



## Notat

Til: Monica Bakkan  
Fra: Erik Holmqvist Sign.:  
Ansvarlig: Sverre Husebye Sign.:  
Dato: 24.10.2013  
Vår ref.: NVE –201305593-2  
Arkiv:  
Kopi: Demissew Kebede Ejigu

## Flomberegninger for Leira og Nitelva, behov for oppdatering?

Dette notatet er en revisjon av notat datert 3. september 2013. Beregningene er utvidet med et par ekstra punkter i Nitelva, i tillegg er det gitt opplysninger om årsmiddelvannføring.

Nye analyser viser at det er behov for å revidere flomverdiene som er benyttet til flomsonekartlegging i Leira og Nitelva (NVE-dokument 16-2005 og NVE-dokument 16-2007. Doculivnr. 200504182-1 og 200709086-1). Det er flere årsaker til dette. For det første er vannføringskurver ved flere sentrale målestasjoner revidert de siste årene, det har virkning både på historiske flomvannføringer og analyser av disse. Videre er det funnet homogenitetsbrudd i flomverdiene for en sentral stasjon, og det er nå flere år med observasjoner enn tidligere.

I Leira gir nye beregninger en økning av flomverdiene med ca. 5 – 10 % for flommer med gjentaksintervall opp mot 50 år, mens det for 100- og 200-årsflom er mindre endringer. Beregnet 500-årsflom er redusert med nesten 10 %. I Nitelva gir nye beregninger økte flomverdier med omkring 10 – 20 % for alle gjentaksintervall. Det er og gjort en beregning av vannføringen i Glomma ved flom i Leira/ Nitelva.

Flomberegningen er kontrollert av Lars-Evan Pettersson, NVE-HV.

*Tabell 1. Beregnet kulminasjonsvannføring ved ulike gjentaksintervall for Leira ved Leirsund og i Nitelva v.Kjul og samtidig vannføring i Glomma. Endring av vannføring i forhold til beregninger i 2005 og 2007 er gitt i prosent.*

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Leira ved Leirsund	615	125	156	187	224	262	299	336	386	436
Endring i %		5 %	10 %	9 %	10 %	4 %	1 %	-3 %	-9 %	x
Nitelva v. Kjul	282	57	71	86	103	120	137	154	177	200
Endring i %		10 %	10 %	13 %	18 %	12 %	15 %	19 %	22 %	x
Gjentaksintervall Glomma							Ca. Q <sub>M</sub>	Ca. Q <sub>5</sub>	Ca. Q <sub>10</sub>	Ca. Q <sub>20</sub>
Vannføring Glomma ved flom i Leira/Nitelva	38441	500	800	1100	1500	1800	2100	2600	3000	3300

## Årsmiddelvannføring

Midlere vannføring for normalperioden 1961-90 er oppgitt for enkelte av beregningspunktene i Leira og Nitelva i de tidligere flomberegnerapportene. Disse var basert på NVE's avrenningskart for perioden 1961-90. For oversiktens skyld er det i tabell 2 oppgitt midlere vannføring for alle beregningspunktene.

Tabell 2. Årsmiddelvannføring for perioden 1961-90 i Leira og Nitelva.

	Areal km <sup>2</sup>	q <sub>N</sub>	Q <sub>N</sub>
		l/s km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
Leira ved Leirsund	615	20	12,4
Leira ved utløp i Nitelva	661	20	13,3
Nitelva v. Hakadal	206	33	6,9
Nitelva v. Nordre Myrer	214,5	33	7,2
Nitelva v. Berg	217	33	7,2
Nitelva ved Nordre Strøm	223,5	33	7,4
Nitelva v. Strømsenga	232	33	7,7
Nitelva v. Haugestad	235	33	7,8
Nitelva v. Sandum	268,5	33	8,9
Nitelva v. Kjøl	281,8	33	9,3
Nitelva v. samløp Leira (inkl. lokalfelt Svullet)	521,7	27	14,3
Nitelva v. utløp i Øyeren	1182,7	23	27,6

