Flomberegninger for Fedaelva, Kvinesdal kommune, Vest-Agder (025.3A1)

Per Alve Glad

28
2013

RAPPORT

Flomberegninger for Fedaelva, Kvinesdal kommune, Vest-Agder (025.3A1)

Norges vassdrags- og energidirektorat
2013

Rapport 28-2013

Flomberegning for Fedaelva, Kvinesdal kommune, Vest-Agder (025.3A1)

Utgitt av: Norges Vassdrags- og Energidirektorat

Forfatter: Per Alve Glad

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 30

Forsidefoto: Lindeland bru, NVEs bildearkiv, 2011
ISBN: 978-82-410-0896-2
ISSN: 1501-2832

Sammendrag: Det er utført flomberegning for Fedaelva i Kvinesdal kommune i Vest-Agder. Middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til forventede klimaendringer.

Emneord: Flomberegning, Fedaelva, Kvinesdal, Vest-Agder.

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

April 2013

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

1 Beskrivelse av nedbørfeltet **6**

2 Målestasjoner **7**

3 Beregning av middelflom og flommer med ulike gjentaksintervall **9**

3.1 Døgnmiddelvannføringer 9

3.2 Kulminasjonsvannføringer 10

3.3 Justering av flomverdier i forhold til forventede klimaendringer 11

4 Usikkerhet **11**

5 Referanser **12**

Forord

Flomsonekartlegging er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Beregning av flomvannføringer på flomutsatte elvestrekninger er en del av dette arbeidet. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer som blant annet benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av et flomutsatt område langs Fedaelva i Kvinedsal kommune i Vest-Agder.

Arbeidet er blitt utført i april 2013.

Per Alve Glad har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side, i tillegg har Erik Holmqvist kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, april 2013

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør

for Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Det er utført flomberegning for Fedaelva i Kvinesdal kommune i Vest-Agder. Middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til forventede klimaendringer.

Flomberegningen er kontrollert av Erik Holmqvist, NVE.

Flomberegningen er utført med utgangspunkt i målestasjonen Refsti, som er lokalisert rett nord for brua hvor E39 krysser Fedaelva. Resultatet ble (kulminasjonsverdier):

Sted	**Areal**	**Q_M**		**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{500}**	**Q_{1000}**
	km^2	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Fedaelva	203,5	427	87	168	188	210	237	258

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) er som følger:

Sted	**Areal**	**Q_M**		**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{500}**	**Q_{1000}**
	km^2	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Fedaelva	203,5	512	104	201	225	252	284	310

1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Vassdraget som det her er utført flomberegning for er Fedaelva (ved målestasjonen 25.7 Refsti) som renner ut i Fedafjorden. To magasiner Kumlevollvatn (magasinvolum 5 mill. m^3) og Krokvatn (magasinvolum 9 mill. m^3) ligger i nedbørfeltet til Refsti, men da dette er et regime hvor hoveddelen av flommene forekommer på høsten og tidlig vinter hvor magasinene gjerne er fulle, samt at det totale magasinvolumet kun utgjør 4 % av årlig avrenning, antas disse å ha liten innvirkning på flommene.

