



Flomsonekartprosjektet  
**Flomberegning  
for Hellelandselva**

*André Soot*

6  
2008



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Flomberegning for Hellelandselv**

Norges vassdrags- og energidirektorat

2007

**Dokument nr. 6 – 2008.**

**Flomberegning for**

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: André Soot

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Hellelandselv ved Helleland (Foto: NVE)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: Det er utført flomberegninger for Hellelandselv som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, flomsonekartprosjektet.

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Mars 2007

# Innhold

<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Beskrivelse av oppgaven</b>	<b>6</b>
<b>2. Beskrivelse av vassdraget</b>	<b>7</b>
2.1 Naturlige forhold.....	7
2.2 Reguleringene i vassdraget .....	8
2.2.1 Eksisterende anlegg og reguleringer.....	8
2.2.2 Planlagte anlegg og reguleringer.....	9
2.3 Reguleringenes virkning på flomforholdene.....	12
<b>3. Hydrometriske stasjoner</b>	<b>13</b>
<b>4. Flomanalyser</b>	<b>17</b>
4.1 Observerte flommer .....	17
4.2 Midlere flom og 5- 500 års flom.....	19
4.3 Kulminasjonsverdier .....	22
<b>5. Usikkerhet</b>	<b>24</b>
<b>Referanser</b>	<b>25</b>

# Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer, for eksempel det som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging for Hellelandselva i Bjerkreimsvassdraget. Rapporten er utarbeidet av André Soot og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, mai 2008

Morten Johnsrud  
avdelingsdirektør

Sverre Husebye  
seksjonssjef

# Sammendrag

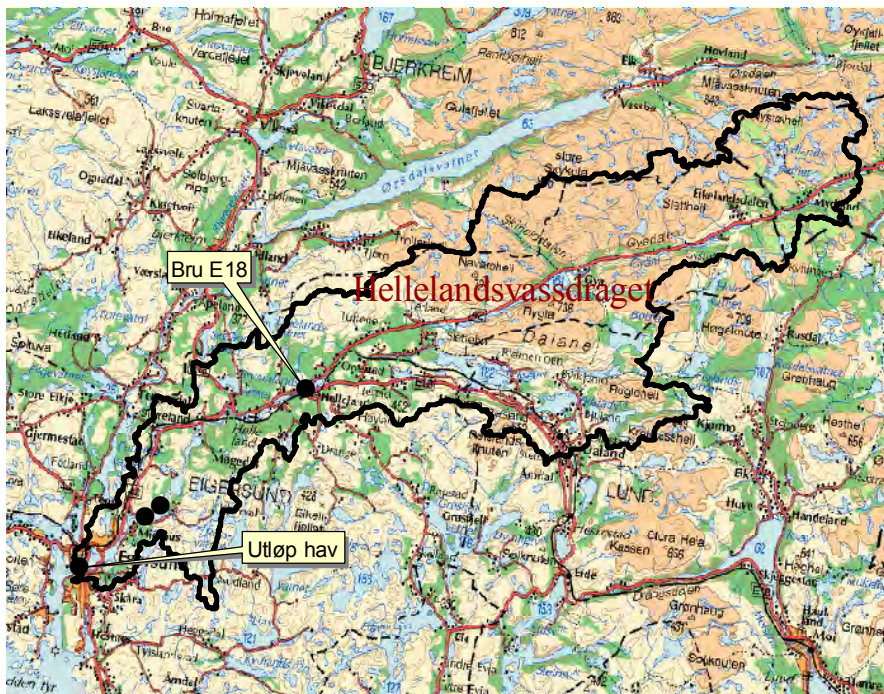
Flomberegning for Hellelandselva gjelder delprosjekt i NVE sin flomsonekartprosjekt: fs027.4 Hellelandselva. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervaller er beregnet for 4 steder i Hellelandselva mellom Helleland og utløp hav ved Egersund. Beregningene er basert på data fra målestasjoner i og nært vassdraget. Resultatene av flomberegningen ble:

	$Q_M$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_5$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{10}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{20}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{50}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{100}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{200}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{500}$ [m <sup>3</sup> /s]
Hellelandselv v/Helleland	154	192	223	251	287	314	340	372
Hellelandselv v/innløp av Sletteidvatnet	183	229	265	298	342	373	404	443
Hellelandselv v/utløp fra Sletteidvatnet	194	242	281	316	362	395	428	469
Hellelandselv v/utløp hav	201	252	292	328	377	411	445	488

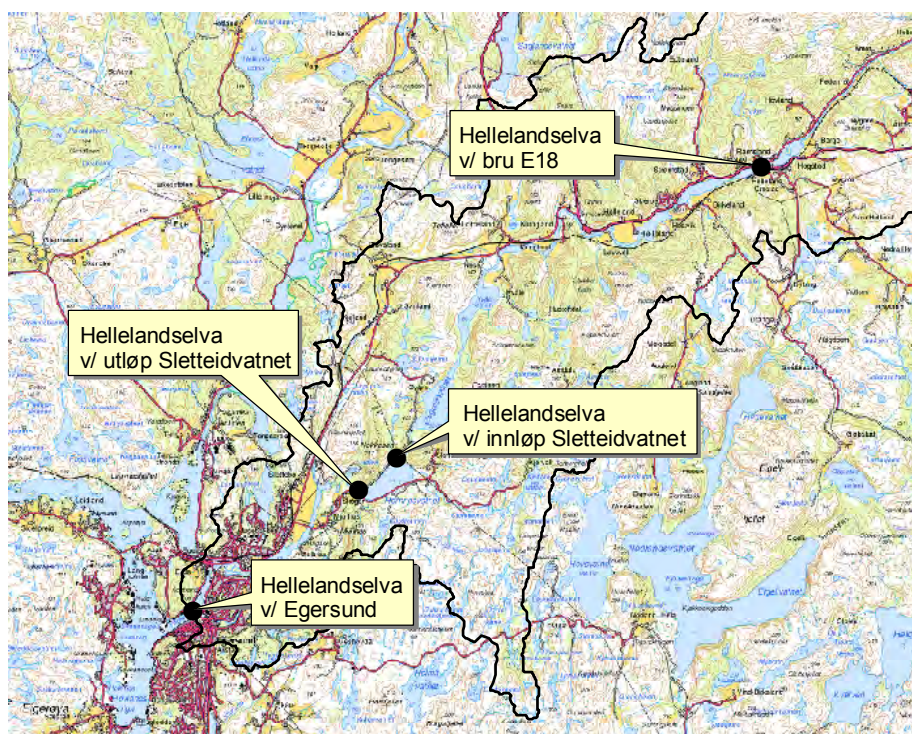
I en klassifisering fra 1 til 3, der 1 tilsvarer beste klasse, vil disse beregningene gis klasse 1. Dette vil si at det er et godt datagrunnlag som ligger til grunn for beregningene.

