



Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z)

Flomsonekartprosjektet

Lars-Evan Pettersson

15
2000

D
O
K
U
M
E
N
T



Flommen på Støren den 24-8-1940.

Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2000

Dokument nr 15

Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Flommen på Støren 24. august 1940 (Foto: P. Trotland)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for fire delprosjekter i Gaulavassdraget. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tolv punkter i vassdraget. Til kalibrering av hydrauliske modeller er også kulminasjonsvannføringen under flommen i 1995 og en flom i 1999 anslått for punkter i Gaulavassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Gaula

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

Oktober 2000

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	6
3. Hydrometriske stasjoner	8
4. Flomfrekvensanalyser	10
5. Beregnede flomvannføringer i Gaula	12
5.1 Beregning av døgnmiddelvannføringer	12
5.2 Beregning av kulminasjonsvannføringer	14
5.3 Samløpsproblematikk	17
6. Kalibreringsdata til hydraulisk modell	17
7. Observerte flommer	19
8. Usikkerhet	21
Referanser	22

Forord

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

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av Gaulavassdraget i Sør-Trøndelag. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, oktober 2000

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Gaulavassdraget omfatter delprosjektene fs 122_1 Melhus, fs 122_2 Støren, fs 122_3 Kotsøy og fs 122_4 Holtålen. Flomberegningen er i hovedsak basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved et antall hydro-metriske stasjoner i Gaulavassdraget. Som en støtte for beregning av midlere flom er det konstruert arbeidsserier ved summasjon av vannføringer i hovedelven og sideelver. I Gaula kan det være store flommer både vår, sommer og høst. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall for tolv punkter i vassdraget. Resultatet av beregningene ble:

	Feltareal	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Gaula ved Haltdalen sentrum	696	235	327	369	423	465	508	564
Gaula ved Kotsøy	1795	637	915	1047	1223	1359	1500	1692
Gaula ovenfor Sokna	2452	895	1311	1512	1785	1992	2213	2515
Gaula nedenfor Sokna	3023	1003	1494	1735	2066	2317	2588	2959
Gaula ovenfor Gaua	3079	1008	1502	1744	2076	2328	2600	2973
Gaula nedenfor Gaua	3163	1041	1551	1800	2144	2404	2685	3070
Gaula ovenfor Lundesokna	3184	1042	1553	1803	2147	2408	2689	3075
Gaula nedenfor Lundesokna	3433	1089	1623	1885	2244	2516	2811	3214
Gaula ved Flå	3523	1095	1631	1894	2255	2529	2824	3229
Gaula ved Melhus	3583	1096	1634	1897	2259	2533	2829	3235
Gaula ved fjorden	3655	1098	1635	1899	2261	2535	2832	3238
Sokna	571	166	243	281	331	370	411	467
Samhørende vannføring i Gaula ovenfor Sokna		460	711	864	1071	1252	1454	1724

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for fire strekninger i Gaula i Sør-Trøndelag. Den øverste strekningen er Gaula ved Holtålen, delprosjektnummer fs 122_4. Neste strekning nedover vassdraget er Gaula ved Kotsøy, delprosjektnummer fs 122_3. Nederst i vassdraget er det hele strekningen fra Støren til Gaulas utløp i Trondheimsfjorden, delprosjekt fs 122_2 Støren og fs 122_1 Melhus. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for tolv punkter; Gaula ved Haltdalen sentrum og ved Kotsøy, Gaula oppstrøms og nedstrøms samløpet med Sokna, Sokna oppstrøms samløpet med Gaula, Gaula oppstrøms og nedstrøms samløpet med Gaua, Gaula oppstrøms og nedstrøms samløpet med Lundesokna, samt Gaula ved Flå, Melhus og utløpet i fjorden.

2. Beskrivelse av vassdraget

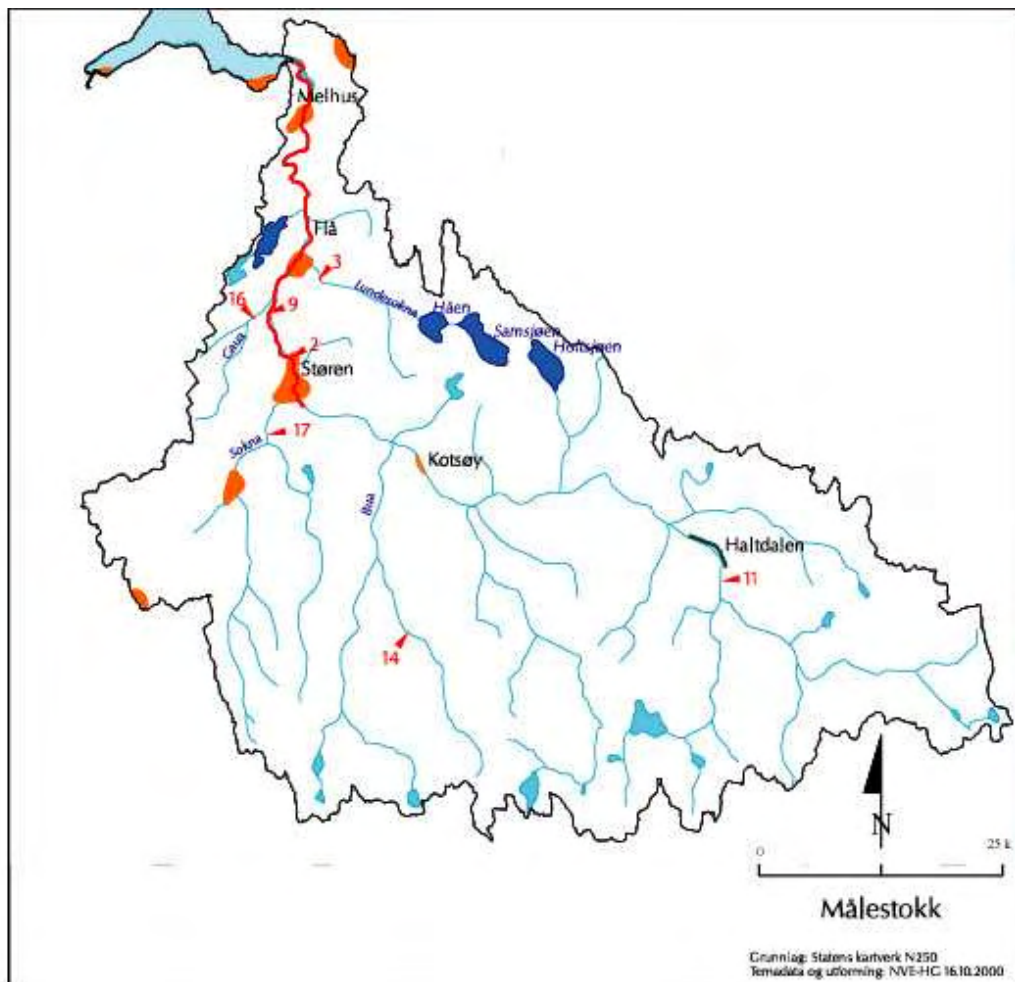
Gaula begynner i et fjellområde øst i Sør-Trøndelag, i samme område som Glomma har sine øverste kilder. Gaula renner ca. 20 mil i hovedsak i vestnordvestlig retning til Støren. En rekke mindre sideelver faller ut i Gaula på denne strekning. De største av disse er nedover vassdraget; Hesja fra sør, Holta i Haltdalen og Holta fra Holtsjøen fra nord, og Fora og Bua fra sør. Holtsjøen er regulert og overført vestover til Lundesokna. Bua er den største sideelven med et nedbørfelt på nesten 500 km². Ved Støren faller Sokna ut i hovedelven fra sør, med et nedbørfelt på 571 km². Ved Støren snur Gaula retning og renner 7-8 mil nordover før den faller ut i Trondheimsfjorden litt nord for Melhus. På denne strekning kommer Gaua ut i hovedelven fra vest og Lundesokna fra øst. Lundesokna er regulert med magasinene Samsjøen og Håen, og har tre kraftverk. Litt nedstrøms Lundesokna kommer en liten regulert sideelv fra magasinet Benna ut i Gaula.

