NVE

Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma

Lars-Evan Pettersson

10
2000

DOKUMENT

Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma (002.E-T)

Norges vassdrags- og energidirektorat
2000

Dokument nr 10

Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma (002.E-T)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 50
Forsidefoto: Glomma og Renas samløp 3. juni 1995 (Foto: FOTONOR AS)
ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for femten delprosjekter i Glommavassdraget oppstrøms Vorma. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tilsammmen 52 punkter. Kulminasjonsvannstander for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tilsammen 4 innsjøer. Til kalibrering av hydraulisk modell er også kulminasjonsvann-føringen under flommen i 1995 beregnet.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, flomvannstand, Glomma

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

Mai 2000

Innhold

Forord **5**

Sammendrag **7**

1. Beskrivelse av oppdraget **11**

2. Beskrivelse av vassdraget **12**

3. Hydrometriske stasjoner **15**

4. Frekvensanalyser av flomdata **18**
4.1 Flomfrekvenser 18
4.2 Middelflomverdier 26

5. Beregnede flomdata for Glommavassdraget **29**
5.1 Døgnmiddelflommer 29
5.2 Kulminasjonsvannføringer 31
5.3 Innvirkning av reguleringer 33
5.4 Sammenfallende vannføringer ved samløp 33
5.5 Kulminasjonsvannstander i innsjøer.....35
5.6 Sammenfatning 36

6. Kalibreringsdata **40**

7. Observerte flommer **41**

8. Usikkerhet **45**

Referanser **46**

Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplan-legging. 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 analyse-programmer, for eksempel det som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekart-legging av Glommavassdraget oppstrøms Vorma. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, mai 2000

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen omfatter 15 delprosjekter i Glommavassdraget oppstrøms Vorma. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer og –vannstander ved forskjellige gjentaksintervall på flommer ved drøyt 50 punkter i vassdraget. I tillegg er det beregnet sammenfallende vannføringer ved et antall samløp.

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_11 Tynset.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma nedstrøms Stortela	**290**	**409**	**458**	**522**	**569**	**615**	**676**
Glomma oppstrøms Tunna	**300**	**424**	**475**	**541**	**589**	**637**	**700**
Glomma nedstrøms Tunna	**369**	**521**	**584**	**665**	**724**	**783**	**861**

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_10 Auma.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma nedstrøms Auma	**382**	**539**	**603**	**687**	**749**	**810**	**890**
Glomma nedstrøms Sivilla	**394**	**556**	**623**	**709**	**772**	**835**	**918**
Glomma nedstrøms Savalen kr.verk	**405**	**566**	**634**	**720**	**783**	**847**	**929**

Glomma nedstrøms Savalen kraftverk har fått et bidrag på 10 m^3/s ved driftsvannføring.

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_12 Folldal.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Folla nedstrøms Kvita	**57**	**82**	**94**	**110**	**122**	**135**	**153**
Folla nedstrøms Depla	**62**	**90**	**103**	**121**	**135**	**149**	**168**
Folla ved Straumhaug	**74**	**107**	**123**	**143**	**160**	**177**	**200**
Folla oppstrøms Grimsi	**87**	**126**	**145**	**169**	**188**	**208**	**235**
Folla nedstrøms Grimsi	**146**	**212**	**243**	**284**	**316**	**350**	**395**

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_9 Alvdal.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Folla oppstrøms Sølna	**260**	**367**	**411**	**469**	**510**	**552**	**607**
Folla oppstrøms Glomma	**292**	**412**	**461**	**526**	**572**	**619**	**681**
Glommas bidrag	379	530	593	674	733	792	869
Glomma oppstrøms Folla	**409**	**573**	**641**	**729**	**793**	**857**	**941**
Follas bidrag	262	369	413	471	512	554	609
Glomma nedstrøms Folla	**671**	**942**	**1054**	**1200**	**1305**	**1411**	**1550**

Glomma oppstrøms og nedstrøms Folla har fått et bidrag på 10 m^3/s ved driftsvannføring fra Savalen kraftverk. I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Glomma eller Folla, har flom med gitt gjentaksintervall.

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_8 Koppang.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma oppstrøms Tresa/Rokka	**915**	**1299**	**1472**	**1701**	**1875**	**2058**	**2296**
Glomma oppstrøms Trya	**929**	**1319**	**1496**	**1728**	**1904**	**2090**	**2332**
Glomma nedstrøms Trya	**936**	**1330**	**1508**	**1742**	**1920**	**2107**	**2350**
Glomma oppstrøms Imsa	**943**	**1339**	**1518**	**1753**	**1932**	**2121**	**2366**

Glomma nedstrøms Imsa	**1003**	**1425**	**1615**	**1866**	**2057**	**2257**	**2518**
Glomma oppstrøms Neta	**1025**	**1455**	**1650**	**1906**	**2100**	**2305**	**2572**

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_7 Imsroa.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Imsa oppstrøms Glomma	**127**	**184**	**211**	**247**	**275**	**304**	**343**
Glomma ved Imsas flom	796	1131	1282	1481	1632	1791	1998

I tynn stil står Glommas antatte vannføring oppstrøms Imsa ved flom med gitt gjentaksintervall i Imsa.

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_15 Elvål.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Tysla oppstrøms Unnsetåa	**27**	**41**	**47**	**56**	**63**	**71**	**82**
Unnsetåas bidrag	81	122	140	169	191	212	245
Unnsetåa oppstrøms Tysla	**129**	**194**	**225**	**269**	**304**	**340**	**391**
Tyslas bidrag	10	14	16	19	22	24	27

I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Tysla eller Unnsetåa, har flom med gitt gjentaksintervall.

Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_14 Østamyrene.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Rena nedstrøms Tysla/Unnsetåa	**139**	**208**	**241**	**288**	**326**	**364**	**418**
Rena oppstrøms Rendalen kraftverk	**151**	**227**	**263**	**315**	**356**	**398**	**457**
Rena ved innløpet til Lomnessjøen	**212**	**291**	**328**	**382**	**424**	**468**	**529**
Rena ved utløpet av Lomnessjøen	**213**	**291**	**329**	**383**	**425**	**470**	**531**
	H_M	**H_{10}**	**H_{20}**	**H_{50}**	**H_{100}**	**H_{200}**	**H_{500}**
Lomnessjøen (vannstand)	**256.88**	**257.64**	**258.00**	**258.51**	**258.89**	**259.30**	**259.85**

Rena ved innløpet og utløpet av Lomnessjøen har fått et bidrag på 55 m^3/s ved driftsvannføring fra Rendalen kraftverk, dvs. overføring fra Glomma ved Høyegga.

Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_13 Åkrestrømmen.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Rena oppstrøms Mistra	**214**	**294**	**332**	**386**	**429**	**474**	**536**
Mistras bidrag	67	100	116	139	157	175	201
Mistra oppstrøms Rena	**116**	**175**	**202**	**242**	**273**	**306**	**351**
Renas bidrag	165	219	246	283	313	343	386
Rena ved innløpet til Storsjøen	**281**	**394**	**448**	**525**	**586**	**649**	**737**
Rena ved utløpet av Storsjøen	**204**	**282**	**318**	**367**	**406**	**445**	**500**
	H_M	**H_{10}**	**H_{20}**	**H_{50}**	**H_{100}**	**H_{200}**	**H_{500}**
Storsjøen i Rendalen (vannstand)	**251.64**	**251.64**	**251.64**	**251.64**	**251.84**	**252.16**	**252.62**

Rena oppstrøms Mistra og ved innløpet til Storsjøen har fått et bidrag på 55 m^3/s ved driftsvannføring fra Rendalen kraftverk, dvs. overføring fra Glomma ved Høyegga. I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Rena eller Mistra, har flom med gitt gjentaksintervall.

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_6 Rena tettsted.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Rena oppstrøms Julussa	**332**	**458**	**517**	**597**	**660**	**723**	**812**
Rena oppstrøms Glomma	**353**	**487**	**551**	**636**	**703**	**770**	**865**
Glommas bidrag	975	1346	1521	1742	1927	2099	2350
Glomma oppstrøms Rena	**1075**	**1526**	**1730**	**1999**	**2203**	**2418**	**2697**

Renas bidrag	253	307	342	379	427	451	518
Glomma nedstrøms Rena	**1328**	**1833**	**2072**	**2378**	**2630**	**2869**	**3215**
Åsta oppstrøms Glomma	**155**	**215**	**243**	**278**	**308**	**336**	**376**
Glomma ved Åstas flom	1097	1513	1710	1963	2171	2368	2653
Glomma nedstrøms Åsta	**1408**	**1943**	**2197**	**2521**	**2788**	**3042**	**3408**

I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Glomma eller Rena, har flom med gitt gjentaksintervall. I tynn stil står også Glommas antatte vannføring oppstrøms Åsta ved flom med gitt gjentaksintervall i Åsta.

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_5 Øksna.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma oppstrøms Øksna	**1413**	**1950**	**2204**	**2529**	**2797**	**3052**	**3419**
Glomma nedstrøms Øksna	**1416**	**1954**	**2209**	**2535**	**2804**	**3059**	**3427**

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_4 Elverum.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma ved Strandfossen	**1420**	**1960**	**2215**	**2542**	**2812**	**3067**	**3436**
Glomma ved Skjefstadfoss	**1424**	**1965**	**2222**	**2549**	**2820**	**3076**	**3447**
Glomma ved Braskereidfoss	**1438**	**1985**	**2243**	**2574**	**2847**	**3106**	**3480**

Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_3 Flisa/Kirkenær.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma oppstrøms Flisa	**1449**	**1999**	**2260**	**2593**	**2868**	**3129**	**3505**
Flisa oppstrøms Glomma	**222**	**333**	**379**	**439**	**484**	**528**	**583**
Glomma ved Flisas flom	1036	1551	1770	2050	2257	2464	2722
Glomma nedstrøms Flisa	**1520**	**2098**	**2371**	**2721**	**3010**	**3283**	**3679**
Glomma ved Nor	**1506**	**2078**	**2349**	**2695**	**2981**	**3252**	**3644**
Tilløpet til Nugguren	10.5	14.5	16.4	18.9	20.9	22.8	25.5
Glomma ved Norsfossen	**1515**	**2090**	**2363**	**2711**	**2999**	**3272**	**3665**

I tynn stil står Glommas antatte vannføring oppstrøms Flisa ved flom med gitt gjentaksintervall i Flisa.
I tynn stil står også tilløpet til Nugguren ved flom med gitt gjentaksintervall i Glomma.

Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_2 Kongsvinger.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma ved Kongsvinger kraftverk	**1499**	**2068**	**2338**	**2683**	**2968**	**3238**	**3627**
	H_M	**H_{10}**	**H_{20}**	**H_{50}**	**H_{100}**	**H_{200}**	**H_{500}**
Vingersjøen (vannstand)	**145.75**	**146.77**	**147.13**	**147.57**	**147.88**	**148.18**	**148.55**

Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_1 Skarnes.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma oppstrøms Oppstadåa	**1499**	**2069**	**2339**	**2683**	**2968**	**3238**	**3628**
Tilløpet til Storsjøen	31	42	48	55	61	66	74
Glomma ved Skarnes	**1464**	**2020**	**2283**	**2620**	**2898**	**3162**	**3542**
Glomma ved Funnefoss	**1465**	**2022**	**2286**	**2623**	**2901**	**3165**	**3546**
	H_M	**H_{10}**	**H_{20}**	**H_{50}**	**H_{100}**	**H_{200}**	**H_{500}**
Storsjøen i Odalen (vannstand)	**132.68**	**133.64**	**134.08**	**134.62**	**135.05**	**135.44**	**136.00**

I tynn stil står tilløpet til Storsjøen ved flom med gitt gjentaksintervall i Glomma.

1. BESKRIVELSE AV OPPGAVEN

Flomsonekart skal konstrueres for en rekke elvestrekninger i Glommavassdraget oppstrøms Vorma. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for de aktuelle elvestrekningene. For de samme strekningene skal kulminasjonsvannføringen under flommen i 1995 bestemmes, som grunnlag for kalibrering av hydrauliske modeller. De punkter i elvestrekningene som flomberegning skal utføres for er som følger:

Delprosjekt	
fs 002_11 Tynset	Glomma nedstrøms samløpet med Stortela.
	Glomma oppstrøms samløpet med Tunna.
	Glomma nedstrøms samløpet med Tunna.
fs 002_10 Auma	Glomma nedstrøms samløpet med Auma.
	Glomma nedstrøms samløpet med Sivilla.
	Glomma nedstrøms utløpet fra Savalen kraftverk.
fs 002_12 Folldal	Folla nedstrøms samløpet med Kvita (ved Deplflyin).
	Folla ved Straumhaug.
	Folla oppstrøms samløpet med Grimsi.
	Folla nedstrøms samløpet med Grimsi.
fs 002_9 Alvdal	Glomma oppstrøms samløpet med Folla.
	Folla oppstrøms samløpet med Sølna.
	Folla oppstrøms samløpet med Glomma.
	Glomma nedstrøms samløpet med Folla.
fs 002_8 Koppang	Glomma oppstrøms samløpet med Tresa/Rokka.
	Glomma oppstrøms samløpet med Trya.
	Glomma nedstrøms samløpet med Trya.
	Glomma oppstrøms samløpet med Imsa.
	Glomma nedstrøms samløpet med Imsa.
	Glomma oppstrøms samløpet med Neta.
fs 002_7 Imsroa	Imsa oppstrøms samløpet med Glomma.
fs 002_15 Elvål	Tysla oppstrøms samløpet med Unnsetåa.
	Unnsetåa oppstrøms samløpet med Tysla.
fs 002_14 Østamyrene	Rena nedstrøms samløpet Tysla og Unnsetåa.
	Rena oppstrøms Rendalen kraftverk.
	Rena ved innløpet til Lomnessjøen.
	Lomnessjøen (vannstand).
fs 002_13 Åkrestrømmen	Rena oppstrøms samløpet med Mistra.
	Mistra oppstrøms samløpet med Rena.
	Rena ved innløpet til Storsjøen.
	Storsjøen (vannstand).
fs 002-6 Rena tettsted	Glomma oppstrøms samløpet med Rena.
	Rena oppstrøms samløpet med Julussa.
	Rena oppstrøms samløpet med Glomma.
	Glomma nedstrøms samløpet med Rena.
	Åsta oppstrøms samløpet med Glomma.
	Glomma nedstrøms samløpet med Åsta.
fs 002_5 Øksna	Glomma oppstrøms samløpet med Øksna.
	Glomma nedstrøms samløpet med Øksna.
fs 002_4 Elverum	Glomma ved Strandfossen.
	Glomma ved Skjefstadfoss.
	Glomma ved Braskereidfoss.
fs 002_3 Flisa/Kirkenær	Glomma oppstrøms samløpet med Flisa.
	Flisa oppstrøms samløpet med Glomma.
	Glomma nedstrøms samløpet med Flisa.
	Glomma ved Nor.
	Tilløpet til Nugguren.
	Glomma ved Norsfossen.

fs 002_2 Kongsvinger	Vingersjøen (vannstand).
	Glomma ved Kongsvinger kraftverk.
fs 002_1 Skarnes	Glomma oppstrøms samløpet med Oppstadåa.
	Storsjøen i Odalen (vannstand).
	Tilløpet til Storsjøen.
	Glomma ved Skarnes.
	Glomma ved Funnefoss.

2. BESKRIVELSE AV VASSDRAGET

Glommavassdraget strekker seg fra Tydalsfjellene i Sør-Trøndelag i nord til Oslofjorden ved Fredrikstad i sør, og er i luftlinje drøyt 400 km langt med et nedbørfelt på ca. 42 000 km^2. Denne rapporten omhandler Glommavassdraget oppstrøms Vorma, og altså ikke Gudbrandsdalslågen/Mjøsa. Høyeste punkt i nedbørfeltet er Rondslottet, 2178 m o. h. Midlere felthøyde er 714 m o.h. Glomma begynner ved noen små tjern oppstrøms Aursunden og renner fra Aursundens utløp i sørvestlig retning til Tynset. Her fra fortsetter elven i sørlig og sørsørøstlig retning helt til Kongsvinger, hvor den snur til en vestlig retning før den løper sammen med Vorma ved Vormsund-Årnes. De viktigste sideelvene er fra nord; Folla, Atna, Imsa, Rena, Åsta, Flisa og Oppstadåa.

