



Flomsonekartprosjektet  
**Flomberegning  
for Søgneelva**

*Erik Holmqvist*

16  
2002



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Flomberegning for Søgneelva (022.1Z)**

Norges vassdrags- og energidirektorat

2002

**Dokument nr 16 – 2002.**

**Flomberegning for Søgneelva, 022.1Z**

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Søgneelva mot Søgnefossen, foto Leiv Gunnar Ruud, NVE-HH.

ISSN: 1501-2840

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

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, flomsonekartprosjektet.

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

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

November 2002

# Innhold

<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Beskrivelse av oppgaven</b>	<b>6</b>
<b>2. Beskrivelse av vassdraget</b>	<b>7</b>
<b>3. Hydrometriske stasjoner</b>	<b>10</b>
<b>4. Flomanalyser</b>	<b>13</b>
4.1 Observerte flommer .....	13
4.2 Midlere flom .....	15
4.3 5- 500 års flom.....	16
4.4 Kulminasjonsverdier .....	19
<b>5. Usikkerhet</b>	<b>20</b>
<b>Referanser</b>	<b>21</b>

## Forord

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

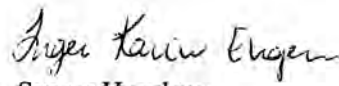
Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging for Songdalselva og Søgneelva i Vest-Agder. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, november 2002



Kjell Repp

avdelingsdirektør



for Sverre Husebye  
seksjonssjef

## Sammendrag

Flomberegningene er utført som en del av NVEs flomsonekartprosjekt fs 022\_3 Søgne. Flomanalysene har vist at de største flommene i Søgneelva har vært på høsten og vinteren. Resultatene av analysene er sammenfattet i tabell 1.

Det er ingen reguleringer i vassdraget. I 1973 ble stasjonen 22.22 Søgne opprettet for måling av vannføring i vassdraget. For årene 1985 – 2000 er kun foreløpige data tilgjengelige, men flomverdiene fra denne perioden regnes likevel for å være pålitelige.

For Søgneelva er det antatt et forholdstall på 1,3 mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring. Den største usikkerheten i beregningene ligger sannsynligvis i valg av dette forholdstallet.

**Tabell 1**

**Flomvannføringer i Søgneelva med gjentaksintervall på opp til 500 år. Det er kulminasjonsvannføringer som er gitt.**

Punkt i vassdraget	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Songdalselva nedstrøms samløp med Utsognbekken	131	68	84	99	110	131	147	165	185
Songdalselva oppstrøms samløp med bekk fra Stemtj.	142	74	92	107	120	143	159	179	201
Songdalselva nedstrøms bekk fra Greipstaddalen	151	79	97	114	127	152	170	190	214
Songdalselva oppstrøms samløp med Rossevassbekken	183	95	118	138	154	184	206	230	259
Songdalselva nedstrøms samløp med Rossevassbekken	192	100	124	145	162	193	216	242	272
Målestasjonen 22.22 Søgne	206	107	133	155	174	207	231	259	291
Søgneelva ved utløp i fjorden	210	109	135	158	177	211	236	264	297

I en klassifisering fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil disse beregningene gis klasse 2.

## 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for en strekning på omkring 13 km langs Søgneelva, Songdalselva. Delprosjektets nummer og navn i NVEs flomsonekartprosjekt er fs 022\_3 Søgne. Som grunnlag for denne konstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes.

Beregningene er gjort for 7 punkter i vassdraget. Inndelingen følger delfelt gitt i "Regine", og nedbørfeltens areal er og i henhold til dette dataarkivet. De to øverste beregningspunktene er henholdsvis ca. 2 km opp- og nedstrøms for Gjærelstad. I senere tabeller er notasjonen S1-S7 benyttet for de ulike punktene i vassdraget.

