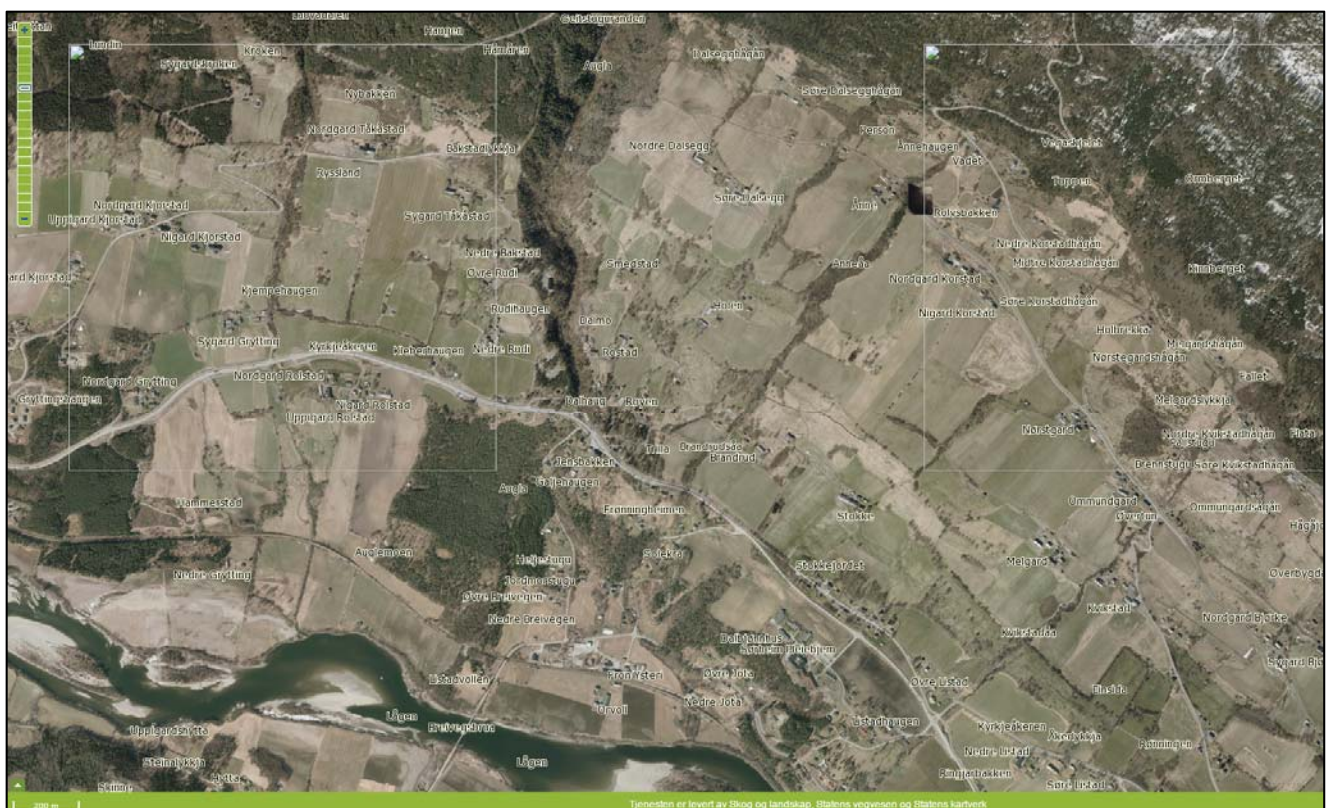
Figur 97: Kloppa 24.5.2013 - rett etter 2013-flommen 22.-23. mai (Modifisert etter Norgebilder.no).

8.2 Brandrudsåa

Eldste flyfoto fra feltet ved Brandrudsåa er fra 2005 og hentet fra Norge i bilder (Figur 98). Det er få eller ingen endringer i landskapet her mellom 2005 og 2012 (Figur 98 og Figur 99).



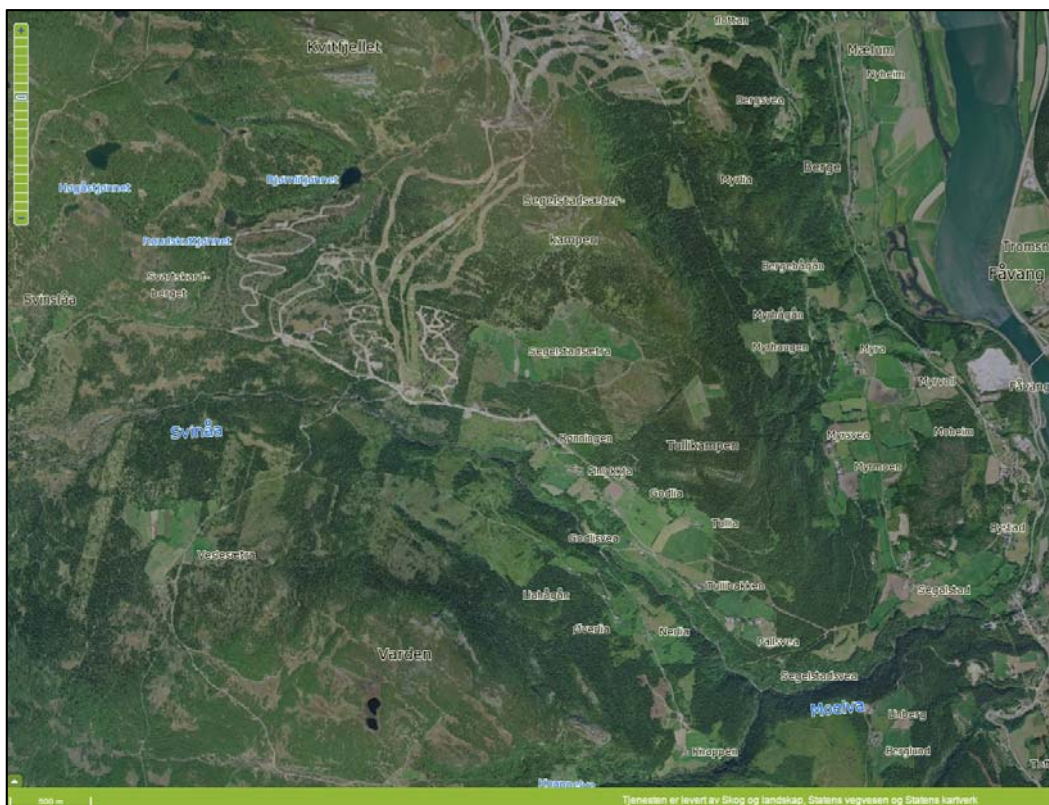
Figur 98: Brandrudsåa, kartblad Sør-Fron 2005 (Modifisert etter Norgebilder.no).



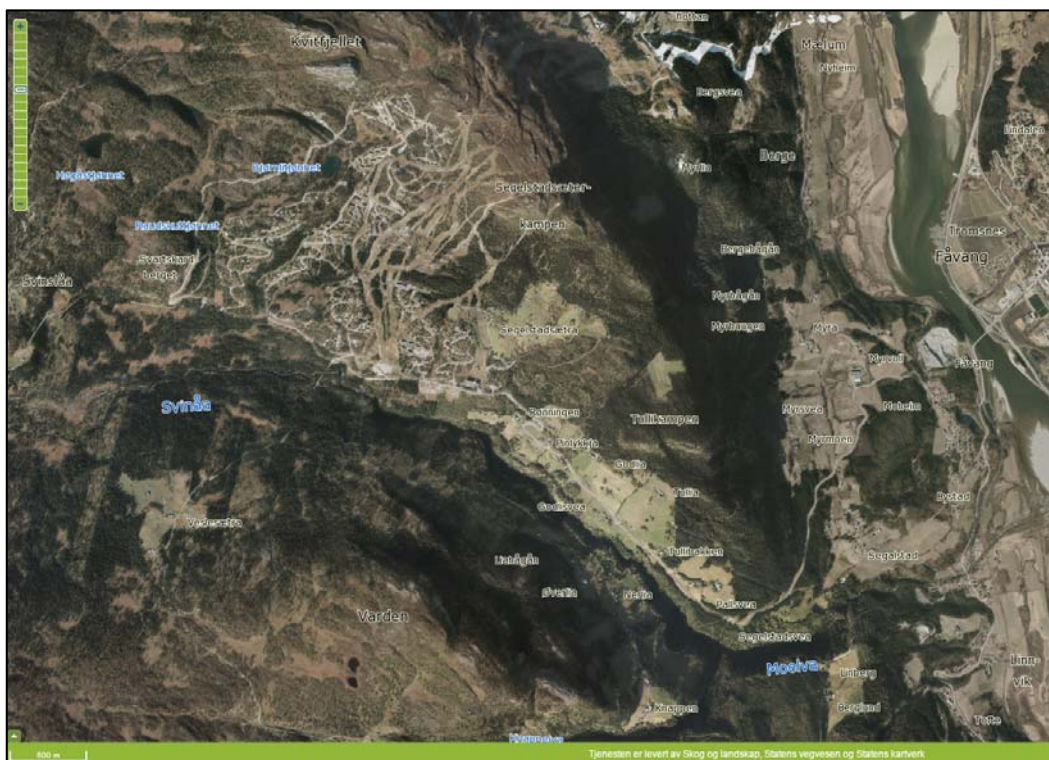
Figur 99: Brandrudsåa, kartblad Midt-Gudbrandsdal 2012. (Modifisert etter Norgebilder.no).

8.3 Fåvang

Ved Fåvang er det gjort endringer oppstrøms nedbørfeltet tilhørende bekken ved Sagstugua. Skianlegget ved Kvittfjell er bygget ut etter 2004 (Figur 100 og Figur 101). Dette området drenerte til bekken ved Sagstugua under flommen i 2013 på grunn av tette stikkrenner i Liagårdsveien. Større utbygging, flere tette overflater og flere veier kan ha ført til økt overflateavrenning fra dette området inn i nedbørfeltet tilhørende Sagstugua.