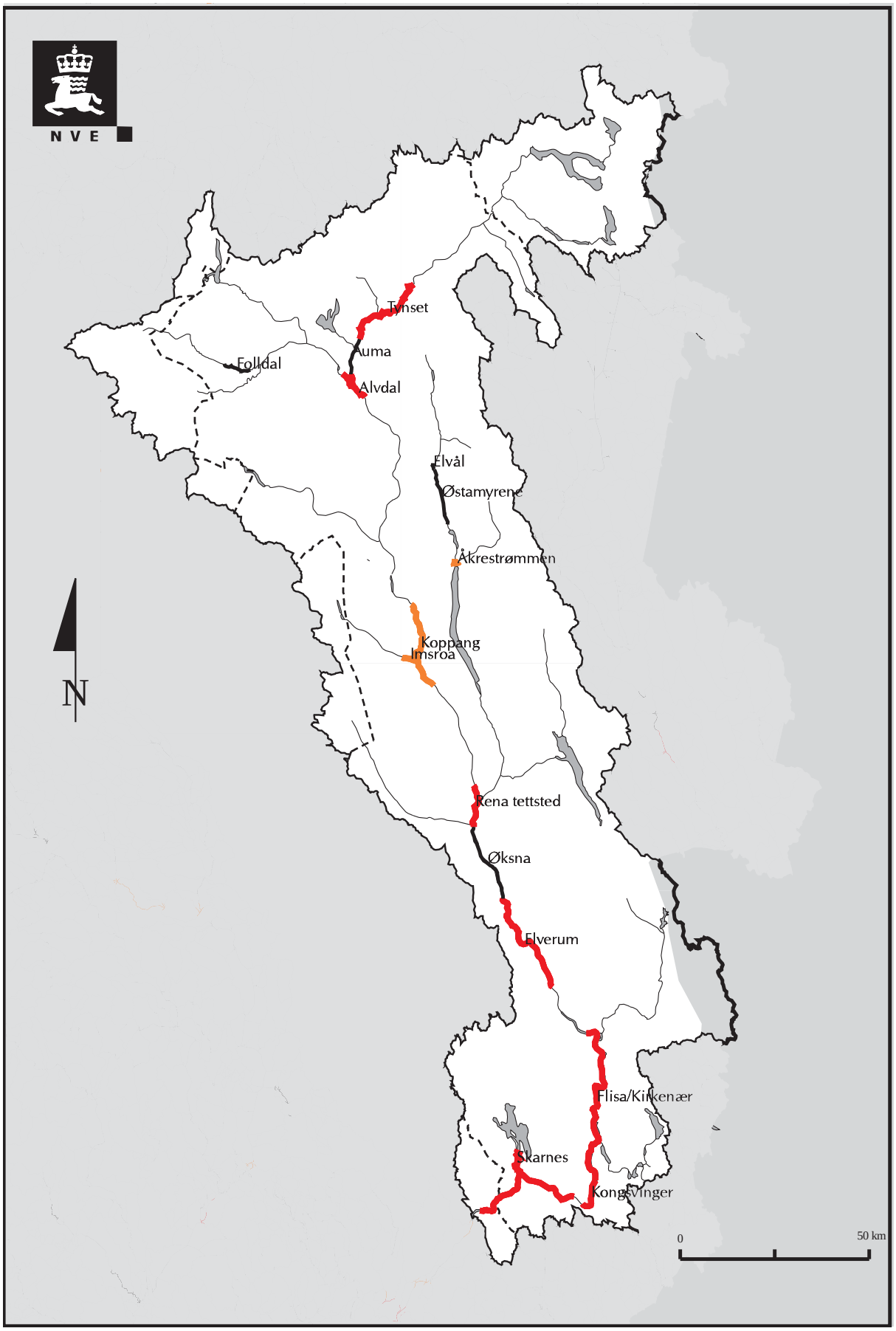
Reguleringene i vassdraget består av syv større reguleringsmagasiner og to overføringer. I tillegg er det et antall kraftverk, noen med driftstunneler som fører vann utenom elveleiet i tildels lange strekninger.

Øverst i Glomma ligger Aursundenmagasinet og elvekraftverkene Kuråsfossen og Røstefossen. Øverst i Einunna, en sideelv til Folla, ligger magasinene Elgsjø, Fundin og Marsjø, hvorav Elgsjø og Marsjø er relativt små. Lenger ned i Einunna ligger Einunna elvekraftverk. Like nedstrøms dette kraftverket overføres en del av Einunnas vann til Savalenmagasinet, som har naturlig avløp gjennom Sivilla (Sevilla) til Glomma oppstrøms samløpet med Folla. Her ligger også Savalen kraftverk, som har inntak i Savalenmagasinet.

Et stykke nedstrøms Glommas samløp med Folla, ved Høyegga, ligger inntaksdammen til Rendalen kraftverk. Her overføres vann fra Glomma til Nordre Rena (Rendalsoverføringen), og utnyttes i Rendalen kraftverk, som ligger litt oppstrøms Lomnessjøen. Nedstrøms Lomnessjøen ligger reguleringsmagasinet Storsjøen. I sideelven Søre Osa ligger reguleringsmagasinet Osensjøen, som også er inntaksmagasin for Osa kraftverk, og to mindre kraftverk, Kvernfallet og Osfallet. Nederst i Rena ligger Løpsjøen, en kunstig innsjø som ble skapt ved oppdemming av elven og nå er inntaksmagasin for Løpet kraftverk.

Lenger ned i Glomma ligger fem elvekraftverk; Strandfossen kraftverk litt oppstrøms Elverum, Skjefstadfoss og Braskereidfoss kraftverk et stykke nedstrøms Elverum, Kongsvinger kraftverk og til slutt Funnefoss kraftverk noen få kilometer oppstrøms Glommas samløp med Vorma.

I tillegg finnes noen mindre kraftverk i uregulerte sideelver til Glomma.



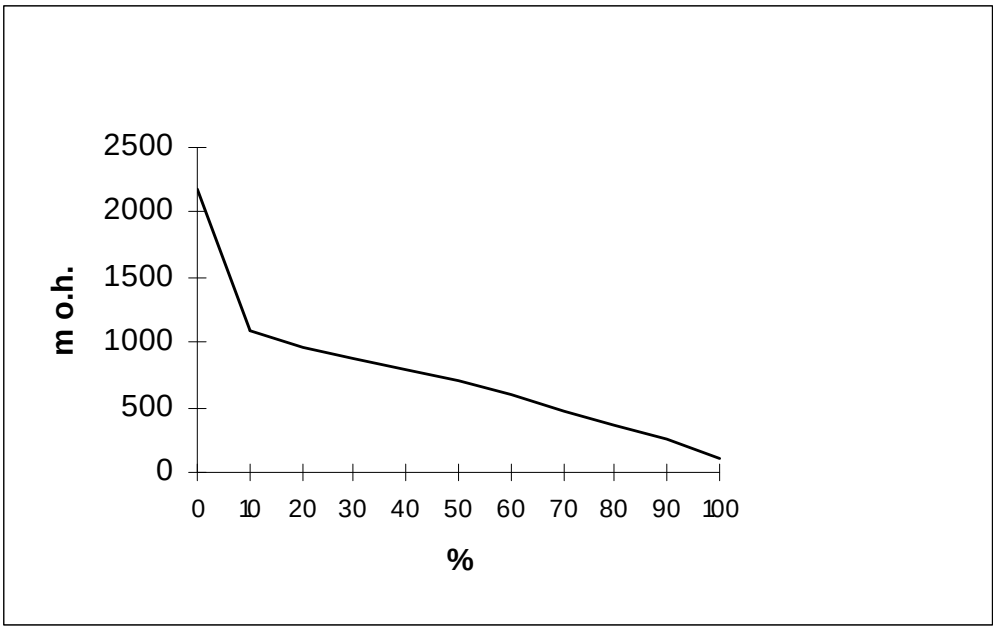
Figur 1. Kart over Glommavassdraget med delprosjekter

I tabell 1 er nedbørfeltets areal ved et antall punkter i vassdraget presentert.

Tabell 1. Arealer av naturlige nedbørfelt

	km^2
Glomma oppstrøms samløpet med Folla	3917
Folla	2436
Glomma ved Høyegga	6544
Glomma oppstrøms samløpet med Atna	7083
Atna	1316
Glomma oppstrøms samløpet med Imsa	8964
Imsa	502
Glomma oppstrøms samløpet med Rena	10228
Rena	4182
Glomma oppstrøms samløpet med Åsta	14445
Åsta	661
Glomma oppstrøms samløpet med Flisa	16353
Flisa	1667
Glomma oppstrøms samløpet med Oppstadåa	19492
Oppstadåa	806
Glomma ved samløpet med Vorma	20783

Avrenningen i Glommavassdraget oppstrøms Vorma er i underkant av 16 l /s*km^2 som årsmiddel. Den varierer fra cirka 10 l /s*km^2 i området rundt Tynset-Alvdal til drøyt 30 l /s*km^2 i Rondane og i de øvre delene av Aursundens felt. Den naturlige vannføringen i hovedelven er liten om vinteren, men er øket på grunn av reguleringene. Avrenningen er stor i mai-juni i forbindelse med snøsmeltingen, og vanligvis opptrer alle store flommer i vassdraget på forsommeren. Utover sommeren og høsten er det stort sett avtagende vannføring, og det er sjelden flommer av betydning på denne årstid.



Figur 2. Hypsografisk kurve for Glommavassdraget oppstrøms Vorma

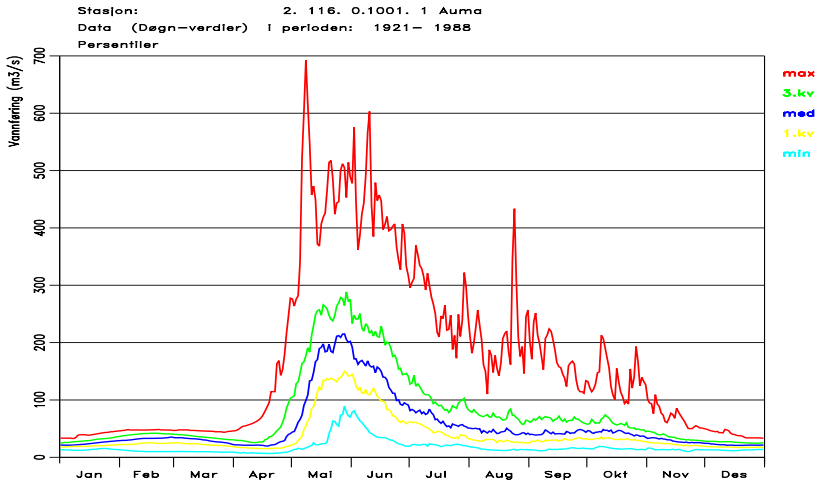
3. HYDROMETRISKE STASJONER

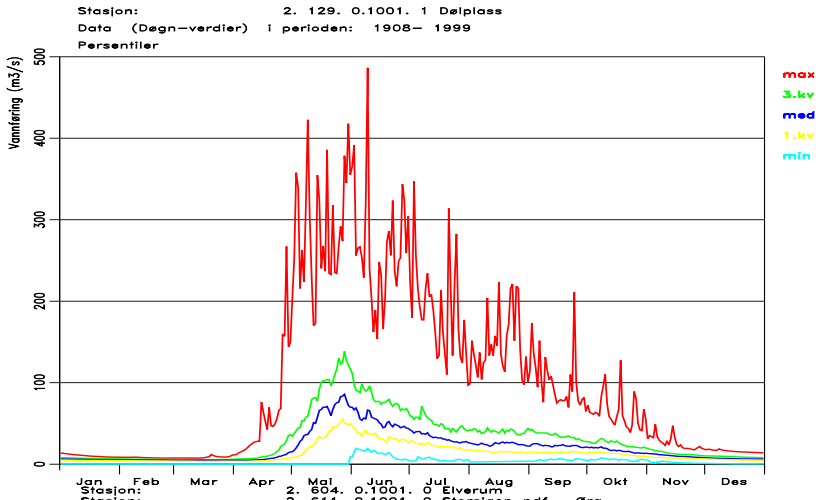
Det finnes et stort antall hydrometriske stasjoner i vassdraget. I tabell 2 er de stasjoner som er benyttet i denne beregningen listet opp med en del sentrale opplysninger. De fleste stasjoner er mer eller mindre påvirket av reguleringer. Manglende kommentar betyr at stasjonen har vært regulert i hele observasjonsperioden.

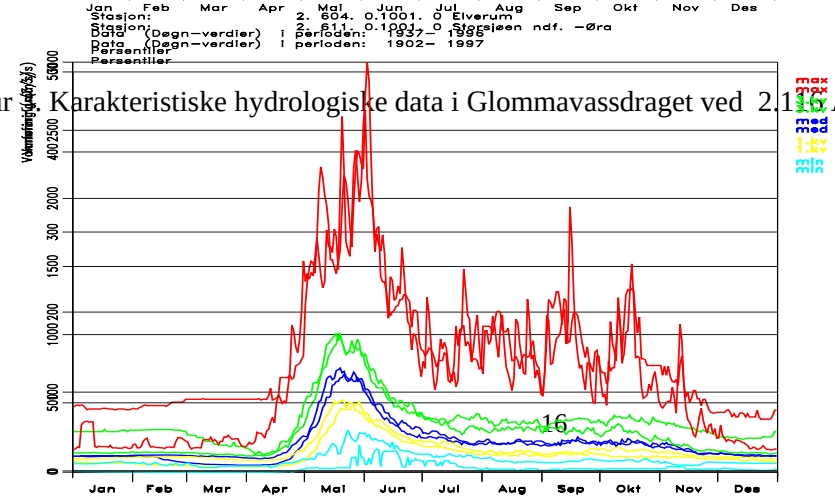
Tabell 2. Hydrometriske stasjoner i Glommavassdraget

Nr.	Navn	Feltareal, km^2	Observasjons-periode	Kommentar
2.603	Glåmos bru i Glomma	847	1929-	
2.269	Hummelvoll i Glomma	2411	1962-	
2.226	Erli bru i Glomma	2511	1935-63	
2.116	Auma i Glomma	3653	1921-77	Uregulert inntil 1923
2.607	Vålåsjø i Folla	127	1922-	Uregulert
2.107	Husom bru i Folla	487	1916-24	Uregulert
2.235	Grimsmoen i Folla	623	1997-	Uregulert
2.273	Ryfetten i Folla	1306	1964-86	Uregulert
2.377	Einunna overføring	573	1971-	Måler både overføring til Savalen og vannføring i Einunna
2.129	Dølplass i Folla	2007	1908-	Regulert i hele perioden, men av mindre betydning før 1970-årene
2.251	Kveberg bru i Glomma	6367	1954-88	
2.345	Rendalen kraftstasjon	6544	1971-	Måler overføring til Rendalen fra inntaksdammen i Glomma ved Høyegga
2.339	Høyegga ndf.	6544	1971-	
2.227	Barkaldfoss	6605	1935-	
2.117	Stai	8943	1908-	
2.32	Atnasjø i Atna	465	1916-	Uregulert
2.439	Kvarstadseter i Åsta	377	1979-	Uregulert
2.135	Tysla	230	1919-28, 61-96	Uregulert
2.265	Unsetåa	620	1961-	Uregulert
2.132	Lomnessjø i Nord-Rena	1168	1919-	Uregulert inntil 1971
2.267	Mistra bru i Mistra	549	1961-	Uregulert
2.222	Narsjø i Nøra	119	1930-	Uregulert
311.460	Engeren i Engera/Trysilelva	400	1911-	Uregulert
2.611	Storsjøen ndf. Øra i Sør-Rena	2353	1902-	Uregulert inntil 1940
2.613	Ossjø ndf. i Søre Osa	1184	1908-	Uregulert inntil 1922
2.344	Løpet kraftstasjon i Sør-Rena	3865	1971-	
2.118	Rena i Glomma	14410	1972-	
2.441	Strandfossen kraftstasjon	15409	1981-	
2.604	Elverum	15428	1871-	Uregulert inntil 1917
2.442	Skjefstadfoss kraftstasjon	15536	1976-	
2.443	Braskereidfoss kraftstasjon	15993	1981-	
2.142	Knappom i Flisa	1625	1916-	Uregulert
2.2	Nor	18638	1936-97	
2.474	Skasåa	257	1990-	Uregulert
2.393	Norsfoss	18940	1975-	
2.120	Nors bru	19188	1851-1935	Uregulert inntil 1917
2.121	Vingersjø	66.7	1911-86	Uregulert
2.444	Kongsvinger kraftverk	19285	1979-	
2.616	Sagstua i Kuggerudåa	47.0	1968-	Uregulert
2.122	Skarnes	20298	1887-	Uregulert inntil 1917
2.412	Funnefoss kraftverk	20491	1976-	

Nedbørfeltenes areal, som oppgitt i Hydrologisk avdelings database, er for noen stasjoner korrigert ut fra nyberegnede arealer av Seksjon for Geoinformasjon (HG).







Figur . Karakteristiske hydrologiske data i Glommavassdraget ved 2.116 Auma og 2.129 Dølplass.

Figur 4. Karakteristiske hydrologiske data i Glommavassdraget ved 2.611Storsjøen ndf.-Øra og 2.604 Elverum.
Figur 3 og 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne. De øvrige kurvene (1.kv og 3.kv) viser henholdsvis 25- og 75-persentilen for observasjonene. Med 25-persentilen forstås at 25 % av observasjonene ligger under den vannføringen, og tilsvarende med 75-persentilen, 75 % av observasjonene ligger under.

4. FREKVENSANALYSER AV FLOMDATA

4.1 Flomfrekvenser

Stort sett alle store flommer i Glommavassdraget opptrer i april - juli i forbindelse med snøsmeltingen. Det er utført flomfrekvensanalyser for et stort antall målestasjoner i vassdraget og resultatet er presentert i tabell 3. Midlere flom, Q_M, i m^3/s og i $l/s*km^2$ og flommer med forskjellig gjentaksintervall, Q_T, som en faktor i forhold til midlere flom, er presentert.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyse for målestasjoner i Glommavassdraget, døgnmidler av årsflommer.