**Tabell 2**

### **Nedbørfelt.**

		Areal (km <sup>2</sup> )
S1	Songdalselva nedstrøms samløp med Utsøgnbekken	131
S2	Songdalselva oppstrøms samløp med bekk fra Stemtjørn	142
S3	Songdalselva nedstrøms bekk fra Greipstaddalen	151
S4	Songdalselva oppstrøms samløp med Rossevassbekken	183
S5	Songdalselva nedstrøms samløp med Rossevassbekken	192
S6	Målestasjonen 22.22 Søgne	206
S7	Søgneelva ved utløp i fjorden	210

## 2. Beskrivelse av vassdraget

Søgneelva strekker seg ca. 30 km inn i landet mellom Kristiansand og Mandal. I øst og nord avgrenses nedbørfeltet av Otra og i vest av Mandalselva og Lundeelva (figur 1).

Nedbørfeltet er 210 km<sup>2</sup> og er dominert av et ås- og heilandskap. De øvre delene av feltet og tørre partier er dominert av furuskog, mens de nedre deler preges av eik, alm og lind. De høyeste åsene er omkring 450 moh (figur 2 og 3).

Elva renner gjennom Songdalen, og heter her Songdalselva. Hovedelva faller ikke mer enn ca. 20 m på de siste 20 km mot havet, og har mange steder et meanderende løp. Elven renner blant annet gjennom tettstedet Nodeland, hvor jernbanen mellom Kristiansand og Stavanger krysser elven. Noen kilometer lenger sør smalner dalføret inn, og elveløpet blir trangere. Her dannes en strykstrekning, med den såkalte Søgnefossen. Fra stryket og til utløp i fjorden heter den Søgneelva. Det er ingen reguleringer i vassdraget, men det har tidligere vært benyttet til blant annet tømmerfløting og drift av vannsager.

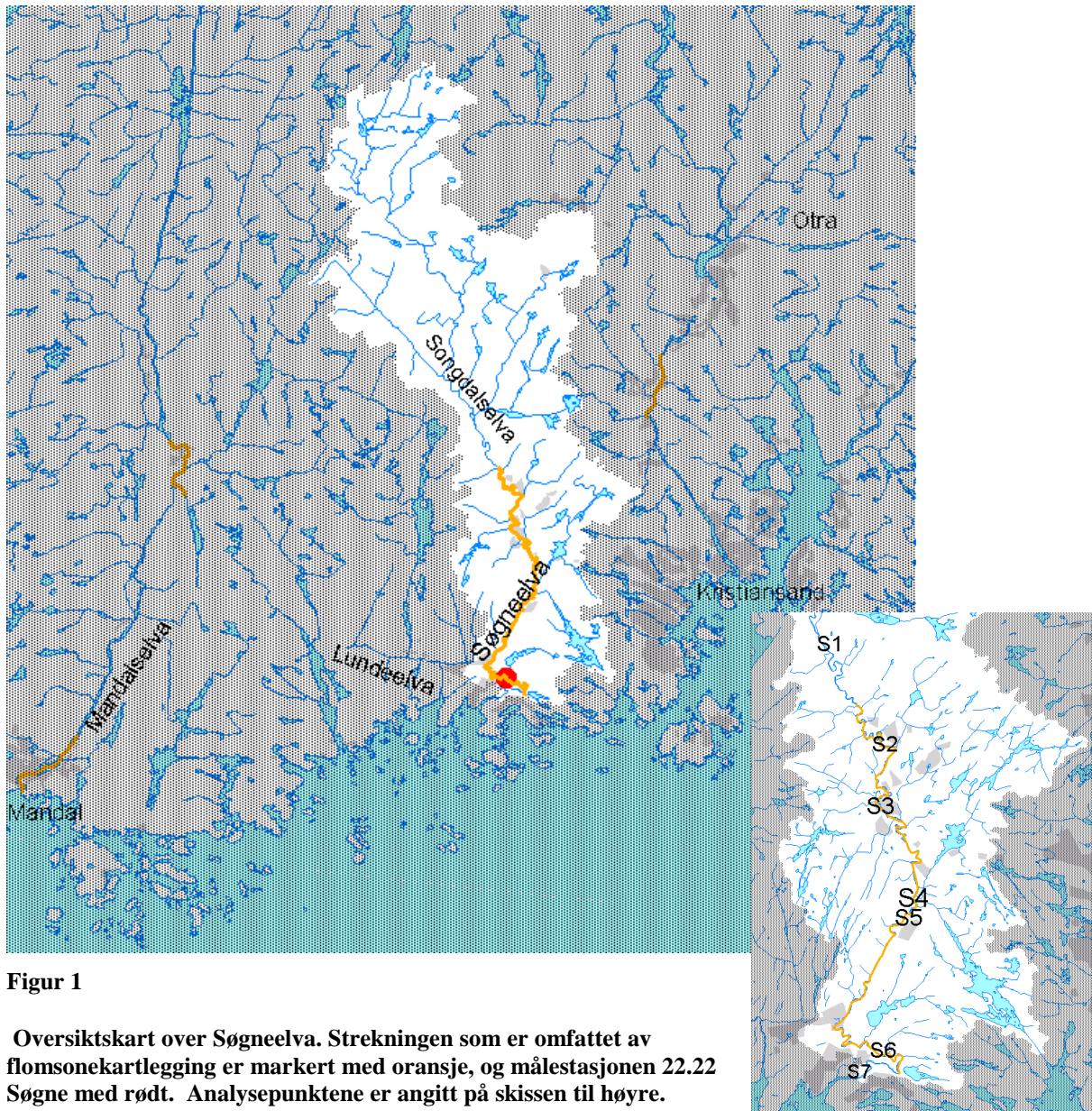
Avrenningen øker fra ca. 20 l/s km<sup>2</sup> nær kysten til nesten 40 l/s km<sup>2</sup> i de øvre delene av feltet. Midlere årsavrenning for Søgneelva er 30 l/s km<sup>2</sup> eller omkring 6 m<sup>3</sup>/s. Vannføringen i Søgneelva er vanligvis minst om sommeren og størst om våren og høsten (figur 4).