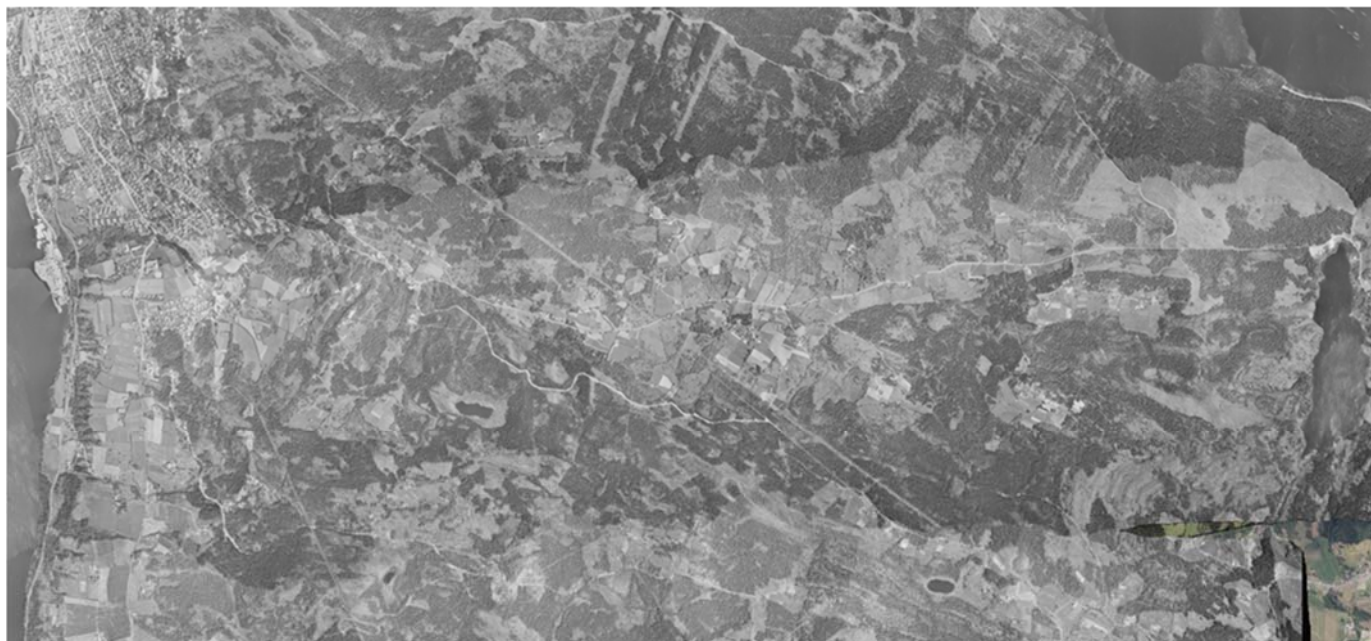
Figur 100: Fåvang, Kartblad Ringebu 2004. (Modifisert etter Norgebilder.no).



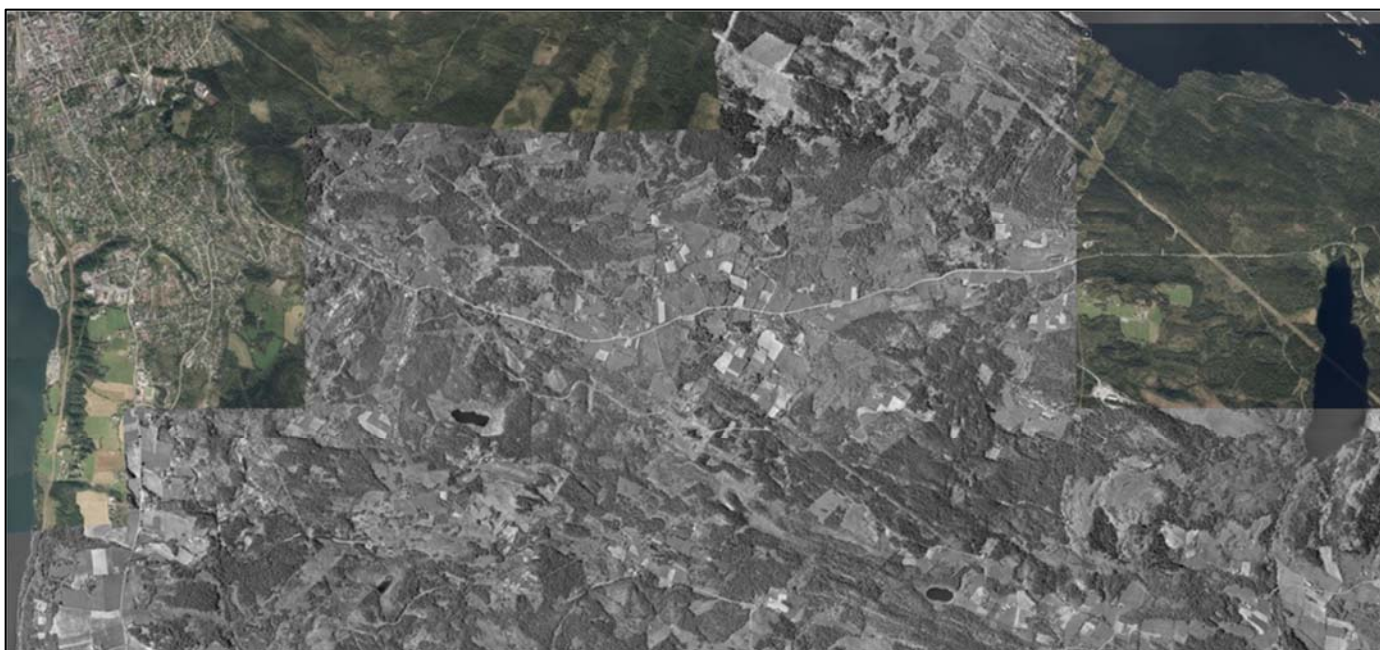
Figur 101: Fåvang, kartblad Midt-Gudbrandsdalen 2012. (Modifisert etter Norgebilder.no).

8.4 Åretta

Ved Åretta har landskapet endret seg siden 1967 (Figur 102). Messenlivegen ble bygget / lagt om mellom 1967 og 1973 (Figur 103), og mellom 1973 og 2014 har bebyggelsen i feltet økt. Vårsetergrenda ble blant annet utbygget på 1980- tallet (rød sirkel i Figur 104). Mer bebyggelse og tette overflater kan føre til mer overflateavrenning i nedbørfelt. Det er vanskelig å se endringer i jordbruksarealene mellom 1967 og 2014.



Figur 102: Åretta august 1967. (Modifisert etter norgebilder.no).



Figur 103: Åretta juni 1973. (Modifisert etter norgebilder.no).



Figur 104: Åretta august 2014. (Modifisert etter norgebilder.no).

8.5 Bæla

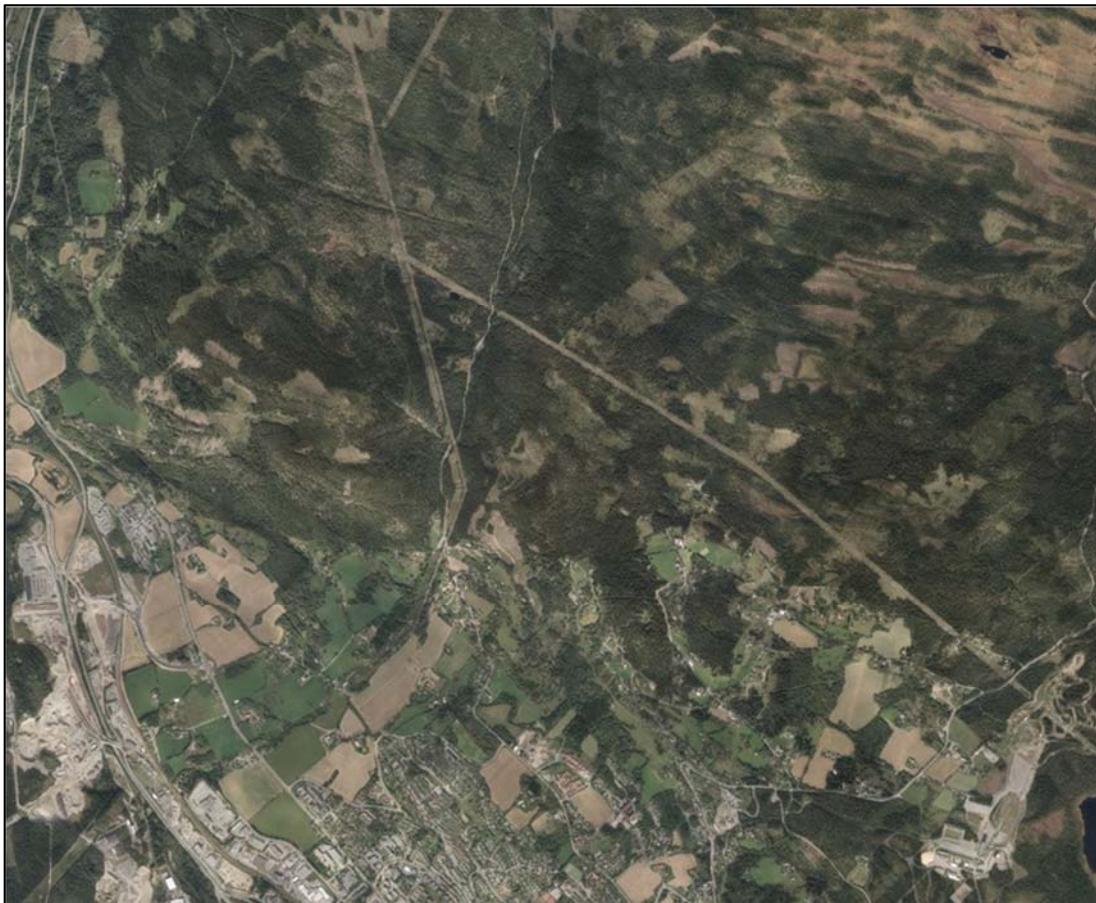
I feltet ved Bæla kan det se ut som at det har blitt mer vegetasjon i deler av feltet (se rød ring i Figur 106) mellom 1967 (Figur 105) og 2004 (Figur 106), mens det har blitt mer bebyggelse nedstrøms i feltet (se blå ring i Figur 106). Mer vegetasjon kan være positivt fordi det bidrar til jordens oppsugingsevne og kan også være med å stabilisere jordskråninger. Mer bebyggelse kan føre til mer overflateavrenning på grunn av flere tette flater. Det er få eller ingen endringer i landskapet mellom 2004 og 2014 (Figur 106 og Figur 107)



Figur 105: Bæla august 1967. (Modifisert etter norgebilder.no).



Figur 106: Bæla mai 2004. (Modifisert etter norgebilder.no).



Figur 107: Bæla september 2014. (Modifisert etter norgebilder.no).

8.6 Skurva

Det er noe økt bebyggelse i feltet ved Skurva mellom 1967 og 2014 (Figur 108 og Figur 109). Flere veger er også bygget ut i feltet. Som nevnt tidligere kan dette føre til mer overflateavrenning på grunn av flere tette overflater, samt at de leder vann på avveie.



Figur 108: Skurva august 1967. (Modifisert etter norgebilder.no).