# 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for en delstrekning av Hellelandselva i Rogaland, delprosjekt fs 027.4 Helleland i NVE sitt Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for 4 punkter i Hellelandselva mellom Helleland og utløpet til havet ved Egersund. Figur 1 viser et kart over nedbørsfeltet til Hellelandselva ved utløp til hav, mens figur 2 viser et oversiktskart over den aktuelle elvestrekningen mellom Helleland og utløp hav. De fire punktene det skal beregnes karakteristiske flomvannføringer for er ved Helleland (der E18 krysser Hellelandselva), ved innløp til og utløpet av Sletteidvatnet og ved utløp til hav ved Egersund.



Figur 1. Kart over nedbørsfeltet til Hellelandsvassdraget.



Figur 2. Oversiktskart som viser de 4 punktene i Hellelandselva mellom Helleland og utløp hav, der det vil bli beregnet flomverdier.

## 2. Beskrivelse av vassdraget

### 2.1 Naturlige forhold

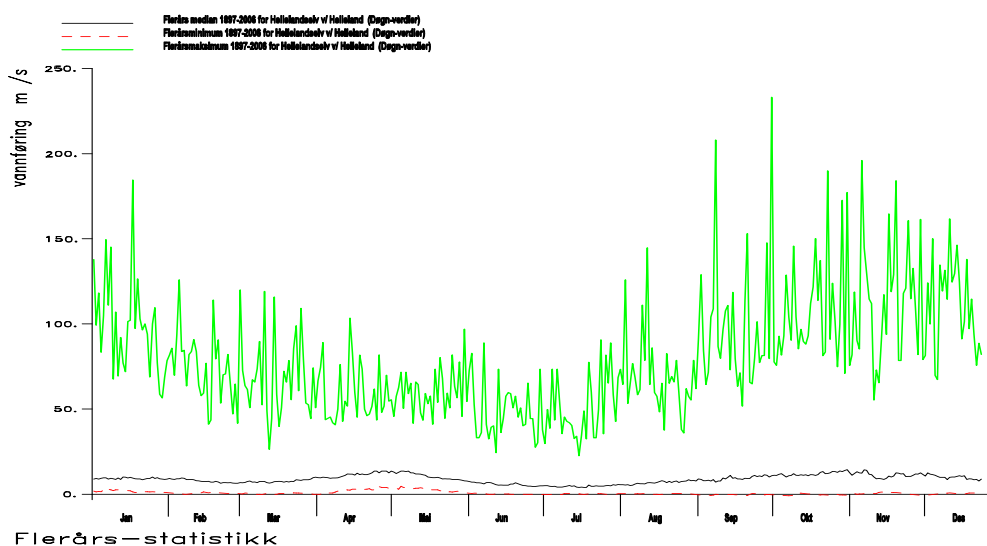
Hellelandsvassdraget har et nedbørsfelt som strekker seg i nordøstlig retning fra Egersund opp Gyadalen til Skeisrinden nordøst for Mydlandsvatnet. Totalarealet er på 243.3 km<sup>2</sup> og feltet har en høydeforskjell på 0 til 906 m.o.h., med Store Skykula som høyeste punkt. De nordlige delene av nedbørsfeltet drener deler av fjellområdene i indre Ryfylke gjennom Gyadalen. Andelen snaufjell i nedbørsfeltet er ca. 37 %, mens den resterende delen av nedbørsfeltet i hovedsak består av skog, men også noe dyrket mark og myrområder. Hellelandsvassdraget renner ut i havet ved Egersund.

Hellelandselva har ingen store sideelver av betydning. Vann av betydning på elvestrekningen er Gyavatnet, Botnavatn, Teksevatn, Bilstadvatn, Øygreisvatnet og Slettebøvatnet. Feltet berører Eigersund, Lund og Bjerkreim kommunet i Rogaland og Sirdal kommune i Vest – Agder.

Den naturlige middelvannføringen til Hellelandselva ved Helleland er 15 m<sup>3</sup>/s i følge **Beldring m.fl., 2002** og **NVE, 2002**. Dette tilsvarer en årlig avrenning på 80 l/s per km<sup>2</sup>. I følge samme kilder er den naturlige middelvannføringen til Hellelandselva ved utløp hav 18 m<sup>3</sup>/s med tilsvarende årlig avrenning på 73 l/s per km<sup>2</sup>. Figur 3 viser



karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i Hellelandselva ved Helleland. I kapitell 3 er det nærmere beskrevet hvordan vannføringsverdiene er beregnet. Den øverste kurven (flerårsmaksimum) i grafen viser største observerte vannføring og den nederste kurven (flerårsminimum) viser minste observerte vannføring. Den miderste (flerårsmedian) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.



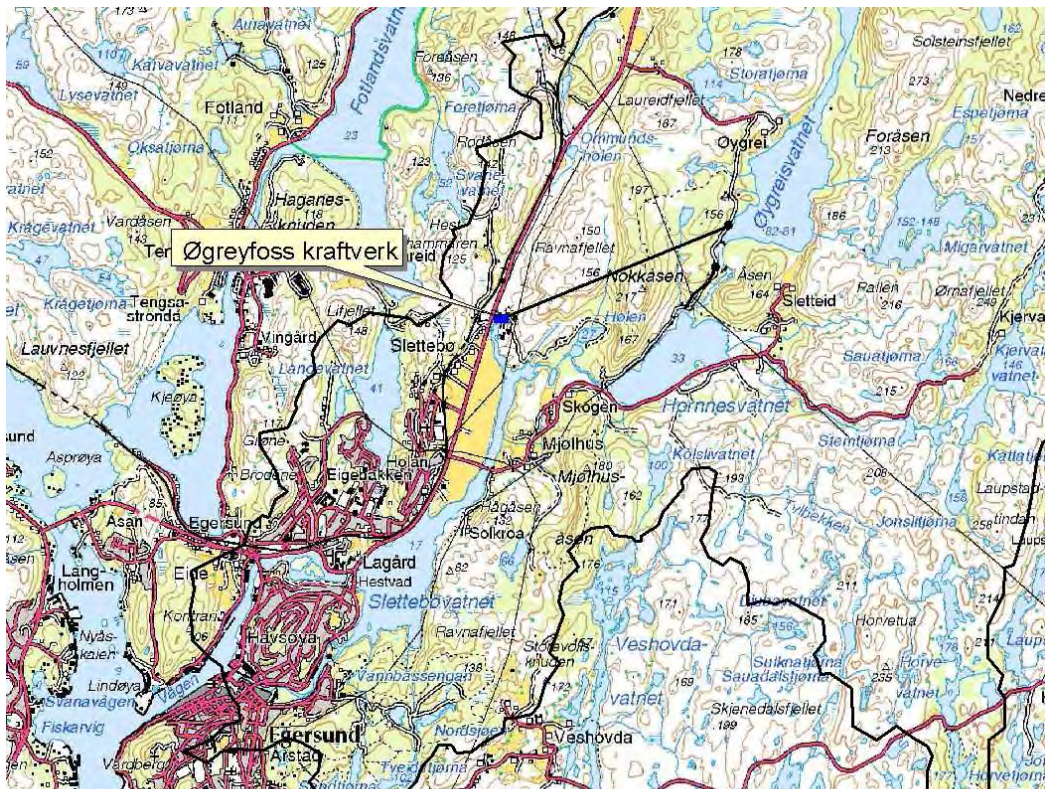
**Figur 3. karakteristiske vannføringer i Hellelandselva ved Helleland.**

Vi ser at vannføringen er relativt jevnt fordelt over året, med en lavvannperiode på sommeren (mediankurven). De høyeste flommene forekommer om høsten og vinteren (maksimumskurven).