Det er få og relativt små innsjøer i nedbørfeltet til Søgneelva, samtidig er det mange steder bratt fra heiene og ned til elva. Det medfører at en ofte kan ha intense, men kortvarige flommer i vassdraget. De største flommene er registrert på høsten og vinteren (figur 4 og 5)



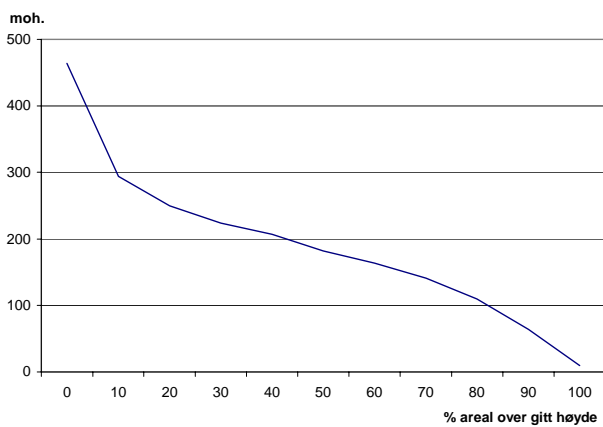
Søgneelva nedstrøms Søgnefossen (foto Leiv Gunnar Ruud, NVE-HH).





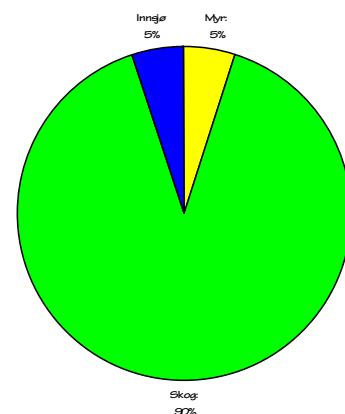
**Figur 1**

Oversiktskart over Søgneelva. Strekningen som er omfattet av flomsonekartlegging er markert med oransje, og målestasjonen 22.22 Søgne med rødt. Analysepunktene er angitt på skissen til høyre.