## Midlere flom

Midlere flom i Leira ble i 2005 bestemt ved bruk av en sammensatt serie for årene 1971-2001. Målestasjonene 2.279 Kråkfoss, 2.329 Hellen bru og 2.331 Kauserud ble brukt til å konstruere serien. Hellen bru ble nedlagt i 2002 og begrenser dermed seriens lengde. Nye analyser viser at det er homogenitetsbrudd/ sprang omkring 1981 i flomverdiene fra Kauserud. Det er derfor konstruert en ny serie (2.331.0.1001.50) for Leira ved Leirsund (615 km<sup>2</sup>) for perioden 1982-2011 ved bruk av data fra 2.279 Kråkfoss og 2.331 Kauserud. Hvor vannføringen i Leira er beregnet som:

$$Q(\text{Leira v. Leirsund}) = 1,189 * Q(\text{Kråkfoss}) + 1,140 * Q(\text{Kauserud})$$

Skaleringsfaktoren for Kauserud er den samme som ble benyttet i 2005, det vil si at Kauserud representerer områdene nedstrøms målestasjonene Kråkfoss og Hellen bru i Leira. Kråkfoss, som har et nedbørfelt på 433 km<sup>2</sup>, er antatt å representere nedbørfeltet til Hellen bru (81,3 km<sup>2</sup>). En ren arealskalering gir en faktor på 1,189. En regresjonsanalyse viser at samvariasjonen mellom Kråkfoss og Hellen bru ( $r^2 = 0,84$ ) er bedre enn mellom Kauserud og Hellen bru ( $r^2 = 0,70$ ).

Data fra årene 1982-2011 gir en midlere spesifikk flom (døgn) i Leira ved Leirsund på 154 l/s km<sup>2</sup>.

Midlere flom i Nitelva ble i 2007 bestemt ved bruk av en sammensatt serie for årene 1969-2003. Målestasjonene 2.461 Fossen og 2.322 Strøm Sag ble brukt til å konstruere serien. Strøm Sag ble

nedlagt i 1983, men Fossen er fortsatt i drift. Her er det benyttet data fra 1985–dd, med unntak av 2007 og 2008 hvor det er observasjonsbrudd.

Vannføringskurven (sammenhengen mellom observert vannstand og vannføring) ble revidert for Fossen i januar 2013. Resultatet er at flomvannføringene, spesielt ved store flommer har økt kraftig. For eksempel er beregnet vannføring ved de to største flommene i 1987 og 1988, økt fra henholdsvis 52 og 49 m<sup>3</sup>/s til 92 og 79 m<sup>3</sup>/s. Det er imidlertid kommentert at vannføringskurven er usikker for vannføringer over 40 m<sup>3</sup>/s.

Det er laget en ny sammensatt serie for Nitelva (2.461.0.1001.50), hvor observasjonene ved Strøm Sag er multiplisert med 0,924 for å representere nedbørfeltet til 2.461 Fossen. Flomverdiene for den sammensatte serien er sjekket for eventuelt homogenitetsbrudd, og er funnet i orden. Denne serien har data fra 1969-2012 (med unntak av 2007 og 2008).

Data fra årene 1969-2012 gir en midlere spesifikk flom (døgn) i Nitelva ved Fossen på 145 l/s km<sup>2</sup>.

Det er også beregnet midlere flom for øvrige målestasjoner i Nitelva, Leira og i enkelte nabovassdrag. Resultatene av analysene er gitt i tabell 3. Stasjonene er vist på kart i figur 1.

Kråkfoss og Kringlerdal har de lengste seriene i området. Det er gjort en sammenligning av midlere flom ved disse stasjonene med de to periodene hvor vi har konstruerte serier for Leira og Nitelva. Det viser at i perioden 1982-2011 er midlere flom litt større (1 og 7 %) enn for årene 1966-2012. Mens i perioden 1969-2012, hvor 2007 og 2008 utelates, er midlere flom litt mindre (2 og 3 %) enn for årene 1966-2012.