## 2.2 Reguleringene i vassdraget

### 2.2.1 Eksisterende anlegg og reguleringer

Det er et eksisterende kraftverk per d.d. i Hellelandsvassdraget. Dette er Øgreifoss kraftverk som utnytter fallet mellom Øygreivatnet og Slettebøvatnet rett nord for Egersund (se figur 4). I tillegg bruker kraftverket eksisterende reguleringer i Øgreivatnet, Sletthei-/ Migarvatnet, Teksevatnet, Urdalsvatnet, Botnavatnet og Gyavatnet. Delfeltet til Øgreifoss kraftverk er på 75,26 km<sup>2</sup> og har et samlet magasinivolum på 27,2 mill. m<sup>3</sup>.



**Figur 4. Kart som viser plasseringen til Øygreyfoss kraftverk og tunnelen mellom Øygrevvatnet og Slettebøvatnet.**

### 2.2.2 Planlagte anlegg og reguleringer

Dalane Kraft AS har medelt oppstart av planarbeid som foreslår å bygge 4 kraftverk i Hellelandselva med inntak i Gyaåa/ Gyadalsåa og sidevassdraget til denne hovedelva. Under følger en beskrivelse av Dalane Kraft AS sine planer for disse nye kraftverkene. Figur 5 viser plasseringen av kraftverkene og aktuelle inntak og overføringer og i tabell 1 er de ulike delfeltene listet opp.

#### **Melkefossen kraftverk.**

Vil utnytte fallet i Store Mjelkeåa mellom Store Mjelkevatnet og Gyaåa. Med avløp ut i Gyaåa. Dette forutsetter regulering av Store Mjelkevatnet. Maks slukeevne ved midlere fallhøyde vil være på 3 m<sup>3</sup>/s. Inntaket til Melkefossen kraftverk vil ha et nedbørsfelt på 11 km<sup>2</sup>.

### Gya kraftverk.

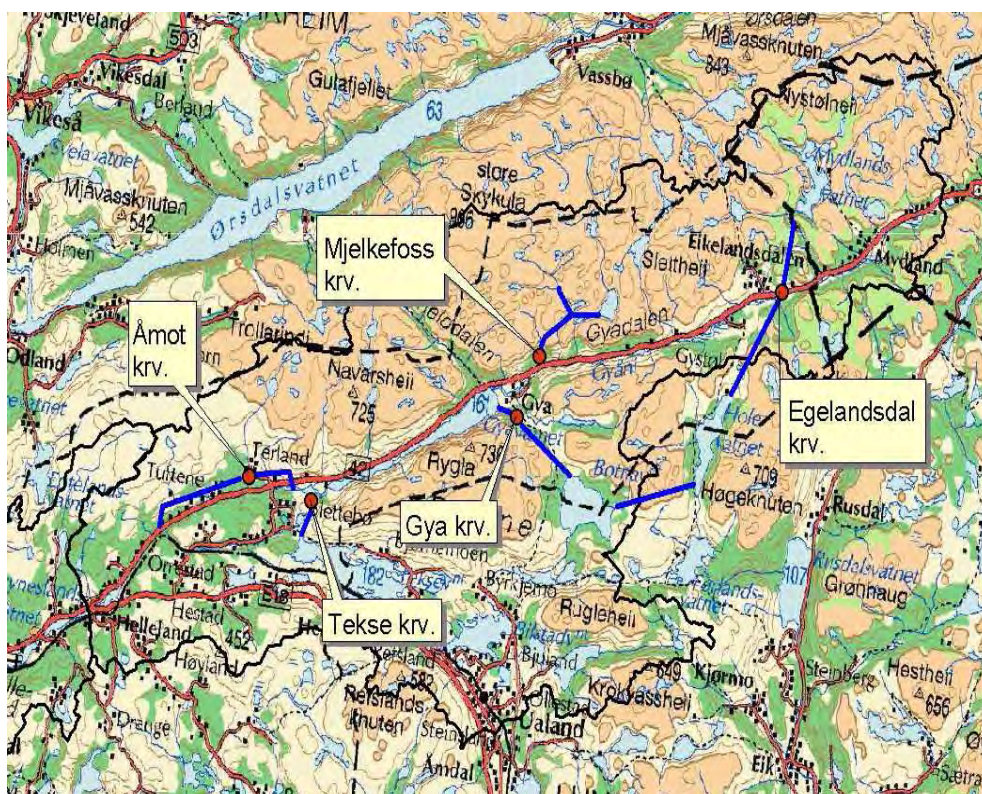
Vil utnytte fallet mellom Botnavatnet og Gyavatnet, med avløp ut i Gyavatnet. Dette forutsetter økt regulering av Botnavatnet. Maks slukeevne ved midlere fallhøyde vil være på 10 m<sup>3</sup>/s. Inntaket til Gya kraftverk vil ha et nedbørsfelt på 57,3 km<sup>2</sup>.

### Tekse kraftverk.

Vil utnytte fallet mellom Teksevatnet og Hølen, med avløp til Hølen. Dette forutsetter utnyttning av eksisterende regulering av Teksevatnet. Maks slukeevne ved midlere fallhøyde vil være på 4 m<sup>3</sup>/s. Inntaket til Tekse kraftverk vil ha et nedbørsfelt på 42,7 km<sup>2</sup>.

### Åmot kraftverk.

Vil utnytte fallet i Gyadalsåa fra Hølen/ Terland klopp og ned til ca. kote 90. Maks slukeevne ved midlere fallhøyde vil være på 32 m<sup>3</sup>/s. Inntaket til Åmot kraftverk vil ha et nedbørsfelt på 164,3 km<sup>2</sup>.



Figur 5. De planlagte kraftverkene med vannveier.