Nr.	Navn	Antall år	Q_M m^3/s	Q_M $l/s*km^2$	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
2.603	Glåmos bru	68	79.1	93.4	1.54	1.77	2.07	2.30	2.52	2.82
2.269	Hummelvoll	35	262.6	108.9	1.42	1.57	1.75	1.88	2.00	2.15
2.226	Erli bru	28	259.3	103.3	1.40	1.57	1.79	1.96	2.12	2.34
2.116	Auma	56	363.9	99.6	1.37	1.52	1.72	1.87	2.02	2.22
2.607	Vålåsjø	73	18.2	143.4	1.60	1.86	2.20	2.45	2.70	3.03
2.273	Ryfetten	23	139.2	106.5	1.49	1.68	1.93	2.10	2.28	2.56
2.377	Einunna, totalt	26	63.0	109.9	1.51	1.71	1.97	2.15	2.33	2.57
2.129	Dølplass	78	235.2	117.2	1.47	1.66	1.90	2.07	2.23	2.44
2.251	Kveberg bru	34	624.4	98.1	1.38	1.52	1.70	1.82	1.93	2.08
2.227	Barkaldfoss	61	667.4	101.0	1.38	1.55	1.77	1.94	2.11	2.34
2.117	Stai	74	913.4	102.1	1.42	1.61	1.86	2.05	2.25	2.51
2.32	Atnasjø	82	73.4	157.9	1.45	1.66	1.94	2.16	2.39	2.70
2.135	Tysla	43	22.3	97.0	1.58	1.84	2.19	2.46	2.74	3.11
2.265	Unsetåa	31	106.6	171.9	1.87	2.28	2.81	3.23	3.65	4.23
	Tysla+Unsetåa	30	122.1	143.7	1.78	2.20	2.80	3.29	3.81	4.54
2.132	Lomnessjø	74	140.7	120.5	1.50	1.74	2.08	2.35	2.63	3.02
2.267	Mistra bru	33	142.8	260.0	1.78	2.17	2.69	3.10	3.53	4.12
2.222	Narsjø	67	24.6	206.4	1.54	1.81	2.19	2.49	2.82	3.29
311.460	Engeren	85	56.0	140.1	1.50	1.71	1.99	2.20	2.41	2.69
2.611	Storsjøen ndf. Øra	91	203.5	86.5	1.38	1.56	1.80	1.99	2.18	2.45
2.613	Ossjø, tilløp	55	204.4	172.6	1.45	1.64	1.88	2.06	2.24	2.48
2.344	Løpet kraftstasjon	25	321.9	83.3						
2.118	Rena	15	1250.6	86.8	1.31	1.44	1.61	1.74	1.87	2.04
2.604	Elverum	60	1379.2	89.4	1.39	1.57	1.81	2.00	2.19	2.45
2.142	Knappom	81	180.2	110.9	1.50	1.71	1.98	2.18	2.38	2.63
	Elverum+Knappom	60	1490.5	82.7	1.39	1.57	1.80	1.98	2.16	2.40
2.2	Nor	60	1476.4	79.2	1.37	1.54	1.77	1.95	2.13	2.39
2.120	Nors bru	74	1749.4	91.2	1.38	1.51	1.67	1.78	1.88	2.02

2.616	Sagstua	24	5.5	117.8	1.48	1.68	1.95	2.15	2.35	2.61
2.122	Skarnes	59	1577.4	77.7	1.39	1.56	1.77	1.94	2.10	2.31

Det er til dels tatt hensyn til reguleringene i vassdraget ved flomfrekvensanalysene.

Aursunden har vært regulert siden 1923, og flomforholdene etter dette tidspunktet antas å være homogene med hensyn på store flommer. Midlere flom ved Glåmos bru ved Aursundens utløp har vært omtrent lik både i første og siste 30-årsperiode etter reguleringen.

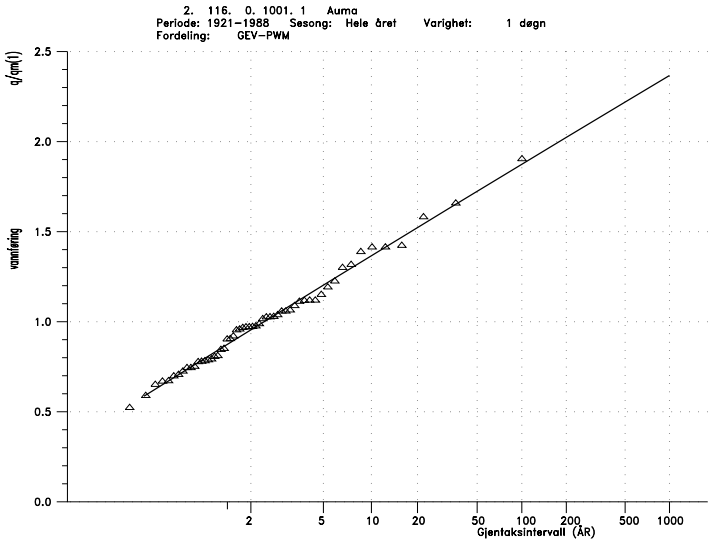
Reguleringene i Elgsjø, Fundin, Marsjø og Savalen antas å ha neglisjerbar innvirkning på flomforholdene ved målestasjonene nedstrøms Einunna.

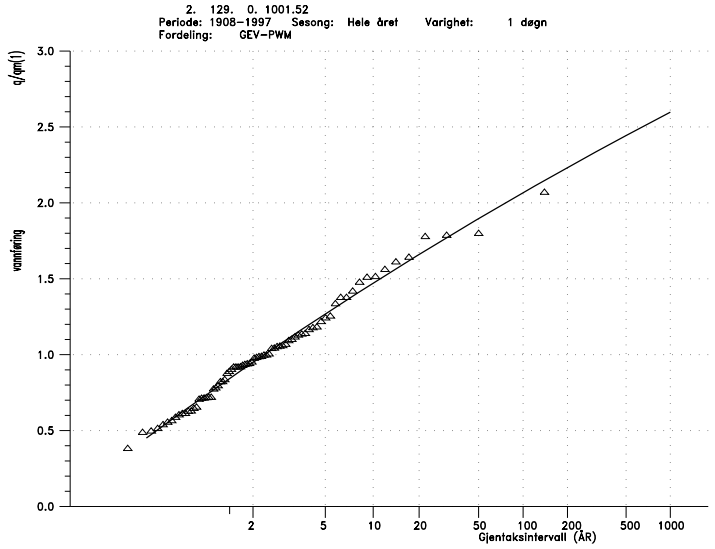
Overføringen fra Einunna til Savalen, som startet i 1971, antas påvirke flomforholdene av betydning kun ved Dølplass og ikke ved målestasjonene lenger nedstrøms. Ved flomfrekvensanalysen for Dølplass er overføringen til Savalen lagt til vannføringen ved Dølplass.

Overføringen fra Glomma til Rendalen, som startet i 1971, påvirker flomforholdene fremst ved Barkaldfoss, Stai og Lomnessjø. Ved flomfrekvensanalysene for Barkaldfoss og Stai er overføringen til Rendalen lagt til vannføringen ved de stasjonene, mens ved Lomnessjø er overføringen trukket fra. På den måten antas de beregnede flomvannføringene før og etter Rendalenoverføringen ble tatt i bruk å være homogene ved de stasjonene. Rendalenoverføringen antas å påvirke flomforholdene nedstrøms Storsjøen bare til en begrenset grad, siden tilløpet til Storsjøen dempes i sjøen. Det er derfor ikke tatt hensyn til overføringen ved flomfrekvensanalyse for Storsjøen ndf. Øra.

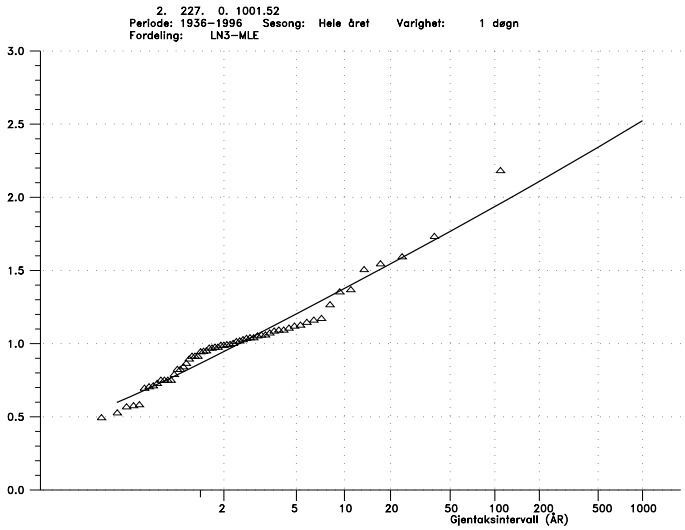
Storsjøen ble regulert i begynnelsen av 1940-årene. Selvreguleringen i Storsjøen er så stor at reguleringen ikke har særlig betydning for flomverdiene, midlere flom i perioden etter reguleringen er bare et par prosent mindre enn midlere flom for hele observasjonsperioden. Flomdata for hele observasjonsperioden benyttes.

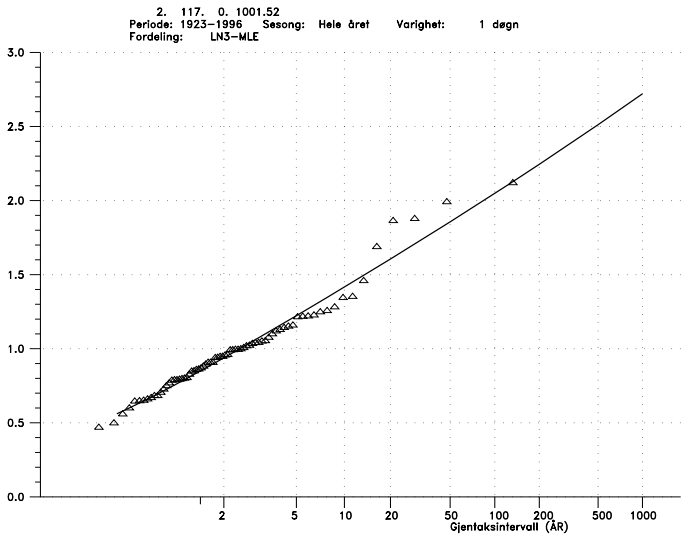
Reguleringene i vassdraget har påvirket flomforholdene i hovedelven fra samløpet med Rena til Vorma i økende grad opp gjennom årene. Det ser man spesielt på den lange serien ved 2.604 Elverum. Midlere flom i hele observasjonsperioden 1872-1997 er 1544 m^3/s, mens for periodene 1937-96 og 1972-96 er den hhv. 1379 og 1352 m^3/s. Men isteden har flomfrekvensfordelingene blitt brattere med kortere perioder, dvs. forholdstallet Q_T/Q_M har blitt større. Men med kortere serier blir samtidig tilpasningen av frekvensfordelingen dårligere. Det beror bl.a. på at flommene i 1966, 1967 og 1995 nærmest er å betrakte som ”outliere”. Det velges å legge vekt på flomdata fra de siste 60 årene, siden midlere flom er tilnærmelsesvis lik i den perioden som i perioden etter 1971, da de siste større reguleringene fant sted. Flomdata fra og med 1937 antas å være homogene i Glomma nedstrøms samløpet med Rena. Den høye verdien for spesifikk midlere flom for Nors bru skyldes at det meste av observasjonene er fra før reguleringene i vassdraget fant sted, 1851-1935.



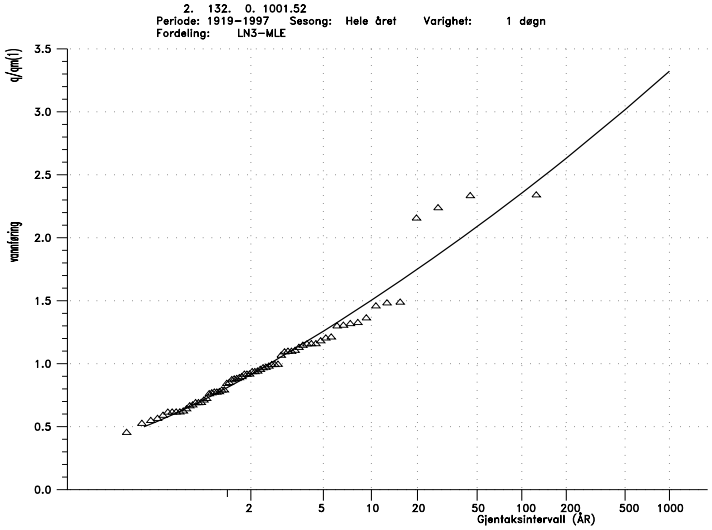


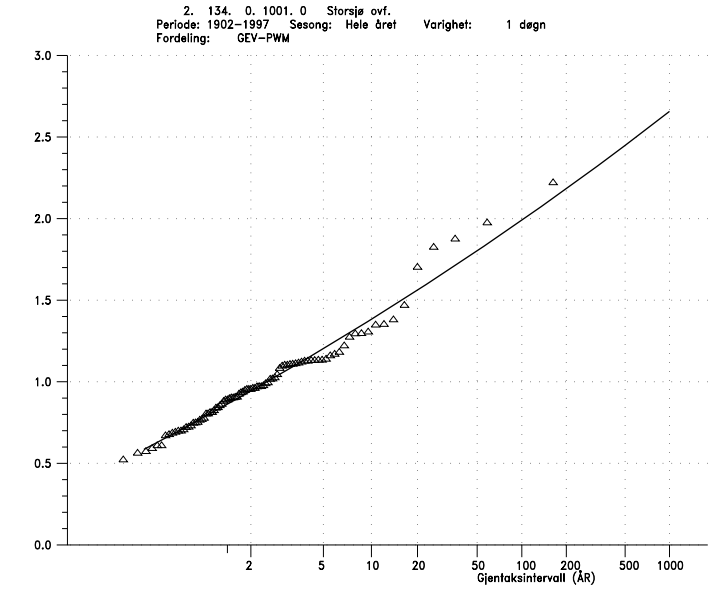
Figur 5. Flomfrekvensanalyse for Auma og Dølplass. Døgnmiddelverdier for årsflommer.



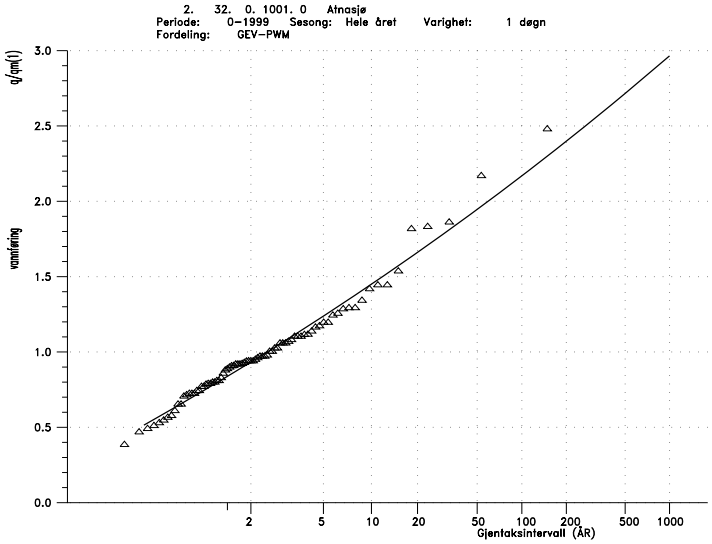


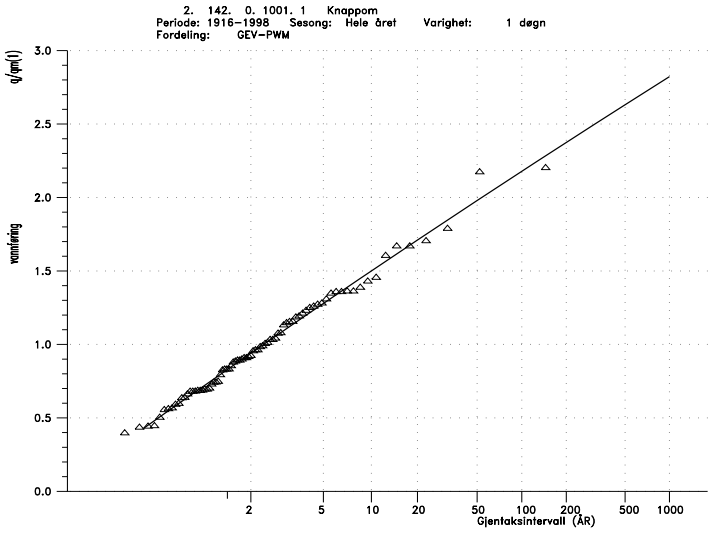
Figur 6. Flomfrekvensanalyse for Barkaldfoss og Stai. Døgnmiddelverdier for årsflommer.