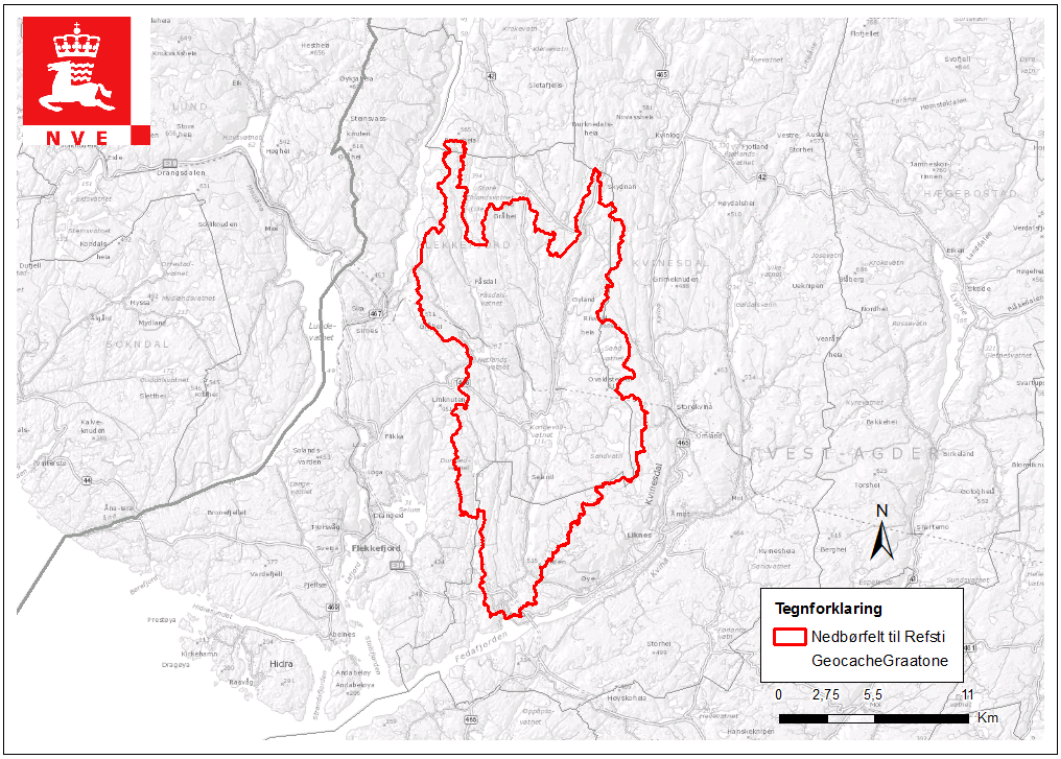
Flomregime: Nedbørfeltet har et kystklima og de største årsflommene forekommer i perioden september-januar.

Feltkarakteristika for nedbørfeltet er vist i tabell 1 og feltgrensene er vist i figur 1.

Tabell 1. Feltkarakteristika for nedbørfeltet.

Sted	**Feltareal, A** km^2	**Eff. sjø, A_{SE}** %	**Q_N (61-90)*** l/s·km^2	**Høydeintervall** moh.	**Feltlengde, L_F** km
Fedaelva v/Refsti	203,5	1,9	55	22-595	26,9

* Avrenning beregnet fra NVEs avrenningskart for normalperioden 1961-1990.



Figur 1. Nedbørfeltet til Fedaelva ved målestasjonen 25.7 Refsti.

2 Målestasjoner

For å sjekke at tallene fra Refsti virker fornuftige, er det blitt sammenlignet spesifikk avrenning for fem stasjoner med lignende feltegenskaper. Tabell 2 viser feltegenskaper, middelavrenning fra avrenningskartet (Q_N) og observasjoner (Q_{obs}), samt midlere årsnedbør (P_N) for stasjonene. De fem feltene varier betydelig i årsnedbør, men forholdet mellom midlere årsnedbør og årsmiddelavrenning (P_N/Q_N) er konstant for alle stasjonene, noe som tyder på at de responderer forholdsvis likt på den nedbøren som faller.

Målestasjon 25.7 Refsti er den det er tatt utgangspunkt i for denne flomberegningen. Stasjonen har vært i drift kontinuerlig fra 1898 med unntak av perioden 1976-1991, og har følgelig ca 100 år med data.

Målestasjon 16.95 Hørte ligger 17 mil nordøst for Refsti, har et noe mindre nedbørfelt og litt lavere effektiv sjøprosent. Midlere årsnedbør for feltet er ca tre ganger mindre enn Refsti, men forholdet mellom midlere årsnedbør og middelavrenning er likt. Målestasjonen har ca 50 år med data.

Målestasjon 18.10 Gjerstad ligger 13 mil nordøst for Refsti, har et noe større nedbørfelt og litt lavere effektiv sjøprosent. Midlere årsnedbør for feltet er vesentlig lavere enn Refsti, men forholdet mellom midlere årsnedbør og middelavrenning er likt. Målestasjonen har ca 30 år med data.

Målestasjon 22.22 Søgne ligger 6 mil sørøst for Refsti, har like stort nedbørfelt og noe lavere effektiv sjøprosent. Midlere årsnedbør er ca halvparten av det for Refsti, men forholdet mellom midlere årsnedbør og middelavrenning er likt. Målestasjonen har ca 40 år med data.