Gaulavassdraget har et nedbørfelt på 3655 km². Høyeste punkt er Forolhogna, 1332 m o. h., øverst i Bua på grensen mellom Sør-Trøndelag og Hedmark. Midlere felthøyde er 675 m o.h. I tabell 1 er feltarealene for de aktuelle punktene i vassdraget vist. Feltarealene er beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon (HG). Figur 1 viser et kart over vassdraget.

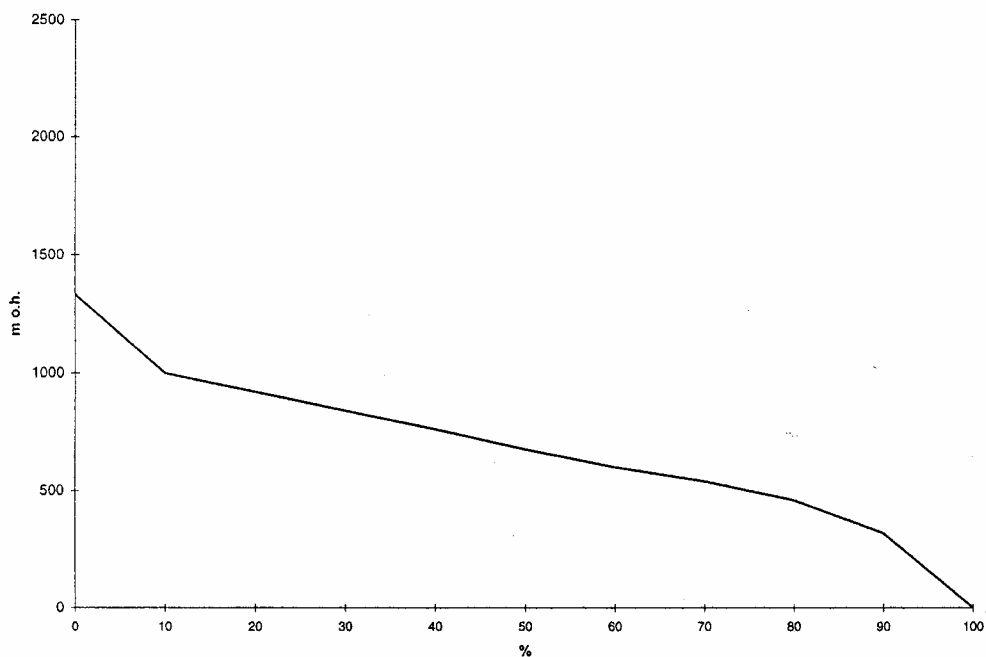
Avrenningen i vassdraget er ca. 26 l/s*km² som årsmiddel. Den varierer mellom ca. 15 og ca. 45 l/s*km². Minst avrenning er det i de lavereliggende delene av sideelven Soknas nedbørfelt på vannskillet mot Orklavassdraget, mens størst avrenning finner vi sørøst i Gaulas felt, i fjellene over mot Neavassdraget. Vannføringen i hovedelven er vanligvis liten om vinteren. Snøsmelting fører til stor avrenning i mai-juni og de fleste store flommer opptrer i i disse måneder. Men det er også mange ganger som regnvær om sommeren og høsten fører til flomepisoder.

Tabell 1. Feltarealer.

Gaula ved Haltdalen sentrum	696 km ²
Gaula ved Kotsøy	1795 km ²
Gaula oppstrøms Sokna	2452 km ²
Sokna oppstrøms Gaula	571 km ²
Gaula nedstrøms Sokna	3023 km ²
Gaula oppstrøms Gaua	3079 km ²
Gaula nedstrøms Gaua	3163 km ²
Gaula oppstrøms Lundesokna	3184 km ²
Gaula nedstrøms Lundesokna	3433 km ²
Gaula ved Flå	3523 km ²
Gaula ved Melhus	3583 km ²
Gaula ved fjorden	3655 km ²



Figur 1. Kart over Gaulavassdraget.



Figur 2. Hypsografisk kurve for Gaulavassdraget.

3. Hydrometriske stasjoner

De viktigste hydrometriske stasjonene i vassdraget er 122.9 Gaulfoss, 122.2 Haga bru, 122.11 Eggafoss, 122.17 Hugdal bru, 122.14 Lillebudal bru, 122.16 Gaua og 122.3 Merrafoss. Gaulfoss og Haga bru er noe påvirket av regulering, men overføringen fra Holtsjøen og noen små bekker til Lundesokna antas ikke ha noen betydning for flomdata. Øvrige stasjoner i vassdraget, unntatt Merrafoss, er uregulerte. Feltarealene er fastlagt ved en ny beregning av Seksjonen for Geoinformasjon (HG) og kan avvike noe fra det som er oppgitt i NVEs hydrologiske database.

122.9 Gaulfoss er den målestasjon som ligger lengst ned i vassdraget, litt oppstrøms samløpet med Gaua, og har et nedbørfelt på 3077 km². Stasjonen har observasjoner siden 1958, men med avbrudd i perioden 1977-1987.

122.2 Haga bru ligger like nedstrøms Støren og har et nedbørfelt på 3053 km². Stasjonen har sammenhengende observasjoner siden 1908.

122.11 Eggafoss ligger langt oppe i hovedelven, litt oppstrøms tettstedet Haltdalen, og har et nedbørfelt på 653 km². Stasjonen har sammenhengende observasjoner siden 1941.