**Tabell 1. Nedbørfelt og avløp for eksisterende og planlagte kraftverk i Hellelandsvassdraget (kilde: Dalane kraft AS)**

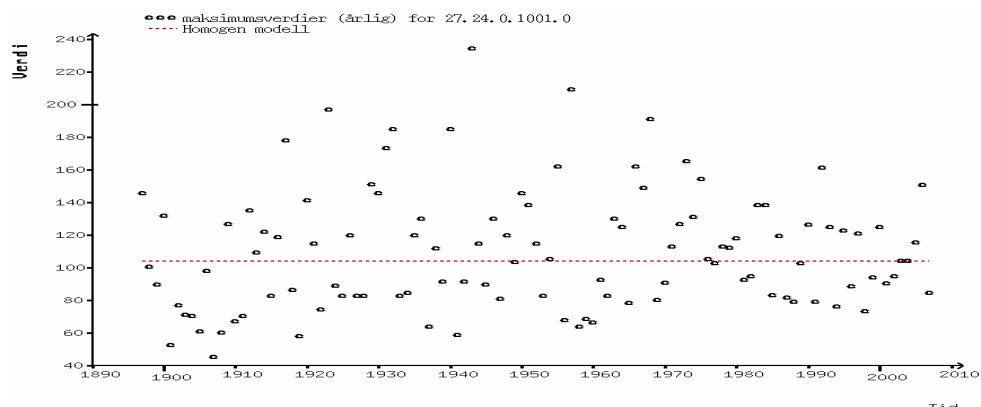
Felt	Inntak	Areal	Avløp			Magasin	
	m.o.h.		km <sup>2</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	mill.m <sup>3</sup>	mill.m <sup>3</sup>
Little Mjelkeåa	618	4,2	120	0,505	15,9	0	0
Store Mjelkeåa	592	2,9	113	0,331	10,4	5,2	50
Bessåa	629	3,9	110	0,426	13,4	0	0
<b>Sum Mjelkefossen krv.</b>		<b>11,0</b>	<b>115</b>	<b>1,263</b>	<b>39,7</b>	<b>5,2</b>	<b>13</b>
Gya	345	32,8	100,2	3,287	103,6	0	0
Bekk Joheia	350	3,0	87,5	0,263	8,3	0	0
Holevatnet	339	9,1	74,0	0,673	21,2	0	0
Botnavatnet	290	8,3	84,8	0,704	22,2	38,0	171
Stemmevatnet	340	4,1	93,0	0,381	12,0	0	0
<b>Sum Gya krv.</b>		<b>57,3</b>	<b>92,6</b>	<b>5,308</b>	<b>167,4</b>	<b>38,0</b>	<b>23</b>
Urdalsvatnet	202	8,0	70,2	0,562	17,7	6,2	35,0
Rest Teksevatnet	179	34,7	64,1	2,224	70,1	5,5	7,8
<b>Sum Tekse krv.</b>		<b>42,7</b>	<b>65,2</b>	<b>2,786</b>	<b>87,9</b>	<b>11,7</b>	<b>13</b>
Storebekken	180	3,0	76,9	0,231	7,3	0	0
Toptabekken	180	2,6	66,2	0,172	5,4	0	0
Rest til inntak Åmot	168	37,7	86,4	2,945	93,0	0	0
<b>Sum Åmot krv.</b>		<b>164,3</b>	<b>85,0</b>	<b>13,960</b>	<b>440,2</b>	<b>54,9</b>	<b>13</b>
Rest til Øgreivatnet		61,3	49,8	3,050	96,2	1,7	1,8

Felt	Inntak	Areal	Avløp			Magasin	
	m.o.h.	km <sup>2</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	mill.m <sup>3</sup>	mill.m <sup>3</sup>	%
Sum Øgreyfoss		225,6	75,4	17,010	536,4	56,6	11

### 2.3 Reguleringenens virkning på flomforholdene.

De eksisterende reguleringsgradene i Hellelandsvassdraget har en reguleringsgrad (magasinvolum i % av midlere årsavløp) på 5 %. Med de nye planlagte kraftverkene vil reguleringsgraden øke til 10 %. Figur 6 viser de årlige maksimums vannføringer, som en funksjon av tiden, for en sammensatt serie av data fra stasjonene 27.24 Hellelandselv og 27.27 Bjerkland bru. Denne serien gir vannføringen i Hellelandselva ved Helleland for perioden 1897 til d.d. Dette vil si vannføringen i Hellelandselva nedstrøms Øgreyfoss kraftverk. Figur 6 og en homogenitetstest viser at reguleringen i Hellelandselva (Øgreyfoss kraftverk) fra 1925 ikke hadde noen signifikant påvirkning på flomvannføringene i Hellelandselva nedstrøms reguleringen.

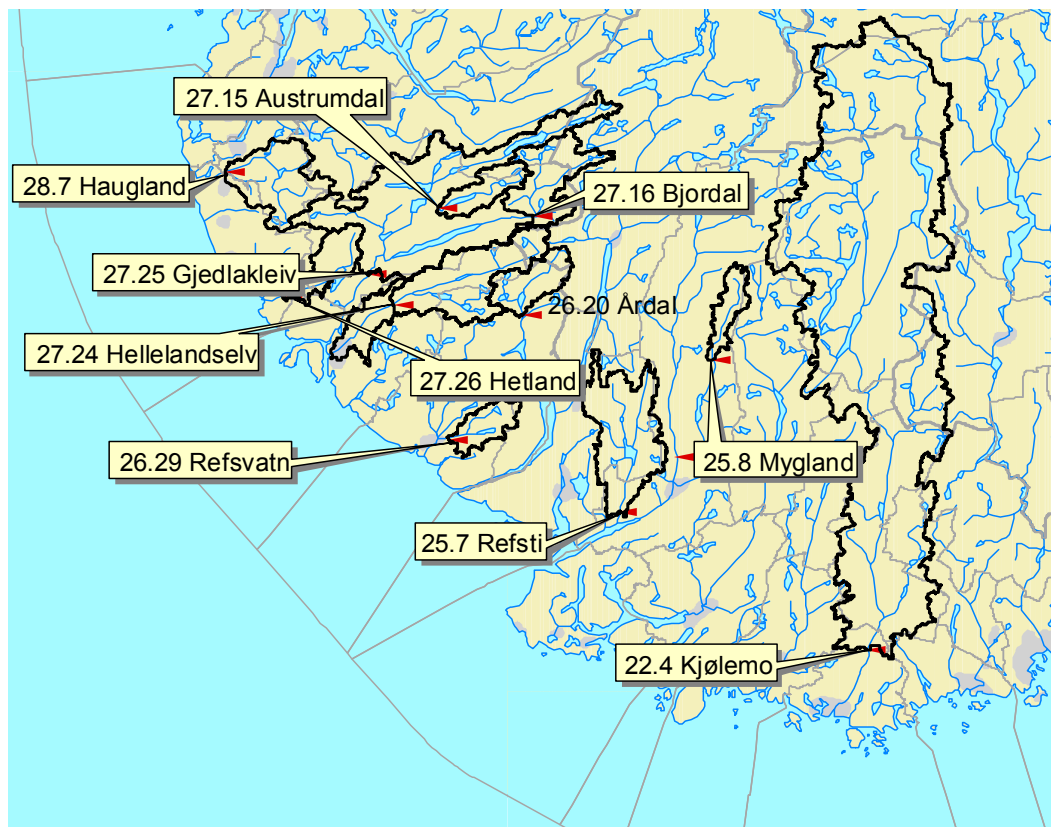
De planlagte reguleringen i Hellelandselva vil øke magasinvolumet og reguleringsgraden i vassdraget. Dette vil kunne ha en flomdempende effekt, men det er usikkert i hvilken grad. Det er i de videre beregningene ikke tatt med eventuelle effekter som den økte reguleringen vil kunne få.