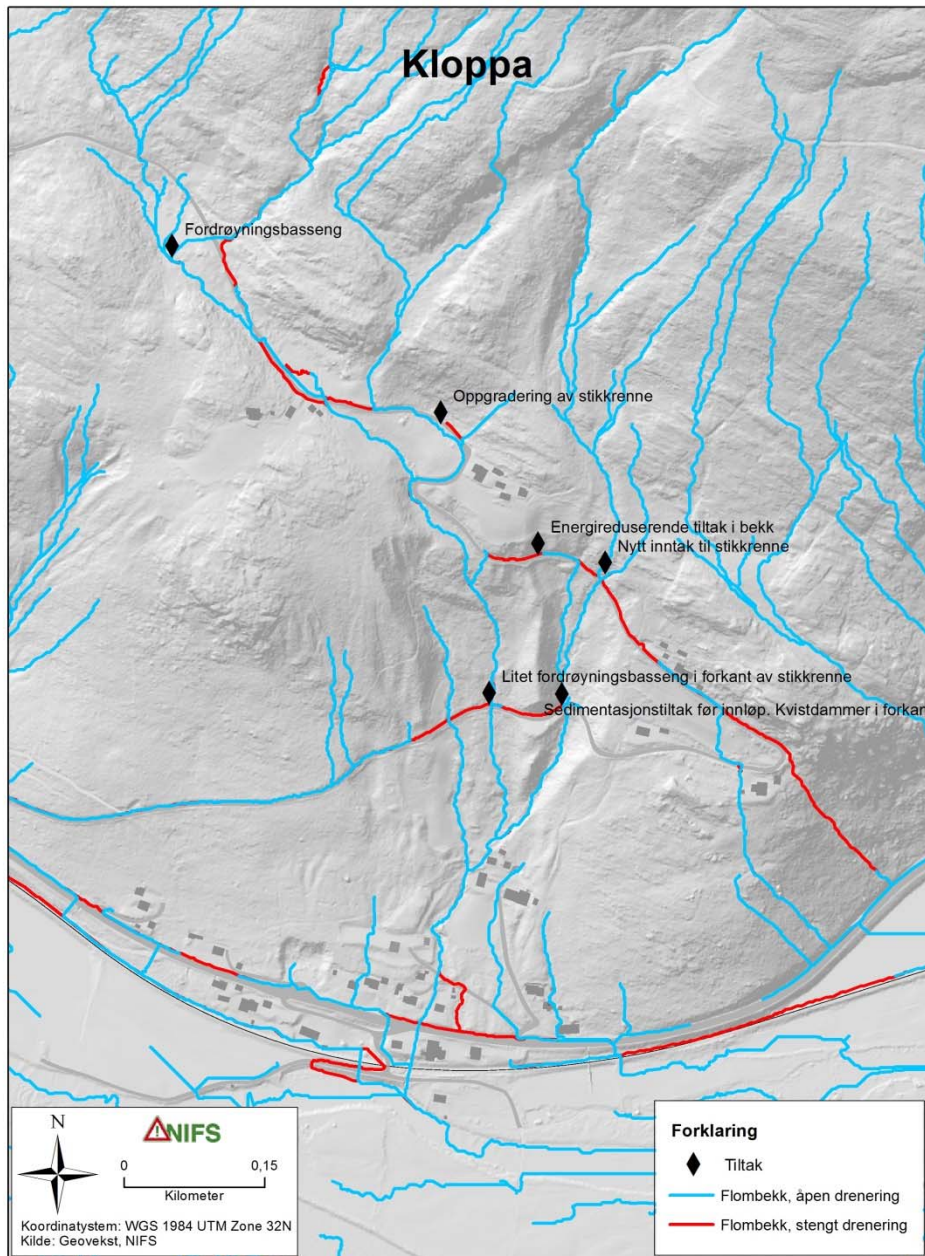


Figur 109: Skurva september 2014. Røde sirkler viser områder med økt bebyggelse siden 1967 (Modifisert etter norgebilder.no).

9 Utførte tiltak

9.1 Kloppa

I feltet ved Kloppa er det planlagt flere tiltak. De viktigste er vist i Figur 110. Blant tiltakene som er planlagt er ny stikkrenne, samt erosjonssikring med stein der Kloppa-bekken krysser veien første gang. Det er også behov for erosjonssikring lengre nedstrøms langs veien, blant annet hvor bekken graver i en sving. Det planlegges også et fordrøyningsbasseng oppstrøms i feltet, med en liten sedimentasjonsdam i forkant og med energidrepere oppstrøms i bekkeløpet. Det er behov for å bytte ut flere stikkrenner i feltet med nye renner med bedre kapasitet og inntaksløsning. Det er også behov for erosjonssikring og energidrepere i bekkeløpet. Grøfterensk skal utføres snarest langs hele veien i feltet, og det er ønske om å bygge kvistdammer i bekkeløpet. Ingen tiltak har blitt utført enda, da det ventes på en godkjenning av en tiltaksplan for fordrøyningsdammen i midtre deler av feltet.



Figur 110: Kart over planlagte tiltak i Kloppa-feltet (Kart: Per Viréhn).

9.2 Brandrudsåa

I øvre deler av Brandrudsåa er det planlagt en del tiltak for å hindre at disse områdene fører til flomskader nedstrøms. Det er planlagt at SVV skal utføre disse tiltakene i 2016, spesielt å håndtere sedimenttransport fra jordene når den kommer ned til den øverste lokalveien. Grøftene skal utvides slik at de kan ta i mot og lagre sedimentene og hindre at de føres videre til nedre del av Brandrudsåa er det gjennomført flere tiltak av Statens vegvesen, NVE, Sør Fron kommune og Jernbaneverket. Statens vegvesen har oppgradert flere stikkrenner og erosjonssikret innløp til stikkrenner i forbindelse med det nye E6 prosjektet. Figur 111, Figur 111, Figur 112 og Figur 113 viser nye stikkrenner med erosjonssikret bekkeløp og innløp i sidebekk til Brandrudsåa. Her er det laget terskler i bekkeløpet for å dempe vannhastigheten inn mot stikkrennene. Det er også satt opp rist i forkant av stikkrennene for å fange løsmasser og vegetasjon som fraktes med vannet under en flomsituasjon. Til høyre for stikkrennene er det etablert et nødløp med erosjonssikret grøft. Flere steder har Statens vegvesen etablert nye stikkrenner med rist i forkant (Figur 114). Dette er et godt tiltak for å forhindre at stikkrenner tettes under flom. Jernbaneverket har også byttet ut eller satt inn en del stikkrenner på strekningen ved Brandrudsåa (Figur 115). Like oppstrøms for ny E6 og jernbanen i en sidebekk til Brandrudsåa har Statens vegvesen bygget en sedimentasjonsdam for å samle sedimenter før de når stikkrennene (Figur 116). Kvistdammer og stokkdammer er etablert for å dempe flomtoppen og fange opp sedimenter og vegetasjon før det når dreneringsveier (Figur 117). I Gudbrandsdalen er det problemer med ustabile skråninger og skred mot veibanen.

Statens vegvesen har brukt kokkosmatter til å stabilisere slike skråninger (Figur 118). Figur 119 viser et erosjonssikret bekkeløp med steinterskler som sikrer at fisken kan vandre oppstrøms og gyte. Erosjonssikring av terrenggrøfter er også et tiltak som er gjort flere steder (Figur 120). Både Jernbaneverket og Statens vegvesen er pålagt å ta hensyn til fiskevandring når de etablerer stikkrenner. Figur 118, Figur 119 og Figur 120 er ikke i direkte tilknytning til Brandrudsåa, men er gode tiltak SVV har gjennomført i Gudbrandsdalen etter erfaringer fra flommen i 2013.



Figur 111: Erosjonssikret i bekkeløp inn mot stikkrenne. Terskler er bygget i bekkeløpet for å dempe vannhastigheten.

(Foto: Agathe A. Hopland).



Figur 112: Nye stikkrenner med rist i forkant for å fange løsmasser og vegetasjon. Bildet viser samme stikkrenne som i figuren over
(Foto: Agathe A. Hopland).



Figur 113: Ny stikkrenne med erosjonssikret nødløp til høyre. Bildet viser samme stikkrenne som i figuren over (Foto: Maria H. Olsen)



Figur 114: Ny stikkrenne med erosjonssikret innløp og to rister i forkant for å fange opp løsmasser og vegetasjon i Brandrudåa like oppstrøms ny E6. Rista rett foran stikkrennen er pålagt p.g.a. lang bekkelukking. (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 115: Nye stikkrenner er satt inn ved siden av eksisterende steinkister under jernbanen. (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 116: Sedimentasjonsdam er bygget oppstrøms ny E6 og jernbanen i sidebekk til Brandrudsåa for å fange løsmasser før de når stikkrenner under veien. (Foto: Agathe A. Hopland).



Figur 117: Stokkdammer er etablert i sidebekk til Brandrudsåa som sedimentfangere og flomdempende tiltak et stykke oppstrøms ny E6. (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 118: Kokkosmatter brukt til å stabilisere skråning. (Foto: Agathe A. Hopland).



Figur 119: Erosjonssikret bekkeløp med terskler for å sikre fiskevandring. (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 120:Erosjonssikret terrenggrøfter. (Foto: Agathe A. Hopland).

9.3 Fåvang

Ved Fåvang er det gjort flere forbyggende tiltak etter flommen i 2013. Langs Liagårdsveien har SVV erosjonssikret grøftene, og det er laget terskler i grøftene for å dempe vannhastigheten (Figur 121 og Figur 122). Flere stikkrenner som hadde inntakskum med sandfang og kuppelrist med liten lysåpning er byttet ut med nye renner med bedre kapasitet og inntaksløsning (Figur 121). I Figur 122 vises et stikkrenneinntak med terskel i forkant og bakkant, samt at kuppelristen er byttet ut med en landbruksrist med større lysåpning. Dette er for å sikre at vannet renner gjennom stikkrennen og ikke forbi. Lenger ned i feltet, der veien ned til Sagstua starter ved Liagårdsveien planlegger Jernbaneverket å bygge et sedimentasjonsbasseng og deretter flere terskler nedover mot Sagstua. Dette er fortsatt i planleggingsfasen. Nedstrøms i feltet, ved Sagstugua, er eiendommen kjøpt opp av Jernbaneverket og et større tiltak gjennomføres her (Figur 123, Figur 124 og Figur 125). Her erosjonssikres bekkeløpet og det bygges store terskler i den bratte skråningen ned til ny kulvert under jernbanen (Figur 125). Øverst i Liagårdsveien foreligger planer om utvidelse av Kvitfjellanlegget. Kommunen har tatt på seg ansvaret å sørge for at det skal foreligge en god drenerings og vannhånderingsplan med alternative flomveier før en ev. reguleringsplan vil foreligge. Dette for å unngå at store vannmasser og ev. sedimenttransport blir ledet ned mot Kvitfjellveien slik at det oppstår en ny lignende hendelse som i 2013.



Figur 121: Erosjonssikret grøft med terskel langs Liagårdsveien og ny stikkrenne med erosjonssikret innløp.