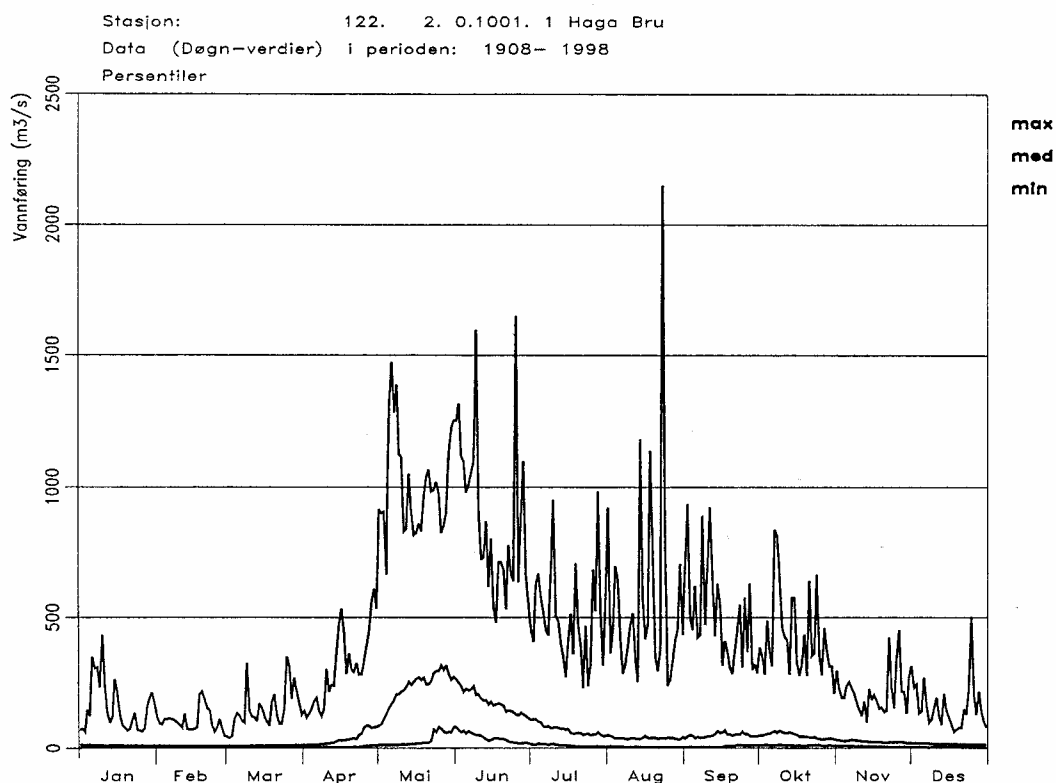
122.17 Hugdal bru ligger langt nede i sideelven Sokna og har et nedbørfelt på 545 km². Stasjonen har sammenhengende observasjoner siden 1972.

122.14 Lillebudal bru ligger langt oppe i sideelven Bua og har et nedbørfelt på 168 km². Stasjonen har sammenhengende observasjoner siden 1963.

122.16 Gaug ligger i sideelven med samme navn og har et nedbørfelt på 79 km². Stasjonen har observasjoner siden 1969, men med avbrudd fra mars 1982 til august 1984.

122.3 Merrafoss lå langt nede i Lundesokna med et nedbørfelt på 244 km². Dataserien for målestasjonen er satt sammen av observasjoner fra 122.3 Merrafoss, 122.6 Øvre Møllefoss og summen av driftsvannføring (122.15) og overløp (122.8) ved Sokna kraftverk. Det foreligger observasjoner siden 1919, men med avbrudd i årene 1961-1974. I så å si hele observasjonsperioden har Lundesokna vært regulert, men det var først i midten av 1960-årene at kraftverkene ble bygget og satt i drift.

Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året ved 122.2 Haga bru. 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.



Figur 3. Karakteristiske hydrologiske data for Gaug ved 122.2 Haga bru.

4. Flomfrekvensanalyser

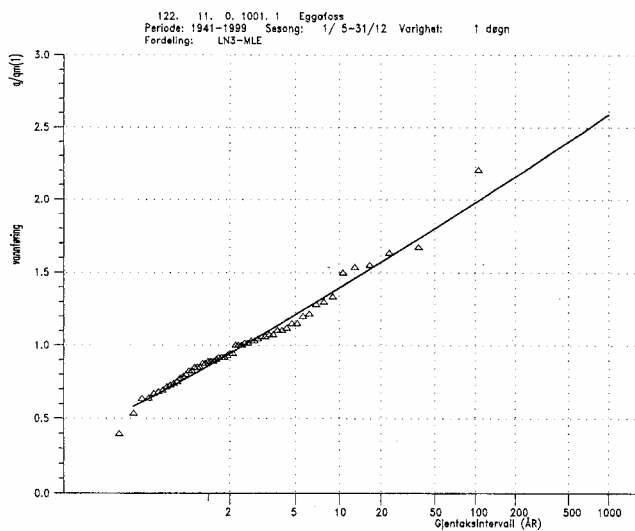
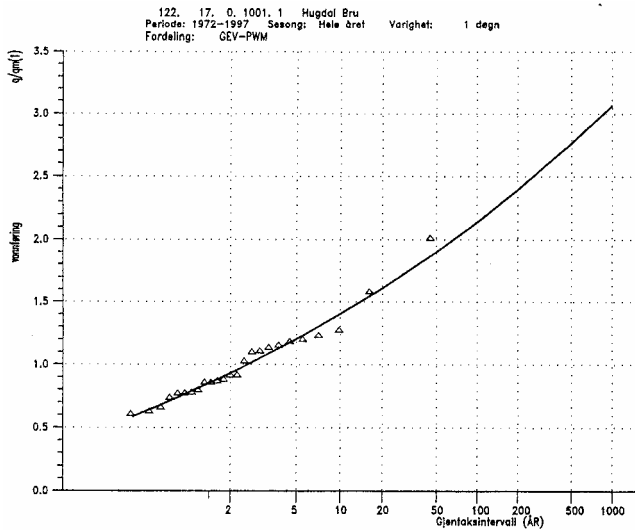
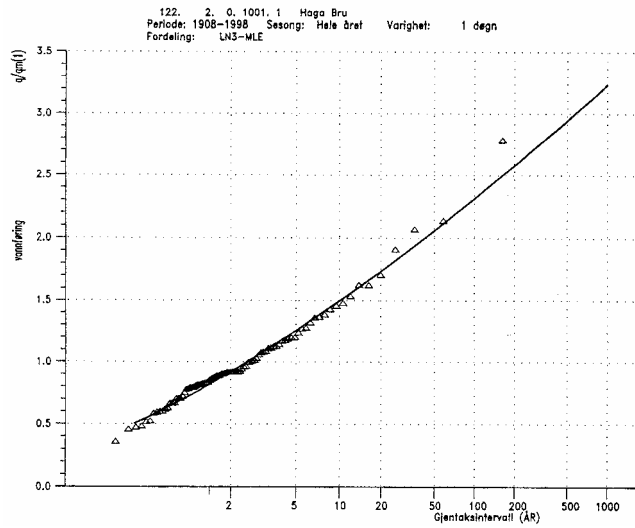
De fleste store flommer i Gaulavassdraget opptrer i mai - juni og er primært forårsaket av snøsmelting. Ved alle målestasjoner i Gaula og Gaulas sideelver har de 4-5 største observerte flommene funnet sted om våren, unntatt ved Haga bru og ved Merrafoss i den regulerte Lundesokna. Her er den største observerte flommen i forbindelse med ekstrem nedbør i slutten av august 1940. Nedbørutbredelsen i 1940 var slik at det sannsynligvis også var meget stor flom i hele vassdraget. Dette betyr at flommer opp til et visst gjentakintervall kan antas å være vårflokker, mens flommer med meget store gjentakintervall kan antas å være regnflommer om sommeren eller høsten.