**Figur 6. Årlige maksimums vannføringer, for en sammensatt serie av data for stasjonene 27.24 Helleland og 27.27 Bjerkland bru, som en funksjon av tiden, døgnmiddelvannføringer.**

### 3. Hydrometriske stasjoner

Flere hydrometriske stasjoner i og nær Hellelandselva er vurdert i flomberegningene. Figur 7 viser stasjonenes beliggenhet.



Figur 7. Hydrometriske stasjoner.

I Hellelandsvassdraget har det vært 3 hydrometriske stasjoner, med tidsserier for vannføring. 27.27 Bjerkland bru ble etablert i 1897 og var i drift til og med 1976, da den ble erstattet med stasjonen 27.24 Helleland, som fremdeles er i drift. Helleland har et nedbørsfelt på 186 km<sup>2</sup> og ligger ved stedet Helleland, der E18 krysser Hellelandselva. Bjerkland bru lå 1,5 km nedstrøms for Helleland, og hadde et nedbørsareal på 196 km<sup>2</sup>. Den relativt lille forskjellen i nedbørsareal gjør det mulig å skjote de to tidsseriene sammen, ved å skalere dataene for Bjerkland bru, til en kontinuerlig serie for Helleland fra 1897 til d.d. Datakvaliteten på denne sammenslåtte serien er, for den perioden som er dekket av data fra Bjerkland bru, middels for de estimerte flomvannføringene (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven). For den siste perioden som er dekket av data fra Helleland er datakvaliteten dårlig for de estimerte flomvannføringene (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven). Ser man på hele den sammenslåtte serien under ett er det et tydelig sprang i tidsserien for de årlige minimumsverdiene rundt begynnelsen

av 1920 årene. Dette er med all sannsynlighet et resultat av reguleringene av vassdraget som inntraff da. Ser man derimot på tidsserien for de årlige maksimumsverdien er det, som tidligere nevnt, ingen tegn på homogenitetsbrudd. Det antas derfor at hele den sammenslåtte serien kan brukes under ett for den videre flomanalysen.

Det er også en tredje stasjon i Hellelandsvassdraget. Stasjonen 27.20 Gya ligger i utløpet av Gyavatnet ca 15 km lengre oppstrøms i vassdraget enn Hellelandselva. Gya har et nedbørsfelt på 60,7 km<sup>2</sup> og har data fra 1933 frem til d.d, med unntak for perioden 2004 til 2006 da det var en midlertidig stopp i målingene. Det er i tillegg en del manglende data for årene 1987, 1993, 1996 og 2002. Nedbørsfeltet til Gya er ikke påvirket av reguleringer. Datakvaliteten for Gya med hensyn på flomverdier er dårlig (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven). Dette gjelder spesielt ved vannføringer over 30 m<sup>3</sup>/s p.g.a. ekstrapolasjon av vannføringskurven og overkritiske vannhastigheter ved stasjonen. Tidsserien for årlige maksimal verdier ved stasjonen er funnet å være homogen.

Med bakgrunn i den sammensatte serien, bestående av data fra de to stasjonene 27.27 Bjerkland bru og 27.24 Helleland, kan man estimere tidsserier for vannføring ved de fire punktene der det skal utføres flomberegninger (feltarealstørrelsen er gitt i parentes): (1) Hellelandselv v/Helleland (186 km<sup>2</sup>); (2) Hellelandselv v/innløp til Sletteidvatnet (222 km<sup>2</sup>); (3) Hellelandselv v/utløp av Sletteidvatnet (234 km<sup>2</sup>); (4) Hellelandselv v/utløp til hav (243,3 km<sup>2</sup>). Dette gjøres ved å skalere den sammensatte serien med hensyn på forskjellen i nedbørsfeltareal. Tabbel 2 viser skaleringsfaktorene som den sammensatte serien må skaleres med (henholdsvis for perioden dekt av stasjonen Bjerkland bru og perioden dekt av stasjonen Helleland), for de fire nevnte punktene.

Det finnes også en del hydrometriske stasjoner, med vannføringsserier, i nærliggende vassdrag, som vil bli benyttet for å verifisere og eventuelt justere resultatene fra flomberegningen ved de fire nevnte punktene. Under vil de stasjonene som har blitt benyttet for dette formålet bli beskrevet.

I Bjerkreimvassdraget (nedbørsfeltareal på 702,7 km<sup>2</sup> ved utløp hav), som er nabovassdraget til Hellelandselva i nord - vest, ligger det fire hydrometriske stasjoner med vannføringsserier. Lengst ned i vassdraget ligger stasjonen 27.2 Bjerkreim bru,

**Tabell 2. Skaleringsfaktorer for omregning av vannføringsseriene fra den sammensatte serien for 27.27 Bjerkland bru og 27.24 Hellelandselv til de 4 punktene der det skal beregnes flomverdier.**

STED FOR BEREGNEDE FLOMVERDIER	27.27 BJERKLAND BRU	27.24 HELLELAND
v/ Helleland.	0,95	1,00
v/ innløp til Sletteidvatnet.	1,13	1,19
v/ utløp av Sletteidvatnet.	1,19	1,26
v/ utløp til hav.	1,24	1,31

som har et nedbørfeltareal på 638 km<sup>2</sup>. Stasjonen har data fra 1897 til 1984 da den ble nedlagt. Bjerkreim bru ble erstattet av stasjonen 27.25 Gjerdakleiv, som ligger litt lenger nedstrøms og har et nedbørfeltareal på 645 km<sup>2</sup>. Gjerdakleiv har data fra 1982 og frem til d.d. Vannføringsseriene ved begge disse to stasjonene har vært påvirket av reguleringer. Påvirkningen har vært i form av en overføring ut (drikkevannsuttak) av det naturlige nedbørfeltet fra Stølsvatn. Denne overføringen utgjør et feltareal på 15,9 km<sup>2</sup>, men overløp har forekommet. Overføringen har vært i drift fra 01.01.1975. Overføringen gir seg utslag i homogenitetsbrudd for tidsserien for minimum årlig vannføring, men for tidsserien for maksimal årlig vannføring er det ingen merkbare homogenitetsbrudd. For stasjonen 27.2 Bjerkreim bru bør man ikke benytte data fra perioden før 1906. Vannføringsdata fra stasjonene Bjerkreim bru og Gjerdakleiv, med hensyn på flomverdier, har en bra kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven).

Lenger opp i Bjerkreimvassdraget ligger det ytterligere to stasjoner. 27.15 Austrumdal (60,5 km<sup>2</sup>) og 27.16 Bjordal (124 km<sup>2</sup>). Stasjonen Austrumdal ligger ved utløpet av Austrumdalsvatnet og har et nedbørfelt som i hovedsak består av snaufjell (67 %). Stasjonen har data fra 1980 og frem til d.d. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en bra kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven). Data fra stasjonen, for flomforhold, er homogene for den perioden det er utført målinger. Stasjonen Bjordal ligger i Ørsdalen rett nedstrøm samløpet mellom Kvislaåni fra Kvisladalen og elven som kommer fra Bjordalen. Hovedvekten (73 %) av nedbørfeltet til Bjordalen består av snaufjell. Stasjonen har data fra 1984 og frem til d.d, men det er en del manglende data for årene 1984, 1985, 1986, 1997 og 2002. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en dårlig kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven). Data fra stasjonen, for flomforhold, er homogene for den perioden det er utført målinger.