Ut fra dette er det valgt å benytte 150 l/s km<sup>2</sup> som midlere spesifikk flom i både Nitelva og Leira. Det er videre valgt å benytte samme spesifikke flom langs hele elvestrekningene som skal kartlegges, da usikkerheten i flomestimatene antas å være større enn variasjonene fra punkt til punkt i vassdraget.

I tidligere flomberegninger for Nitelva og Leira er midlere spesifikk flom beregnet til henholdsvis 134 og ca. 140 l/s km<sup>2</sup>. Nye analyser gir dermed en økning av midlere flom i Nitelva på 11 % og i Leira på ca. 7 %.

Tabell 3. Middelflom, døgnmiddel av årsflommer. \*Mangler observasjoner i 2007 og 2008.

Vannføringsstasjon	Areal km <sup>2</sup>	A <sub>SE</sub> %	Periode	Antall år	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	q <sub>M</sub> l/s km <sup>2</sup>
2.279 Kråkfoss	433	0,41	1966-2012	46	65,8	152
2.280 Kringlerdal	265	1,06	1966-2012	47	42,8	162
2.331 Kauserud	91,2	0	1982-2011	30	18	197
2.329 Hellen bru	81,8	0,34	1970-2001	32	15,1	185
2.461 Fossen	207	0,61	1984-2012	27	32,7	158
2.331.0.1001.50 Leira v. Leirsund	615	0,21	1982-2011	30	95	154
2.461.0.1001.50* Nitelva v. Fossen	207	0,61	1969-2012*	42	30	145
8.2 Bjørnegårds.	190	0,07	1969-2012	44	43,3	228
12.193 Fiskum	51,9	0,11	1977-2012	36	10,8	208



Figur 1. Hydrometriske stasjoner.

### Flomfrekvensanalyse

I tidligere flomberegninger for Leira er målestasjonen 2.279 Kråkfoss benyttet for å bestemme forholdet mellom T-årsflom og middelflom (frekvensfaktorer). Det ble i 2005 benyttet data til og med 2004, nå er data til og med 2012 analysert.

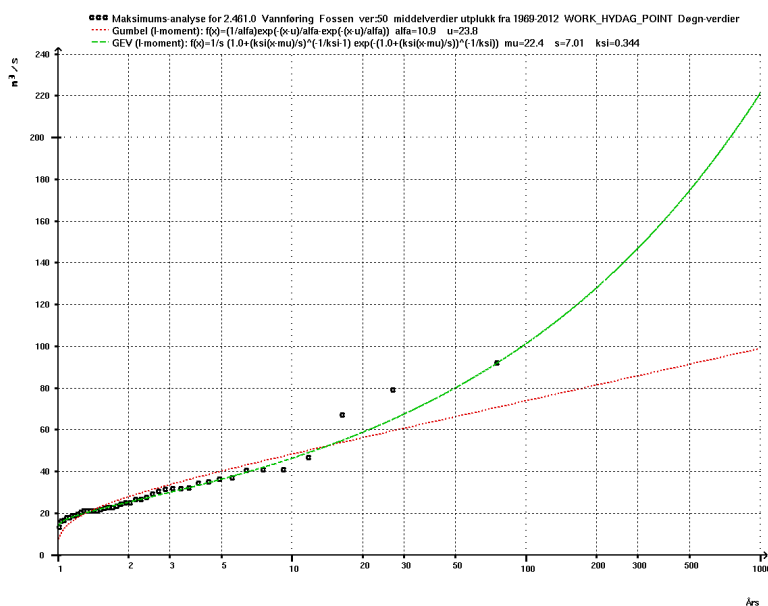
For Nitelva ble tidligere frekvensanalysen for den konstruerte Nitelva-serien benyttet. Grunnlaget for denne serien er, som nevnt i avsnittet om midlere flom, vesentlig endret. Det er derfor gjennomført nye frekvensanalyser. Resultatene er gitt i tabell 4.