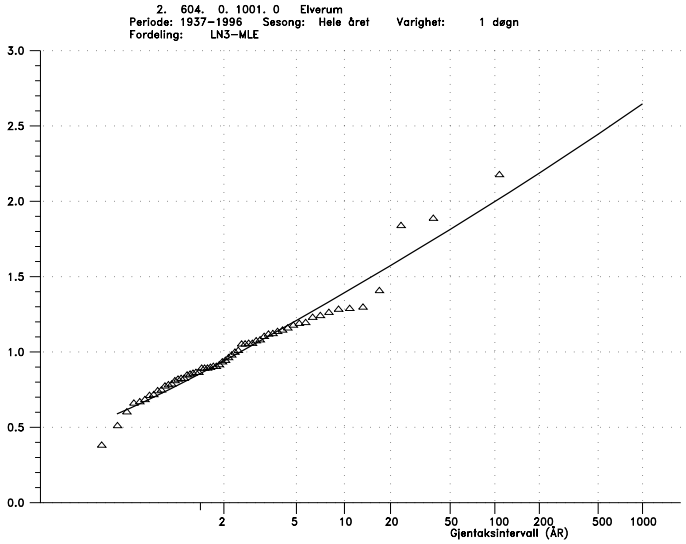


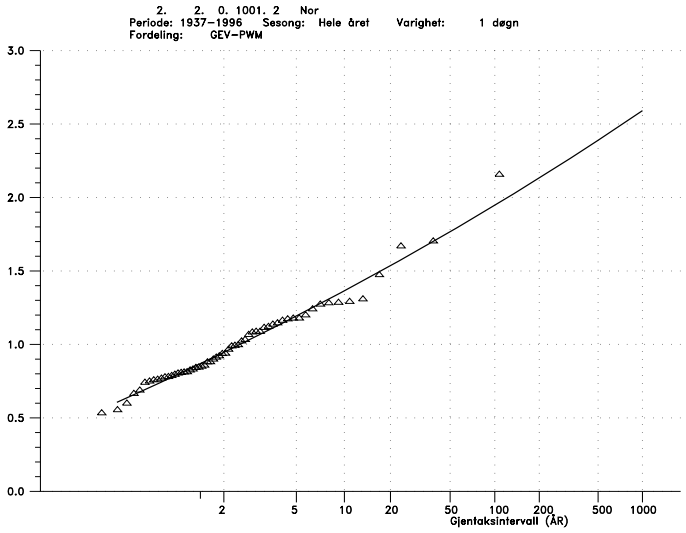
Figur 7. Flomfrekvensanalyse for Lomnessjø og Storsjøen. Døgnmiddelverdier for årsflommer.





Figur 8. Flomfrekvensanalyse for Atnasjø og Knappom. Døgnmiddelverdier for årsflommer.





Figur 9. Flomfrekvensanalyse for Elverum og Nor. Døgnmiddelverdier for årsflommer.

Flomfrekvensanalysene danner grunnlag for bestemmelse av representative faktorer Q_T/Q_M for forskjellige deler av Glommavassdraget.

For hovedelven ned til Atna og for nedre del av Folla antas midlet av frekvensfordelingene for de tre stasjonene Auma, Dølplass og Barkaldfoss å være representativt. De har lange observasjonsserier, og det er rimelig godt samsvar mellom deres frekvensfordelinger.

For øvre del av Folla og for øvrige sideelver fra vest, Imsa og Åsta, antas frekvensfordelingen for Atnasjø å være representativ. Frekvensfordelingen for Vålåsjø, lengst oppe i Folla, gir noe høyere forholdstall Q_T/Q_M, mens frekvensfordelingene for Ryfetten og Einunna, lenger ned i Follavassdraget og med forholdsvis korte serier, gir noe lavere forholdstall enn Atnasjø.

For Glomma fra Atna til samløpet med Rena antas frekvensfordelingen for Stai å være representativ. Frekvensanalysen for Stai er basert på data etter 1923, dvs. etter Aursundens regulering.

For Nord-Rena, dvs. oppstrøms Storsjøen, med sidevassdrag antas frekvensfordelingen for stasjonen Lomnessjø å være representativ. Den overensstemmer godt med midlet av frekvensfordelingene for 311.460 Engeren, som ligger i en sideelv i Trysilvassdraget noe lenger sørøst, og 2.222 Narsjø, som ligger i en sideelv til øvre Glomma noe lenger nordøst.

For Sør-Rena antas frekvensfordelingen for stasjonen Storsjøen ndf. Øra å være representativ.

For hovedelven fra samløpet med Rena ned til Vorma antas den midlere frekvensfordelingen for stasjonene Elverum og Nor å være representativ.

For sideelver til nedre Glomma, dvs. Flisa og tilløpene til Vingersjøen og Storsjøen i Odalen, antas frekvensfordelingen for stasjonen Knappom å være representativ. Knappom har meget lang observasjonsserie og frekvensfordelingen stemmer godt overens med frekvensfordelingen for den kortere serien for stasjonen Sagstua i en tilløpselv til Storsjøen.

I tabell 4 er valgte faktorer Q_T/Q_M for de forskjellige områdene presentert.

Tabell 4. Q_T/Q_M-faktorer for Glommavassdraget, årsflommer.

Elvestrekninger	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
Øvre Glomma til Atna og nedre Folla	1.41	1.58	1.80	1.96	2.12	2.33
Glomma fra Atna til Rena	1.42	1.61	1.86	2.05	2.25	2.51
Øvre Folla, Imsa og Åsta	1.45	1.66	1.94	2.16	2.39	2.70
Nord-Rena	1.50	1.74	2.08	2.35	2.63	3.02
Sør-Rena	1.38	1.56	1.80	1.99	2.18	2.45
Nedre Glomma til Vorma	1.38	1.56	1.79	1.98	2.16	2.42
Flisa, Vingersjøen og Storsjøen i Odalen	1.50	1.71	1.98	2.18	2.38	2.63

Forholdstallene Q_T/Q_M er lavest øverst i Glomma og i nedre del av Folla, i hvert fall for store gjentaksintervall, for deretter først øke noe nedover Glomma til Rena og deretter avta nedover vassdraget. Sør-Rena har omtrent samme forholdstall som nedre del av Glomma. Forskjellen mellom forholdstallene for de nevnte strekningene er ikke særlig stort. I vassdragene med mindre feltarealer er forholdstallene en del større, særlig i Nord-Rena. Andre stasjoner i Nord-Rena, inklusive Narsjø, hvor flomfrekvensanalysene imidlertid ikke direkte er benyttet, viser samme tendens, dvs. høye forholdstall. I de regionale flomfrekvensanalyser for norske vassdrag som ble utført i 1978 og 1997 er forholdstallet Q_{500}/Q_M i størrelsesorden 2.4-2.9 for det aktuelle området, dvs. i rimelig overensstemmelse med resultatene i tabell 4.

4.2 Middelflomverdier

Flomfrekvensanalysene gir også grunnlag for å bestemme midlere flom, døgnmiddel, i spesifikke verdier for de aktuelle punktene i vassdraget. Vanligvis velger man det spesifikke døgnmidlet som er beregnet ut fra data hvis observasjonsserien er over ti år. Men dels på grunn av at reguleringer påvirker flomverdiene og dels på grunn av at flomverdien forandres avhengig av hvilken periode som betraktes, krever fastleggingen av flomverdier en nærmere vurdering for at det skal bli konsistens nedover vassdraget. Det er studert forholdet mellom spesifikk midlere flom i fellesperioder for flere målestasjoner. Avhengig av hvilken periode som er studert har ofte dette forholdstall mellom to stasjoner variert, og det eksisterer altså ikke et entydig forhold.

For øvre Glomma tas det utgangspunkt i midlere flom beregnet for den drøyt 60 år lange serien for Barkaldfoss, 101.0 l/s*km^2. Midlere flom ved Kveberg bru, som ligger litt oppstrøms Barkaldfoss, er noe mindre enn midlere flom ved Barkaldfoss, både i hele stasjonens observasjonsperiode og i fellesperioder. Det virker noe urimelig at spesifikk flom skal øke med noe økende areal, og en velger derfor å benytte samme midlere flom for Glomma nedstrøms samløpet med Folla, dvs. like oppstrøms Kveberg bru, som ved Barkaldfoss. Lenger opp i hovedelven ligger Auma, som også har en lang observasjonsserie. Midlere flom er her, både i hele observasjonsperioden og i fellesperioder, noe mindre enn ved Barkaldfoss, og 100 l/s*km^2 anslås som representativ verdi. Øverst i vassdraget, ved Glåmos bru, er midlere flom enda noe lavere, 93.4 l/s*km^2, hvilket beror på den store flomdempningen i Aursunden. Middelflommen øker noe fra Aursunden og nedover vassdraget, hvilket flomverdien ved Hummelvoll antyder, men antas etter hvert bli avtagende med økende feltareal. Ut fra dette anslås flomverdiene i øvre Glomma å være 101 l/s*km^2 ved Stortela, for deretter å minke til 100 l/s*km^2 ved Auma og 99 l/s*km^2 ved samløpet med Folla.

Målestasjonen Dølplass i Folla er ofte påvirket av profilforandring slik at vannføringskurven gjentatte ganger er forandret. Det er derfor en hel del usikkerhet knyttet til flomdata fra denne stasjonen. Ved sammenlikning med flomdata fra stasjoner i hovedelven har forholdet mellom spesifikk midlere flom variert. I noen perioder har Dølplass hatt over 15 l/s*km^2 større midlere flom, i andre perioder omtrent lik midlere flom som stasjoner i hovedelven. Dette kan ha sammenheng med de hyppige forandringene av vannføringskurven for Dølplass. Flomverdiene for nedre Folla anslås til ca. 112 l/s*km^2 ved Dølplass, for så å minke til 109 l/s*km^2 ved samløpet med Glomma. I øvre Folla anslås midlere flom å avta nedover vassdraget fra Vålåsjø med 143 l/s*km^2 til 112 l/s*km^2 nedstrøms samløpet med Grimsi. Dette er noe høyere enn den observerte midlere flommen for den forholdsvis korte serien ved Ryfetten et stykke nedstrøms Grimsi.

For Glomma mellom samløpet med Folla og samløpet med Rena tas det utgangspunkt i midlere flom beregnet for Barkaldsfoss, 101.0 l/s*km^2, og for Stai, 102.1 l/s*km^2. Økningen i spesifikk midlere flom ned til Stai skyldes et forholdsvis stort bidrag fra Atna. Midlere flom anslås å minke fra ca. 103 l/s*km^2 oppstrøms Koppang til 102 l/s*km^2 i Glomma oppstrøms Rena. Ved samløpet med Imsa antas spesifikk midlere flom øke noe. Verdien for Glomma ved samløpet med Rena er basert på en beregning av forskjellen i vannføring mellom målestasjonene Rena og Løpet kraftstasjon i felles observasjonsperiode.

Flomdata for målestasjonene Tysla og Unsetåa i øvre delen av Rendalen viser stor forskjell i spesifikk midlere flom, nesten dobbelt så stor flom i Unsetåa. Ved bruk av regionale flomformler basert på feltparametrer blir resultatet for Unsetåa rimelig lik den observerte middelflommen, som derfor antas å være rimelig og benyttes i beregningene. For Tysla ga flomformlene omtrent samme verdi som for Unsetåa, men her vurderes vannføringskurven å være rimelig god på høye vannføringer, største vannføringsmåling er over midlere flom. Det velges også her å benytte observert midlere flom i beregningene. Forskjellen i spesifikke flomverdier kan skyldes forskjell i de to feltenes topografi. Tysla ligger i et dalføre med bratte sider og snøsmeltingen finner sted gradvis, slik at store deler av feltet kan være snøbart når smeltingen er mest intens i fjellet. I Unsetåas felt er det derimot store

fjellområder med relativt liten høydeforskjell, hvor snøsmeltingen skjer samtidig og derfor forårsaker intens flom.

En vannføringsserie for Nord-Rena nedenfor samløpet mellom Tysla og Unsetåa er konstruert ut fra data fra de to målestasjonene i sideelvene. Midlere flom for den serien ble 144 l/s*km^2, hvilket antas å være representativt. Spesifikk midlere flom antas å minke jevnt nedover vassdraget til Lomnessjøen, hvor midlere flom for den lange serien ved målestasjonen er 120.5 l/s*km^2. Det forutsettes da at det ikke er overføring fra Glomma. Midlere flom antas å minke videre til 115 l/s*km^2 ved innløpet til Storsjøen.

Flomdata for Mistra bru anses som usikre, de gir en meget høy midlere flom. Vannføringskurven har en meget høy eksponent som påvirker flomvannføringene. Med regionale flomformler ble midlere flom beregnet til 175 l/s*km^2, hvilket er i rimelig samsvar både med Unsetåa og med Ossjøens tilløp. Ossjøens tilløp er beregnet for perioden etter 1942, basert på målestasjonene i Søre Osa og i Ossjøen, og på driftsvannføringen i Osa kraftverk etter 1981.

I Sør-Rena antas midlere flom minke fra Storsjøens utløp, hvor observert middelflom for den lange serien ved Storsjøen benyttes, 86.5 l/s*km^2, til samløpet med Julussa, 83.3 l/s*km^2 som er midlere flom ved Løpet kraftstasjon, og videre til 82.0 l/s*km^2 i Rena ved samløpet med Glomma.

For Glomma nedstrøms samløpet med Rena tas det utgangspunkt i flomverdiene for Elverum og Nor for den 60 år lange perioden 1937-96, henholdsvis 89.4 og 79.2 l/s*km^2. I felles observasjonsperioder har målestasjonen Rena litt større spesifikk midlere flom enn Elverum, og verdien 89.5 l/s*km^2 antas være representativ. Midlere flom antas øke noe ved samløpet med Åsta for deretter å avta jevnt ned til samløpet med Flisa. Spesifikk midlere flom før og etter samløpet med Flisa er beregnet ut fra en konstruert serie basert på data fra målestasjonene Elverum og Knappom, hvor Elverumdata er korrigert noe for å representere Glomma ved samløpet med Flisa. Fra nedstrøms Flisa, med midlere flom på 82.7 l/s*km^2, minker spesifikk midlere flom nedover vassdraget til 79.2 l/s*km^2 ved Nor og 70.1 l/s*km^2 ved Funnefoss. Verdien for Funnefoss er basert på sammenligning i fellesperioder mellom Nor og Skarnes, som antyder en forskjell på ca. 8.5 l/s*km^2. Midlere flomvannføring i m^3/s minker på deler av strekningen fra Flisa til Funnefoss. Det beror på flomdempning på elvestrekningen gjennom Solør og på grunn av vanntap i Vingersjøen og Storsjøen i Odalen.

For Flisa antas den spesifikke midlere flommen for Knappom, 110.9 l/s*km^2, å være representativ. For Imsa og Åsta er regionale flomformler benyttet for beregning av spesifikk midlere flom, og ga til resultat hhv. 211 og 196 l/s*km^2.

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannstander i Vingersjøen, som har observasjoner i periodene 1911-26 og 1938-86. I den første perioden er vannstandene påvirket av de store flommene før vassdraget var utbygget i særlig grad. Analysen baseres derfor på data fra perioden fra og med 1938.

Anslåtte flomvannføringer er vist i tabell 5. Ved anslag av spesifikke middelflomverdier er det lagt vekt i tillegg på data fra noen sentrale målestasjoner, også på å få en rimelig forandring nedover vassdraget, dvs. bidraget fra lokalfeltet mellom to punkter i elvestrekningen skal være av en rimelig størrelsesorden. I tabell 5 er også dette bidrag vist, beregnet som forskjell mellom midlere flomvannføring for et punkt og for ovenforliggende punkt, dividert på lokalfeltets areal. Nedbørfeltenes areal er beregnet av Seksjon for Geoinformasjon (HG).

Tabell 5. Anslåtte verdier for midlere flom (Q_M), døgnmiddel.