Det er utført flomfrekvensanalyse på årsflokker for syv målestasjoner i Gaulavassdraget. For 122.3 Merrafoss er det utført analyse både for hele observasjonsserien, 65 år, og for perioden etter at reguleringene ble tatt fullt i bruk, 24 år. Resultatet av flomfrekvensanalysene er vist i tabell 2 og i figur 4. Midlere flom, Q_M , i spesifikke verdier og flommer med forskjellig gjentakintervall, Q_T , som en faktor i forhold til midlere flom, er presentert.

Tabell 2. Flomfrekvensanalyse for målestasjoner i Gaulavassdraget, døgnmiddel av årsflokker.

Målestasjon		Antall år	Q_M		$Q_{10}/$	$Q_{20}/$	$Q_{50}/$	$Q_{100}/$	$Q_{200}/$	$Q_{500}/$
			m^3/s	$l/s \cdot km^2$	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M
122.2	Haga bru	91	773.6	253	1.49	1.73	2.06	2.31	2.58	2.95
122.9	Gaulfoss	30	740.5	241	1.41	1.58	1.78	1.94	2.09	2.29
122.11	Eggafoss	59	169.6	260	1.39	1.57	1.80	1.98	2.16	2.40
122.14	Lillebudal bru	32	59.0	351	1.64	1.94	2.34	2.66	2.98	3.43
122.17	Hugdalen bru	25	125.3	230	1.40	1.61	1.90	2.14	2.40	2.76
122.16	Gaua	26	32.3	409						
122.3	Merrafoss	65	53.6	220	1.60	1.88	2.25	2.54	2.84	3.25
122.3	Merrafoss	24	46.2	189	1.64	1.92	2.27	2.54	2.81	3.16

Representative faktorer Q_T/Q_M for Gaulavassdraget velges å baseres på flomfrekvensanalysene for stasjonene Haga bru og Eggafoss, de to stasjoner som ligger i hovedelven og som også har de lengste uregulerte observasjonsseriene. Q_T/Q_M -faktorene er klart større for Haga bru enn for Eggafoss. En antar derfor at det er en gradvis økning av disse faktorer nedover vassdraget. For Gaula ved Haltdalen sentrum antas frekvensfaktorene for Eggafoss å være representative. For beregning for Gaula ved Kotsøy og oppstrøms samløpet med Sokna regnes det med en gradvis økning av Q_T/Q_M -faktorene avhengig av arealøkningen. For beregning for Sokna regnes det med samme frekvensfaktorer som for Gaula oppstrøms Sokna. Disse er i rimelig samsvar, men noe større enn de som flomfrekvensanalysen for den forholdsvis korte serien ved Hugdalen bru i Sokna gir. For hele Gaulas strekning etter samløpet med Sokna til fjorden antas frekvensfaktorene for Haga bru å være representative. I tabell 3 er valgte Q_T/Q_M -faktorer presentert.



Figur 4. Flomfrekvensanalyse for Haga bru, Hugdal bru og Eggafoss.

Tabell 3. Q_T/Q_M -faktorer for Gaulavassdraget, døgnmidler av årsflommer.

Punkt i vassdraget	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
Gaula ved Haltdalen sentr.	1.39	1.57	1.80	1.98	2.16	2.40
Gaula ved Kotsøy	1.44	1.64	1.92	2.13	2.36	2.66
Gaula oppstrøms Sokna	1.46	1.69	1.99	2.23	2.47	2.81
Sokna oppstrøms Gaula	1.46	1.69	1.99	2.23	2.47	2.81
Gaula fra Sokna til fjorden	1.49	1.73	2.06	2.31	2.58	2.95

5. Beregnede flomvannføringer i Gaula

5.1 Beregning av døgnmiddelvannføringer

Midlere flom og flommer med gjentakintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år skal beregnes for tolv punkter i Gaula. Som grunnlag for beregningen av midlere flom benyttes vannføringsdata for fem av målestasjonene i vassdraget; 122.11 Eggafoss, 122.2 Haga bru, 122.17 Hugdal bru, 122.16 Gaua og 122.3 Merrafoss. I perioden 1970-98 finnes stort sett sammenhengende data fra disse stasjoner. Disse data danner grunnlag for beregning av konstruerte dataserier for punkter nedover vassdraget, som forklart nedenfor. Disse dataserier vil igjen gi midlere flom for de forskjellige punktene.

Gaula ved Haltdalen sentrum antas ha samme spesifikke midlere flom som 122.11 Eggafoss, $260 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Arealforskjellen mellom disse punkter er bare 7 %.

Ut fra data fra 122.2 Haga bru og 122.17 Hugdal bru i Sokna beregnes daglige vannføringer for Gaula oppstrøms Sokna for perioden 1973-97 på følgende måte:

$$Q_{\text{Gaula oppstrøms Sokna}} = Q_{\text{Haga bru}} - 1.02 \cdot Q_{\text{Hugdal bru}}$$