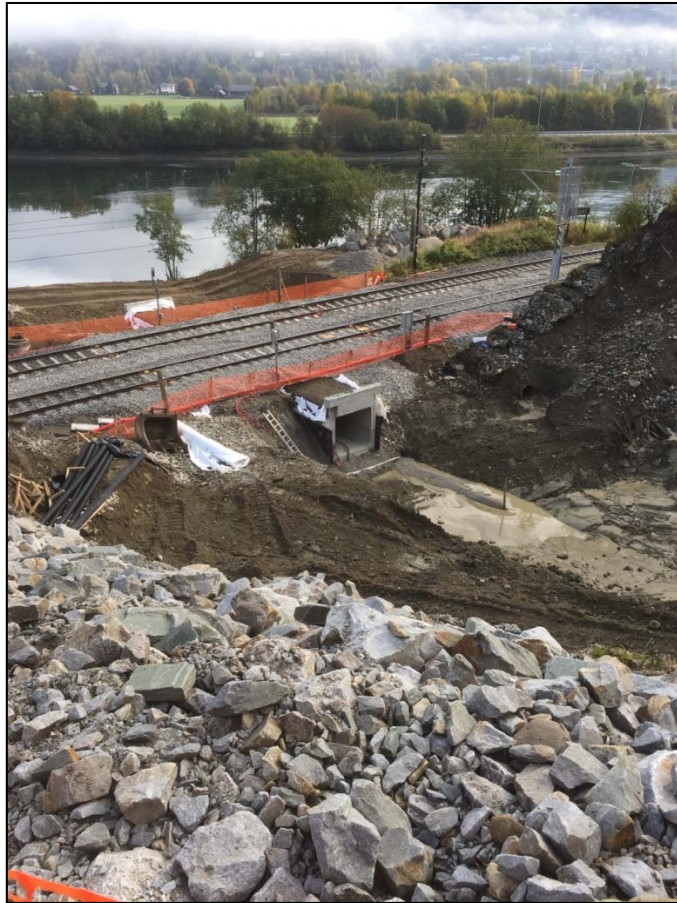
(Foto: Steinar Myrabø).



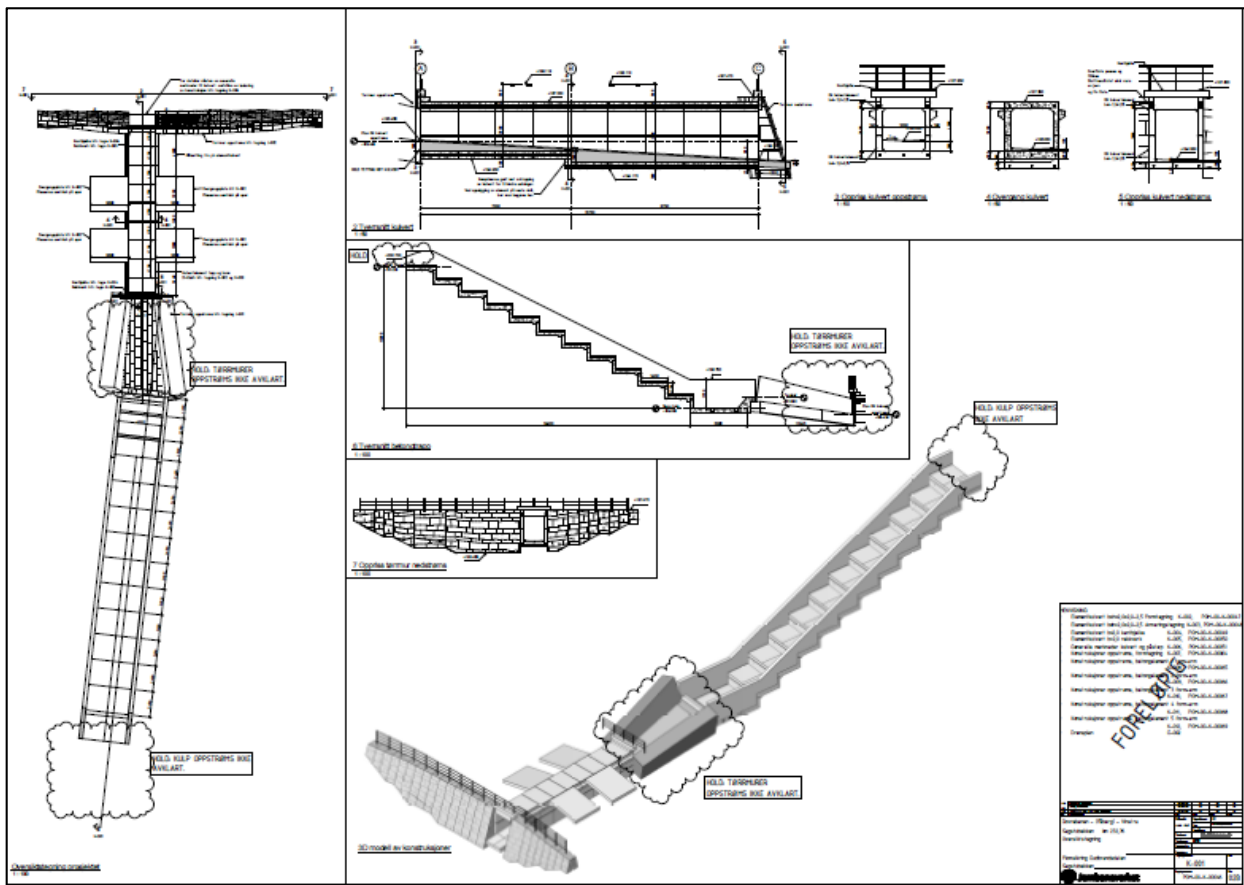
Figur 122: Erosjonssikret grøfteløp med terskler. (Foto: Steinar Myrabø).



Figur 123: Tiltak ved Sagstugua er under arbeid. (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 124: Ny kulvert under jernbanen ved Sagstugua. (Foto: Maria H. Olsen).



Figur 125: Foreløpig tegning av tiltaket ved Sagstugua. (Jernbaneverket).

9.4 Åretta

Ved Åretta er istandsetting og erosjonssikring gjennomført ovenfor og nedenfor Fredrik Colletsvei, totalt omtrent 400 meter med erosjonssikring (Figur 126). VA-ledninger overfor Hamarveien er også erosjonssikret, og det blir vurdert ytterligere tiltak i dette området. Ved Høstmælingsvegen er også opprydding og erosjonssikring gjennomført, og også her vurderes ytterligere tiltak. Ved Røysliveien er veien lagt om og elven er lagt i midlertidig kulvert med bedre kapasitet slik at ny bro kan bygges her (Figur 127). Også ved Gamle Røysliveg planlegges det ny bro som erstatning for kulvert. Nedstrøms i feltet ved Jernbanen etableres også en ny kulvert. Det er flere private aktører i feltet som har gjennomført tiltak som opprensning og erosjonssikring på private veier og eiendommer. Store tiltak er også planlagt nede ved og under jernbanen.



Figur 126: omtrent 400 meter med erosjonssikring er gjennomført ved Fredrik Colletsvei ved Åretta. (Foto: Andres Breili).



Figur 127: Ny bro er under arbeid ved Røyslimoen, der kjøpesenter og parkeringsplass fikk store skader. (Foto: Anders Breili).

9.5 Bæla

Erosjonssikring og flomsikringstiltak er utført i nedre del av Bælavassdraget, og boliger og VA-ledninger er sikret der (Figur 128). NVE har prosjektert og stått for utførelsen i samarbeid med kommunen. Det er gjennomført erosjonssikring og biotopforbedring langs VA-ledning og en bro i nedre deler av vassdraget, og det er en ny bro under bygging i Gamleveien. Kommunene har gjennomført foreløpig erosjonssikring av en bro i øvre deler av Bæla og ytterligere tiltak vurderes her. Private grunneiere har gjenoppbygget en skogsbilvei i øvre deler av nedbørfeltet og kommunen vil vurdere hvilke andre tiltak som vil være nødvendig her i forbindelse med en tiltaksplan for vassdraget. Arbeidet med denne tiltaksplanen starter opp på nyåret 2016.



Figur 128: Erosjonssikring i nedre del av Bælavassdraget. (Foto: Anders Breili).

9.6 Skurva

Her har kommunen foreløpig ikke utført noen forebyggende tiltak, det er kun gjennomført opprensning og enkel erosjonssikring på noen punkter. Statens vegvesen har skiftet ut to stikkrenner i Nordseterveien og Storgata. Omfattende arbeid foregår nå nedenfor Fåberggata, rett ved nybygget til SVV. Private grunneiere har gjort tiltak i form av opprensning og erosjonssikring på private eiendommer. Arbeid med tiltaksplan for Skurva startes opp i 2016.

10 Samfunnsøkonomiske kostnader til hendelsene

Flomhendelsene i Gudbrandsdalen medførte langvarige stenginger av transport- og annen infrastruktur, samt reparasjoner som har tatt flere år for å få ferdigstilt etter hver hendelse. En god del er fremdeles ikke satt i stand igjen etter flommene i 2013 og 2014. De samfunnsøkonomiske kostnadene av flomhendelsen inkluderer langt mer enn gjenoppbyggingskostnader. Christoph E. Siedler (2015) har skrevet en rapport som tar for seg disse samfunnsøkonomiske kostnadene etter flommen i Gudbrandsdalen i 2013. Tabell 1 og Tabell 2 er hentet fra Siedlers rapport og viser sammendrag av tilgjengelige samfunnsøkonomiske kostnader for flomhendelsen i 2013 langs Dovrebanen og E6 i Gudbrandsdalen. Tabell 1 viser en oversikt over bortfall av overskudd, økte kostnader og miljøkostnader for Dovrebanen under og etter flommen i 2013. Her er det beregnet bortfall av overskudd på grunn av reiser som ikke ble gjennomført, økte kostnader for persontogoperatør og godsoperatør grunnet buss for tog og trailer for tog, gjenoppbyggingskostnader for jernbaneverket og miljøkostnader. Summen av de tilgjengelige samfunnsøkonomiske kostnadene er 380 700 000,- i 2013-kroner. Det var vanskelig å få tak i gode data etter hendelsen, noe som gjør at summen trolig er høyere en antatt her. Kostnader for vei har vært svært vanskelig å få tak i. Kostnadene i Tabell 2 inkluderer derfor kun gjenoppbyggingskostnader og administrasjons- og personalkostnader. Det har ikke vært mulig å vurdere økte kostnader knyttet til omkjøringer og lengre reisevei for trafikanter da SVV ikke har noe analyseverktøy for dette. Summen av postene er 165 000,-, men må antas å være mye større, kanskje en dobling som for jernbanen. Tabell 3 viser sum av alle de innhentede samfunnsøkonomiske kostnadene under og etter flommen i Gudbrandsdalen i 2013. Her også utbetalinger fra forsikringselskaper og gjenoppbyggingskostnader for kommunene medregnet, og summen er på over én milliard kroner. Hvis en hadde klart å beregne alle de samfunnsøkonomiske kostnadene, så ville trolig beløpet blitt nærmere to milliarder kroner.