Punkt i vassdraget	Feltareal	Q_M	Q_M	Bidrag fra lokalfelt

	km^2	$l/s*km^2$	m^3/s	$l/s*km^2$
Glomma nedstrøms samløpet med Stortela.	2789	101.0	281.7	101
Glomma oppstrøms samløpet med Tunna.	2888	101.0	291.7	101
Glomma nedstrøms samløpet med Tunna.	3551	101.0	358.7	101
Glomma nedstrøms samløpet med Auma.	3708	100.0	370.8	77
Glomma nedstrøms samløpet med Sivilla.	3857	99.2	382.6	79
Glomma nedstrøms utløpet fra Savalen kraftverk	3863	99.18	383.1	86
Glomma oppstrøms samløpet med Folla.	3917	99.0	387.8	86
Folla nedstrøms samløpet med Kvita.	365	129.0	47.1	129
Folla nedstrøms samløpet med Depla.	412	126.0	51.9	103
Folla ved Straumhaug.	509	121.0	61.6	100
Folla oppstrøms samløpet med Grimsi.	648	112.0	72.6	79
Folla nedstrøms samløpet med Grimsi.	1188	112.0	133.1	112
Folla oppstrøms samløpet med Sølna.	2133	111.0	236.8	110
Folla oppstrøms samløpet med Glomma.	2436	109.0	265.5	95
Glomma nedstrøms samløpet med Folla.	6353	101.0	641.7	104
Glomma oppstrøms samløpet med Tresa/Rokka.	8629	102.9	887.9	108
Glomma oppstrøms samløpet med Trya.	8773	102.8	901.9	97
Glomma nedstrøms samløpet med Trya.	8852	102.7	909.1	92
Glomma oppstrøms samløpet med Imsa.	8964	102.1	915.2	55
Glomma nedstrøms samløpet med Imsa.	9466	102.9	974.1	117
Glomma nedstrøms samløpet med Neta.	9695	102.6	994.7	90
Imsa oppstrøms samløpet med Glomma.	502	211.0	105.9	211
Glomma oppstrøms samløpet med Rena.	10228	102.0	1043.3	91
Tysla oppstrøms samløpet med Unnsetåa.	232	97.0	22.5	97
Unnsetåa oppstrøms samløpet med Tysla.	627	171.9	107.8	172
Rena nedstrøms samløpet Tysla og Unnsetåa.	859	144.0	123.7	
Rena oppstrøms overføringen fra Høyegga.	1024	132.0	135.2	70
Rena ved innløpet til Lomnessjøen.	1104	127.0	140.2	63
Rena ved utløpet av Lomnessjøen.	1168	120.5	140.7	8
Rena oppstrøms samløpet med Mistra.	1199	118.5	142.1	43
Mistra oppstrøms samløpet med Rena.	554	175.0	97.0	175
Rena ved innløpet til Storsjøen.	1753	115.0	201.6	107
Rena ved utløpet av Storsjøen	2291	86.5	198.2	
Rena oppstrøms samløpet med Julussa.	3865	83.3	322.0	79
Rena oppstrøms samløpet med Glomma.	4182	82.0	342.9	66
Glomma nedstrøms samløpet med Rena.	14410	89.5	1289.7	59
Åsta oppstrøms samløpet med Glomma.	661	196.0	129.6	196
Glomma nedstrøms samløpet med Åsta.	15106	90.5	1367.1	111
Glomma oppstrøms samløpet med Øksna.	15240	90.0	1371.6	34
Glomma nedstrøms samløpet med Øksna.	15302	89.85	1374.9	53
Glomma ved Strandfossen.	15409	89.47	1378.6	35
Glomma ved Skjefstadfoss.	15536	89.0	1382.7	32
Glomma ved Braskereidfoss.	15993	87.3	1396.2	30
Glomma oppstrøms samløpet med Flisa.	16353	86.0	1406.4	28
Flisa oppstrøms samløpet med Glomma.	1667	110.9	184.9	111
Glomma nedstrøms samløpet med Flisa.	18020	82.7	1490.3	50
Glomma ved Nor	18638	79.2	1476.1	-23
Glomma ved Norsfossen.	18940	78.4	1484.9	29
Glomma ved Kongsvinger kraftverk.	19285	76.2	1469.5	-45
Glomma oppstrøms samløpet med Oppstadåa.	19492	75.4	1469.7	1
Glomma ved Skarnes	20298	70.7	1435.1	-43
Glomma ved Funnefoss.	20491	70.1	1436.4	7

Midlere flomvannstand i Vingersjøen er 4.79 m på den lokale skalaen, hvilket tilsvarer 145.75 i SK-høyde og 145.49 i NVEs gamle høydegrunnlag.

Spesifikk midlere flom varierer lite i øvre del av Glomma. Den er vurdert å være mellom ca. 99 og ca. 103 $l/s*km^2$ i Glomma oppstrøms Rena. Nedenfor Glommas samløp med Rena minker den raskt til ca.

90 l/s*km^2 for deretter i stort sett reduseres nedover vassdraget til Vorma. De mindre sidevassdragene har adskillig større spesifikke middelflomverdier. Særlig store er de i Glommas sidevassdrag fra vest, men også i Renas sidevassdrag fra øst. Rena nedenfor Storsjøen har omtrent samme flomverdier som Glomma nedstrøms Rena. Bidragene fra sidevassdragene ved flommer med store gjentaksintervall i Glomma er en hel del mindre enn flom med samme gjentaksintervall i sidevassdraget. Dette skyldes selvfølgelig at flommen i sidevassdragene har nådd hovedelven lenge før flommen fra øvre deler av hovedelven har nådd samløpet. Det er derfor antatt at sidevassdrag langt ned i hovedvassdraget bidrar relativt sett mindre til flommen i hovedelven enn sidevassdrag langt oppe i hovedvassdraget. Denne forutsetning er lagt til grunn for å anslå spesifikk midlere flom nedover vassdraget. Et annet faktum er at det ikke er gitt at flom med et bestemt gjentaksintervall opptrer, verken samme år både i sidevassdraget og i hovedelven, eller til samme tidspunkt. Flommene i Flisa opptrer for eksempel vanligvis noen uker før flommene i hovedelven.

I tabell 5 ser vi at noen av sidevassdragene, eller lokalfeltene, lengst oppe i hovedelven bidrar med rundt 100 l/s*km^2, mens enkelte mindre felt bare bidrar med rundt 80 l/s*km^2. Noen av sideelvene lenger nedstrøms, fremst Atna, Imsa og Åsta, bidrar ganske mye, med over 100 l/s*km^2, mens de små lokalfeltene bidrar ganske lite, særlig de nedstrøms Rena, med 30-40 l/s*km^2. Samme forhold gjelder i prinsippet for Folla og Rena. Spesielt kan nevnes at bidraget fra lokalfeltet i Koppangområdet, eller rettere vannføringsøkningen i Glomma på strekningen fra Trya til Imsa, antas å være relativt lite på grunn av dempningseffekter i hovedelven. Samme forhold gjelder for Lomnessjøen, hvor bidraget fra lokalfeltet antas jevnes ut av dempningen i selve innsjøen.

Ved samløpet mellom Glomma og Rena er bidraget fra Rena regnet som forholdsvis lite, men det er under forutsetning at flom med samme gjentaksintervall opptrer i Glomma oppstrøms og nedstrøms Rena samtidig. Flom nedstrøms samløpet kan forårsakes av en annen kombinasjon av flommer i Glomma og Rena, og Renas bidrag kan da være relativt større.

5. BEREGNEDE FLOMDATA FOR GLOMMAVASSDRAGET

5.1 Døgnmiddelflommer

Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år skal beregnes for drøyt 50 punkter i Glommavassdraget oppstrøms Vorma. Tabell 5, med anslåtte middelflomverdier, Q_M, og tabell 4, med anslåtte forholdstall for Q_T/Q_M, danner grunnlag for beregning av flomvannføringer, døgnmidler. Resultatet er vist i tabell 6.

Tabell 6. Flomvannføringer, døgnmidler

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Q_T/Q_M		1.41	1.58	1.80	1.96	2.12	2.33
Glomma nedstrøms Stortela	281.7	397	445	507	552	597	656
Glomma oppstrøms Tunna	291.7	411	461	525	572	618	680
Glomma nedstrøms Tunna	358.7	506	567	646	703	760	836
Glomma nedstrøms Auma	370.8	523	586	667	727	786	864
Glomma nedstrøms Sivilla	382.6	539	605	689	750	811	891
Glomma nedstrøms Savalen kraftverk	383.1	540	605	690	751	812	893
Glomma oppstrøms Folla	387.8	547	613	698	760	822	904
Q_T/Q_M		1.45	1.66	1.94	2.16	2.39	2.70
Folla nedstrøms Kvita	47.1	68	78	91	102	113	127
Folla nedstrøms Depla	51.9	75	86	101	112	124	140
Folla ved Straumhaug	61.6	89	102	119	133	147	166
Folla oppstrøms Grimsi	72.6	105	120	141	157	173	196
Folla nedstrøms Grimsi	133.1	193	221	258	287	318	359

Q_T/Q_M		1.41	1.58	1.80	1.96	2.12	2.33
Folla oppstrøms Sølna	236.8	334	374	426	464	502	552
Folla oppstrøms Glomma	265.5	374	420	478	520	563	619
Glomma nedstrøms Folla	641.7	905	1014	1155	1258	1360	1495
Q_T/Q_M		1.42	1.61	1.86	2.05	2.25	2.51
Glomma oppstrøms Tresa/Rokka	887.9	1261	1430	1652	1820	1998	2229
Glomma oppstrøms Trya	901.9	1281	1452	1677	1849	2029	2264
Glomma nedstrøms Trya	909.1	1291	1464	1691	1864	2045	2282
Glomma oppstrøms Imsa	915.2	1300	1474	1702	1876	2059	2297
Glomma nedstrøms Imsa	974.1	1383	1568	1812	1997	2192	2445
Glomma oppstrøms Neta	994.7	1412	1601	1850	2039	2238	2497
Glomma oppstrøms Rena	1043.3	1481	1680	1940	2139	2347	2619
Q_T/Q_M		1.50	1.74	2.08	2.35	2.63	3.02
Tysla oppstrøms Unnsetåa	22.5	34	39	47	53	59	68
Unnsetåa oppstrøms Tysla	107.8	162	188	224	253	283	325
Rena nedstrøms Tysla/Unnsetåa	123.7	186	215	257	291	325	374
Rena oppstrøms Rendalen kraftverk	135.2	203	235	281	318	355	408
Rena ved innløpet til Lomnessjøen	140.2	210	244	292	329	369	423
Rena ved utløpet av Lomnessjøen	140.7	211	245	293	331	370	425
Rena oppstrøms Mistra	142.1	213	247	296	334	374	429
Mistra oppstrøms Rena	97.0	145	169	202	228	255	293
Rena ved innløpet til Storsjøen	201.6	302	351	419	474	530	609
Q_T/Q_M		1.38	1.56	1.80	1.99	2.18	2.45
Rena ved utløpet av Storsjøen	198.2	273	309	357	394	432	486
Rena oppstrøms Julussa	322.0	444	502	580	641	702	789
Rena oppstrøms Glomma	342.9	473	535	617	682	748	840
Q_T/Q_M		1.45	1.66	1.94	2.16	2.39	2.70
Imsa oppstrøms Glomma	105.9	154	176	205	229	253	286
Åsta oppstrøms Glomma	129.6	179	202	232	257	280	314
Q_T/Q_M		1.38	1.56	1.79	1.98	2.16	2.42
Glomma nedstrøms Rena	1289.7	1780	2012	2309	2554	2786	3121
Glomma nedstrøms Åsta	1367.1	1887	2133	2447	2707	2953	3308
Glomma oppstrøms Øksna	1371.6	1893	2140	2455	2716	2963	3319
Glomma nedstrøms Øksna	1374.9	1897	2145	2461	2722	2970	3327
Glomma ved Strandfossen	1378.6	1903	2151	2468	2730	2978	3336
Glomma ved Skjefstadfoss	1382.7	1908	2157	2475	2738	2987	3346
Glomma ved Braskereidfoss	1396.2	1927	2178	2499	2764	3016	3379
Glomma oppstrøms Flisa	1406.4	1941	2194	2517	2785	3038	3403
Glomma nedstrøms Flisa	1490.3	2057	2325	2668	2951	3219	3606
Glomma ved Nor	1476.1	2037	2303	2642	2923	3188	3572
Glomma ved Norsfossen	1484.9	2049	2316	2658	2940	3207	3593
Glomma ved Kongsvinger kraftverk	1469.5	2028	2292	2630	2910	3174	3556
Glomma oppstrøms Oppstadåa	1469.7	2028	2293	2631	2910	3175	3557
Glomma ved Skarnes	1435.1	1980	2239	2569	2841	3100	3473
Glomma ved Funnefoss	1436.4	1982	2241	2571	2844	3103	3476
Q_T/Q_M		1.50	1.71	1.98	2.18	2.38	2.63
Flisa oppstrøms Glomma	184.9	277	316	366	403	440	486

I tabellen vises hvilke Q_T/Q_M-verdier som er benyttet for de punkter i vassdraget som står nærmest under.

5.2 Kulminasjonsvannføringer

Kulminasjonsvannføringer må anslås ut fra døgnmiddelvannføringene. Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen, særlig i små felt. Forholdstallet minker vanligvis med feltstørrelsen. Ved vårflommer, hvor snøsmeltingen bidrar i meget høy grad, er forholdstallet mindre enn ved høstflommer som er forårsaket først og fremst av regn.

Grunnlaget for å anslå forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring er tynt. I Hydrologisk avdelings database er det begrenset med data med finere tidsoppløsning enn døgn i Glommavassdraget. Anslaget av kulminasjonsvannføringer baseres på data fra noen målestasjoner i Glommavassdraget fra flommen i 1995, se avsnitt 6, og fra data med fin tidsoppløsning fra målestasjoner i nærliggende, sammenlignbare vassdrag.

I øvre del av hovedelven ned til samløpet med Flisa anslås kulminasjonsvannføringen være 3 % større enn døgnmiddelvannføringen, mens fra Flisa og nedover anslås den til 2 % større. Dette var omtrent forholdet i 1995, noe større enn 3 % ved Barkaldfoss og Elverum, og noe mindre enn 2 % ved Norsfoss og Skarnes. Data fra Trysilvassdraget fra noen store flommer viser omtrent samme forhold. Også i Sør-Rena anslås kulminasjonsvannføringen være 3 % større enn døgnmidlet. Usikkerheten i disse anslag betyr lite fordi vannføringene er store.

Målestasjonene 109.9 Risefoss øverst i Driva og 122.11 Eggafoss øverst i Gaula, med nedbørfelt på hhv. 738 og 653 km^2, kan antas å være representative for Glommas sidevassdrag. Kulminasjonsvannføringen ved noen store flommer ved disse stasjoner er 10-30 % større enn døgnmiddelvannføringen. I øvre del av Folla ned til samløpet med Grimsi, i sideelver til Nord-Rena og i mindre sideelver til Glomma anslås kulminasjonsvannføringen være 20 % større enn døgnmidlet. I Nord-Rena anslås den å være 12 % større og i nedre del av Folla 10 % større enn døgnmidlet.

I tabell 7 er beregnede kulminasjonsvannføringer for forskjellige gjentaksintervall presentert. I tabellen vises også hvilket forholdstall for kulminasjonsvannføring/døgnmiddelvannføring som er benyttet for de punkter i vassdraget som står nærmest under.

Tabell 7. Kulminasjonsvannføringer

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Kulminasjon/døgnmiddel	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
Glomma nedstrøms Stortela	290	409	458	522	569	615	676
Glomma oppstrøms Tunna	300	424	475	541	589	637	700
Glomma nedstrøms Tunna	369	521	584	665	724	783	861
Glomma nedstrøms Auma	382	539	603	687	749	810	890
Glomma nedstrøms Sivilla	394	556	623	709	772	835	918
Glomma nedstrøms Savalen kraftverk	395	556	624	710	773	837	919
Glomma oppstrøms Folla	399	563	631	719	783	847	931
Kulminasjon/døgnmiddel	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Folla nedstrøms Kvita	57	82	94	110	122	135	153
Folla nedstrøms Depla	62	90	103	121	135	149	168
Folla ved Straumhaug	74	107	123	143	160	177	200
Folla oppstrøms Grimsi	87	126	145	169	188	208	235
Kulminasjon/døgnmiddel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Folla nedstrøms Grimsi	146	212	243	284	316	350	395
Folla oppstrøms Sølna	260	367	411	469	510	552	607
Folla oppstrøms Glomma	292	412	461	526	572	619	681
Kulminasjon/døgnmiddel	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
Glomma nedstrøms Folla	661	932	1044	1190	1295	1401	1540
Glomma oppstrøms Tresa/Rokka	915	1299	1472	1701	1875	2058	2296

Glomma oppstrøms Trya	929	1319	1496	1728	1904	2090	2332
Glomma nedstrøms Trya	936	1330	1508	1742	1920	2107	2350
Glomma oppstrøms Imsa	943	1339	1518	1753	1932	2121	2366
Glomma nedstrøms Imsa	1003	1425	1615	1866	2057	2257	2518
Glomma oppstrøms Neta	1025	1455	1650	1906	2100	2305	2572
Glomma oppstrøms Rena	1075	1526	1730	1999	2203	2418	2697
Kulminasjon/døgnmiddel	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Tysla oppstrøms Unnsetåa	27	41	47	56	63	71	82
Unnsetåa oppstrøms Tysla	129	194	225	269	304	340	391
Kulminasjon/døgnmiddel	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
Rena nedstrøms Tysla/Unnsetåa	139	208	241	288	326	364	418
Rena oppstrøms Rendalen kraftverk	151	227	263	315	356	398	457
Rena ved innløpet til Lomnessjøen	157	236	273	327	369	413	474
Rena ved utløpet av Lomnessjøen	158	236	274	328	370	415	476
Rena oppstrøms Mistra	159	239	277	331	374	419	481
Kulminasjon/døgnmiddel	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Mistra oppstrøms Rena	116	175	202	242	273	306	351
Kulminasjon/døgnmiddel	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
Rena ved innløpet til Storsjøen	226	339	393	470	531	594	682
Kulminasjon/døgnmiddel	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
Rena ved utløpet av Storsjøen	204	282	318	367	406	445	500
Rena oppstrøms Julussa	332	458	517	597	660	723	812
Rena oppstrøms Glomma	353	487	551	636	703	770	865
Kulminasjon/døgnmiddel	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Imsa oppstrøms Glomma	127	184	211	247	275	304	343
Åsta oppstrøms Glomma	155	215	243	278	308	336	376
Kulminasjon/døgnmiddel	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
Glomma nedstrøms Rena	1328	1833	2072	2378	2630	2869	3215
Glomma nedstrøms Åsta	1408	1943	2197	2521	2788	3042	3408
Glomma oppstrøms Øksna	1413	1950	2204	2529	2797	3052	3419
Glomma nedstrøms Øksna	1416	1954	2209	2535	2804	3059	3427
Glomma ved Strandfossen	1420	1960	2215	2542	2812	3067	3436
Glomma ved Skjefstadfoss	1424	1965	2222	2549	2820	3076	3447
Glomma ved Braskereidfoss	1438	1985	2243	2574	2847	3106	3480
Glomma oppstrøms Flisa	1449	1999	2260	2593	2868	3129	3505
Kulminasjon/døgnmiddel	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Glomma nedstrøms Flisa	1520	2098	2371	2721	3010	3283	3679
Glomma ved Nor	1506	2078	2349	2695	2981	3252	3644
Glomma ved Norsfossen	1515	2090	2363	2711	2999	3272	3665
Glomma ved Kongsvinger kraftverk	1499	2068	2338	2683	2968	3238	3627
Glomma oppstrøms Oppstadåa	1499	2069	2339	2683	2968	3238	3628
Glomma ved Skarnes	1464	2020	2283	2620	2898	3162	3542
Glomma ved Funnefoss	1465	2022	2286	2623	2901	3165	3546
Kulminasjon/døgnmiddel	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Flisa oppstrøms Glomma	222	333	379	439	484	528	583

5.3 Innvirkning av reguleringer

Innvirkningen av Aursunden er ivaretatt allerede i beregning av midlere flom, og det er ikke benyttet noen flomfrekvensanalsyer med data fra før Aursunden ble regulert.