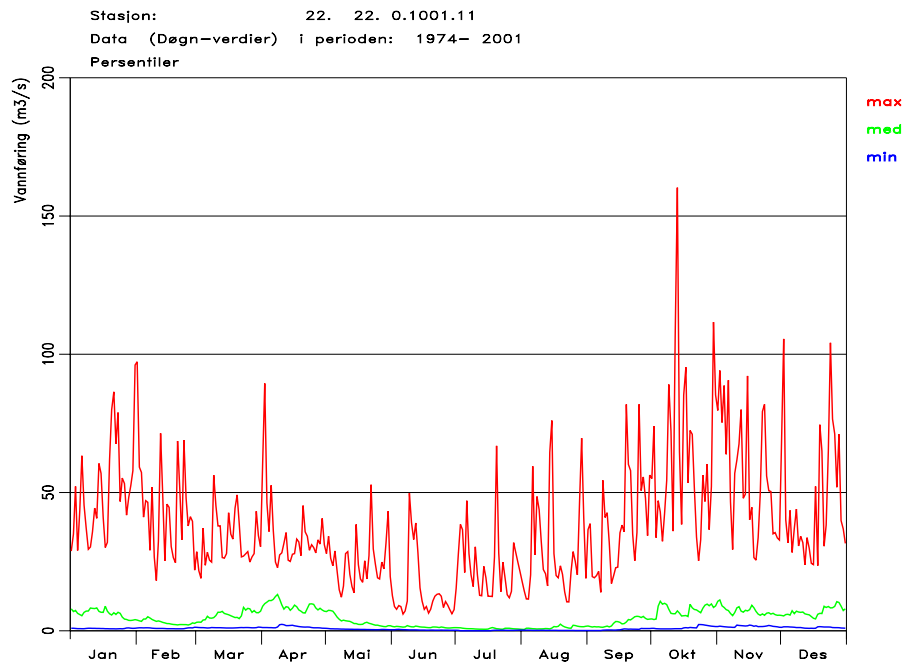
**Figur 2**

Hypsografisk kurve for Søgneelva.



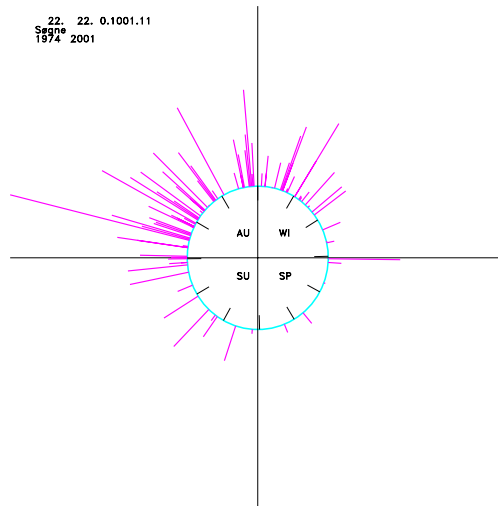
**Figur 3**

Arealfordeling Søgneelva.



**Figur 4**

Karakteristiske hydrologiske data for Søgneelva. De tre kurvene viser henholdsvis største (rød), median (grønn) og minste (blå) observerte vannføring fra 1974 til 2001.