Tabell 1: Sammenheng av tilgjengelige samfunnsøkonomiske kostnader for flomhendelser langs Dovrebanen/E6 - jernbane (2013- kroner) (Siedler 2015)

Post	Beskrivelse	Beløp (mill. 2013-kroner)
1	Bortfall konsumentoverskudd – ikke gjennomførte reiser (kun 2013)	11.2
2a	Reduksjon konsumentoverskudd – økte GK for togpassasjerer (2013)	57.3
2b	Reduksjon konsumentoverskudd – økte GK for togpassasjerer (2014)	55.4
3a	Økte operatørkostnader – persontog (buss for tog) (2013)	9.0
3b	Økte operatørkostnader – persontog (buss for tog) (2014)	10.2
4a	Reduksjon konsumentoverskudd – godskunder (2013)	8.9
4b	Reduksjon konsumentoverskudd – godskunder (2014)	8.8
5a	Økte operatørkostnader – godsoperatører (trailer for tog) (2013)	19.9
5b	Økte operatørkostnader – godsoperatører (trailer for tog) (2014)	19.8
6a	Økte administrasjons- og personalkostnader (2013)	1.7
6b	Økte administrasjons- og personalkostnader (2014)	1.7
7a	Gjenoppbyggingskostnader – Jernbaneverket (2013)	97.0
7b	Gjenoppbyggingskostnader – Jernbaneverket (2014)	79.0
8a	Samfunnet for øvrig – miljøkostnader (CO2e og lokal luftf.) (2013)	> 0.4
8b	Samfunnet for øvrig – miljøkostnader (CO2e og lokal luftf.) (2014)	> 0.4
	Sum	> 380.7

Tabell 2: Sammenheng av tilgjengelige samfunnsøkonomiske kostnader for flomhendelser langs Dovrebanen/E6 - vei (2013-kroner)

(Siedler 2015)

Post	Beskrivelse	Kostnad 2013	Kostnad 2014	Beløp (mill. 2013-kroner)
6a	Timeføring stab, etc	1.0	0.0	1.0
6b	Timeføring stab, etc	0.5	0.0	0.5
6c	Timeføring drift	1.0	0.0	1.0
6a	Timeføring Veikledalen	0.5	0.0	0.5
6b	Timeføring Skåbuvegen	1.0	0.0	1.0
7a	Riksveger i driftskontrakter	13.0	0.0	13.0
7b	Vingrom bru	3.0	15.0	18.0
	Sum riksveger	20.0	15.0	35.0
7a	Fylkesveger i driftskontrakter	57.0	10.0	67.0
7b	Veikledalen	8.0	0.0	8.0
7c	Skåbuvegen Massing-Ångstad	35.0	5.0	40.0
7d	Skåbuvegen øvrig strekning	15.0	0.0	15.0
	Sum fylkesveger	115.0	15.0	130.0
	Sum	135.0	30.0	165.0

Tabell 3: Sum av alle innhentete samfunnsøkonomiske kostnader ved flommen i Gudbrandsdalen 2013 (Siedler 2015)

Beskrivelse	Beløp (mill. 2013-kroner)
Samfunnsøkonomiske kostnader jernbanesektoren	> 380.7
Samfunnsøkonomiske kostnader veisektoren (for tiden kun gjenoppbyggingskostnader)	> 165.0
Utbetalinger forsikringsselskaper	410.0
Samfunnsøkonomiske kostnader kommuner (kostnader som ikke ligger inne i post 1 til 3)	> 136.7
Sum (basert på innhentet/ estimert informasjon)	> 1092.4

Vestlandsforskning har i samarbeid med NIFS-prosjektet skrevet en rapport som drøfter i hvilken grad det lønner seg å gjennomføre forebyggende tiltak mot værrelaterte naturskadehendelser (Aal. Et. al. 2015). Rapporten ser blant annet på gjenoppbyggingskostnader i de seks pilotfeltene i Gudbrandsdalen, og sammenligner disse kostnadene med beregnede kostnader for forebyggende tiltak. Figurene under er hentet fra rapporten til Vestlandsforskning. Figurene viser kostnader for gjenoppbygging etter flommen ved de seks pilotfeltene i Gudbrandsdalen, og sammenligner disse med eventuelle forebyggende kostnader. Tabell 4 viser gjenoppbyggingskostnadene i feltet ved Åretta, og sammenlikner disse med hva det ville kostet å gjøre forebyggende tiltak her. Kostnader for forebyggende tiltak ved fylkesveier, private veier, privat eiendom og kommunale eiendommer er ikke kjent og derfor ikke medberegnet i tabellen. Det er derfor vanskelig å gjøre en reell sammenligning mellom forebyggings- og gjenoppbyggingskostnader. Man kan anta at kostnadene for forebygging vil være vesentlig større, men trolig ikke større en at det fort vil kunne betalt tilbake for seg i form av innsparte kostnader til gjenoppbygging. Dette er et vesentlig poeng, spesielt når man tar med i beregningene at det har vært gjentakende flomhendelser de siste årene. Tabell 5 - Tabell 9 viser forebyggings- og gjenoppbyggingskostnader for de resterende pilotfeltene. Tabellen for Bæla-vassdraget (Tabell 5) indikerer at det vil være svært lønnsomt med de forebyggende tiltakene som er planlagt, gitt at de vil kunne forhindre fremtidige skader av den typen man fikk i 2014. Kostnadstallene fra Skurva (Tabell 6) er fortsatt såpass usikre at det er foreløpig vanskelig å dra noen konklusjon. Ved Brandrudsåa (Tabell 7), Kloppa (Tabell 8) og Fåvang (Tabell 9) viser tabellene klar lønnsomhet ved forebygging. I Tabell 9 som viser oversikt over forebyggingskostnader fra Fåvang er ikke alle kostnader med. Jernbaneverket gjør omfattende tiltak her etter flommen i 2013. Kostnadstall fra prosjektleder viser en sum på 38 mill. kr for alle tiltak jernbaneverket utfører her (Tabell 10). Dersom man legger til de 38 mill. kr i Tabell 9 blir summen for forebyggende tiltak ved Fåvang 74,6 mill. kr. Dette er fortsatt lønnsomt i forhold til gjenoppbygging.

Tabell 4: Sammenligning av kostnader til forebygging og gjenoppbygging ved Åretta (Aall et. al 2015)

Infrastruktur	Forebygging	Gjenoppbygging
Jernbane	12 mill. kr ²³	15 mill. kr
Kommunale veier	>6 mill. kr	1.5 mill. kr
Fylkesveier	Kostnad ukjent	Ikke aktuelt
Private veier	Kostnad ukjent	Kostnad ukjent
Privat eiendom	Kostnad ukjent	12,8 mill. kr
Kommunale arealer	Kostnad ukjent	6,1 mill. kr
Sum	>18 mill. kr	>45,4 mill. kr
Gjenoppbyggingskostnad / forebyggingskostnad		2,0

Tabell 5: Sammenligning av kostnader til forebygging og gjenoppbygging ved Bæla (Aall et. al 2015)

Infrastruktur	Forebygging	Gjenoppbygging
Jernbane	Ikke aktuelt	1 mill. kr
Kommunale veier	Ikke aktuelt	2 mill. kr
Fylkesveier	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Private veier	0,1 mill. kr	2 mill. kr
Privat eiendom	0,9 mill. kr	12,8 mill. kr
Kommunale arealer	1 mill. kr	3,7 mill. kr
Sum	>2,0 mill. kr	>21,5 mill. kr
Gjenoppbyggingskostnad / forebyggingskostnad	10,75	

Tabell 6: Sammenligning av kostnader til forebygging og gjenoppbygging ved Skurva (Aall et. al 2015)

Infrastruktur	Forebygging	Gjenoppbygging
Jernbane	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Kommunale veier	Mellom 6 og 21 mill. kr	1 mill kr
Fylkesveier	1 mill kr	0,1 mill. kr
Riksveier	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Private veier	Kostnad ukjent	Kostnad ukjent
Private eiendom	Kostnad ukjent	12,8 mill. kr
Kommunale arealer	Kostnad ukjent	0,3 mill. kr
Sum	7 - 22 mill. kr	> 14,2 mill. kr
Gjenoppbyggingskostnad / forebyggingskostnad	1,0	

Tabell 7: Sammenligning av kostnader til forebygging og gjenoppbygging ved Brandrudsåa (Aall et. al 2015)

Infrastruktur	Forebygging	Gjenoppbygging
Jernbane	-	1 000 000 kr
Kommunal veier	8 000 kr	342 000 kr
Fylkesvei	560 400 kr	65 000 kr
Riksvei	10 000 kr	230 000 kr
Privat vei	-	-
Areal	-	-
Sum	> 578 400 kr	>1 637 000kr
Gjenoppbyggingskostnad / forebyggingskostnad	2,6	

Tabell 8: Sammenligning av kostnader til forebygging og gjenoppbygging ved Kloppa (Aall et. al 2015)

Infrastruktur	Forebygging	Gjenoppbygging
Jernbane	-	2 500 000 kr
Kommunal veier	-	-
Fylkesvei	-	40 000 kr
Riksvei	-	-
Privat vei	230 000 kr	277 000 kr
Privat areal	400 000 kr	156 000 kr
Sum	630 000 kr	2 973 000 kr
Gjenoppbyggingskostnad / forebyggingskostnad	4,7	

Tabell 9: Sammenligning av kostnader til forebygging og gjenoppbygging ved Fåvang (Aall et. al 2015)

Infrastruktur	Forebygging	Gjenoppbygging
Jernbane	12,1 mill. kr	30,8 mill. kr
Kommunal veier	19,5 mill. kr	5,1 mill. kr
Fylkesvei	2,4 mill. kr	4,7 mill. kr
Riksvei	0,0 mill. kr	0,2 mill. kr
Privat vei	0,3 mill. kr	2,3 mill. kr
Privat eiendom	1,3 mill. kr	38,6 mill. kr
Kommunale arealer	1,0 mill. kr	10,1 mill. kr
Sum	36,6 mill. kr	91,7 mill. kr
Gjenoppbyggingskostnad / forebyggingskostnad		2,5

Tabell 10: Kostnader for tiltak ved Sagstubekken (A. Aminpour, prosjektleder JBV)

Tiltak	kostnad
Sagsubekken (midlertidig omlegging av bekken)	5,5 mill
Prosjektering av flomtiltak	8,5 mill
Ny kulvert, trappeløsning og steinplastring av bekkeløp oppstrøms og nedstrøms	15,5 mill
Ny stikkrenne	6 mill
Administrasjon	2,5 mill
SUM:	38 mill. kr

11 Konklusjon

I 2011, 2013 og 2014 var det flomproblemer i store deler av Gudbrandsdalen. Etter flomhendelsene i 2011, 2013 og 2014 var det store skader på bebyggelse, vei (private, kommunale og fylkesveier) og jernbane. Statlige, kommunale og private aktører var flere steder involvert i samme hendelsesforløp, og skadene ga flere steder størst problemer for aktøren som lå nederst i flomveien. Dalsidene i Gudbrandsdalen er preget av menneskelige inngrep som bebyggelse, infrastruktur, jordbruk og hogst. Dette er inngrep som påvirker avrenningen i nedbørfelt. Tette flater som et resultat av bebyggelse og asfalterte flater fører til økt overflateavrenning og økt vannhastighet i feltene. Slike arealendringer fører også ofte til at vannet tar nye veier, og det er svært viktig at drenering og grøfter har god kapasitet og utforming slik at det er plass til vannet.