Reguleringene i Elgsjø, Fundin og Marsjø antas ha neglisjerbar innvirkning på flomforholdene ved de punkter i vassdraget som inngår i flomsonekartleggingen.

Savalen kraftverk er vanligvis ikke i drift under oppfyllingen av magasinet i mai, men ved litt seine flommer har driftsvannføringen, maksimalt 32 m^3/s, bidratt til vannføringen i Glomma. Ved disse beregninger antas bidraget være 10 m^3/s på strekningen fra utløpskanalen til og med Glomma nedstrøms samløpet med Folla. Lenger ned i Glomma antas bidraget være neglisjerbart.

Overføringen til Rendalen er regnet med i vannføringene for strekningen ned til Glommas samløp med Rena. De beregnede flomverdiene for strekningen nedstrøms overføringspunktet representerer altså forholdet at det ikke er overføring. Ved flomfrekvensanalysen for Lomnessjøen er overføringen ikke medregnet. Ved de fleste flommer i Nord-Rena har det vært overføring, slik at fra Rendalen kraftverk til innløpet i Storsjøen regnes det med et ekstra bidrag på 55 m^3/s, hvilket tilsvarer maksimal driftsvannføring, ved ekstreme flommer.

Ved flomanalysene for Sør-Rena er det ikke gjort noen korreksjoner for reguleringene i Storsjøen og Osensjøen eller for overføringen fra Glomma. Beregnede flomverdier antas derfor å inkludere reguleringenes innvirkning.

Ved flomanalysene for nedre del av Glomma er det heller ikke gjort noen korreksjoner for reguleringene i vassdraget, og beregnede flomverdier antas derfor å ha ivaretatt dette.

5.4 Sammenfallende vannføringer ved samløp

Som nevnt i avsnitt 4.2 er flommene i sideelver ved et gitt gjentaksintervall større enn deres bidrag ved flom med samme gjentaksintervall i hovedelven. Det beror både på at flommer som er forårsaket av samme værsituasjon ikke kulminerer samtidig i tid, det kan være forskjell fra noen timer til noen dager, men også på at flommer med samme gjentaksintervall ikke opptrer samme år i sideelv og hovedelv. Ved samløp er det nødvendig å beregne hvor stor flommen i hovedelven er når flommen i sideelven kulminerer. Dette kan ha betydning for flomvannstandene i nedre delen av sideelven.

Folla og Glommas samløp:
Data fra noen store flommer i felles observasjonsperiode ved Auma i Glomma, Dølplass i Folla og Kveberg bru i Glomma nedstrøms samløpet viser at flommene stort sett kulminerer samme dag ved de tre stasjonene. I noen tilfeller har flommen ved Dølplass kulminert en dag før. Det finnes ikke grunnlag for å anslå når på døgnet flommene kulminerer i forhold til hverandre. Vannføringen i Glomma ved flomkulminasjon i Folla antas å være lik forskjellen mellom kulminasjonsvannføringer i Glomma nedstrøms samløpet og i Folla. Tilsvarende antakelse gjelder for vannføringen i Folla ved flomkulminasjon i Glomma.

Tysla og Unsetåas samløp:
Data fra noen store flommer i felles observasjonsperiode ved målestasjonene Tysla og Unsetåa viser at flommen i Tysla stort sett kulminerer noen dager tidligere enn flommen i Unsetåa. I 1995 kulminerte flommen i Tysla 31. mai, mens flommen i Unsetåa kulminerte 2. juni. Dette gjelder døgnmiddelvannføringer, men det finnes ikke grunnlag for å si noe om kulminasjonsvannføringer. Flommene i Unsetåa er størst og i følge den konstruerte serien for Nord-Rena nedstrøms samløpet, summen av Tysla og Unsetåa, kulminerer Nord-Rena samme dag som Unsetåa. Vannføringen i Tysla ved flomkulminasjon i Unsetåa antas derfor å være lik forskjellen mellom kulminasjonsvannføringer i Nord-Rena nedstrøms samløpet og i Unsetåa. Da flommen i Tysla kulminerte i 1995 var flommen i Unsetåa 3.6 ganger større enn flommen i Tysla. Ved noen mindre flommer har dette forholdstall variert, og vært både større og mindre. Forholdstallet fra 1995 antas gjelde for alle gjentaksintervall, slik at vannføringen i Unsetåa, som da er økende mot en kulminasjon noen dager senere, ved Tyslas kulminasjon anslås til 3.6 ganger Tyslas døgnmiddelvannføring.

Mistra og Nord-Renas samløp:
Data fra noen store flommer i felles observasjonsperiode ved målestasjonene Mistra bru og Lomnessjø viser at flommen i Mistra stort sett kulminerer en dag eller to tidligere enn flommen i Nord-Rena. I

1995 kulminerte de imidlertid samme dag, 2 juni. Dette gjelder døgnmiddelvannføringer, men det finnes ikke grunnlag for å si noe om kulminasjonsvannføringer. Flomdata fra Mistra bru er som tidligere nevnt usikre. Det er derfor ikke mulig å sammenligne flomdata i de to elvene. Ugunstigste situasjon for flomvannstander antas derfor gjelde. Vannføringen i Nord-Rena ved flomkulminasjon i Mistra antas å være lik forskjellen mellom kulminasjonsvannføringer i Nord-Rena nedstrøms samløpet, dvs. ved innløpet til Storsjøen, og i Mistra. Tilsvarende antakelse gjelder for vannføringen i Mistra ved flomkulminasjon i Nord-Rena.

Sør-Rena og Glommas samløp:
Det er ikke noe klart mønster for hvordan flommene i Sør-Rena og i Glomma sammenfaller. I 1995 kulminerte flommen i Sør-Rena 1. juni, dvs. ett døgn før flommen i Glomma. Men flere av de største flommene i Sør-Rena, ved Løpet kraftstasjon, har vært om sommeren og høsten, sannsynligvis mest på grunn av reguleringen i Osensjøen. Det er derfor vanskelig å anslå Glommas vannføring ved flomkulminasjon i Sør-Rena på en sikker måte. Ugunstigste situasjon for flomvannstander antas derfor gjelde. Vannføringen i Glomma ved flomkulminasjon i Sør-Rena antas å være lik forskjellen mellom kulminasjonsvannføringer i Glomma nedstrøms samløpet og i Sør-Rena. Tilsvarende antakelse gjelder for vannføringen i Sør-Rena ved flomkulminasjon i Glomma.

Imsa og Glommas samløp, Åsta og Glommas samløp:
Det foreligger ikke noen sikre data for å anslå hvordan flommene i Imsa og Åsta sammenfaller med flommen i Glomma. I 1995 var det sannsynligvis mindre enn ett døgn mellom flomkulminasjonene. Det er rimelig å anta denne tidsforskjell, dvs. at Imsa og Åsta kulminerer ett døgn før flommen i hovedelven. For å anslå hovedelvens vannføring når Imsa og Åsta kulminerer, beregnes vannføringen ved målestasjonene Stai og Elverum ett døgn før kulminasjonen ved de store flommene i 1966, 1967 og 1995. I gjennomsnitt var døgnmiddelvannføringen dagen før flomkulminasjon ved Stai 87 % og ved Elverum 85 % av kulminasjonsvannføringen. Disse verdier benyttes slik at vannføringen i Glomma ved flomkulminasjon i Imsa antas å være 87 % av maksimal døgnmiddelvannføring i Glomma oppstrøms samløpet ved samme gjentaksintervall på flommen. Vannføringen i Glomma ved flomkulminasjon i Åsta antas å være 85 % av maksimal døgnmiddelvannføring i Glomma nedstrøms samløpet med Rena ved samme gjentaksintervall på flommen.

Flisa og Glommas samløp:
Data fra noen store flommer i felles observasjonsperiode ved målestasjonene Knappom i Flisa og Elverum, og den konstruerte serien for Glomma etter samløpet viser at flommene i Flisa ofte opptrer til andre tidspunkter enn flommene i Glomma. De største flommene i Flisa er gjerne i slutten av april eller første halvpart av mai, mens i Glomma er de et par uker senere. Ved de store flommene i Glomma i 1966, 1967 og 1995 var flommen i Flisa som størst henholdsvis 3, 16 og 26 dager før flommen i Glomma kulminerte. I 1966 var det en stor flom i Flisa, mens i de andre årene var flommen relativt liten. De største flommene i Flisa, i 1937, 1997 og 1986 sammenfalt ikke med noen spesielt store flommer i Glomma. Men flommen i 1966 viser altså at stor flom kan opptre til omtrent samme tidspunkt både i Flisa og Glomma. Det året var vannføringen i Glomma det døgn som Flisa kulminerte 5.6 ganger større enn vannføringen i Flisa. Dette forholdstall antas gjelde for alle gjentaksintervall for flom i Flisa, slik at vannføringen i Glomma, som da er økende mot en kulminasjon noen dager senere, ved Flisas kulminasjon anslås til 5.6 ganger Flisas døgnmiddelvannføring. Til sammenligning nevnes at forholdstallet mellom Q_M i Glomma oppstrøms Flisa og Q_M i Flisa er 7.6, og ved Q_{500} er tilsvarende forholdstall minket til 7.0. Dette gjelder døgnmiddelvannføringer.
Nugguren og Glommas samløp:
Nugguren ligger så å si i samme nivå som Glomma. Tilløpet til Nugguren, 302 km^2, er beregnet ved skalering av observerte vannføringer ved målestasjonen 2.474 Skasåa, 257 km^2, ut fra arealforskjellen. Ved flomvannføringer i Glomma ved Nor er tilløpet til Nugguren beregnet å være i gjennomsnitt 0.7 % av vannføringen i Glomma samme dag. Dette forholdstall antas gjelde for alle gjentaksintervall, og beregningen av Nuggurens tilløp ved flom i Glomma baseres på dette.

Tilløpet til Storsjøen i Odalen:
Tilløpet til Storsjøen, 779 km^2, er beregnet ved skalering av observerte vannføringer ved målestasjonen 2.616 Sagstua, 47.0 km^2. Sagstua ligger i Kuggerudåa, en av tilløpselvene til Storsjøen, og den spesifikke vannføringen ved Sagstua antas være representativ for det totale tilløpet til

Storsjøen. Ved flomvannføringer i Glomma ved Skarnes er tilløpet til Storsjøen beregnet å være i gjennomsnitt 2.1 % av vannføringen i Glomma samme dag. Dette forholdstall antas gjelde for alle gjentaksintervall, og beregningen av Storsjøens tilløp ved flom i Glomma baseres på dette.

5.5 Kulminasjonsvannstander i innsjøer

Flomvannstander for forskjellige gjentaksintervall skal beregnes for Lomnessjøen, Storsjøen i Rendalen, Vingersjøen og Storsjøen i Odalen.

Vannstandene i Lomnessjøen er beregnet ut fra beregnede kulminasjonsvannføringer i utløpet, tillagt driftsvannføring i Rendalen kraftverk, ved bruk av gjeldende vannføringskurve for målestasjonen 2.132 Lomnessjø, som står i vatnet. Kurven er utarbeidet av GLB i desember 1999 og gjelder fra 01.01.1996. Formelen for vannføringskurven er:

$Q = 89.5325 * (H – 254.45)^{1.7121}$ $\quad 254.45 < H < 255.23$
$Q = 77.1060 * (H – 254.45)^{1.1441}$ $\quad 255.23 < H$

Vannstandene i Storsjøen i Rendalen er beregnet ut fra beregnede kulminasjonsvannføringer i utløpet og GLBs kapasitetskurve for dammen. Det er forutsatt at kun segmentløpet er åpent. Dette har en kapasitet ved HRV=251.64 m o.h. på 386 m^3/s, slik at vannføringer mindre enn dette kan avledes uten flomstigning over HRV. Flomdata fra Storsjøen etter 1969, da man gikk over til kotehøyder ved observasjonene, viser at man normalt klarer å holde vannstanden ved eller litt over HRV. Det er kun i 1995 at man hadde en stor flomstigning, til 252.43 m o.h. Vannstandene i og vannføringene ut fra Storsjøen er avhengig av lukemanøvreringen, noe som ikke kan knyttes til gjentaksintervall.

Vingersjøen ligger i omtrent samme nivå som Glomma. Ved store flommer, over ca. 1500 m^3/s, når Vingersjøen et slikt nivå at vann renner over vannskillet i sørenden og ned i Vrangselva. Vannstanden under vårflommen ble observert ved målestasjonen 2.121 Vingersjø inntil 1986. Frekvensanalyse er utført på data siden 1938 og flomvannstander ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet. Som nevnt i avsnitt 4.1 for Elverum og Nor er det sett bort fra eldre data enn fra slutten av 1930-årene. Den lokale skalaen i Vingersjøen er oppgitt til å ha nullnivået på NVE-høyde 140.70 m o.h., hvilket er omregnet å tilsvare 140.96 m o.h. i SK-høyde.

Vannstanden i Storsjøen i Odalen er påvirket av vannstanden i Glomma, og er vanligvis 10-20 cm høyere enn vannstanden ved Skarnes. Ved flom i Glomma strømmer vann gjennom Oppstadåa og inn i Storsjøen. Innstrømningen under flommen i 1995 er beregnet til maksimalt 450 m^3/s (Hegge 1997). Vannføringen og vannstanden kulminerer så å si samtidig i Oppstadåa og Storsjøen som ved Skarnes. Vannføringen er da på retur i Glomma oppstrøms Oppstadåa og lik vannføringen ved Skarnes. I Oppstadåa snur vannføringen, fra å ha strømmet inn i Storsjøen til å strømme ut. Vannstanden er da omtrent den samme på hele strekningen fra Storsjøen gjennom Oppstadåa og til Skarnes. Kulminasjonsvannstandene i Storsjøen beregnes derfor ut fra kulminasjonsvannføringene ved Skarnes og gjeldende vannføringskurve for Skarnes. Kurven er utarbeidet av NVE i februar 1998 og gjelder fra 01.01.1984. Formelen for vannføringskurven for de aktuelle vannføringene er:

$Q = 100.1977 * (H – 128.50)^{1.8761}$ $\quad 131.93 < H < 132.85$
$Q = 178.3229 * (H – 128.50)^{1.4837}$ $\quad 132.85 < H$

Tabell 8. Flomvannstander

	H_M	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}
	m	m	m	m	m	m	m
Lomnessjøen	256.88	257.64	258.00	258.51	258.89	259.30	259.85
Storsjøen i Rendalen	251.64	251.64	251.64	251.64	251.84	252.16	252.62

Vingersjøen, m på lokal skala	4.79	5.81	6.17	6.61	6.92	7.22	7.59
Vingersjøen, SK-høyder	145.75	146.77	147.13	147.57	147.88	148.18	148.55
Storsjøen i Odalen	132.68	133.64	134.08	134.62	135.05	135.44	136.00

5.6 Sammenfatning

I tabellene 9-23 er resultatet av flomberegningen sammenfattet for hvert delprosjekt. Tabell 7 danner grunnlag, men det er også tatt hensyn til innvirkningen av reguleringene som diskutert i avsnitt 5.3, samt hvilke vannføringer som antas sammenfalle ved samløp.

Tabell 9. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_11 Tynset.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma nedstrøms Stortela	**290**	**409**	**458**	**522**	**569**	**615**	**676**
Glomma oppstrøms Tunna	**300**	**424**	**475**	**541**	**589**	**637**	**700**
Glomma nedstrøms Tunna	**369**	**521**	**584**	**665**	**724**	**783**	**861**

Tabell 10. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_10 Auma.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma nedstrøms Auma	**382**	**539**	**603**	**687**	**749**	**810**	**890**
Glomma nedstrøms Sivilla	**394**	**556**	**623**	**709**	**772**	**835**	**918**
Glomma nedstrøms Savalen kr.verk	**405**	**566**	**634**	**720**	**783**	**847**	**929**

Glomma nedstrøms Savalen kraftverk har fått et bidrag på 10 m^3/s ved driftsvannføring.