For Kråkfoss, gir nye flomanalyser mindre forholdstall enn tidligere, samtidig som midlere flom har økt. Endringene skyldes at det har vært flere mellomstore flommer (middel – 10 års gjentaksintervall) de siste årene, men ingen svært store flommer. For Kråkfoss målestasjon er det tre kurveperioder. I den første perioden (1966-81) er det utført vannføringsmålinger i felt opp mot 5- 10-årsflom og i den neste perioden (1982-96) opp mot 20- 50-årsflom (døgnmiddel). De siste årene er det imidlertid ingen feltnmålinger for vannføringer større enn ca. 0,7 ganger middelflom. Det antas likevel at vannføringskurven ved denne stasjonen er godt bestemt under flom.

Nye analyser av seriene fra Bjørnegårdssvingen og Kringlerdal gir noe større frekvensfaktorer enn i 2007. Årsaken er både flere år med data, men også revisjon av vannføringskurvene ved disse stasjonene de senere årene. Ved Kringlerdal er det imidlertid fortsatt et stort avvik mellom gjeldende vannføringskurve og en flommåling som ble utført i felt i 2008. Vannføringen ble da målt til  $92 \text{ m}^3/\text{s}$ , mens kurven gir kun  $70 \text{ m}^3/\text{s}$ . Det er derfor grunn til å tro at frekvensfaktorene ved Kringlerdal kan være underestimert.

Frekvensanalyse av den 30 år lange konstruerte serien for Leira gir faktorer som er større enn de som er beregnet for Kråkfoss, men noe mindre enn faktorene for Fiskum. Nedbørfeltet til Fiskum er imidlertid vesentlig mindre, noe som kan bidra til høye faktorer her.

Endring av flomverdiene ved Fossen i Nitelva, som følge av revisjon av vannføringskurven i januar 2013, påvirker også frekvensanalysen. For Nitelva-serien er 2-paramater Gumbel fordeling benyttet, fordi General Extreme Value-(GEV) fordelingen ga urimelig høye faktorer for sjeldne flommer (figur 2). For eksempel ble  $Q_{1000}/Q_M > 7$  ved bruk av GEV-fordelingen, mens Gumbel-fordelingen gir 3,3. Dette kan være en indikasjon på at de største flommene ved stasjonen er overestimert. Gumbel-fordelingen gir faktorer som ligger svært nær de som er beregnet for Kråkfoss i Leira (GEV), men de er noe lavere enn de som er beregnet for den konstruerte Leira-serien.



Figur 2. Flomfrekvensanalyse for Nitelva ved stasjonen 2.461 Fossen, data fra 1969-2012. Årene 2007 og 2008 mangler. Den grønne kurven er basert på General Extreme Value-fordelingen, den røde på Gumbel-fordelingen.

Nitelva har et mindre nedbørfelt enn Leira, samtidig er effektiv sjøprosent noe høyere i Nitelva enn i Leira. Størrelsen på nedbørfeltet indikerer mer intense flommer i Nitelva enn Leira, mens effektiv sjøprosent virker i motsatt retning. De konstruerte seriene for Nitelva og Leira gir opphav til to frekvenskurver som skjærer hverandre ved 100-årsflom, hvor faktorene for Nitelva er større enn for Leira ved flommer med gjentaksintervall opp til 100 år og mindre for større flommer. Denne forskjellen virker ikke rimelig, og kan forklares ut fra generell usikkerhet knyttet til slike beregninger.