Målestasjon 22.16 Myglevatn 5 mil øst for Refsti, har et noe mindre nedbørfelt og ca samme effektive sjøprosent. Midlere årsnedbør er litt lavere enn det for Refsti, men forholdet mellom midlere årsnedbør og middelavrenning er likt. Målestasjonen har ca 60 år med data.

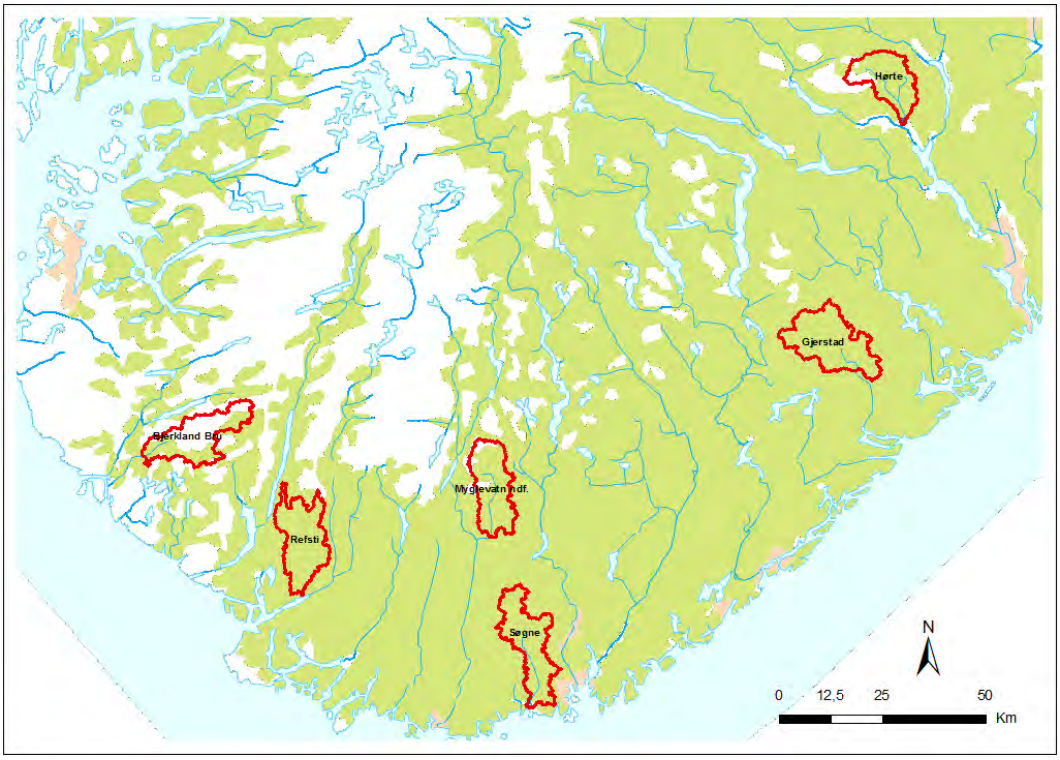
Målestasjon 27.27 Bjerkland bru ligger 3 mil nordvest for Refsti, har ca like stort nedbørfelt og noe lavere effektiv sjøprosent. Midlere årsnedbør er en del høyere enn for Refsti, men forholdet mellom midlere årsnedbør og middelavrenning er likt. Målestasjonen har ca 100 år med data.

Figur 2 viser beliggenheten til de seks nedbørfeltene.

Tabell 2. Feltkarakteristika for aktuelle sammenligningsstasjoner.

Stasjon	Måle-periode	Felt-areal (km^2)	Eff. sjø (%)	Q_N (61-90) ($l/s \cdot km^2$)	Q_{obs} ($l/s \cdot km^2$)	Høydeint. moh.	Feltlengde km	P_N (mm/år)	P_N/Q_N
25.7 Refsti	**1898-2012**	**203,5**	**1,9**	**55**	**50**	**22-595**	**26,9**	**1741**	**31,6**
16.95 Hørte	1961-2012	159	0,26	19	31	28-1206	19,68	601	31,5
18.10 Gjerstad	1981-2012	236	0,19	25	28	50-657	21,15	789	31,6
22.22 Søgne	1974-2011	204	0,09	30	39	6-485	29,63	946	31,5
22.16 Myglevatn	1952-2011	182	1,53	45	42	252-741	23,75	1414	31,6
27.27 Bjerkland bru	1897-2012	196	1,04	79	73	85-904	29,04	2477	31,4

Q_N betegner årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.
Q_{obs} betegner middelavrenningen beregnet for periode med tilgjengelige observasjoner.
P_N betegner midlere årsnedbør i perioden 1961-90.