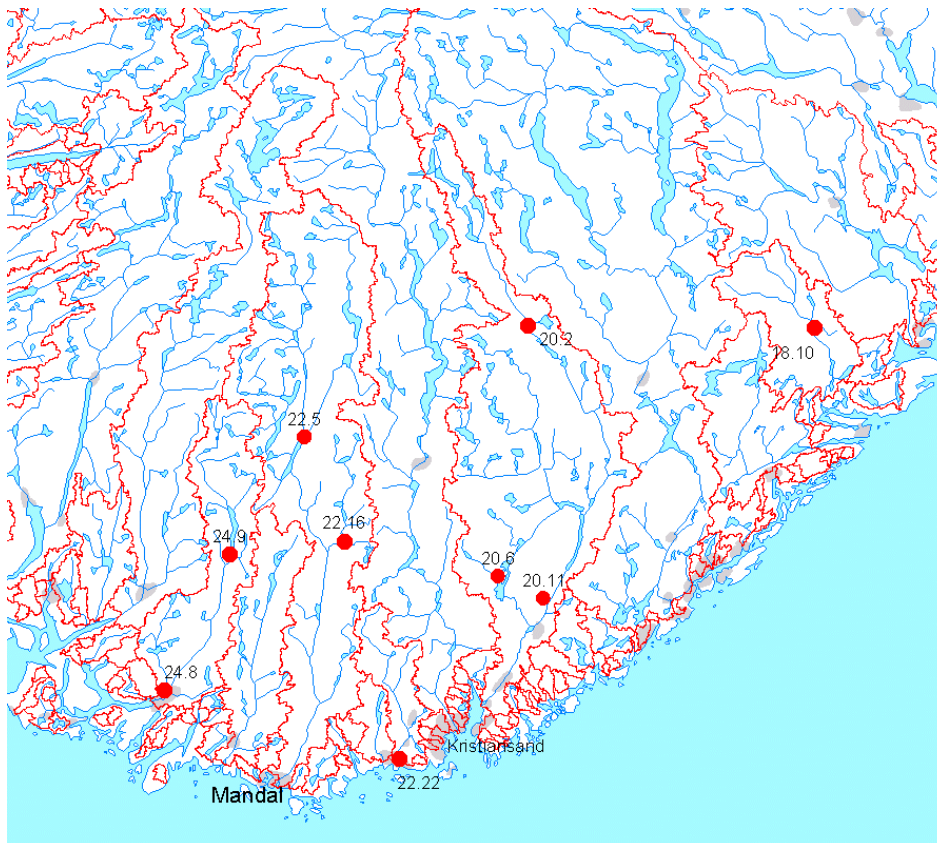


**Figur 5**

Flommer i Søgneelva 1974-2001. Sirkelen representerer året med start rett opp. Vannføringer større enn  $44 \text{ m}^3/\text{s}$  er markert når på året de opptrer og med relativ størrelse.

### 3. Hydrometriske stasjoner

I figur 6 er det gitt en oversikt over avløpsstasjoner i og i nærheten av Søgneelva. Noen sentrale feltparametere for stasjonene er gitt i tabell 3. En kort kommentar til de enkelte stasjonene er gitt nedenfor.



**Figur 6**

#### **Målestasjoner i nærheten av Søgneelva.**

**18.10 Gjerstad** ligger i Gjerstadelv som drenerer grenseområdene mellom Aust Agder og Telemark. Det er ingen reguleringer i feltet som er drøyt 200 km<sup>2</sup>. Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til ca. 85 m<sup>3</sup>/s, mens midlere flom er 90 m<sup>3</sup>/s. Det er godt samsvar mellom vannføringsmålinger og vannføringskurve.

**20.2 Austenå** ligger ca. 70 km inn i landet i øvre del av Tovdalselv i Aust Agder. Stasjonen har vært i drift siden 1924. Nedbørfeltet er på 286 km<sup>2</sup> og består av relativt mye fjellområder (55 % snaufjell). Det er flere nokså store innsjøer i nedbørfeltet som har en flomdempende virkning. Nedbørfeltet ligger også relativt høyt med en middelhøyde på ca. 770 moh. Stasjonen er benyttet i flomanalysene først og fremst fordi den har en av de få lange observasjonsseriene i området.