Tabell 11. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_12 Folldal.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Folla nedstrøms Kvita	**57**	**82**	**94**	**110**	**122**	**135**	**153**
Folla nedstrøms Depla	**62**	**90**	**103**	**121**	**135**	**149**	**168**
Folla ved Straumhaug	**74**	**107**	**123**	**143**	**160**	**177**	**200**
Folla oppstrøms Grimsi	**87**	**126**	**145**	**169**	**188**	**208**	**235**
Folla nedstrøms Grimsi	**146**	**212**	**243**	**284**	**316**	**350**	**395**

Tabell 12. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_9 Alvdal.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Folla oppstrøms Sølna	**260**	**367**	**411**	**469**	**510**	**552**	**607**
Folla oppstrøms Glomma	**292**	**412**	**461**	**526**	**572**	**619**	**681**
Glommas bidrag	379	530	593	674	733	792	869
Glomma oppstrøms Folla	**409**	**573**	**641**	**729**	**793**	**857**	**941**
Follas bidrag	262	369	413	471	512	554	609
Glomma nedstrøms Folla	**671**	**942**	**1054**	**1200**	**1305**	**1411**	**1550**

Glomma oppstrøms og nedstrøms Folla har fått et bidrag på 10 m^3/s ved driftsvannføring fra Savalen kraftverk. I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Glomma eller Folla, har flom med gitt gjentaksintervall.

Tabell 13. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_8 Koppang.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma oppstrøms Tresa/Rokka	**915**	**1299**	**1472**	**1701**	**1875**	**2058**	**2296**
Glomma oppstrøms Trya	**929**	**1319**	**1496**	**1728**	**1904**	**2090**	**2332**
Glomma nedstrøms Trya	**936**	**1330**	**1508**	**1742**	**1920**	**2107**	**2350**
Glomma oppstrøms Imsa	**943**	**1339**	**1518**	**1753**	**1932**	**2121**	**2366**
Glomma nedstrøms Imsa	**1003**	**1425**	**1615**	**1866**	**2057**	**2257**	**2518**
Glomma oppstrøms Neta	**1025**	**1455**	**1650**	**1906**	**2100**	**2305**	**2572**

Tabell 14. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_7 Imsroa.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Imsa oppstrøms Glomma	**127**	**184**	**211**	**247**	**275**	**304**	**343**
Glomma ved Imsas flom	796	1131	1282	1481	1632	1791	1998

I tynn stil står Glommas antatte vannføring oppstrøms Imsa ved flom med gitt gjentaksintervall i Imsa. Summen av vannføringene er drøyt 90 % av flomvannføringen nedstrøms samløpet ved samme gjentaksintervall.

Tabell 15. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_15 Elvål.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Tysla oppstrøms Unnsetåa	**27**	**41**	**47**	**56**	**63**	**71**	**82**
Unnsetåas bidrag	81	122	140	169	191	212	245
Unnsetåa oppstrøms Tysla	**129**	**194**	**225**	**269**	**304**	**340**	**391**
Tyslas bidrag	10	14	16	19	22	24	27

I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Tysla eller Unnsetåa, har flom med gitt gjentaksintervall.

Tabell 16. Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_14 Østamyrene.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Rena nedstrøms Tysla/Unnsetåa	**139**	**208**	**241**	**288**	**326**	**364**	**418**
Rena oppstrøms Rendalen kraftverk	**151**	**227**	**263**	**315**	**356**	**398**	**457**
Rena ved innløpet til Lomnessjøen	**212**	**291**	**328**	**382**	**424**	**468**	**529**
Rena ved utløpet av Lomnessjøen	**213**	**291**	**329**	**383**	**425**	**470**	**531**
	H_M	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}
Lomnessjøen (vannstand)	**256.88**	**257.64**	**258.00**	**258.51**	**258.89**	**259.30**	**259.85**

Rena ved innløpet og utløpet av Lomnessjøen har fått et bidrag på 55 m^3/s ved driftsvannføring fra Rendalen kraftverk, dvs. overføring fra Glomma ved Høyegga. Vannstandene i Lomnessjøen er beregnet ut fra vannføringene i utløpet og gjeldende vannføringskurve.

Tabell 17. Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_13 Åkrestrømmen.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Rena oppstrøms Mistra	**214**	**294**	**332**	**386**	**429**	**474**	**536**
Mistras bidrag	67	100	116	139	157	175	201
Mistra oppstrøms Rena	**116**	**175**	**202**	**242**	**273**	**306**	**351**
Renas bidrag	165	219	246	283	313	343	386
Rena ved innløpet til Storsjøen	**281**	**394**	**448**	**525**	**586**	**649**	**737**
Rena ved utløpet av Storsjøen	**204**	**282**	**318**	**367**	**406**	**445**	**500**
	H_M	**H_{10}**	**H_{20}**	**H_{50}**	**H_{100}**	**H_{200}**	**H_{500}**
Storsjøen i Rendalen (vannstand)	**251.64**	**251.64**	**251.64**	**251.64**	**251.84**	**252.16**	**252.62**

Rena oppstrøms Mistra og ved innløpet til Storsjøen har fått et bidrag på 55 m^3/s ved driftsvannføring fra Rendalen kraftverk, dvs. overføring fra Glomma ved Høyegga. I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Rena eller Mistra, har flom med gitt gjentaksintervall. Vannstandene i Storsjøen er beregnet ut fra vannføringene i utløpet og GLBs kapasitetskurve med åpen segmentluke.

Tabell 18. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_6 Rena tettsted.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Rena oppstrøms Julussa	**332**	**458**	**517**	**597**	**660**	**723**	**812**
Rena oppstrøms Glomma	**353**	**487**	**551**	**636**	**703**	**770**	**865**
Glommas bidrag	975	1346	1521	1742	1927	2099	2350
Glomma oppstrøms Rena	**1075**	**1526**	**1730**	**1999**	**2203**	**2418**	**2697**
Renas bidrag	253	307	342	379	427	451	518
Glomma nedstrøms Rena	**1328**	**1833**	**2072**	**2378**	**2630**	**2869**	**3215**
Åsta oppstrøms Glomma	**155**	**215**	**243**	**278**	**308**	**336**	**376**
Glomma ved Åstas flom	1097	1513	1710	1963	2171	2368	2653
Glomma nedstrøms Åsta	**1408**	**1943**	**2197**	**2521**	**2788**	**3042**	**3408**

I tynn stil står sideelvens bidrag ved samløp når hovedelven, enten Glomma eller Rena, har flom med gitt gjentaksintervall. I tynn stil står også Glommas antatte vannføring oppstrøms Åsta ved flom med gitt gjentaksintervall i Åsta. Summen av disse vannføringene i Glomma og Åsta er knapt 90 % av flomvannføringen nedstrøms samløpet ved samme gjentaksintervall.

Tabell 19. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_5 Øksna.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
Glomma oppstrøms Øksna	**1413**	**1950**	**2204**	**2529**	**2797**	**3052**	**3419**
Glomma nedstrøms Øksna	**1416**	**1954**	**2209**	**2535**	**2804**	**3059**	**3427**

Tabell 20. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_4 Elverum.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}

	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma ved Strandfossen	**1420**	**1960**	**2215**	**2542**	**2812**	**3067**	**3436**
Glomma ved Skjefstadfoss	**1424**	**1965**	**2222**	**2549**	**2820**	**3076**	**3447**
Glomma ved Braskereidfoss	**1438**	**1985**	**2243**	**2574**	**2847**	**3106**	**3480**

Tabell 21. Kulminasjonsvannføringer i delprosjekt fs 002_3 Flisa/Kirkenær.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma oppstrøms Flisa	**1449**	**1999**	**2260**	**2593**	**2868**	**3129**	**3505**
Flisa oppstrøms Glomma	**222**	**333**	**379**	**439**	**484**	**528**	**583**
Glomma ved Flisas flom	1036	1551	1770	2050	2257	2464	2722
Glomma nedstrøms Flisa	**1520**	**2098**	**2371**	**2721**	**3010**	**3283**	**3679**
Glomma ved Nor	**1506**	**2078**	**2349**	**2695**	**2981**	**3252**	**3644**
Tilløpet til Nugguren	10.5	14.5	16.4	18.9	20.9	22.8	25.5
Glomma ved Norsfossen	**1515**	**2090**	**2363**	**2711**	**2999**	**3272**	**3665**

I tynn stil står Glommas antatte vannføring oppstrøms Flisa ved flom med gitt gjentaksintervall i Flisa. Summen av vannføringene er 83-90 % av flomvannføringen nedstrøms samløpet ved samme gjentaksintervall. I tynn stil står også tilløpet til Nugguren ved flom med gitt gjentaksintervall i Glomma.

Tabell 22. Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_2 Kongsvinger.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma ved Kongsvinger kraftverk	**1499**	**2068**	**2338**	**2683**	**2968**	**3238**	**3627**
	H_M	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}
Vingersjøen (vannstand)	**145.75**	**146.77**	**147.13**	**147.57**	**147.88**	**148.18**	**148.55**

Tabell 23. Kulminasjonsvannføringer og -vannstander i delprosjekt fs 002_1 Skarnes.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Glomma oppstrøms Oppstadåa	**1499**	**2069**	**2339**	**2683**	**2968**	**3238**	**3628**
Tilløpet til Storsjøen	31	42	48	55	61	66	74
Glomma ved Skarnes	**1464**	**2020**	**2283**	**2620**	**2898**	**3162**	**3542**
Glomma ved Funnefoss	**1465**	**2022**	**2286**	**2623**	**2901**	**3165**	**3546**
	H_M	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}
Storsjøen i Odalen (vannstand)	**132.68**	**133.64**	**134.08**	**134.62**	**135.05**	**135.44**	**136.00**

I tynn stil står tilløpet til Storsjøen ved flom med gitt gjentaksintervall i Glomma.

6. KALIBRERINGSDATA

Til kalibrering av hydraulisk modell for de forskjellige strekningene i Glommavassdraget skal flomdata fra 1995 legges til grunn. Det er derfor nødvendig å anslå kulminasjonsvannføringen under denne flommen for alle punkter i vassdraget. Kjell Hegge laget en rapport om flommen i 1995 for Glommens og Laagens Brukseierforening i 1997. Data fra denne rapporten og flomdata i Hydrologisk avdelings database danner grunnlag for anslag av kulminasjonsvannføringer. Tabell 24 viser dato, døgnmiddelvannføring og kulminasjonsvannføring for målestasjonene og anslåtte kulminasjonsvann-føringer for øvrige punkter i vassdraget. Observasjoner er markert med fet stil, mens anslåtte verdier er markert med finere stil. Kulminasjonsvannføringer er i de fleste tilfeller anslått i spesifikke verdier og deretter omregnet til vannføring, slik at tallene kan se nøyaktigere ut enn de virkelig er.

Tabell 24. Vannføringer under flommen i 1995.

Punkt i vassdraget	Feltareal	Dato	Døgnmiddel	Kulminasjons-vannføring
	km^2		m^3/s	m^3/s
2.269 Hummelvoll.	2411	2. juni	**474**	488
Glomma nedstrøms samløpet med Stortela.	2789			575
Glomma oppstrøms samløpet med Tunna.	2888			598
Glomma nedstrøms samløpet med Tunna.	3551			806
Glomma nedstrøms samløpet med Auma.	3708			842
Glomma nedstrøms samløpet med Sivilla.	3857			852
Glomma nedstrøms utløpet fra Savalen kraftverk	3863			861
Glomma oppstrøms samløpet med Folla.	3917			872
2.607 Vålåsjø.	127	2. juni	**36**	43
Folla nedstrøms samløpet med Kvita.	365			112
Folla nedstrøms samløpet med Depla.	412			123
Folla ved Straumhaug.	509			146
Folla oppstrøms samløpet med Grimsi.	648			172
Folla nedstrøms samløpet med Grimsi.	1188			291
2.129 Dølplass.	2007	2. juni	**392**	431
Folla oppstrøms samløpet med Sølna.	2133			463
Folla oppstrøms samløpet med Glomma.	2436			570
Glomma nedstrøms samløpet med Folla.	6353			1442
2.227 Barkaldfoss.	6605	2. juni	**1455**	**1514**
Glomma oppstrøms samløpet med Tresa/Rokka.	8629			2002
Glomma oppstrøms samløpet med Trya.	8773			2018
Glomma nedstrøms samløpet med Trya.	8852			2036
2.117 Stai.	8943	2. juni	**1935**	**2000**
Glomma oppstrøms samløpet med Imsa.	8964			2001
Imsa oppstrøms samløpet med Glomma.	502			271
Glomma nedstrøms samløpet med Imsa.	9466			2272
Glomma nedstrøms samløpet med Neta.	9695			2346
Glomma oppstrøms samløpet med Rena.	10228			2537
2.135 Tysla.	230	31. mai	**67**	80
Tysla oppstrøms samløpet med Unnsetåa.	232			80
2.265 Unsetåa.	620	2. juni	**323**	388
Unnsetåa oppstrøms samløpet med Tysla.	627			388
Tysla+Unsetåa.	859	2. juni	**356**	
Rena nedstrøms samløpet Tysla og Unnsetåa.	859			399
Rena oppstrøms overføringen fra Høyegga.	1024			379
Rena ved innløpet til Lomnessjøen.	1104			386
2.132 Lomnessjø.	1168	2. juni	**332**	372
Rena ved utløpet av Lomnessjøen.	1168			372
Rena oppstrøms samløpet med Mistra.	1199			375
Mistra oppstrøms samløpet med Rena.	554			203
Rena ved innløpet til Storsjøen.	1753			578
Tilløpet til Storsjøen.	2291	2. juni	**563**	630
Rena ved utløpet av Storsjøen.	2291			483
2.611 Storsjøen ndf. –Øra.	2353	1. juni	**430**	**486**
2.344 Løpet kraftstasjon.	3865	1. juni	**663**	683
Rena oppstrøms samløpet med Julussa.	3865			683
Rena oppstrøms samløpet med Glomma.	4182			740
Glomma nedstrøms samløpet med Rena.	14410			2954
Åsta oppstrøms samløpet med Glomma.	661			400
Glomma nedstrøms samløpet med Åsta.	15106			3354
Glomma oppstrøms samløpet med Øksna.	15240			3353
Glomma nedstrøms samløpet med Øksna.	15302			3351

2.441 Strandfossen kraftstasjon	15409	2. juni	**3272**	
Glomma ved Strandfossen.	15409			3351
2.604 Elverum.	15428	2. juni	**3140**	**3350**
2.442 Skjefstadfoss kraftstasjon	15536	3. juni	**3100**	
Glomma ved Skjefstadfoss.	15536			3350
Glomma ved Braskereidfoss.	15993			3279
Glomma oppstrøms samløpet med Flisa.	16353			3271
2.142 Knappom.	1625	3. juni	**131**	**137**
Flisa oppstrøms samløpet med Glomma.	1667			140
Glomma nedstrøms samløpet med Flisa.	18020			3406
Glomma ved Nor, 2.2 Nor.	18638	3. juni	**3223**	**3290**
Glomma ved Norsfossen, 2.393 Norsfoss.	18940	3. juni	**3177**	**3230**
Glomma ved Kongsvinger kraftverk.	19285			3182
Glomma oppstrøms samløpet med Oppstadåa.	19492			3197
Glomma ved Skarnes. 2.122 Skarnes.	20298	4. juni	**2820**	**2858**
Glomma ved Funnefoss. 2.412 Funnefoss.	20491	4. juni	**2835**	**2880**

Det er stor usikkerhet knyttet til anslåtte kulminasjonsvannføringer på de steder hvor observasjoner ikke foreligger. Men også ved noen av målestasjonene er det ikke helt klarlagt hvor stor vannføringen virkelig var i 1995. Ved de steder der Hegge har oppgitt vannføring i sin rapport fra 1997 er disse benyttet, ellers er data fra Hydrologisk avdelings database benyttet. Data fra spesielt Unsetåa og Mistra bru er meget usikre. De fra Unsetåa er benyttet, mens de fra Mistra bru er det valgt å se bort fra. I Hydrologisk avdelings database er flommen ved Elverum oppgitt til 3000 m^3/s som døgnmiddel, mens Hegge nevner 3140 m^3/s som døgnmiddel for den flommen.

Under flomkulminasjonsdøgnet 2. juni ble det overført 28 m^3/s fra Einunna til Savalen, og Savalen kraftverk var i drift med 9 m^3/s, mens overføringen fra Glomma ved Høyegga til Rendalen var lukket.

7. OBSERVERTE FLOMMER

De største observerte flommene, døgnmiddelverdier, ved noen av målestasjonene i vassdraget med lengst serie er presentert i tabell 25.

Tabell 25. De fem største observerte flommene ved målestasjoner i Glommavassdraget, døgnmiddelverdier.

2.129 Dølplass, periode 1908-1999		2.117 Stai, periode 1908-1997	
486 m^3/s	10. juni 1944	1935 m^3/s	2. juni 1995
423 m^3/s	10. mai 1916	1818 m^3/s	8. mai 1934
418 m^3/s	30. mai 1967	1714 m^3/s	20. mai 1966
392 m^3/s	2. juni 1995	1701 m^3/s	31. mai 1967
386 m^3/s	19. mai 1966	1582 m^3/s	11. mai 1916

2.611 Storsjøen ndf.-Øra, periode 1902-1997		2.604 Elverum, periode 1871-1997	
452 m^3/s	1. juni 1995	3000 m^3/s	2. juni 1995
402 m^3/s	28. mai 1967	2963 m^3/s	8. mai 1934
381 m^3/s	9. mai 1934	2892 m^3/s	11. mai 1916
371 m^3/s	21. mai 1966	2600 m^3/s	20. mai 1966

346 m^3/s	12. mai 1916	2533 m^3/s	31. mai 1967

2.120 Nors bru, periode 1851-1935, og 2.2 Nor, periode 1936-1997

3274 m^3/s	12. mai 1916
3184 m^3/s	3. juni 1995
3152 m^3/s	10. mai 1934
2619 m^3/s	18. mai 1890
2598 m^3/s	25. mai 1887

I tabellen er flommen ved Elverum i 1995 oppført å ha vært 3000 m^3/s. Dette er den verdien som ligger inne i Hydrologisk avdelings database, men det er ikke overensstemmende med hva som Hegge har som verdi i sin rapport, og heller ikke overensstemmende med verdien som er valgt som riktig i avsnitt 6 om kalibreringsdata.