Skogsbilveier som fører til hogstområder og jordbruksarealer kan også fungere som vannveier dersom man ikke sørger for gode grøfter og drenering i og langs veiene. Et gjentakende problem, og årsak til mange av skadene var vann på avveie på grunn av tett drenering og dårlige grøfter, både i asfalterte veier og skogsbilveier. Når stikkrenner er delvis eller helt tettet med vegetasjon og sedimenter reduseres kapasiteten drastisk og det blir ikke plass til vannet. Vannet tvinges derfor til å ta nye veier. Dette er problemer som ofte starter oppstrøms, og akselererer nedover i feltet. Det er derfor viktig å se på nedbørfeltet i sin helhet når man skal finne årsaken til skadene.

Vann på avveie på grunn av tett drenering er et problem man ser mange steder, og løsningen er i utgangspunktet enkel; rensk og vedlikehold. I etatene og kommunen er slike oppgaver ofte nedprioritert på grunn av manglende ressurser, både økonomi og personell. Vedlikehold og forebyggende tiltak er svært viktige oppgaver, og det er viktig å ha riktig kunnskap når man utfører tiltak. Tiltak som gjøres uten riktig kompetanse kan i verste gjøre vondt verre. Gjennom NIFS-prosjektet er det erfart at med korrekt kunnskap og godt samarbeid kan man få til mye. I NIFS-perioden er det gjennomført flere gode tiltak mot flom og skred, og flere er under planlegging.

Tiltak som er utført i flere av pilotfeltene er terskler i grøfteløp og i forkant av stikkrenner. Dette er et tiltak som bremser vannet og reduserer erosjon. Sedimentasjonsbasseng er bygget ved Brandrudsåa og planlegges ved Kloppa. Et slikt basseng sørger for kontrollert avsetting av sedimenter, og forhindrer dermed tetting av stikkrenner. Sedimentasjonsbasseng kan også fungere som flomdempende tiltak dersom de plasseres oppstrøms i feltet, ved at de bremser vannet og fordrøyer vannet slik at flomtoppen blir mindre. Gamle stikkrenner er byttet ut med nye stikkrenner med god kapasitet, riktig utforming og med sedimentfangere oppstrøms ved Kloppa, Brandrudsåa og Fåvang. Forslag til flere gode tiltak er gitt i kapittel 11.2.

NIFS-prosjektet har dokumentert at det er lønnsomt å gjennomføre forebyggende tiltak, og satt fokus på viktigheten av dette. Samfunnsøkonomiske kostnader er analysert og viser at en flomhendelse som de i Gudbrandsdalen koster samfunnet dyrt. Vestlandsforskning har gjort sammenlikninger mellom gjenoppbyggingskostnader og kostnader knyttet til forebyggende tiltak. Det har vært vanskelig å få tak i gode kostnadsdata fra hendelsene, noe som gjør at analysene er ufullstendige, men konklusjonen er at det lønner seg og forebygge. Mangel på data og god informasjon om hendelser, blant annet skadedata, kostnader og gjennomførte tiltak, har vært en utfordring i prosjektet. Dette har ført til forslag om å opprette en felles database hvor slik informasjon lagres og deles, også med kommunene og privatpersoner.

11.1 Forslag til forbedringer og mer robuste tiltak

En del forslag til tiltak presenteres kort her. For mer utdypende beskrivelser se *Eksempel på dreneringstiltak i små nedbørfelt* (2015) og *Vassdragshåndboka* (2010).

- **Alternative flomveier:** Ved nedbørhendelser med høy intensitet er det stor fare for at mange dreneringsveier har for liten kapasitet til å ta unna alt vannet. Da er alternative flomveier viktige tiltak for å kontrollere avrenningen og forhindre skader. En alternativ flomvei kan være en ekstra stikkrenne litt bortenfor og høyere en hovedstikkrennen (nødløp). Et annet tiltak kan være å lede vannet til et område som tåler økte vannmengder og som kan brukes som midlertidig fordrøyningsområde, for eksempel et myrområde.

- **Terrengmodeller:** F.eks. ved planlegging av utbygging er det viktig at man ikke kun ser på eget reguleringsområde, men vurdere hva tiltak her kan føre til nedstrøms. Kartlegge avrenning i nedbørfelt med terrengmodeller er gode metoder for å planlegge tiltak.

- **Fagpersoner:** Det er stort behov for vannfaglig kompetanse, og samarbeid med utdanningsinstitusjoner er et godt tiltak for å sikre denne kompetansen i fremtiden. Opplæring av fagfolkene som gir råd og de som utfører tiltakene er viktig for å sikre at tiltak gjennomføres på riktig måte.

- **Store og robuste stikkrenner:** Manglende kapasitet i dreneringsveier er et typisk problem under flomhendelser. I tillegg blir disse ofte tettet av løsmasser og vegetasjon. Dreneringsveier med god kapasitet og sedimentfangere er gode tiltak. Det er viktig at det er fall i forkant og bakkant av stikkrennen, samt gjennom stikkrennen slik at man forhindrer avsetning av sedimenter i og rundt stikkrennen.

- **Sedimentfangere/riste:** Et godt tiltak for å forhindre tetting av stikkrenner er å sette opp sedimentfangere oppstrøms stikkrennene. Disse vil da samle sediment og vegetasjon slik at stikkrennen nedstrøms unngår å tette. Sedimentfangerene må tømmes jevnlig.

- **Vedlikehold:** Stikkrenner må vedlikeholdes og renskes jevnlig for å sørge for at de er åpen og har god kapasitet. Det er viktig også å renske i forkant og bakkant av stikkrennen slik at man forhindrer oppstuvning av vann.

- **Erosjonssikring:** Erosjonssikring av elveløp, bekkeløp og grøfter er et viktig tiltak for å redusere skader, utglidninger og sedimenttransport. Det er viktig at man bruker stor nok stein til erosjonssikring, slik at de ligger stabilt også under flomsituasjoner. Blokkene må også forankres skikkelig, og de må legges slik at ikke vannet eroderer i bakkant av blokkene. For gode beskrivelser av erosjonssikring se NVE's Vassdragshåndboka (2010)

- **Terskler:** Terskler i bekke- og elveløp og grøfter bidrar til å redusere vannets hastighet, avsette sedimenter og redusere erosjon. Terskler kan lages med stedegent materiale som steinblokker. Det er viktig at blokkene er store nok til at de ikke transporteres under flom. I bratt terreng bør tersklene legges tett for være mest mulig effektive.

- **Kvistdammer og stokkdammer:** Kvistdammer har som hensikt å fange sedimentasjon og vegetasjon før det når stikkrenner og eventuelt tetter disse. Samtidig stabiliserer de bekkeløpet slik at en minsker faren for erosjon. Kvistdammer må ikke stå alene, men bygges flere etter hverandre i et bekkeløp/elveløp, gjerne sammen med stokkdammer. Stokkdammer har som hensikt å bremse vannet og dempe flomtoppen.

- **Sedimentasjonsbasseng:** Funksjonen til et sedimentasjonsbasseng er å samle sedimenter. I områder med mye erosjon og høy sedimenttransport kan man etablere sedimentasjonsbasseng i forkant av stikkrenner for å få avsatt sedimenter her på en kontrollert måte. Det er viktig at sedimentasjonsbassenget ligger riktig plassert med litt avstand til stikkrennen slik at man ikke får oppstuvning av sedimenter og vann like før stikkrennen, men får fri strømming av vann gjennom stikkrennen. Et sedimentasjonsbasseng må tømmes jevnlig for å opprettholde funksjonen.

- **Fordrøyningsbasseng:** Et fordrøyningsbasseng kan etableres for å fordrøye flomtoppen i et nedbørfelt. Det kan etableres i elve- og bekkeløp eller i terrenget ved siden av. En utviding av elveløp eller bekkeløpet vil føre til at vannet får bedre plass og vannhastigheten reduseres. Fordrøyningsbasseng kan ikke ha bratt helning. Dersom det etableres i terrenget ved siden av elve- eller bekkeløp vil det kun fungere i flomsituasjoner når vannet ledes dit.

12. Referanser

All C. et. al (2015). *Føre-var, etter-snar eller på-stedet-hvil? Hvordan vurdere kostnader ved forebygging opp mot gjenoppbygging av fysisk infrastruktur ved naturskade og klimaendringer?* Vestlandsforskningsrapport nr. 4/2015. ISBN: 978-82-428-0355-9

Google maps (2015) Tilgjengelig fra: <https://www.google.no/maps>.

Hopland, A. A, (2015). *Eksempel på dreneringstiltak i små nedbørfelt* (kommer på naturfare.no)

Jernbanverkets kartløsning (2015) tilgjengelig fra:
<http://customapps2.geodataonline.no/Jernbaneverket/kartinnsyn/>

Kleivane, I. (2011). *Flaumen i Sør-Noreg, juni 2011*: NVE.

naturfare.no (2015) *Naturfare – Infrastruktur – Flom – Skred (NIFS)*. Tilgjengelig fra: <http://www.naturfare.no/>
(Hentet: 09.07.2015).

NGU (2013). *Berggrunnskart*. Lokalisert på <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>

Norge i bilder (2015) *Flyfoto og ortofoto*. Tilgjengelig fra: <http://www.norgeibilder.no/>
(Hentet: 15.09.2015).

Myrabø, S. (2013). *Befaringsrapport etter flomskadene i Gudbrandsdalen i mai 2013*. NIFS.

Sellevold, J. & Edvardsen, D. H. (2013). *Vannhåndtering i prosjektet E6 Biri-Otta*: SVV, JBV, Multiconsult, Reinertsen.

Siedler, C. E. (2015). *Samfunnsøkonomiske kostnader av Gudbrandsdalsflommen 2013*. NIFS-rapport 932015. Utgitt av Norges vassdrags- og energidirektorat.

Store Norske Leksikon (2015) Tilgjengelig fra: <https://snl.no/>.

Sund, M. (2014). *Jordskred i Sør-Norge mai 2013*. NVE, Rapportnr. 52-2014.

Svingheim, N. (2013). *Ønsker overordnet plan for Gudbrandsdalen*. Lokalisert 19.09 2013, på
<http://www.jernbaneverket.no/no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2013/Onsker-overordnet-plan-for-Gudbrandsdalen/>

Tesaker, E., Fergus, T., Lyche, E. & Bargel, T. (2010). *Erosjon, massetransport og skred*. I T. Fergus, K. A. Hoseth & E. Sæterbø (Red.), *Vassdrags håndboka*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.