Vannføringskurven for målestasjonen har tre kurveperioder (1924-28, 1928-82, 1983-dags dato). For de to siste periodene er det utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til henholdsvis 73 m<sup>3</sup>/s og 62 m<sup>3</sup>/s, i tillegg er øvre del av vannføringskurven ekstra-polert ved hjelp av hydrauliske beregninger (HEC-2). Midlere flom er 74 m<sup>3</sup>/s. Det betyr at flomverdiene ved stasjonen antas å være gode.

**Tabell 3**

**Feltparametere for undersøkte stasjoner.**

Normalavløp er enten fra NVE-rapport 2-2001, eller beregnet fra avrenningskart 1961-90 (\*).

Stasjon	Periode	Areal (km <sup>2</sup> )	Normalavløp (l/s km <sup>2</sup> )	Sjøprosent (%)	Effektiv sjøprosent (%)
18.10 Gjerstad	1980-01	237	25*	2,6	1,64
20.2 Austenå	1924-01	286	37	8,4	2,0
20.6 Ogge	1950-93	245	38	-	-
20.11 Tveitdalen	1973-01	0,44	38	-	-
22.5 Austerhus	1922-85	410	44	4,9	1,8
22.16 Myglevatn ndf.	1951-01	182	45	3,4	1,9
22.22 Søgne	1974-01	206	30*	4,7	0,07
24.8 Møska	1978-01	121	50*	7,8	1,43
24.9 Tingvatn	1922-01	272	61	6,8	3,3

**20.6 Ogge** lå i Tovdalselva omkring 30 km fra kysten. Stasjonen var i drift fra 1950 til 1993. Ved denne stasjonen var det to utløp og vannføringskurven for stasjonen er svært usikker. Flomverdiene ved stasjonen er derfor ikke benyttet.

**20.11 Tveitdalen** ligger i Tveitdalsbekken, en sidegren til Tovdalselva. Stasjonen har vært i drift siden 1972. Nedbørfeltet til denne stasjonen er kun 0,41 km<sup>2</sup>, og flomverdiene ved denne stasjonen må derfor forventes å være høyere enn for de øvrige stasjonene i området.

**22.5 Austerhus** lå i Mandalsvassdraget, omkring 65 km fra kysten. Stasjonen var i drift i perioden 1922-85, og ble påvirket av regulering i 1958. Nedbørfeltet er 410 km<sup>2</sup>, av dette er 75 % fjellområder.

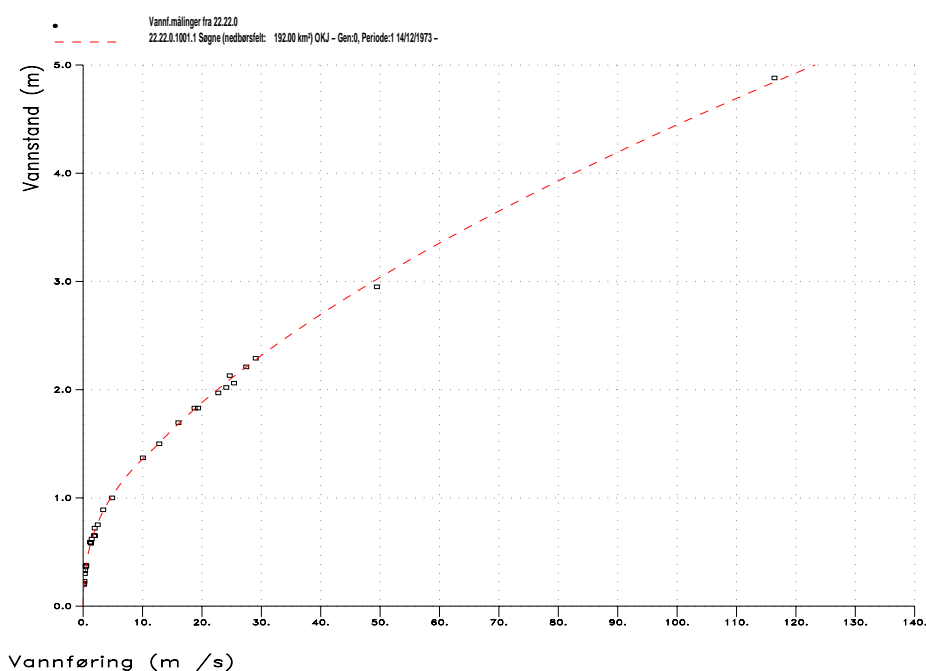
Det er laget en tilsigsserie for denne stasjonen som er benyttet i flomanalysene. En enkel visuell kontroll av tilsigsserien viser at den kan inneholde noe ”støy”. Slike serier vil ofte underestimere flomvannføringer.