Nord - vest for Bjerkreimvassdraget ligger det et mindre vassdrag, Ognåni, med et nedbørsfelt ved utløp til hav på 100,4 km<sup>2</sup>. I dette vassdraget ligger det en hydrometrisk målestasjon, 27.26 Ognå v/ Hetland (69,5 km<sup>2</sup>), ca. 2,7 km oppstrøms utløpet til hav. Ognå v/ Hetland har vannføringsdata fra 1982 frem til d.d. Stasjonen har et nedbørsfelt som er uregulert og data, for flomforhold, er homogene for den perioden det er utført målinger. Vannføringsdataene fra stasjonen, med hensyn på flomforhold, har en dårlig kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven). Ognå v/ Hetland erstattet stasjonen 27.3 Hetland (73,8 km<sup>2</sup>), som lå ca 0,5 km nedstrøms. Hetland har vannføringsdata fra 1915 til 1994. Den sammenslåtte serien med Ognå v/ Hetland og Hetland (data fra Hetland er skalert med hensyn på arealforskjellen) er homogen, med hensyn på flomverdier. Vannføringsdataene, for flomforhold, for den perioden som er dekt av stasjonen Hetland har en middels kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven).

Lenger nord - vest for Bjerkreimvassdraget ligger det et annet mindre vassdrag, Håelva, med et nedbørsfelt ved utløp til hav på 170,1 km<sup>2</sup>. I dette vassdraget ligger det også en hydrometrisk stasjon, 28.7 Haugland (140 km<sup>2</sup>), ca. 8,2 km oppstrøms utløp til hav. Haugland har vannføringsdata fra 1918 og frem til d.d. Stasjonen har et nedbørsfelt som er uregulert. Data, for flomforhold, er homogene for den perioden det er utført målinger. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en middels kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven).

I tillegg til de stasjonene, som er nevnt over, som ligger i vassdrag nord for Hellelandselva, så ligger det også sammenlignbare hydrometriske stasjoner i vassdrag som ligger sør – øst for Hellelandselva.

Sira, som er et relativt stort vassdrag (1902 km<sup>2</sup>) i regionen, grenser mot Hellelandselva i øst. I dette vassdraget ligger det en stasjon, 26.20 Årdal (77,3 km<sup>2</sup>), som har vannføringsdata fra 1970 frem til d.d. Nedbørsfeltet til Årdal er uregulert. Data, for flomforhold, er homogene for den perioden det er utført målinger. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en bra kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven).

I Sokndalselva (306,4 km<sup>2</sup>), som er et annet grensevassdrag til Hellelandselva i sør – øst, ligger det også en hydrometrisk målestasjon, 26.29 Refsvatn (52,9 km<sup>2</sup>). Denne har vannføringsdata fra 1978 og frem til d.d. Nedbørsfeltet til Refsvatn er uregulert, og data for flomforhold er homogene for den perioden det er utført målinger. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en middels kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven).

Det er også et par hydrometriske målestasjoner som ligger i vassdrag vest for Hellelandselva, men som ikke grenser direkte med det. Disse er også interessante med hensyn på verifisering og eventuelt justering av flomberegningene for Hellelandselv.

Den ene av disse er 25.8 Mygland (46,9 km<sup>2</sup>), som ligger i Kvina. Mygland har vannføringsdata fra 1931 og frem til d.d. Nedbørsfeltet til Mygland er regulert fra 2005, men data før dette er ikke påvirket av reguleringer. Flomdata virker ikke å være påvirket av reguleringen, med hensyn på homogenitetsbrudd, men da den regulerede perioden er relativt kort bør data fra og med 2005 utelukkes fra flomanalyser. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en middels kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven) for perioden 1931 til 1991, mens den for perioden etter 1991 har en dårlig kvalitet.

Den andre er 22.4 Kjølamo (1757 km<sup>2</sup>) som ligger i Mandalselva. Kjølamo har vannføringsdata fra 1896 frem til d.d. Nedbørsfeltet til Kjølamo er regulert fra 1931, men reguleringene har ikke tilsynelatende gitt noe homogenitetsbrudd for tidsserien for årlige maksimal vannføringer. Vannføringsdata fra stasjonen, med hensyn på flomverdier, har en veldig bra kvalitet (basert på usikkerheten i den estimerte vannføringskurven).

## 4. Flomanalyser

### 4.1 Observerte flommer

De største flommene ved hver av målestasjonene i området er vist i tabell 3 og ved de konstruerte seriene for Hellelandselva i tabell 4.

Det har ikke vært en klar storflom i området, men flere høst- og/eller vinter flommer. Disse har gjort seg gjeldene på en eller flere av stasjonene. En av disse var 1992 flommen som var den største flommen, i observasjonsperioden, på stasjonene 27.25 Gjedlackleiv, 26.20 Årdal og 25.8 Mygland. For stasjonen 26.20 Årdal inntraff denne flommen i januar, mens den for 27.25 Gjedlackleiv og 25.8 Mygland inntraff i desember. Årsmaksimummen for 1992 gjør seg også gjeldene på lista over de fem høyeste flomtoppene, i observasjonsperioden, for stasjonen 27.15 Austrumdal, 27.20 Gya, 27.16 Bjordal og 26.29 Refsvatn. For årene 1929, 1931, 1943, 1957, 1968, 1979, 1989, 1997, 2000 og 2006 finner vi også flommer, som gjør seg gjeldene på topp fem listen, ved mer enn en av stasjonen.

**Tabell 3. Observerte flommer ved benyttede målestasjoner (døgnmiddel).**

27.24 Hellelandselva/ 27.27 Bjerkland bru 1897 – 2006		27.20 Gya 1934 – 2003		27.25 Gjendlakleiv/ 27.2 Bjerkreim bru 1906 – 2007		27.15 Austrumdal 1980 - 2006	
Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s
06.10.1943	234,0	11.10.1963	128,4	03.12.1992	519,7	15.01.1989	69,2
13.09.1957	208,8	20.12.1957	128,4	25.10.1929	456,8	03.01.1992	58,9
12.11.1923	196,6	06.10.1943	113,0	22.09.1935	421,0	27.12.1988	54,8
29.10.1968	190,6	02.01.1992	89,8	04.11.1931	404,4	01.01.1984	50,3
26.11.1940	184,6	02.03.1997	81,7	06.11.1911	404,4	08.01.2005	49,9
27.16 Bjordal 1987 – 2006		27.26 Ognav/ Hetland/ 27.3 Hetland 1916 – 2007		28.7 Haugland 1919 – 2007		26.20 Årdal 1971 – 2006	
Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s
07.01.2005	178,9	25.09.1952	91,8	11.01.1930	106,8	02.01.1992	85,6
15.01.1989	158,6	12.03.1926	84,3	13.09.1957	96,1	02.03.1997	67,4
31.10.2000	124,0	13.09.1957	70,6	02.08.1927	93,3	07.01.2005	67,0
14.12.2006	108,7	29.10.1968	63,2	28.02.1979	82,2	31.10.2000	66,9
03.01.1992	105,0	04.11.1979	58,5	04.10.1938	82,2	11.12.2006	57,1
26.29 Refsvatn 1978 – 2007		25.8 Mygland 1931 – 2004		22.4 Kjølemo 1897 – 2007			
Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s		
19.10.2000	46,4	01.12.1992	81,81	26.10.1929	682,3		
04.11.1979	46,3	26.09.1975	56,04	17.10.1987	674,6		
11.12.2006	44,6	16.10.1987	51,83	05.11.1931	674,6		
03.12.1992	41,9	02.12.1944	50,66	06.11.1957	661,3		
25.12.1984	41,2	04.11.1931	50,66	01.11.1916	659,4		