Det antas å være samme vannføring i Gaula nedstrøms samløpet med Sokna som ved Haga bru selv om feltet er noe mindre, ca. 1 %. Restfeltet mellom målestasjon Hugdal bru og Soknas utløp i Gaula er ca. 5 % av Hugdal brus felt. Det antas imidlertid at det bare bidrar med 2 % av flomvannføringen i Sokna. Midlere flom i den konstruerte serien for Gaula oppstrøms Sokna, 25 år med data, er $689 \text{ m}^3/\text{s}$ eller $281 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Spesifikk midlere flom i Gaula øker altså fra Haltdalen sentrum til samløpet med Sokna. Dette skyldes et relativt stort bidrag fra Gaulas sideelver fra sør, noe som bekreftes av den relativt store middelflomverdien for 122.14 Lillebudal bru i Bua, $351 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Spesifikk midlere flom i Gaula ved Kotsøy anslås ut fra verdiene for Haltdalen sentrum og Gaula oppstrøms Sokna ut fra den relative økningen i feltareal nedover vassdraget. Midlere flom for Kotsøy blir da $273 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Midlere flom for 122.17 Hugdal bru er $125 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved Soknas samløp med Gaula er nedbørfeltet 5 % større enn ved målestasjonen, men som nevnt antas flommen bare øke med 2 % til samløpet. Det gir en midlere flom på $128 \text{ m}^3/\text{s}$ eller $224 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Ut fra data fra 122.2 Haga bru og 122.16 Gaua beregnes daglige vannføringer for Gaula nedstrøms Gaua for perioden 1970-98 på følgende måte:

$$Q_{\text{Gaula nedstrøms Gaua}} = Q_{\text{Haga bru}} + 1.03 \cdot Q_{\text{Gaua}}$$

Det antas å være samme vannføring i Gaula oppstrøms samløpet med Gaua som ved Haga bru selv om feltet er noe større, ca. 1 %. Restfeltet mellom målestasjon Gaua og Gauas utløp i Gaula er ca. 6 % av målestasjonens felt. Det antas imidlertid at det bare bidrar med 3 % av flomvannføringen i Gaua. Midlere flom i den konstruerte serien for Gaula nedstrøms Gaua, 26 år med data, er 801 m³/s eller 253 l/s*km².

Ut fra den konstruerte serien for Gaula nedstrøms Gaua og data fra 122.3 Merrafoss beregnes daglige vannføringer for Gaula nedstrøms Lundesokna for perioden 1975-98 på følgende måte:

$$Q_{\text{Gaula nedstrøms Lundesokna}} = Q_{\text{Gaula nedstrøms Gaua}} + 1.01 \cdot Q_{\text{Merrafoss}}$$

Det antas å være samme vannføring i Gaula oppstrøms samløpet med Lundesokna som ved Gaula nedstrøms Gaua selv om feltet er noe større, ca. 0.7 %. Restfeltet mellom målestasjon Merrafoss og Lundesoknas utløp i Gaula er ca. 2 % av målestasjonens felt. Det antas imidlertid at det bare bidrar med 1 % av flomvannføringen i Lundesokna. Midlere flom i den konstruerte serien for Gaula nedstrøms Lundesokna, 21 år med data, er 838 m³/s eller 244 l/s*km².

I Gaula nedstrøms Lundesokna antas spesifikk midlere flom avta noe. Flommen fra områdene langs de nedre delene av vassdraget antas å ha kulminert og være på retur når flommen i hovedelven kulminerer, og bidraget antas å være relativt liten. I tabell 4 vises valgte verdier for midlere flom nedover vassdraget i l/s*km² og m³/s, samt bidraget fra tilhørende lokalfelt i l/s*km². Bidraget er beregnet som forskjell mellom midlere flomvannføring for et punkt og for ovenforliggende punkt, dividert på lokalfeltets areal. Ved endelig valg av midlere flom for et punkt, er det lagt vekt på å få en rimelig forandring i flomverdier nedover vassdraget. Det er av den grunn også valgt å basere beregningen på spesifikke flomverdier med en desimal.

Tabell 4. Midlere flom, Q_M, i Gaulavassdraget, døgnmiddel.

	Feltareal km ²	Q _M l/s*km ²	Q _M m ³ /s	Bidrag lokalfelt l/s*km ²
Haltdalen sentrum	696	259.7	180.8	
Kotsøy	1795	272.9	489.9	281
Gaula ovf. Sokna	2452	280.8	688.5	302
Sokna ovf. Gaula	571	223.9	127.8	
Gaula ndf. Sokna	3023	255.2	771.5	145
Gaula ovf. Gaua	3079	251.8	775.3	68
Gaula ndf. Gaua	3163	253.1	800.6	301
Gaula ovf. Lundesokna	3184	251.8	801.7	56
Gaula ndf. Lundesokna	3433	244.1	838.0	146
Gaula ved Flå	3523	239.0	842.0	44
Gaula ved Melhus	3583	235.4	843.4	24
Gaula ved fjorden	3655	231.0	844.3	12

Spesifikk midlere flom øker som tidligere nevnt nedover vassdraget fra Eggafoss/ Haltdalen sentrum til Gaulas samløp med Sokna. Etter samløpet med Sokna minker spesifikk midlere flom på grunn av relativt lite bidrag fra Sokna, 145 l/s*km², hvilket er drøyt 60 % av midlere flom i Sokna. Dette skyldes at flommen i Sokna allerede er på retur når flommen i hovedelven når samløpet. Spesifikk midlere flom avtar ned til Gaua, verdien for Haga bru, som ligger omtrent midtveis på denne strekning, er 253.4 l/s*km². Nedstrøms Gaua øker verdien igjen på grunn av relativt stort bidrag fra Gaua. Videre nedover vassdraget avtar spesifikk midlere flom på grunn av antatt minkende spesifikt bidrag fra områdene langs vassdraget. Et unntak er Lundesokna, hvor bidraget er relativt stort.

Beregning av døgnmidlet for flommer med forskjellige gjentaksintervall for de aktuelle stedene baseres på tabell 3, frekvensfaktorer, og tabell 4, verdier for midlere flom. Beregnede flomverdier for forskjellige gjentaksintervall er vist i tabell 5.

Tabell 5. Flomverdier for Gaulavassdraget, døgnmiddelvannføring.

	Feltareal	Q _M	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
	km ²	l/s*km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Haltdalen sentrum	696	259.7	181	251	284	325	358	390	434
Kotsøy	1795	272.9	490	704	806	941	1045	1154	1301
Gaula ovf. Sokna	2452	280.8	689	1008	1163	1373	1533	1703	1935
Sokna ovf. Gaula	571	223.9	128	187	216	255	285	316	359
Gaula ndf. Sokna	3023	255.2	772	1149	1335	1589	1782	1990	2276
Gaula ovf. Gaua	3079	251.8	775	1155	1341	1597	1791	2000	2287
Gaula ndf. Gaua	3163	253.1	801	1193	1385	1649	1849	2065	2362
Gaula ovf. Lundesokna	3184	251.8	802	1195	1387	1652	1852	2068	2365
Gaula ndf. Lundesokna	3433	244.1	838	1249	1450	1726	1936	2162	2472
Gaula ved Flå	3523	239.0	842	1255	1457	1735	1945	2172	2484
Gaula ved Melhus	3583	235.4	843	1257	1459	1737	1948	2176	2488
Gaula ved fjorden	3655	231.0	844	1258	1461	1739	1950	2178	2491

5.2 Beregning av kulminasjonsvannføringer

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. For å anslå den analyseres de største flommene i vassdraget. Forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddel beregnes for noen av de største flommene ved Haga bru og Eggafoss, se tabell 6.