Thorsnæs, G. (2013). *Gudbrandsdalen*. Store Norske Leksikon. Lokalisert 11.09 2013, på
<http://snl.no/Gudbrandsdalen>

Xgeo (2015) Tilgjengelig fra: <http://www.xgeo.no/index.html?p=klima&app=xgeo>.

Figurliste

FIGUR 1: OVERSIKTSKART OVER PILOTFELTENE KLOPPA, BRANDRUDSÅA OG FÅVANG I GUDBRANDSDALEN. (KART: PER VIRÉHN)	2
FIGUR 2: OVERSIKTSKART OVER PILOTFELTENE BÆLA, SKURVA OG ÅRETTA I LILLEHAMMER KOMMUNE. (KART: PER VIRÉHN)	3
FIGUR 3: PILOTFELTET KLOPPA I NORD FRON KOMMUNE I GUDBRANDSDALEN. (KART HENTET FRA JERNBANEVERKETS KARTLØSNING)	4
FIGUR 4: KART OVER NEDBØRFELTET TILHØRENDE KLOPPABEKKEN. (KART: PER VIRÉHN)	4
FIGUR 5: PILOTFELT VED BRANDRUDSÅA I SØR-FRON KOMMUNE. (KART HENTET FRA JERNBANEVERKETS KARTLØSNING)	5
FIGUR 6: KART OVER NEDBØRFELTET TILHØRENDE BEKKEN BRANDRUDSÅA. (KART: PER VIRÉHN)	5
FIGUR 7: PILOTFELT VED FÅVANG. (KART HENTET FRA JERNBANEVERKETS KARTLØSNING)	6
FIGUR 8: KART OVER NEDBØRFELTET TILHØRENDE BEKKEN VED SAGSTUGUA. (KART: PER VIRÉHN)	6
FIGUR 9: PILOTFELTET VED ÅRETTA. (MODIFISERT ETTER JERNBANEVERKETS KARTLØSNING)	7
FIGUR 10: KART OVER NEDBØRFELTET TILHØRENDE ÅRETTA. (KART: PER VIRÉHN)	7
FIGUR 11: PILOTFELTET VED BÆLA. (MODIFISERT ETTER JERNBANEVERKETS KARTLØSNING)	8
FIGUR 12: KART OVER NEDBØRFELTET TILHØRENDE BÆLA. (KART: PER VIRÉHN)	8
FIGUR 13: SKURVA. (MODIFISERT ETTER JERNBANEVERKETS KARTLØSNING)	9
FIGUR 14: KART OVER NEDBØRFELTET TILHØRENDE SKURVA. (KART: PER VIRÉHN)	9
FIGUR 15: SKADEPUNKTER I NEDBØRFELTET KLOPPA ETTER FLOMMEN I 2013 (KART: PER VIRÉHN)	11
FIGUR 16: TETT STIKKRENNE FØRTE TIL AT VANNET ERODERTE I SKOGSBILVEIEN VED KLOPPA (FOTO: STEINAR MYRABØ, SEPT. 2014)	12
FIGUR 17: UTGLIDNING VED KLOPPA ETTER FLOMMEN (FOTO: MARIA H. OLSEN)	12
FIGUR 18: VISER HVOR LØSMASSER BLE AVSATT I TERRENGET, OG HVOR VANNET BLE DELT I TO LØP OVER EN MINDRE STREKNING (FOTO: MARIA H. OLSEN)	13
FIGUR 19: UTGLIDNINGEN UNDER JORDET VED SØRE LØFTA GÅRD (FOTO: MARIA H. OLSEN)	13
FIGUR 20: UTGLIDNINGEN VED SØRE LØFTA GÅRD (FOTO: MARIA H. OLSEN)	14
FIGUR 21: EROSJON I SIDETERRENG ETTER FLOMMEN (FOTO: MARIA H. OLSEN)	14
FIGUR 22: SKADEPUNKTER I NEDBØRFELTET VED BRANDRUDSÅA ETTER FLOMMEN I 2013 (KART: PER VIRÉHN)	15
FIGUR 23: SKOGSBILVEIEN FRA ÅKERLAPPENE I BRANDRUDSÅA FUNGERTE SOM VANNVEI UNDER FLOMMEN (FOTO: MARIA H. OLSEN)	16
FIGUR 24: SKADER PÅ LOKALVEI I FELTET VED BRANDRUDSÅA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	16
FIGUR 25: STORE SKADER PÅ VEI I NEDBØRFELTET VED BRANDRUDSÅA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	17
FIGUR 26: STORE SKADER PÅ EIENDOM VED BRANDRUDSÅA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	17
FIGUR 27: JERNBANEN FIKK OMFATTENDE SKADER VED BRANDRUDSÅA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	18
FIGUR 28: JERNBANEN FIKK OMFATTENDE SKADER VED BRANDRUDSÅA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	18
FIGUR 29: KART OVER VANNVEIER OG SKADER VED FÅVANG (KART: PER VIRÉHN)	19
FIGUR 30: DELVIS TETT STIKKRENNE VED LIAGÅRDSVEIEN (FOTO: MARIA H. OLSEN)	20
FIGUR 31: EROSIJONSÅR I SKRÅNING LANGS LIAGÅRDSVEIEN ETTER FLOMMEN. VEIEN HOLDT PÅ Å BLI REPARERT DA BILDET BLE TATT (FOTO: MARIA H. OLSEN)	20
FIGUR 32: EROSJON I GÅRDSVEIEN NED TIL SAGSTUGUA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	21
FIGUR 33: EROSJON I BEKK VED SAGSTUGUA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	21
FIGUR 34: EIENDOM VED SAGSTUGUA SOM FIKK STORE SKADER UNDER FLOMMEN (FOTO: STEINAR MYRABØ)	22
FIGUR 35: DET BLE AVSATT STORE MENGDER LØSMASSER PÅ JERNBANEN VED SAGSTUGUA (FOTO: STEINAR MYRABØ)	22
FIGUR 36: SKADEPUNKTER LANGS ÅRETTA. (OVERSIKT OVER SKADEPUNKT TILSENDT FRA LILLEHAMMER KOMMUNE V/ ANDERS BREILI. KART: PER VIRÉHN)	23
FIGUR 37: VANNET HAR ERODERT PÅ EIENDOM VED ÅRETTA. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	24
FIGUR 38: STORE SKADER PÅ EIENDOMMER I VÅRSETERGREندا VED ÅRETTA. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	24
FIGUR 39: LØSMASSER AVSATT I SLAKERE PARTIER. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	25
FIGUR 40: LØSMASSER AVSATT I FORKANT AV STIKKRENNE UNDER VEI I VÅRSETERGREندا VED ÅRETTA. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	25
FIGUR 41: EN VEI OG HØYSPENTANLEGG BLE TOTALT ØDELAGT AV VANNMASSENE I OMRÅDET NEDSTRØMS VÅRSETERGREندا VED ÅRETTA	26
FIGUR 42: DET VAR IKKE PLESS TIL FLOMVANNET OG ALT RASKET DET FØRTE MED SEG I STIKKRENNEN VED KJØPESENTERET PÅ ROSEN LUND NEDSTRØMS VÅRSETERGREندا. VANNMASSENE RANT OPP PÅ PARKERINGSPLASSEN OG ERODERTE ASFALTEN, SLIK AT DET FØRTE TIL STORE SKADER PÅ PARKERINGSPLASSEN OG KJØPESENTERET VED ÅRETTA. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	26
FIGUR 43: HULL I ASFALTEN PÅ EN PARKERINGSPLASS ETTER VANNET HAR ERODERT UNDER ASFALTEN. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	27
FIGUR 44: VA-LEDNING BLE GRAVD OPP AV VANNET UNDER FLOMMEN. (FOTO: STEINAR MYRABØ)	27
FIGUR 45: SKADEPUNKTER LANGS BÆLA. (OVERSIKT OVER SKADEPUNKT TILSENDT FRA LILLEHAMMER KOMMUNE V/ ANDERS BREILI. KART: PER VIRÉHN)	28
FIGUR 46: UTVASKING AV SKOGSBILVEI LIKE OVENFOR FØRSTE BEBYGGELSE (FOTO: STEINAR MYRABØ)	29