De største observerte flommene på 1900-tallet var i 1916, 1934, 1966, 1967 og 1995. Ved Dølplass mangler observasjoner i 1934. Flommen i 1995 var redusert ved Dølplass på grunn av overføringen til Savalen. Den ville ellers ha vært noe større enn flommen i 1967. Flommen i 1944, som er den største ved Dølplass, var ikke like markert nedover vassdraget.

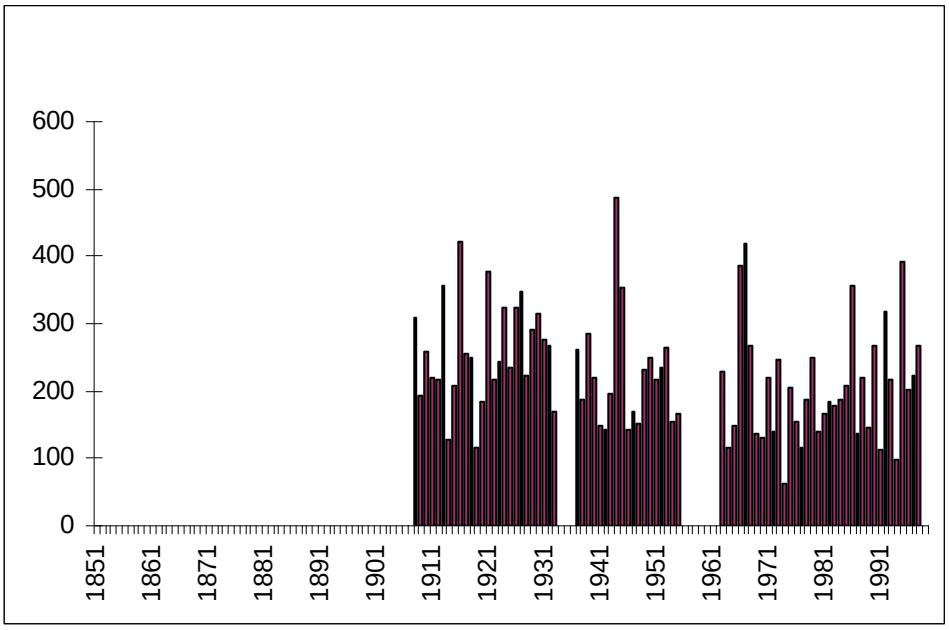
I øvre del av Glomma, oppstrøms samløpet med Folla, er den lengste observasjonsserien fra 2.603 Glåmos bru, fra 1929. Den største observerte flommen her var 1. august 1989 på 172 m^3/s. Lenger ned i vassdraget var den flommen ikke like markert. Den er den femte største ved 2.269 Hummelvoll, som har observasjoner siden 1962. Ved Hummelvoll er 1995-flommen den største observerte, på 474 m^3/s. Andre store flommer her var i 1966 på 381 m^3/s, 1985 på 379 m^3/s og 1992 på 358 m^3/s. Ved 2.116 Auma enda lenger ned i vassdraget, med observasjoner i perioden 1921-1977, er flommene i 1934 og 1944 de klart største, på hhv. 693 og 603 m^3/s.

Hvis man betrakter flomdata fra Elverum som representative for vassdraget, finner man at median flomkulminasjonsdato er 25. mai. I omtrent 90 % av årene har flommen kulminert i mai eller juni. Tidligste kulminasjonsdato er 30. april. Årets største flom har aldri vært i juli, men fem år i august, tre år i september, to år i oktober og ett år i november. Det er bare flommen 15. september 1957 på 1938 m^3/s som kan kalles stor av høstflommene, dvs. større enn ti-årsflom.

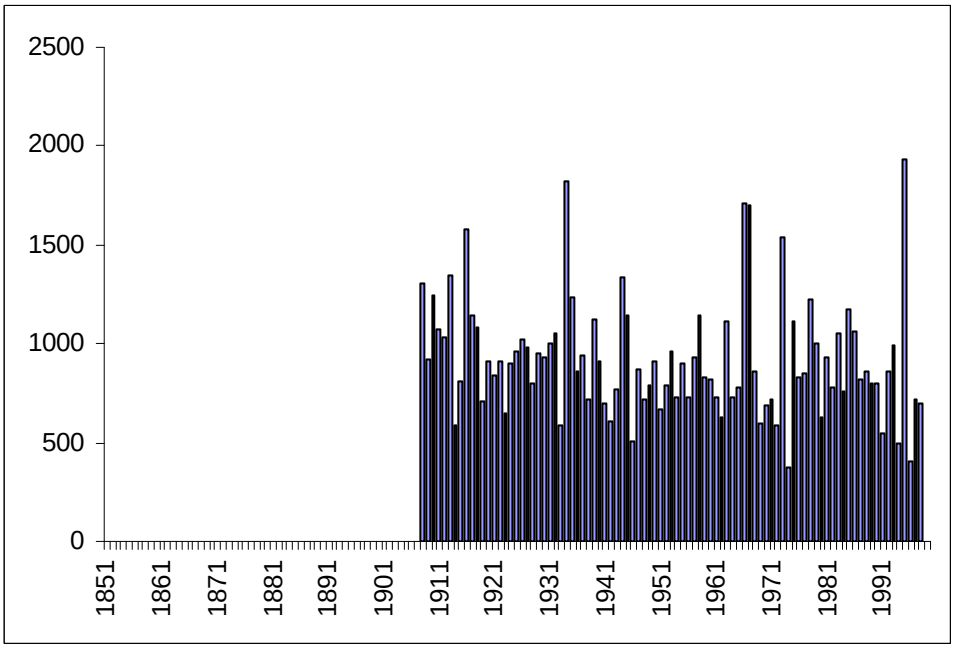
Der reguleringene i vassdraget har stor betydning kan høstflommer være de største, det gjelder særlig Sør-Rena hvor flere av de største flommene har vært så sent som i oktober.

I figurene 10-14 er største årlig flom, døgnmiddelvannføring, vist for noen målestasjoner. Data er hentet fra Hydrologisk avdelings database og overensstemmer ikke helt med data presentert for 1995-flommen i avsnitt 6 for Storsjøen, Elverum og Nor. For Elverum er det beregnet løpende 30-årsmiddel for flomvannføringene, noe som viser at midlere flom har minket på grunn av reguleringene.

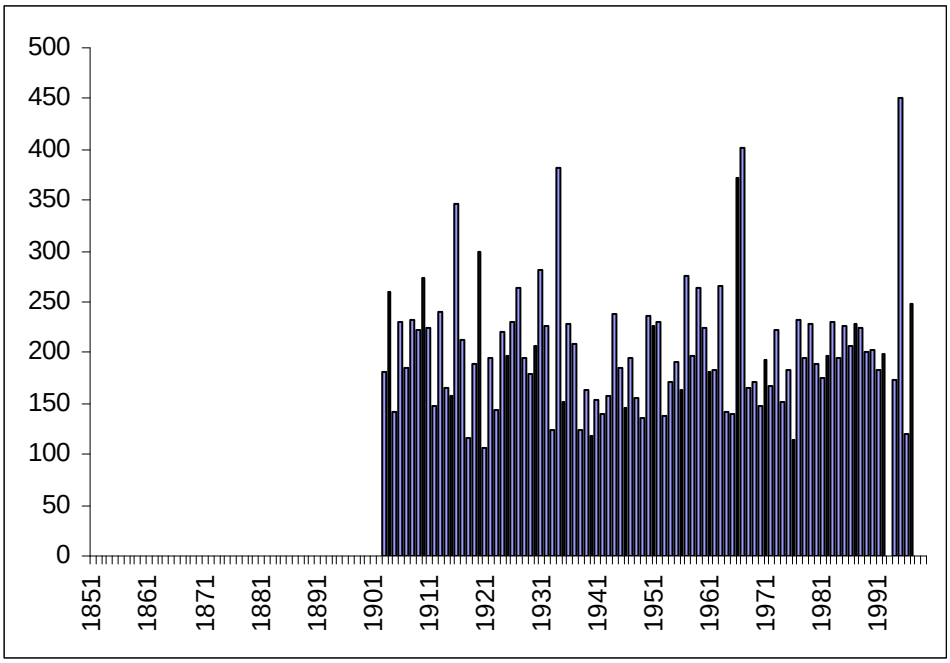
Ved Elverum finnes også en rekke opplysninger om flomvannstander før målestasjonen ble satt i drift (Otnes, 1982). De viser at Stor-Ofsen i 1789 er den klart største flommen som man kjenner til i vassdraget, mens Vesle-Ofsen i 1995 like klart er den nest største. Flommene i 1675, 1717, 1724, 1749, 1773 og 1850 var alle av omtrent samme størrelsesorden som flommen i 1934.



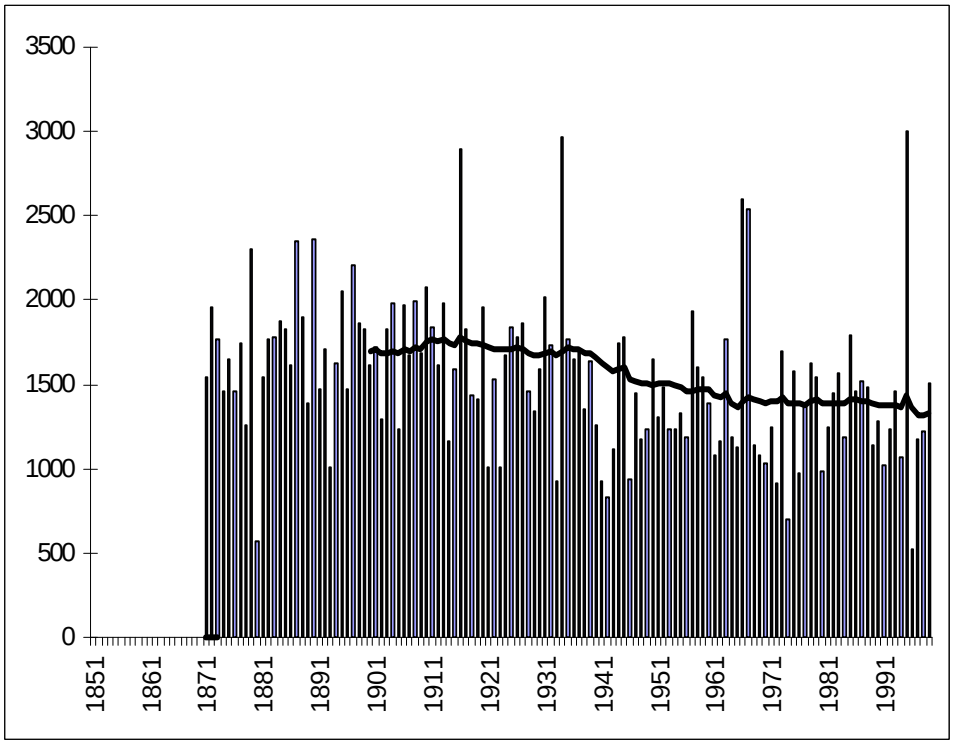
Figur 10. Flomkulminasjoner ved 2.129 Dølplass, døgnmiddel i m^3/s.



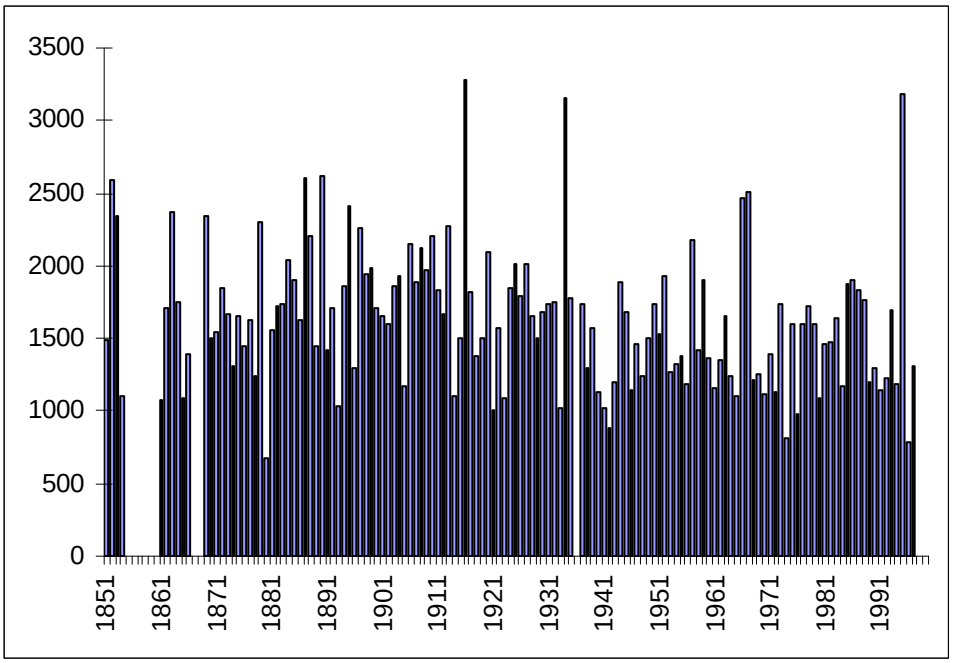
Figur 11. Flomkulminasjoner ved 2.117 Stai, døgnmiddel i m^3/s.



Figur 12. Flomkulminasjoner ved 2.611 Storsjøen ndf.-Øra, døgnmiddel i m^3/s.



Figur 13. Flomkulminasjoner ved 2.604 Elverum, døgnmiddel i m^3/s.



Figur 14. Flomkulminasjoner ved 2.120 Nors bru og 2.2 Nor, døgnmiddel i m^3/s.

8. USIKKERHET

Datagrunnlaget for flomberegning i Glommavassdraget kan karakteriseres som godt. Det foreligger lange observasjonsserier ved et stort antall målestasjoner. Men allikevel er det en hel del usikkerhet knyttet til slike flomberegninger. 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 målinger av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke overalt utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer kan derfor inneholde en stor grad av usikkerhet.

En annen faktor som fører til usikkerhet i data er at Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, fordi høyeste 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn høyeste 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 vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmidlet.

I Glommavassdraget er det få data med fin tidsoppløsning i Hydrologisk avdelings database. Men i store vassdrag er kulminasjonsvannføringen ikke så mye større enn døgnmidlet i prosent, samtidig som det er store vannføringer ved flom, slik at usikkerheten ved beregning av kulminasjonsverdier blir ganske liten i vannføringsverdier. Størst usikkerhet er det ved bestemmelse av kulminasjonsvannføring i små felt.

En usikkerhetskilde i regulerte vassdrag er hvordan reguleringenes innvirkning skal behandles. Fler reguleringer er tatt i bruk opp gjennom årene, slik at flomforholdene forandres til en viss grad, og det kan være vanskelig å bestemme hvilken periode som skal legges til grunn for beregningene. Det er

ønskelig å legge dagens forhold til grunn, men da kan observasjonperiodene bli korte og føre til usikkerhet ved ekstrapolering til store gjentaksintervall.

Det er som nevnt i avsnitt 6 stor usikkerhet knyttet til anslåtte kulminasjonsvannføringer for flommen i 1995. Det beror på at det er få steder man har sikre observasjoner, og i tillegg er beregningene av vannføringene ved målestasjonene usikre på grunn av usikre vannføringskurver ved slike høye vannstander som i 1995.

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 beregning er allikevel at datagrunnlaget er godt, og at beregningen generelt ut fra dette kriterie kan klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse, men at det er strekninger der usikkerheten er større, spesielt nevnes øvre del av Nord-Rena og Mistra.

REFERANSER

Hegge, Kjell, 1997: Vårflommen i Glomma 1995. Glommens og Laagens Brukseierforening.

Otnes, Jakob, 1982: Gamle flommerker langs Glåma. Årbok for Glåmdalen.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2000

Nr. 1 Rune V. Engeset (red.): NOSIT - utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste (77 s)

Nr. 2 Inger Sætrang (red):Statistikk over overføringstariffer (nettleie) i Regional- og distribusjonsnettet 2000 (55 s.)

Nr. 3 Bjarne Kjøllmoen, Hans Christian Olsen og Roger Sværd: Langfjordjøkelen i Vest-Finnmark Glasiohydrologiske undersøkelser (56 s.)

Nr. 4 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Otta og Gudbrandsdalslågen -Flomsonekartprosjektet (40 s.)

Nr. 5 Erik Holmqvist: Flomberegning for Trysilvassdraget, Nybergsund (311.Z) - Flomsonekartprosjektet (20 s.)

Nr. 6 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Jølstra - Flomsonekartprosjektet (30 s.)

Nr. 7 Arne Hamarsland og Tore Olav Sandnæs: Vassdragsforvaltning i Japan - hva kan vi lære? (30 s.)

Nr. 8 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 1999 (12 s.)

Nr. 9 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Daleelva i Høyanger (079.Z) - Flomsonekartprosjektet (28 s.)

Nr. 10 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma (002.E-T) Flomsonekartprosjektet (46 s.)