Tabell 6. Kulminasjonsvannføring ved store flommer ved 122.2 Haga bru og 122.11 Eggafoss.

Vårflommer ved Haga bru

Dato	Kulminasjons- vannføring, m ³ /s	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Kulminasjon/ døgnmiddel
10.06.1944	2061	1597	1.29
01.06.1973	1431	1254	1.14
02.06.1995	1461	1318	1.11

Høstflommer ved Haga bru

Dato	Kulminasjons- vannføring, m ³ /s	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Kulminasjon/ døgnmiddel
24.08.1940	3060	2150	1.42
12.09.1988	1204	925	1.30
01.08.1989	1236	922	1.34

Vårflommer ved Eggafoss

Dato	Kulminasjons- vannføring, m ³ /s	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Kulminasjon/ døgnmiddel
01.06.1973	365	283	1.29
02.06.1995	284	262	1.08
09.06.1997	228	217	1.05

Høstflommer ved Eggafoss

Dato	Kulminasjons- vannføring, m ³ /s	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Kulminasjon/ døgnmiddel
31.08.1964	403	260	1.55
01.08.1989	267	174	1.53

Ved en analyse av lange dataserier som T.E. Bønsnes og L.A. Roald utførte, som grunnlag for NVE-rapport 14-97 "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag", fant man at et gjennomsnittlig forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ved midlere flom var for 122.2 Haga bru 1.23 om våren og 1.41 om høsten. Tilsvarende tall for Eggafoss var 1.11 om våren og 1.33 om høsten. Nevnte analyse dannet grunnlag for beregning av regresjonsligninger hvor forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring kan beregnes ut fra feltparametere. Formelen for vårflommer er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 1.72 - 0.17 * \log A - 0.125 * A_{\text{SE}}^{0.5},$$

mens formelen for høstflommer er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 2.29 - 0.29 * \log A - 0.270 * A_{\text{SE}}^{0.5},$$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. Formlene gav for Haga bru et forholdstall på 1.10 for vårflommer og 1.23 for høstflommer, og for Eggafoss et forholdstall på 1.19 for vårflommer og 1.35 for høstflommer.

Som tidligere nevnt kan man anta at de mest ekstreme flommene i vassdraget kan være høstflommer, mens de fleste flommer opptrer om våren og forsommeren. Frekvensanalyser av døgnmidler av sesongflommer viser at det ved Eggafoss er vårflommer som er de største ved alle gjentaksintervall opp til 1000 år. Men ved 500-

årsflom og større er det grunnlag for å anta at kulminasjonsvannføringen kan være større ved høstflommer. For Haga bru viser frekvensanalyser at døgnmidlet ved høstflommer blir større enn ved vårflokker fra gjentaksintervall 500 år og over, men allerede ved 100-årsflom er det grunnlag for å anta at kulminasjonsvannføringen om høsten er større enn om våren. Dette gjør det vanskelig å fastsette forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring, både ved de to stasjonene og også ved andre punkter i vassdraget. Det er ikke bare vanskelig på grunn av mulig valg mellom vår- og høstflommer som de mest kritiske, men også hvilke faktorer for dette forhold som vil være mest representative.

Vanligvis er forholdstallet større ved mindre felt enn ved større. I dette tilfelle er ikke dette så åpenbart. Formelverket gir verdier for forholdstallet som er større for Eggafoss, men observasjonene viser nærmest at flommene ved Haga bru er spissere enn de ved Eggafoss. Det er bare noen av de største høstflommene som indikerer at forholdstallet er større ved Eggafoss, mens i gjennomsnitt har høstflommer størst forholdstall ved Haga bru. Forholdstallet om høsten er i størrelsesorden 1.3-1.4, noe større ved et par store høstflommer ved Eggafoss. Forholdstallet om våren er fra under 1.1 ved noen flommer ved Eggafoss, til nesten 1.3 ved største observerte flom med kjent kulminasjon ved begge stasjoner. Som man også ser av tabell 6 er største kjente kulminasjonsvannføring ved Eggafoss en høstflom på over 400 m³/s.

Ut fra disse betraktninger antas det ved denne beregning at de beregnede flommene ved forskjellige gjentaksintervall kan være enten vårflokker eller høstflommer, både ved Haga bru og ved Eggafoss, og derved ved alle punkter i vassdraget. Det antas videre at faktoren 1.30 er representativ for forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring for alle aktuelle punkter i vassdraget, og for alle gjentaksintervall. Dette gjelder også for Sokna. Ved de to største observerte flommene ved Hugdal bru, i 1981 og 1976, var nemlig forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring hhv. 1.33 og 1.30. Med bruk av forholdstallet 1.30 blir resulterende kulminasjonsvannføringer som vist i tabell 7.

Tabell 7. Flomverdier for Gaulavassdraget, kulminasjonsvannføring.

	Feltareal	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Haltdalen sentrum	696	235	327	369	423	465	508	564
Kotsøy	1795	637	915	1047	1223	1359	1500	1692
Gaula ovf. Sokna	2452	895	1311	1512	1785	1992	2213	2515
Sokna ovf. Gaula	571	166	243	281	331	370	411	467
Gaula ndf. Sokna	3023	1003	1494	1735	2066	2317	2588	2959
Gaula ovf. Gaua	3079	1008	1502	1744	2076	2328	2600	2973
Gaula ndf. Gaua	3163	1041	1551	1800	2144	2404	2685	3070
Gaula ovf. Lundesokna	3184	1042	1553	1803	2147	2408	2689	3075
Gaula ndf. Lundesokna	3433	1089	1623	1885	2244	2516	2811	3214
Gaula ved Flå	3523	1095	1631	1894	2255	2529	2824	3229
Gaula ved Melhus	3583	1096	1634	1897	2259	2533	2829	3235
Gaula ved fjorden	3655	1098	1635	1899	2261	2535	2832	3238

5.3 Samløpsproblematikk

På de strekninger som flomsonekart skal konstrueres er det tre sideelver av betydning som faller ut i Gaula. Det er Sokna, Gaua og Lundesokna. I disse sideelvers nedre deler er det forskjellige situasjoner som kan være kritiske, fordi man ikke kan regne med at flommer med samme gjentakintervall sammenfaller i tid i sideelven og i hovedelven. Det kan være enten flom med gitt gjentakintervall i hovedelven med et bidrag fra sideelven som er mindre enn sideelvens egen flom med samme gjentakintervall, eller det kan være flom med gitt gjentakintervall i sideelven med et bidrag fra hovedelven som er mindre enn hovedelvens egen flom med samme gjentakintervall. Det kan selvfølgelig også være et mellomting mellom disse to situasjoner.