Figur 2. Kart over nedbørfeltene.

3 Beregning av middelflom og flommer med ulike gjentaksintervall

3.1 Døgnmiddelvannføringer

For beregning av middelflom er det gjort en vurdering av middelflom for målestasjonen 25.7 Refsti tabell 2 og beregning av middelflom fra formelverk i definerte hydrologiske regioner (Sælthun et a., 1997).

I tabell 3 vises resultatene for flomfrekvensanalysen på døgnmiddelverdier. Fra tabellen kan en se at den spesifikke middelflommen er vesentlig høyere for 27.27 Bjerkland enn resten av feltene, og dette forklares ved at feltet har mye høyere årlig nedbør. 25.7 Refsti har forholdstall som ligger mellom de andre stasjonene. Dette er naturlig sett på bakgrunn av feltegenskaper og årsnedbør, og antas følgelig å være en brukbar tilnærming.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyse på årsflommer, døgnmiddelverdier.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km^2	Q_M		Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M	Q_{1000}/Q_M	Fordelings-funksjon
				m^3/s	l/s•km^2						
25.7 Refsti	1898-2012	99[1]	204	70	342	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	Gum (mom)
16.95 Hørte	1961-2012	43[2]	159		334	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	Gum (mom)
18.10 Gjerstad	1981-2012	32	236		367	1,9	2,2	2,5	3,0	3,4	GEV (max)
22.22 Søgne	1974-2011	37[3]	204		389	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	Gum (max)
22.16 Myglevatn	1952-2011	60	182		290	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	Gum (mom)
27.27 Bjerkland	1897-2012	116	196		604	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	Gam (mom)
K1						1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	

[1]Refsti 1976-1991 er uten data
[2]Hørte 1961,76,91-94,96-98 er uten data
[3] Søgne 1992 er uten data

Analysefeltet domineres av høst-/vinterflommer. Det tilhører dermed region K1 (Sælthun et al., 1997). Den regionale flomformelen for K1 er:

K1: $\ln q_M = 1{,}5212 \cdot \ln q_N - 1{,}1516 \cdot \ln P_N - 0{,}0569 \cdot \ln A_{SE} - 0{,}0093 \cdot \ln L_F + 8{,}80$

q_M middelflom [l/s ·km^2]
A_{SE} effektiv sjøprosent [%]
q_N midlere spesifikt årsavløp [l/s ·km^2]
L_F feltaksens lengde [km]
P_N Midlere årsnedbør [mm]

I tabell 4 vises resultatene fra den regionale flomformelen, og de regionale flomfrekvenskurvene ved forskjellige gjentaksintervall.

Tabell 4. Døgnmiddelflommer med ulike gjentaksintervall.

Sted	Areal	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	km^2	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Fedaelva	203,5	357	73	140	157	176	198	216

3.2 Kulminasjonsvannføringer

Forholdet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring (Q_{mom}/Q_{mid}) anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. For målestasjonen 25.7 Refsti finnes det kun momentanvannføring fra 2009 og fremover, så disse måtte brukes for å undersøke forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring. De fire årsflommene (2009-2012) med forholdstall er presentert i tabell 6.

Tabell 6. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 25.7 Refsti. De 4 største årlige flommene i analyseperioden (2009-2012).

Dato	Kulminasjon m^3/s	Døgnmiddel m^3/s	Q_{mom}/Q_{mid}
20.11.2009	113	95	1,19
07.10.2010	94	82	1,15
14.09.2011	100	95	1,05
21.11.2012	80	72	1,11
		Snitt	1,13

I Sælthun *et al.* (1997) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet Q_{mom}/Q_{mid} og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent). Formelen for høstflommer er:

$$Q_{mom}/Q_{døgn} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{SE}^{0.5}$$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. For Fedaelva gir formelen et forholdstall på 1,25. På bakgrunn av de få årene med findata, ble forholdstallet fra formelverket valgt. Kulminasjonsverdiene blir dermed som i tabell 7.

Tabell 7. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentaksintervall for Fedaelvaved Refsti, kulminasjonsvannføringer.