Det er i de videre analysene valgt å benytte samme frekvensfaktorer på hele de analyserte strekningene i både Nitelva og Leira. Som representative verdier er det valgt å benytte gjennomsnittet av frekvensfaktorene beregnet for de to konstruerte seriene i Nitelva og Leira og den observerte serien fra Kråkfoss. For flommer med gjentaksintervall på 10 år eller mer er faktorene rundet av til nærmeste tittel. Hvordan frekvensfaktorene vil utvikle seg over tid er ikke gitt. Mange år med moderate flommer, kan føre til reduserte faktorer, mens enkeltår med store flommer kan føre til økte faktorer. I tillegg vil nye revisjoner av vannføringskurver også kunne føre til endringer i frekvensfaktorene.

Tabell 4. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer. \* Mangler observasjoner i 2007 og 2008.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub>		Q <sub>5</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>50</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>100</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>500</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>	Fordelings- funksjon
				m <sup>3</sup> /s	l/s•km <sup>2</sup>									
2.279 Kråkfoss	1966- 2012	47	433	65,8	152	1,21	1,43	1,65	1,98	2,24	2,54	2,96	3,32	GEV
2.280 Kringlerdal	1966- 2012	47	265	42,8	162	1,20	1,37	1,55	1,79	1,98	2,18	2,45	2,66	GEV
8.2 Bjørne- gårdsvingen	1969- 2012	44	190	43,3	228	1,24	1,45	1,64	1,90	2,10	2,30	2,56	2,76	GEV
12.193 Fiskum	1977- 2012	36	51,9	10,8	208	1,28	1,57	1,87	2,30	2,66	3,05	3,61	4,08	GEV
Leira v. Leirsund	1982- 2011	30	615	95	154	1,21	1,48	1,75	2,13	2,46	2,83	3,37	3,83	GEV
Nitelva v. Fossen	1969- 2012	42*	207	30	145	1,33	1,61	1,87	2,20	2,46	2,71	3,04	3,29	Gumbel
Høstflomreg. 3						1,33	1,73	2,04	2,57	3,05	3,45	4,20	4,73	
Valgt, Nitelva og Leira						1,25	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,10	3,50	

Forholdet mellom 200-årsflom og middelflom varierer fra omkring 2,2 til 3,1 for de analyserte seriene. For Nitelva og Leira er 2,7 valgt. Det medfører at beregnet spesifikk 200-årsflom i Nitelva og Leira blir 405 l/s km<sup>2</sup> (150 l/s km<sup>2</sup> x 2,7) som døgnmiddel.

Det er naturlig at analyser av årsflommer gir lavere forholdstall enn den regionale kurven for høstflommer. Det er og utført en analyse av kun høstflommer, for den lengste observerte serien i området, Kråkfoss. 47 år med data fra denne stasjonen gir en 200-års høstflom på ca. 400 l/s km<sup>2</sup> (GEV-fordeling), det vil si i godt samsvar med beregnet 200-årsflom for Leira og Nitelva.

### Kulminasjon/ døgn

I NVE-rapport 16-2005 ble det benyttet et forholdstall på 1,36 mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for Leira. Dette ble funnet ved bruk av ligninger basert på feltparametere, og stemte også godt overens med observasjoner ved Kråkfoss under høstflommen i 1987, som er den største registrerte flommen ved målestasjonen.

I NVE-rapport 16-2007 ble det benyttet et forholdstall på 1,35 mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for Nitelva. Her ga formelverket et forholdstall på 1,41, men dette ble justert noe ned med grunnlag i observasjoner fra nærliggende målestasjoner.

Ved de tre største flommene som er registrert ved målestasjonen 2.461 Fossen i Nitelva, er det kun kontinuerlige data med fin tidsoppløsning fra flommen i 1987, men også her er dette den største registrerte flommen i vassdraget. Under denne flommen kulminerte vannføringen med 124 m<sup>3</sup>/s, mens høyeste døgnmiddel er beregnet til 92 m<sup>3</sup>/s. Det gir et forholdstall på 1,35 for denne flommen.