De nederste delene av disse sideelver er imidlertid stort sett så flate at man kan forutsette at det er hovedelvens vannføring som betyr mest også opp i sideelven, dvs. vannstanden i sideelven vil være tilnærmet lik den i hovedelven. Vannføringen i hovedelven er nemlig adskillig større enn sideelvenes samtidige bidrag til flommen.

I Sokna skal det imidlertid beregnes vannstander også i en brattere del av elven, hvor flomvannføringen i Sokna betyr mest. Det er derfor beregnet samtidig vannføring i Gaula som en grensebetingelse i overgangssonen. Den beregnede dataserien for Gaula oppstrøms Sokna er med å danne grunnlag for dette. Ved de to største flommene i Sokna i fellesperioden, 1981 og 1976, var døgnmiddelvannføringen i kulminasjonsdøgnet hhv. 3.1 og 4.1 større i Gaula. Men som man kan se av tabell 5 bidrar Sokna ved 500-årsflom i Gaula med en døgnmiddelvannføring på 341 m³/s, hvilket er 95 % av Soknas døgnmiddelvannføring ved 500-årsflom. Forholdet mellom døgnmiddelvannføringene i Gaula og Sokna er da 5.7. For å beregne vannføringen i Gaula oppstrøms Sokna ved flommer med forskjellige gjentakintervall i Sokna, anslås vannføringen i Gaula å være 3.6 ganger Soknas døgnmiddelvannføring ved midlere flom og øke til 4.8 ganger ved 500-årsflom. I tabell 8 er samtidige vannføringer i Sokna og Gaula oppstrøms Sokna vist ved forskjellige gjentakintervall for flom i Sokna.

Tabell 8. Samhørende vannføringer ved flomkulminasjon i Sokna.

	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
Sokna	166	243	281	331	370	411	467
Gaula oppstrøms Sokna	460	711	864	1071	1252	1454	1724

6. Kalibreringsdata til hydraulisk modell

Til kalibrering av hydraulisk modell for Gaulavassdraget benyttes opplysninger om vannstander langs Gaula fra flommen i 1995 og fra Sokna under en flomepisode 22. juli 1999. Ut fra observerte data anslås kulminasjonsvannføringene forskjellige steder i vassdraget i 1995 og 1999.

I 1995 begynte snøsmeltingen å øke raskt 23.-24. mai, med en markert døgnvariasjon i vannføringen og med daglig kulminasjon sent på ettermiddagen. I de nedre side-elvene i Gaulavassdraget kulminerte flommen allerede 26. mai. Dette var særlig markert i Gaua, mens ved Hugdal bru i Sokna fortsatte vannføringen å være på omtrent samme nivå i ca. en uke. I Lundesokna var vannføringen størst 29. mai. I den øvre delen av vassdraget, ved Eggafoss og Lillebudal bru, økte vannføringen forholdsvis jevnt og kulminerte 2. juni. I hovedelven økte også vannføringen jevnt fra snøsmeltingen satte fart og ved Haga bru var det en kulminasjon på kvelden 30. mai, som var nesten like stor som kulminasjonsvannføringen 2. juni. I tabell 9 er vist kulminasjonsvannføringen med dato og klokkeslett i Norsk normalt tid ved målestasjonene.

Tabell 9. Flomkulminasjon 1995.

Stasjon	Vannføring	Dato	Klokkeslett
122.11 Eggafoss	285 m ³ /s	2. juni	03.00
122.14 Lillebudal bru	153 m ³ /s	2. juni	16.00
122.17 Hugdal bru	207 m ³ /s	26.mai	20.00
122.2 Haga bru	1461 m ³ /s	2. juni	20.00
122.9 Gaulfoss	1299 m ³ /s	2. juni	20.00
122.16 Gaua	47.5 m ³ /s	26. mai	18.00
122.3 Merrafoss	38.0 m ³ /s	29. mai	-

Hvorvidt forskjellen i vannføring mellom Haga bru og Gaulfoss skyldes faktisk reduksjon av vannføringen på strekningen eller det at gjeldende vannføringskurver forårsaker denne forskjell, er ikke helt klart. Dataene fra Haga bru benyttes for beregning av flomverdier i 1995.

For beregning av kulminasjonsvannføringer benyttes observerte timesdata. Kulminasjonsvannføringen ved Haldalen sentrum anslås ut fra vannføringen ved Eggafoss ved skalering i forhold til feltareal. For punktene oppstrøms og nedstrøms samløpene med Sokna, Gaua og Lundesokna benyttes samme metodikk som tidligere beskrevet ved beregning av konstruerte serier for disse punkter. Vannføringen på strekningen fra Eggafoss til samløpet med Sokna antas øke lineært med feltarealets økning. Ut fra denne forutsetning og forskjellen mellom samtidige vannføringer ved Eggafoss og i Gaula oppstrøms Sokna beregnes kulminasjonsvannføringen ved Kotsøy. På strekningen fra Sokna til Gaua antas vannføringen å være uforandret og lik vannføringen ved Haga bru. Da flommen kulminerte ved Haga bru var vannføringen ved målestasjonen i Gaua ca. 11 m³/s. Oppstrøms samløpet med Lundesokna antas vannføringen ha vært lik den i Gaula nedstrøms Gaua, mens Lundesokna bidro med 31 m³/s, som var døgnmidlet ved Merrafoss den dagen. Det foreligger ikke

data med finere tidsoppløsning fra Lundesokna. Kulminasjonsvannføringen i nedre del av Gaula antas være lik den nedstrøms samløpet med Lundesokna. Kulminasjonstidspunktet kan antas å ha vært 2. juni ca. kl. 20 ved alle punkter unntatt ved Haltdalen sentrum, hvor flommen kulminerte ca. kl. 03 samme dag, og i Sokna, hvor flommen kulminerte 26. mai kl. 20. Tabell 10 viser kulminasjonsvannføringene.

Tabell 10. Antatte kulminasjonsvannføringer ved flommen i 1995.

Gaula ved Haltdalen sentrum	304 m ³ /s
Gaula ved Kotsøy	910 m ³ /s
Gaula ovenfor Sokna	1286 m ³ /s
Sokna ovenfor Gaula	211 m ³ /s
Gaula nedenfor Sokna	1461 m ³ /s
Gaula ovenfor Gaua	1461 m ³ /s
Gaula nedenfor Gaua	1473 m ³ /s
Gaula ovenfor Lundesokna	1473 m ³ /s
Gaula nedenfor Lundesokna	1504 m ³ /s
Gaula ved Flå	1504 m ³ /s
Gaula ved Melhus	1504 m ³ /s
Gaula ved fjorden	1504 m ³ /s

Ved Hugdal bru i Sokna var det en liten flom 22. juli 1999, med et døgnmiddel på 73 m³/s, godt under midlere flom. Kulminasjonsvannføringen, omtrent midt på dagen, var 140 m³/s. I Sokna ved samløpet med Gaula antas kulminasjonsvannføringen å ha vært 142 m³/s.