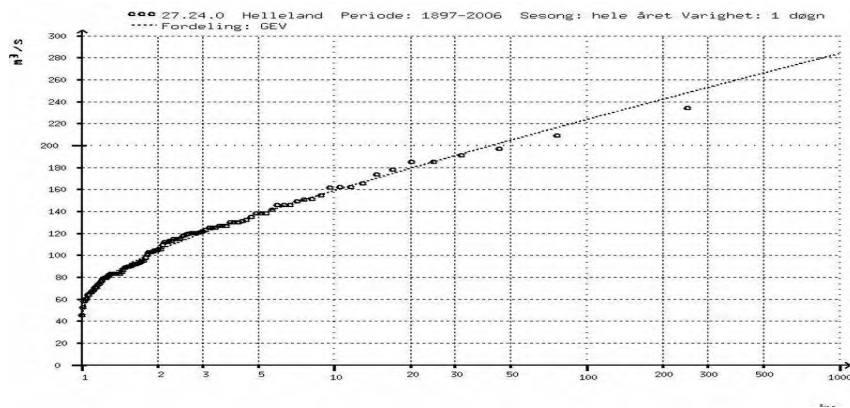
**Tabell 4. Beregnede flommer i Hellelandselva (døgnmiddel).**

Hellelandselv v/Helleland		Hellelandselv v/innløp til Sletteidvatnet		Hellelandselv v/utløp av Sletteidvatnet		Hellelandselv v/utløp til hav	
Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s
06.10.1943	234,0	06.10.1943	278,5	06.10.1943	294,8	06.10.1943	306,5
13.09.1957	208,8	13.09.1957	248,5	13.09.1957	263,1	13.09.1957	210,1
12.11.1923	196,6	12.11.1923	234,0	12.11.1923	247,7	12.11.1923	257,5
29.10.1968	190,6	29.10.1968	226,8	29.10.1968	240,2	29.10.1968	249,7
26.11.1940	184,6	26.11.1940	219,7	26.11.1940	232,6	26.11.1940	241,8

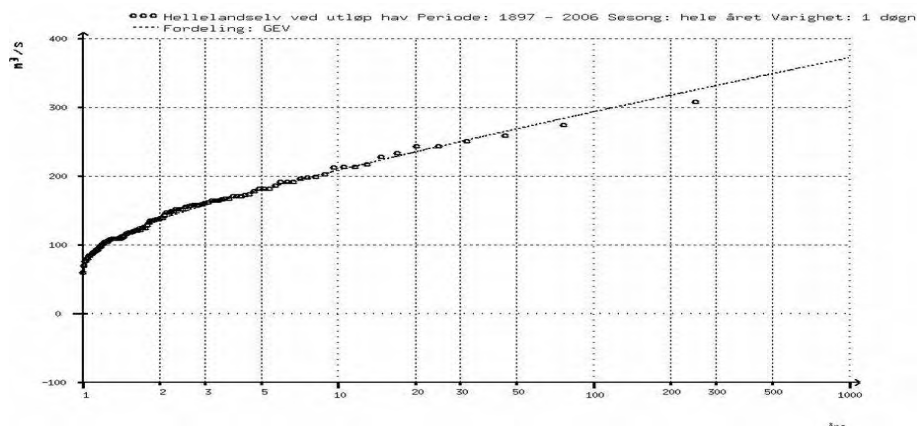
## 4.2 Midlere flom og 5- 500 års flom

Det er utført frekvensanalyser på årsflommer for målestasjonene benyttet i denne analysen, og for de 4 konstruerte dataseriene for Hellelandselva. Resultatene er gitt i tabell 5, hvor midlere flom,  $Q_M$ , og forholdstallet  $Q_T/Q_M$  presenteres. I tillegg vises de forholdstallene  $Q_T/Q_M$ , for høstflommer i regionen, som er hentet fra prosjektboken for flomsonekartprosjektet (NVE, 2000), og som igjen er utledet i en regional flomfrekvensanalyse fra 1997 (Sælthun m.fl., 1997). I figur 8 a og b er flomfrekvensanalysene med vannføringen, som en funksjon av gjentaksintervallet (T), vist for 27.24 Hellelandselv/ 27.27 Bjerkland bru og den konstruerte serien for Hellelandselv ved utløp hav vist grafisk.

a)



b)



Figur 8. Flomfrekvensanalyse (grafisk) for 27.24 Hellelandselv (27.27 Bjerkland bru) (a), og Hellelandselva ved utløp hav (b)

Tabell 5. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

Vannføringsstasjon	Areal [km <sup>2</sup> ]	Antall år	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>M</sub> l/s*km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> / Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
27.24 Hellelandselv (27.27 Bjerkland bru)	186	100	109,8	590	1,25	1,45	1,63	1,87	2,04	2,21	2,42
27.20 Gya	60,7	70	52,8	869	1,25	1,45	1,65	1,90	2,08	2,27	2,52
27.25 Gjedlakleiv	645	102	275,8	428	1,19	1,34	1,47	1,64	1,76	1,87	2,02

Vannføringsstasjon	Areal [km <sup>2</sup> ]	Antall år	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>M</sub> l/s*km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> / Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> / Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
(27.2 Bjerkreim bru)											
27.15 Austrumdal	60,5	27	38,0	628	1,20	1,36	1,52	1,72	1,87	2,02	2,21
27.16 Bjordal	124	20	95,9	773	1,24	1,43	1,61	1,85	2,03	2,21	2,45
27.26 Oгна v/Hetland (27.3 Hetland)	69,5	92	35,9	516	1,23	1,45	1,67	1,98	2,24	2,50	2,89
28.7 Haugland	140	89	49,3	352	1,20	1,40	1,60	1,88	2,11	2,36	2,71
26.20 Årdal	77,3	36	45,6	590	1,19	1,34	1,49	1,68	1,82	1,96	2,15
26.29 Refsvatn	52,9	30	30,7	580	1,18	1,33	1,48	1,66	1,80	1,94	2,12
25.8 Mygland	46,9	75	32,0	682	1,29	1,50	1,68	1,90	2,06	2,20	2,38
22.4 Kjølomo	1757	111	428	244	1,22	1,36	1,48	1,62	1,71	1,80	1,90
Hellelandselv v/Helleland	186	100	110	590	1,25	1,45	1,63	1,87	2,04	2,21	2,42
Hellelandselv v/innløp til Sletteidvatnet	222	100	131	590	1,25	1,45	1,63	1,87	2,04	2,21	2,42
Hellelandselv v/utløp av Sletteidvatnet	234	100	138	590	1,25	1,45	1,63	1,87	2,04	2,21	2,42
Hellelandslev v/utløp hav	243	100	143	590	1,25	1,45	1,63	1,87	2,04	2,21	2,42
Årsflomregion 1					1,25	1,45	1,62	1,93	2,16	2,42	2,72