Nyere analyser av en rekke flommer ved andre målestasjoner i nærheten gir forholdstall som varierer mellom ca. 1,2 og 1,5 ved midlere flom (tabell 5). Med bakgrunn i dette er det valgt å benytte 1,35 som forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring i både Nitelva og Leira.

Beregnet vannføring (døgnmiddel) for Nitelva ved utløp i Øyeren er summen av vannføringene i Leira og Nitelva ved samløp. Ved kulminasjon er summen multiplisert med 0,9 fordi disse to elvene sannsynligvis kulminerer til noe forskjellig tidspunkt. For eksempel kulminerte vannføringen i Leira ved Kråkfoss omkring 8-10 timer tidligere enn i Nitelva ved Fossen under den store høstflommen i 1987. Begge målestasjonene ligger drøyt 20 km oppstrøms samløpet av disse to elvene.

*Tabell 5. Forholdet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ved middelflom.*

Vannføringsstasjon	Areal km <sup>2</sup>	A <sub>SE</sub> %	Antall år	Kulm./ døgnmiddel
2.279 Kråkfoss	433	0,41	19	1,21
2.280 Kringlerdal	265	1,06	20	1,15
2.331 Kausrud	91,2	0	30	1,39
8.2 Bjørnegårds.	190	0,07	20	1,53
12.193 Fiskum	51,9	0,11	23	1,26

Resulterende flomvannføringer i Leira og Nitelva er gitt i tabell 6 og 7 som døgnmidler og kulminasjonsvannføringer. Endringer i m<sup>3</sup>/s og i prosent i forhold til beregningene fra 2005 og 2007 er gitt i tabell 8 og 9.

I Leira gir nye beregninger en økning av flomverdiene på ca. 5 – 10 % for flommer med gjentaksintervall opp mot 50 år, mens det for 100 og 200-årsflom er kun mindre endringer. For beregnet 500-årsflom er det en reduksjon på nesten 10 %.

I Nitelva gir nye beregninger en økning av flomverdiene på ca. 10 – 20 % for alle gjentaksintervall.

Tabell 6. Beregnet flomvannføringer i Leira og Nitelva. Døgnmidler.

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>1000</sub> m <sup>3</sup> /s
Leira ved Leirsund	615	92	115	138	166	194	221	249	286	323
Leira ved utløp i Nitelva	661	99	124	149	178	208	238	268	307	347
Nitelva v. Hakadal	206	31	39	46	56	65	74	84	96	108
Nitelva v. Nordre Myrer	214,5	32	40	48	58	68	77	87	100	113
Nitelva v. Berg	217	33	41	49	59	68	78	88	101	114
Nitelva ved Nordre Strøm	223,5	34	42	50	60	70	80	91	104	117
Nitelva v. Strømsenga	232	35	44	52	63	73	84	94	108	122
Nitelva v. Haugestad	235	35	44	53	63	74	85	95	109	123
Nitelva v. Sandum	268,5	40	50	60	72	85	97	109	125	141
Nitelva v. Kjul	281,8	42	53	63	76	89	101	114	131	148
Nitelva v. samløp Leira (inkl. lokalfelt Svellet)	521,7	78	98	117	141	164	188	211	243	274
Nitelva v. utløp i Øyeren	1182,7	177	222	266	319	373	426	479	550	621

Tabell 7. Beregnet flomvannføringer i Leira og Nitelva. Kulminasjonsvannføringer. \*) Nitelva v. utløp i Øyeren er summen av Leira og Nitelva ved samløp av disse elvene multiplisert med 0,9 (se tekst).