Sted	Q_{mom}/Q_{mid}	Areal	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
		km^2	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Fedaelva	1,25	203,5	427	87	168	188	210	237	258

3.3 Justering av flomverdier i forhold til forventede klimaendringer

I NVE-rapport 5-2011 ”Hydrological projections for floods in Norway under a future climate” er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. Ut fra avsnitt 8.1 i nevnte rapport, velger vi her å benytte en faktor på 1,2 (20 % økning) for å anslå klimaendringers effekt på flommer med forskjellige gjentaksintervall.

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) blir dermed som i tabell 9.

Tabell 9. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentaksintervall Fedaelva, kulminasjonsvannføringer, justert med + 20 % som følge av forventede klimaendringer.

Sted	Areal	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	km^2	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Fedaelva v/ Refsti	203,5	512	104	201	225	252	284	310

4 Usikkerhet

Det er en hel del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på observasjoner av vannstander og tilhørende målinger av vannføring i elven, men disse direkte målingene er ofte ikke utført på store flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert forhold mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer inneholder en stor grad av usikkerhet. Andre kilder til usikkerhet er bruk av døgnmiddelverdier, og mangel av lange findataserier.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata.

Flomberegninger for farekart/ flomsonekart klassifiseres skjønnsmessig i en av tre kategorier: godt, brukbart eller mangelfullt datagrunnlag. I Fedaelva er det en lang observasjonsserie med døgndata, det er imidlertid få data med fin tidsoppløsning tilgjengelig fra vassdraget. Datagrunnlaget er derfor betrakter som brukbart (vurder godt – sjelden at vi har så mange år med data i et område).

5 Referanser

Lawrence and Hisdal 2011: Hydrological projections for floods in Norway under a future climate. NVE Report No. 5-11. www.nve.no.

NVE 2011: Retningslinjer for flomberegninger. NVE Retningslinjer No. 4-11. www.nve.no.

Sælthun. N. R., Tveito. O. E.. Bønsnes. T. E. og Roald. L. A. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE Rapport nr. 14 – 1997.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2013

Nr. 1 Roller i det nasjonale arbeidet med håndtering av naturfarer for tre samarbeidende direktorat
Nr. 2 Norwegian Hydrological Reference Dataset for Climate Change Studies. Anne K. Fleig (Ed.)
Nr. 3 Anlegging av regnbed. En billedkavalkade over 4 anlagte regnbed
Nr. 4 Faresonekart skred Odda kommune
Nr. 5 Faresonekart skred Årdal kommune
Nr. 6 Sammenfatning av planlagte investeringer i sentral- og regionalnettet for perioden 2012-2021
Nr. 7 Vandringshindere i Gaula, Namsen og Stjørdalselva
Nr. 8 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. Ellen Skaansar (red.)
Nr. 9 Energibruk i kontorbygg – trender og drivere
Nr. 10 Flomsonekart Delprosjekt Levanger. Kjartan Orvedal, Julio Pereira
Nr. 11 Årsrapport for tilsyn 2012
Nr. 12 Report from field trip, Ethiopia. Preparation for ADCP testing (14-21.08.2012)
Nr. 13 Vindkraft - produksjon i 2012
Nr. 14 Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettet 2013. Inger Sætrang
Nr. 15 Klimatilpasning i energiforsyningen- status 2012. Hvor står vi nå?
Nr. 16 Energy consumption 2012. Household energy consumption
Nr. 17 Bioenergipotensialet i industrielt avfall
Nr. 18 Utvikling i nøkkeltall for strømnettselskapene
Nr. 19 NVEs årsmelding
Nr. 20 Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2012
Nr. 21 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge
Nr. 22 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Forebyggende kartlegging mot skred langs strandsonen i Norge Oppsummering av erfaring og anbefalinger
Nr. 23 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) – forundersøkelse
Nr. 24 Flom og skred i Troms juli 2012. Inger Karin Engen, Graziella Devoli, Knut A. Hoseth, Lars-Evan Pettersson
Nr. 25 Capacity Building in Hydrological Services. ADCP and Pressure Sensor Training Ministry of Water and Energy, Ethiopia 20th – 28th February 2013
Nr. 26 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen
Nr. 27 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. Ellen Skaansar (red.)
Nr. 28 Flomberegninger for Fedaelva, Kvinesdal kommune, Vest-Agder (025.3A1) Per Alve Glad

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no