FIGUR 47: ØVERST I FELTET HVOR EI LITA BRU HADDE FOR LITEN KAPASITET I FORHOLD TIL FLOMVANNET OG RASKET SOM DET FØRTE MED SEG. VANNET RANT DERFOR OPP PÅ VEIEN OG VIDERE NEDOVER MED PÅFØLGENDE STORE EROSIJONSSKADER OG MASSETRANSPORT (FOTO: STEINAR MYRABØ). .	29
FIGUR 48: EROSIJONSSKADER LANGS SKOGSBILVEIEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	30
FIGUR 49: EROSIJONSSKADER LANGS SKOGSBILVEIEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	30
FIGUR 50: EROSIJONSSKADER LANGS SKOGSBILVEIEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	31
FIGUR 51: EROSIJONSSKADER LANGS SKOGSBILVEIEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	31
FIGUR 52: EROSIJONSSKADER LANGS SKOGSBILVEIEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	32
FIGUR 53: EROSIJONSSKADER LANGS SKOGSBILVEIEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	32
FIGUR 54: NOE AV FLOMVANNET OG EROSIJONSMATERIALE RANT OVER I NABOFELTET LIUMSBEKKEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	33
FIGUR 55: SKADER NEDOVER LANGS LIUMSBEKKEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	33
FIGUR 56: SKADER PÅ LOKALVEI OG BRU I BÆLA (FOTO: STEINAR MYRABØ).	34
FIGUR 57: SKADER PÅ LOKALVEI OG BRU I BÆLA (FOTO: STEINAR MYRABØ).	34
FIGUR 58: VANN PÅ AVVEIE OG SKADER PÅ ØVERSTE BEBYGGELSE VED BÆLA (FOTO: STEINAR MYRABØ).	35
FIGUR 59: SKADER NEDOVER I LIUMSBEKKEN. HER HAR DET TYDELIGVIS VÆRT MYE MASSETRANSPORT OG RISTER SOM HAR FORVERRET SITUASJONEN.	35
FIGUR 60: SKADEPUNKTER LANGS SKURVA. (OVERSIKT OVER SKADEPUNKT TILSENDT FRA LILLEHAMMER KOMMUNE V/ ANDERS BREILI. KART: PER VIRÉHN).	36
FIGUR 61: EROSIJONSSKADER I DE DÅRLIGE GRØFTENE (FOTO: STEINAR MYRABØ).	37
FIGUR 62: VANNMATTER, EROSIJON OG MASSETRANSPORT NED MOT TETTBEBYGGELSEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	37
FIGUR 63: EN NY BRU BLE UTVASKET PÅ SAMME STED SOM I FIGUREN OVER (FOTO: STEINAR MYRABØ).	38
FIGUR 64: NED MOT SENTRUM AV LILLEHAMMER, RETT FØR FLOMVANN OG MASSETRANSPORT RANT OVER VEIEN NEDSTRØMS OG I HOVEDGATENE, OG BL.A. NED MOT KJELLEREN TIL FYLKESMANNENS GAMLE BYGG (FOTO: STEINAR MYRABØ).	38
FIGUR 65: STORE EROSIJONSSKADER I ELVEBREDDEN OG FLOMFORBYGNING ETTER FLOMMEN I 2013. MUREN TIL VENSTRE ER SATT OPP UTE I ELVA, SLIK AT VANNET FÅR LITEN PLESS UNDER FLOMMEN (FOTO: STEINAR MYRABØ).	39
FIGUR 66: MANGE STEDER RANT VANNET I VEIENE MED EROSIJON OG MASSETRANSPORT NED MOT SENTRUM, DA DET ER DÅRLIG MED VEIGRØFTER.....	39
FIGUR 67: KART OVER NEDBØRSTASJONER I GUDBRANDSDALEN. (KART UTARBEIDET AV PER VIRÉHN)	40
FIGUR 68: NEDBØRSUM FOR UKEN FREM TIL KL. 08.00 DEN 9.JUNI 2011. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER SITUERT (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	41
FIGUR 69: KART TIL VENSTRE VISER ETT-DØGNS NEDBØR MÅLT KL. 08.00 DEN 10.JUNI 2011, MENS KART TIL HØYRE VISER ETT-DØGNS NEDBØR MÅLT KL. 08.00 DEN 11.JUNI 2011. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER (MET).	42
FIGUR 70: KART TIL VENSTRE VISER ETT-DØGNS NEDBØR MÅLT KL 08 DEN 12.JUNI 2011, MENS KART TIL HØYRE VISER HØYESTE 1-TIMES NEDBØR (10.JUNI KL. 00-01) VED METS PLUVIOMETERSTASJONER. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER	42
FIGUR 71: NEDBØR SISTE UKE FREM TIL KL 08 DEN 20.MAI 2013. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER SITUERT (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	43
FIGUR 72: KART TIL VENSTRE VISER NEDBØR SISTE DØGN FREM TIL KL 08 DEN 21.MAI 2013, MENS KART TIL HØYRE VISER NEDBØR SISTE DØGN FREM TIL KL 08 DEN 22.MAI 2013. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER SITUERT (UTARBEIDET AV MET)	44
FIGUR 73: KART TIL VENSTRE VISER NEDBØR SISTE DØGN FREM TIL KL 08 DEN 23.MAI 2013, MENS KART TIL HØYRE VISER HØYESTE 3-TIMERS NEDBØR (22.MAI KL 00-03) VED METS PLUVIOMETERSTASJONER. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER SITUERT (UTARBEIDET AV MET)	44
FIGUR 74: UKESNEDBØR 18.-24. JULI 2014. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER SITUERT (MODIFISERT ETTER XGEO.NO)	45
FIGUR 75: DØGNNEDBØR EN UKE I FORKANT AV FLOMHENDELSEN (UTARBEIDET AV MET)	46
FIGUR 76: DØGNNEDBØR 8. JULI 2014. RØD SIRKEL VISER OMRÅDE HVOR PILOTFELTENE ER SITUERT (MODIFISERT ETTER XGEO.NO)	46
FIGUR 77: TIMESNEDBØR 7. OG 8. JULI 2014 (UTARBEIDET AV MET)	47
FIGUR 78: GRUNNVANNSTILSTAND I GUDBRANDSDALEN KL. 08.00 6. JUNI OG 13. JUNI 2011. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	48
FIGUR 79: VANNMETNINGSGRAD I JORDEN KL. 08.00 6. JUNI OG 12. JUNI 2011. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO)	49
FIGUR 80: JORDENS VANNLAGERKAPASITET KL. 08.00 6.JUNI OG 12.JUNI 2011. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	49
FIGUR 81. GRUNNVANNSSSTAND I GUDBRANDSDALEN 20. MAI OG 23. MAI 2013. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	50
FIGUR 82. VANNMETNING I JORDEN 20. MAI OG 23. MAI 2013. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	51
FIGUR 83:JORDENS VANNLAGERKAPASITET KL. 08.00 20.MAI OG 23.MAI 2013. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	51
FIGUR 84. GRUNNVANNSTILSTAND I GUDBRANDSDALEN KL. 08.00 7. OG 9. JULI 2014. RØD SIRKEL VISER LILLEHAMMER.(MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	52
FIGUR 85. VANNMETNING I JORDEN 7. OG 9. JULI I GUDBRANDSDALEN. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	53
FIGUR 86: JORDENS VANNLAGERKAPASITET KL. 08.00 7. JULI OG 9. JULI 2014. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	53
FIGUR 87. TELE I GUDBRANDSDALEN 21. MAI 2013.	54
FIGUR 88. MÅLESTASJONER FOR VANNFØRING I GUDBRANDSDALEN. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	55

FIGUR 89. VANNFØRING VED FOKSTUA MÅLESTASJON 6. - 13. JUNI 2011. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).....	56
FIGUR 90. AVRENNING SISTE DØGN FREM TIL KL. 08.00 11. JUNI 2011. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).....	56
FIGUR 91. VANNFØRING VED FOKSTUA MÅLESTASJON 20. - 24. MAI 2013. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	57
FIGUR 92. VANNFØRING VED FURA MÅLESTASJON 20. - 24. MAI 2013. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	57
FIGUR 93. AVRENNING I GUDBRANDSDALEN 15. OG 23. MAI 2013. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	58
FIGUR 94. VANNFØRING VED FOKSTUA MÅLESTASJON 6. TIL 11. JULI 2014. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	59
FIGUR 95. AVRENNING I GUDBRANDSDALEN 7. - 9. JULI 2014. (MODIFISERT ETTER XGEO.NO).	59
FIGUR 96: KLOPPA 13.8.2004 (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).....	60
FIGUR 97: KLOPPA 24.5.2013 - RETT ETTER 2013-FLOMMEN 22.-23. MAI (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	61
FIGUR 98: BRANDRUDSÅA, KARTBLAD SØR-FRON 2005 (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	62
FIGUR 99: BRANDRUDSÅA, KARTBLAD MIDT-GUDBRANDSDAL 2012. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	62
FIGUR 100: FÅVANG, KARTBLAD RINGEBU 2004. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	63
FIGUR 101: FÅVANG, KARTBLAD MIDT-GUDBRANDSDALEN 2012. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	63
FIGUR 102: ÅRETTA AUGUST 1967. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).....	64
FIGUR 103: ÅRETTA JUNI 1973. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).....	64
FIGUR 104: ÅRETTA AUGUST 2014. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).....	65
FIGUR 105: BÆLA AUGUST 1967. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	65
FIGUR 106: BÆLA MAI 2004. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	66
FIGUR 107: BÆLA SEPTEMBER 2014. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).....	66
FIGUR 108: SKURVA AUGUST 1967. (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	67
FIGUR 109:SKURVA SEPTEMBER 2014. RØDE SIRKLER VISER OMRÅDER MED ØKT BEBYGGELSE SIDEN 1967 (MODIFISERT ETTER NORGEIBILDER.NO).	67
FIGUR 110: KART OVER PLANLAGTE TILTAK I KLOPPA-FELTET (KART: PER VIRÉHN).	68
FIGUR 111: EROSIJONSSIKRET I BEKKELØP INN MOT STIKKRENNE. TERSKLER ER BYGGET I BEKKELØPET FOR Å DEMPE VANNHASTIGHETEN.	69
FIGUR 112: NYE STIKKRENNER MED RIST I FORKANT FOR Å FANGE LØSMASSER OG VEGETASJON. BILDET VISER SAMME STIKKRENNE SOM I FIGUREN OVER.	70
FIGUR 113: NY STIKKRENNE MED EROSIJONSSIKRET NØDLØP TIL HØYRE. BILDET VISER SAMME STIKKRENNE SOM I FIGUREN OVER (FOTO: MARIA H. OLSEN)	70
FIGUR 114: NY STIKKRENNE MED EROSIJONSSIKRET INNLØP OG TO RISTER I FORKANT FOR Å FANGE OPP LØSMASSER OG VEGETASJON I BRANDRUDÅA LIKE OPPSTRØMS NY E6. RISTA RETT FORAN STIKKRENNEN ER PÅLAGT P.G.A. LANG BEKKELUKKING. (FOTO: MARIA H. OLSEN).	71
FIGUR 115: NYE STIKKRENNER ER SATT INN VED SIDEN AV EKSISTERENDE STEINKISTER UNDER JERNBANEN. (FOTO: MARIA H. OLSEN).	71
FIGUR 116: SEDIMENTASJONSDAM ER BYGGET OPPSTRØMS NY E6 OG JERNBANEN I SIDEBEKK TIL BRANDRUDSÅA FOR Å FANGE LØSMASSER FØR DE NÅR STIKKRENNER UNDER VEIEN. (FOTO: AGATHE A. HOPLAND).	72
FIGUR 117: STOKKDAMMER ER ETABLERT I SIDEBEKK TIL BRANDRUDSÅA SOM SEDIMENTFANGERE OG FLOMDEMPENDE TILTAK ET STYKKE OPPSTRØMS NY E6. (FOTO: MARIA H. OLSEN).....	72
FIGUR 118: KOKKOSMATTER BRUKT TIL Å STABILISERE SKRÅNING. (FOTO: AGATHE A. HOPLAND).	73
FIGUR 119: EROSIJONSSIKRET BEKKELØP MED TERSKLER FOR Å SIKRE FISKEVANDRING. (FOTO: MARIA H. OLSEN).	73
FIGUR 120:EROSIJONSSIKRET TERRENGGRØFTER. (FOTO: AGATHE A. HOPLAND).....	74
FIGUR 121: EROSIJONSSIKRET GRØFT MED TERSKEL LANGS LIAGÅRDSVEIEN OG NY STIKKRENNE MED EROSIJONSSIKRET INNLØP.	75
FIGUR 122: EROSIJONSSIKRET GRØFTELØP MED TERSKLER. (FOTO: STEINAR MYRABØ).....	76
FIGUR 123: TILTAK VED SAGSTUGUA ER UNDER ARBEID. (FOTO: MARIA H. OLSEN).....	76
FIGUR 124: NY KULVERT UNDER JERNBANEN VED SAGSTUGUA. (FOTO: MARIA H. OLSEN).	77
FIGUR 125: FORELØPIG TEGNING AV TILTAKET VED SAGSTUGUA. (JERNBANEVERKET).....	77
FIGUR 126: OMTRENT 400 METER MED EROSIJONSSIKRING ER GJENNOMFØRT VED FREDRIK COLLETSVEI VED ÅRETTA. (FOTO: ANDRES BREILI).	78
FIGUR 127: NY BRO ER UNDER ARBEID VED RØYSLIMOEN, DER KJØPESENTER OG PARKERINGSPLASS FIKK STORE SKADER. (FOTO: ANDERS BREILI).	78
FIGUR 128: EROSIJONSSIKRING I NEDRE DEL AV BÆLAVASSDRAGET. (FOTO: ANDERS BREILI).....	79



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