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>1000</sub> m <sup>3</sup> /s
Leira ved Leirsund	615	125	156	187	224	262	299	336	386	436
Leira ved utløp i Nitelva	661	134	167	201	241	281	321	361	415	468
Nitelva v. Hakadal	206	42	52	63	75	88	100	113	130	146
Nitelva v. Nordre Myrer	214,5	43	54	65	78	91	104	117	135	152
Nitelva v. Berg	217	44	55	66	79	92	105	119	136	154
Nitelva ved Nordre Strøm	223,5	45	57	68	81	95	109	122	140	158
Nitelva v. Strømsenga	232	47	59	70	85	99	113	127	146	164
Nitelva v. Haugestad	235	48	59	71	86	100	114	128	148	167
Nitelva v. Sandum	268,5	54	68	82	98	114	130	147	169	190
Nitelva v. Kjul	281,8	57	71	86	103	120	137	154	177	200
Nitelva v. samløp Leira (inkl. lokalfelt Svellet)	521,7	106	132	158	190	222	254	285	327	370
Nitelva v. utløp i Øyeren	1182,7	216	269	323	388	453	517	582	668	754



Tabell 8. Endring av flomvannføringer i Leira og Nitelva i forhold til beregninger fra 2005 og 2007.

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Endring i forhold til NVE-dok 16-2005. Flomberegning for Leira.								
Leira ved Leirsund	6	14	16	21	10	3	-9	-39
Leira ved utløp i Nitelva	8	16	20	26	15	8	-5	-35
Endring i forhold til NVE-dok 16-2007. Flomberegning for Nitelva.								
Nitelva v. Hakadal	4	4	7	11	8	12	17	23
Nitelva v. Nordre Myrer	4	4	7	12	8	12	17	24
Nitelva v. Berg	4	5	8	12	7	11	17	23
Nitelva ved Nordre Strøm	4	5	8	12	8	13	17	24
Nitelva v. Strømsenga	4	5	8	14	9	13	19	25
Nitelva v. Haugestad	5	5	8	14	8	13	18	26
Nitelva v. Sandum	5	6	9	15	10	15	22	29
Nitelva v Kjul	5	6	10	16	13	18	25	32

Tabell 9. Endring i prosent av flomvannføringer i Leira og Nitelva i forhold til beregninger fra 2005 og 2007.

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
Endring i forhold til NVE-dok 16-2005. Flomberegning for Leira.								
Leira ved Leirsund	5 %	10 %	9 %	10 %	4 %	1 %	-3 %	-9 %
Leira ved utløp i Nitelva	6 %	11 %	11 %	12 %	6 %	3 %	-1 %	-8 %
Endring i forhold til NVE-dok 16-2007. Flomberegning for Nitelva.								
Nitelva v. Hakadal	10 %	9 %	12 %	18 %	10 %	14 %	18 %	21 %
Nitelva v. Nordre Myrer	11 %	9 %	12 %	18 %	10 %	13 %	17 %	21 %
Nitelva v. Berg	10 %	10 %	14 %	18 %	9 %	12 %	16 %	21 %
Nitelva ved Nordre Strøm	10 %	9 %	13 %	18 %	9 %	13 %	16 %	21 %
Nitelva v. Strømsenga	9 %	9 %	14 %	19 %	10 %	13 %	17 %	20 %
Nitelva v. Haugestad	11 %	10 %	13 %	19 %	9 %	13 %	17 %	21 %
Nitelva v. Sandum	11 %	10 %	12 %	18 %	10 %	13 %	17 %	20 %
Nitelva v Kjul	10 %	10 %	13 %	18 %	12 %	15 %	19 %	22 %

## Klimaendringer

I NVE-report 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 gjentakintervall. Ut fra avsnitt 8.6 i nevnte rapport, er det valgt å benytte en faktor på 1,2 (20 % økning) for å anslå klimaendringers effekt på flommer i Nitelva og Leira.

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) blir dermed som i tabell 10.

Tabell 10. Beregnet flomvannføringer i Leira og Nitelva, justert med 20 prosent som følge av ventede klimaendringer. Kulminasjonsvannføringer.