Det skal, som tidligere nevnt, beregnes flomverdier for 4 punkter i Hellelandselva. Det antas at de konstruerte seriene gir gode estimater for midlere flom. Dette begrunnes med at datagrunnlaget, som ligger til grunn for konstruksjonen av de konstruerte seriene, har en god kvalitet og består av en lang tidsserie. Samtidig er det kun en moderat skalering som må til, for å tilpasse måleserien til de 4 punktene det her ønskes å beregne flomverdier for. En sammenligning av de beregnede

flommidlene med flommidlene til de nærliggende målestasjonene viser samsvar mellom disse. Dette støtter valideringen av de beregnede flommiddel verdiene.

Som representativ frekvensfordeling, for de overnevnte stedene i Hellelandselva, antas den flomfrekvensfordelingen som er beregnet for den sammensatte serien for 27.24 Helleland. Begrunnelsen for dette er den samme som for valget av middelflom. Beregnede døgnmiddelflommer, for ulike gjentaksintervall, for de fire aktuelle stedene er gitt i tabell 6.

**Tabell 6. Beregnede flomvannføringer for utvalgte punkter i Hellelandselva, døgnmiddelvannføringer.**

Sted	Areal	$Q_M$	$Q_M$	$Q_5$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$	$Q_{200}$	$Q_{500}$
		[m <sup>3</sup> /s]	l/s*km <sup>2</sup>	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
Hellelandselv v/Helleland	186	110	590	138	160	179	206	224	243	266
Hellelandselv v/innløp til Sletteidvatnet	222	131	590	164	190	214	245	267	290	317
Hellelandselv v/utløp av Sletteidvatnet	234	138	590	173	200	225	258	282	305	334
Hellelandselv v/utløp hav	243	143	590	179	207	233	267	292	316	346

#### 4.4 Kulminasjonsverdier

De presenterte flomverdiene så langt representerer døgnmiddelverdier. Kulminasjonsvannføringene kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen ved store flommer. Det er utarbeidet ligninger basert på feltparametre som kan benyttes for å beregne forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring (**Sæltun m.fl., 1997**), Formelen for høstflommer som er de største i Hellelandselva, er:

$$Q_{\text{momen tan}} / Q_{\text{døgnmiddel}} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{SE}^{0.5},$$

der A er feltareal og  $A_{SE}$  er effektiv sjøprosent. For Hellelandselva ved Helleland og ved Bjerkland bru er den effektive sjøprosenten henholdsvis 0,88 og 0,92 %.

Formelverket gir da et forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring på 1,38 for Hellelandselva ved Helleland og 1,37 for hellelandselva ved Bjerkland bru.

I tabell 7 er kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for noen store flommer i Hellelandselva og sammenlignbare felt i nærheten vist. Tabellen viser at forholdstallene, som ble beregnet, ligger nær de observerte forholdstallene for området. Det er for de videre beregningene valgt å benytte et forholdstall på 1,4. Resulterende kulminasjonsflommer er vist i tabell 8.

**Tabell 7. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for noen store flommer i m<sup>3</sup>/s**

Sted/ dato	Kulminasjon	Døgnmiddel	Kulm./ døgnm.
<b>27.24 Helleland, observert</b>			
01.12.1992	224,81	161,05	1,40
11.12.2006	212,88	150,25	1,42
05.02.1990	156,44	126,10	1,24
<b>28.7 Haugland, observert</b>			
29.08.1997	72,48	60,19	1,20
05.10.2004	78,82	49,94	1,58
<b>27.16 Bjordal, observert</b>			
07.01.2005	287,82	178,87	1,61
15.01.1989	193,98	158,58	1,22
31.10.2000	151,34	124,00	1,22
14.12.2006	154,89	108,72	1,42
<b>27.25 Gjedlackleiv, observert</b>			
15.11.2005	420,31	387,90	1,09
26.10.1983	409,93	387,15	1,22
11.12.2006	378,00	336,26	1,12
01.01.1984	362,35	325,17	1,07
31.10.2000	362,35	325,17	1,11
<b>25.8 Mygland, observert</b>			
31.10.2000	40,49	30,97	1,31
29.11.1999	32,83	24,78	1,32
27.12.2003	33,45	24,10	1,39



**Tabell 8. Flomverdier i Hellelandselva, kulminasjonsverdier [m<sup>3</sup>/s]**

	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]
Hellelandselv v/Helleland	154	193	224	251	288	314	340	372
Hellelandselv v/innløp av Sletteidvatnet	183	230	266	300	343	374	406	444
Hellelandselv v/utløp fra Sletteidvatnet	193	242	280	315	361	395	427	468
Hellelandselv v/utløp hav	200	251	290	326	374	409	442	484

## 5. Usikkerhet

Datagrunnlaget i Hellelandselva er bra.

Selv om det finnes data er det en 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 et antall samtidige observasjoner av vannstand og måling av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer inneholder en grad av usikkerhet.

En faktor som fører til usikkerhet i flomdata er at NVE sin hydrologiske database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimert, fordi største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

I tillegg er de eldste dataene i databasen basert på en daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesningene betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det virkelige døgnmidlet.

Dataene med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn ca. 20 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomfrekvensanalyser direkte på kulminasjonsvannføringer.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregningen er at datagrunnlaget er godt, og beregningen klassifiseres derfor i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 der 1 tilsvarer beste klasse.

## Referanser

**Beldring, S., Roald, L. A., Voksø, A., 2002:** Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. NVE-Dokument nr. 2-2002.

**Dalane Kraft AS, 2006:** Utbygginger i Hellelandsvassdraget – Melding om oppstart av planarbeid. Egersund oktober 2006.

**NVE, 2000:** Prosjekthåndbok – Flomsonekartprosjektet. 5.B: Retningslinjer for flomberegninger.

**NVE, 2002:** Avrenningskart for Norge 1961 – 1990.

**Sælthun, N. R., Tveito, O. E., Bønsnes, T. E., 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 Dokumentserien i 2008**

- Nr. 1 Kjersti Halmrast, Ingunn Bendiksen Åsgård (red.) Styrende dokumenter for tilsyn og reaksjoner (85 s.)
- Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettene 2008 (54 s.)
- Nr. 3 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vansjø og Mosseelva (16 s.)
- Nr. 4 Erik Holmqvist, Lars-Evan Pettersson: Flommen på Sør- og Østlandet januar 2008 (24 s.)
- Nr. 5 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker.  
Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2007 (16 s.)
- Nr. 6 André Soot: Flomberegning for Hellelandselva. Flomsonekartprosjektet. (25 s.)