7. Observerte flommer

De største observerte flommene ved noen av målestasjonene i vassdraget er vist i tabell 11. Gjentakintervall på flommer er avhengig av hvilken varighet som betraktes. Ved en observert flom kan kulminasjonsvannføringen ha ett gjentakintervall mens døgnmiddelvannføringen kan ha et annet.

I NTH-rapporten "Flomundersøkelser i Gaula" omtales noen store flommer i vassdraget før observasjonene startet ved Haga bru i 1908. I 1345 var det et stort leirras, sannsynligvis et lite stykke nedstrøms Haga bru. Raset demmet opp en 14 km lang sjø, som etter hvert brøt seg gjennom raset og forårsaket en flombølge nedover Gauldalen med store skader som følge. Dette var imidlertid ikke en flom forårsaket av regn eller snøsmelting. I 1675 og 1789 var det meget store flommer, kanskje av samme størrelsesorden som flommen i 1940. 1879 og 1882 var også store flomår, og man har anslått vannføringene å ha vært henholdsvis 1800-1900 m³/s i 1879 og ca. 1600 m³/s i 1882.

Den største flommen i vassdraget etter at observasjoner ble satt igang var 24. august 1940. Vannføringen ved Haga bru var på 2150 m³/s som døgnmiddel, og med en kulminasjonsvannføring på 3060 m³/s. Det var kraftig regn som forårsaket denne flommen, mer enn 70 mm over det meste av vassdraget, med mest nedbør i Trondheimområdet. Ut fra foreliggende analyse hadde 1940-flommen et gjentaksintervall på 300-400 år, hvis man ser på døgnmidlet, men på ca. 600 år for kulminasjonsvannføringen. I nevnte NTH-rapport er kulminasjonsvannføringen anslått til en ca. 400-årsflom, men hvis man også antar at flommene i 1675 og 1789 var av samme størrelsesorden som den i 1940, blir flommen bare en ca. 180-årsflom. Ved Merrafoss i Lundesokna var 1940-flommen i størrelsesorden en 500-årsflom.

Den største observerte vårflommen ved Haga bru var 25. juni 1918. Døgnmidlet på 1650 m³/s tilsvarer en ca. 70-årsflom. Den største observerte flommen ved Eggafoss var 27. mai 1941, med et døgnmiddel på 374 m³/s, hvilket tilsvarer en 200-årsflom. 1941-flommen var ikke særlig stor nederst i Gaula. Ved Eggafoss var det en stor høstflom 31. august 1964, med kulminasjon på 403 m³/s, en kulminasjonsvannføring som tilsvarer en ca. 50-årsflom.

Den største flommen i senere år fant sted i månedsskiftet mai-juni 1995. Den var en ca. 20-årsflom i hovedelven, sannsynligvis relativt sett større i områdene som grenser mot Glommavassdraget og mindre i de nedre delene av Gaulavassdraget.

Tabell 11. Største observerte flommer i Gaulavassdraget, døgnmiddel.

122.2 Haga bru, periode 1908-99	122.11 Eggafoss, periode 1941-99
2150 m ³ /s 24.august 1940	374 m ³ /s 27. mai 1941
1650 m ³ /s 25. juni 1918	283 m ³ /s 1. juni 1973
1597 m ³ /s 10. juni 1944	277 m ³ /s 23. mai 1978
1474 m ³ /s 6. mai 1934	262 m ³ /s 2. juni 1995
1318 m ³ /s 2. juni 1995	260 m ³ /s 31. august 1964
122.17 Hugdal bru, periode 1972-99	122.14 Lillebudal bru, periode 1963-98
252 m ³ /s 13. mai 1981	141 m ³ /s 29. mai 1967
198 m ³ /s 21. mai 1976	141 m ³ /s 1. juni 1973
159 m ³ /s 29. mai 1995	124 m ³ /s 2. juni 1995
154 m ³ /s 11. mai 1975	97.9 m ³ /s 23. juni 1972
150 m ³ /s 1. juni 1973	85.4 m ³ /s 8. juni 1997
122.16 Gaua, periode 1969-99	122.3 Merrafoss, periode 1919-99
77.1 m ³ /s 2. mai 1979	176 m ³ /s 24. august 1940
63.7 m ³ /s 12. mai 1981	115 m ³ /s 21.oktober 1947
53.2 m ³ /s 1. juni 1993	89.2 m ³ /s 15. juni 1997
46.0 m ³ /s 18. mai 1976	87.7 m ³ /s 10. juni 1944
44.9 m ³ /s 19. juni 1991	83.4 m ³ /s 8. september 1941

8. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Gaulavassdraget kan karakteriseres som godt. Det foreligger lange observasjonsserier ved Haga bru, Eggafoss og Merrafoss. Det finnes også observasjonsserier for sidevassdrag, slik at det er mulig å kombinere serier og derved få gode estimat på midlere flom mange steder i hovedelven. 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 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 største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

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

Dataene med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn cirka 10 –15 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomberegninger direkte på kulminasjonsvannføringer.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er kun den at datagrunnlaget er godt, og beregningen kan ut fra dette kriterie klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse. Et spesielt problem ved flomberegningen i Gaulavassdraget er imidlertid at både vårflommer og høstflommer kan være ekstreme, og dette fører til usikkerhet ved bestemmelse av kulminasjonsvannføringene. De beregnede vannføringene er oppgitt med stor nøyaktighet av praktiske årsaker, men reflekterer ikke nøyaktigheten i beregningene.

Referanser

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

NVE, 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14.

Heggstad, R., Sæter, A., Killingtveit, Å., 1975: Flomundersøkelser i Gaula. NTH, Institutt for vassbygging. Trondheim.

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 Kjølmoen, Hans Christian Olsen og Roger Sværd: Langfjordjøkelen i Vest-Finnmark
Glasiøhydrologiske 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.)
- Nr. 11 Henriette Hansen, Lars Roald: Flomsonekartprosjektet. Ekstremvannsanalyse i sjø ved utvalgte
stasjoner (39 s.)
- Nr. 12 Arne Hamarsland: Biotoptiltak for laks og ørret i British Colombia og Washington (21 s.)
- Nr. 13 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Saltdalsvassdraget (163.Z)
Flomsonekartprosjektet (25 s.)
- Nr. 14 Miriam Jackson: Svartisen Subglacial Laboratory (27 s.)
- Nr. 15 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z)
Flomsonekartprosjektet (22 s.)