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Leira ved Leirsund	615	149	187	224	269	314	359	404	463	523
Leira ved utløp i Nitelva	661	161	201	241	289	337	385	434	498	562
Nitelva v. Hakadal	206	50	63	75	90	105	120	135	155	176
Nitelva v. Nordre Myrer	214,5	52	65	78	94	109	125	141	162	182
Nitelva v. Berg	217	53	66	79	95	111	127	142	163	185
Nitelva ved Nordre Strøm	223,5	54	68	81	98	114	130	147	168	190
Nitelva v. Strømsenga	232	56	70	85	101	118	135	152	175	197
Nitelva v. Haugestad	235	57	71	86	103	120	137	154	177	200
Nitelva v. Sandum	268,5	65	82	98	117	137	157	176	202	228
Nitelva v. Kjøl	281,8	68	86	103	123	144	164	185	212	240
Nitelva v. samløp Leira (inkl. lokalfelt Svillet)	521,7	127	158	190	228	266	304	342	393	444
Nitelva v. utløp i Øyeren	1182,7	259	323	388	466	543	621	698	802	905

## Vannføring i Glomma ved flom i Nitelva og Leira

Flommer i Nitelva og Leira opptrer som regel til samme tid. Vannføringen i Glomma, ved flom i de to mindre sidevassdragene, er beregnet ved å se på vannføringen i Glomma ved Rånåsfoss ved noen store flommer i Leira.

En ser av tabell 11 at det har vært relativt stor vannføring i Glomma ved flom i Leira. Det er og vanlig at vannføringen er stigende i Glomma når flommen kulminerer i Leira/ Nitelva. For eksempel økte vannføringen i oktober 1987 til ca. 2500 m<sup>3</sup>/s og i september 1988 til ca. 2300 m<sup>3</sup>/s i dagene etter at flommen kulminerte i de mindre vassdragene.

Ut fra dette antas at det er omkring middelflom (døgnmiddel) i Glomma ved 100-årsflom i Leira/ Nitelva, økende til ca. 5-, 10- og 20-årsflom ved henholdsvis 200-, 500- og 1000-årsflom i Leira/ Nitelva (tabell 12). For flommer med gjentakintervall under 100 år i Leira/ Nitelva, er vannføringen i Glomma anslått ut fra tabell 11. For sjeldnere flommer i Leira/ Nitelva er vannføringen i Glomma

anslått ut fra beregna flomverdier for ”Glomma ovf. Øyeren” gitt i tabell 11 i NVE-dokument 15-2002 (Flomberegning for nedre Glomma). Det antas tilnærmet konstant vannføring gjennom døgnet i Glomma ved flom i de mindre sidevassdragene.

Det er ikke valgt å øke vannføringen i Glomma ved økte flommer i et fremtidig klima i Nitelva og Leira. Årsaken til det er at Glommas nedbørfelt er svært stort i forhold til disse mindre sidevassdragene.

Tabell 11. Vannføring i Glomma ved noen flommer i Leira ved Leirsund. Døgnmidler.

Dato	Vannføring Leira v. Leirsund (m <sup>3</sup> /s)	Gjentaksintervall Leira (år)	Vannføring Glomma v. Rånåsfoss (m <sup>3</sup> /s)	Gjentaksintervall Glomma (år)
16.10.1987	221	100	2168	2 (ca. QM)
3.9.1988	167	20	1528	Ca 0,7 x QM
11.10.2000	149	10 - 20	1201	Ca. 0,6 x QM
17.10.1983	125	5 - 10	890	Ca. 0,4 x QM
17.11.2006	98	2 - 5	627	Ca. 0,3 x QM

Tabell 12. Antatt vannføring i Glomma ved flom i Leira/ Nitelva. Døgnmidler.

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Leira ved Leirsund	615	92	115	138	166	194	221	249	286	323
Nitelva v. Fossen/ Hakadal	206,4	31	39	46	56	65	74	84	96	108
Gjentaksintervall Glomma							Ca.	Ca.	Ca.	Ca.
Vannføring i Glomma ved flom i Nitelva/ Leira	38441	500	800	1100	1500	1800	2100	2600	3000	3300