**22.16 Myglevatn ndf** ligger i en sidegren til Mandalselva omkring 45 km inn i landet. Stasjonen har vært i drift siden 1951, og er ikke påvirket av reguleringene i Mandalsvassdraget. Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til ca. 20 - 25 m<sup>3</sup>/s, midlere flom er nærmere 70 m<sup>3</sup>/s. Flomverdiene ved stasjonen er derfor relativt usikre.

**22.22 Søgne** ligger i Søgneelva et par kilometer før utløpet i fjorden. Stasjonen ligger på eiendommen til Landbruksskolen i Søgne og ble opprettet i 1973 i forbindelse med vannkvalitetsundersøkelser. Fram til 1984 og for 2001 finnes det kvalitetskontrollerte data for stasjonen. For årene 1985 – 2000 er kun foreløpige data tilgjengelige. Det betyr for eksempel at observasjonsbrudd ikke er komplettert eller at data ikke er korrigert hvis det er mistanke om at is har forstyrret observasjonene. Ved vinterflommer er det lite trolig at is har forstyrret målingene (Oddmund Solheim, NVE-HH), da is raskt vil bli spylt ut over fossenakken nedstrøms stasjonen.

Det er laget en arbeidsserie for stasjonen (22.22.0.1001.11) bestående av ferdig kontrollerte og foreløpige data. År som har observasjonsbrudd i en periode hvor årets største flom antas å ha forekommet er utelatt fra analysene, dette gjelder 1973, 1992, 1997 og 2000. I de øvrige årene er det sannsynlig at årsflommen er registrert. Disse vurderingene er gjort ved å sammenligne observasjonene ved Søgne med en del nabostasjoner.

Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til 116 m<sup>3</sup>/s, eller drøyt 40 % over midlere flom. Denne flommålingen ble tatt 3. desember 1992. Det er kun 1 % avvik mellom denne målingen og vannføringskurven (figur 7). På tross av mange år med foreløpige data, antas derfor flomverdiene ved stasjonen å være pålitelige.



**Figur 7**

**Vannføringskurve for 22.22 Søgne.**

**24.8 Møska** ligger i Møska som løper sammen med Lygna rett før denne renner ut i Lyngdalsfjorden. Det er en del innsjøer i nedbørfeltet, og det ligger lenger vest enn feltet til Søgneelva slik at midlere spesifikt årsavløp her er høyere. Stasjonen ble opprettet i 1978.

Det er foretatt vannføringsmålinger for vannføringer opp til 90 – 100 m<sup>3</sup>/s, mens midlere flom ikke er større enn 55 m<sup>3</sup>/s. Det er relativt godt samsvar mellom vannføringsmålinger og vannføringskurve. Flomverdiene ved stasjonen antas derfor å være pålitelige.

**24.9 Tingvatn** ligger i Lygna omkring 45 km inn i landet. Stasjonen har data fra 1922. Vannføringskurven for stasjonen gir drøyt 10 % større vannføring enn de største vannføringsmålingene skulle tilsi. Det kan bety at flomverdiene ved stasjonen er noe overestimert. Største vannføringsmåling er ved ca. 85 m<sup>3</sup>/s, mens midlere flom er beregnet til 120 m<sup>3</sup>/s.

## 4. Flomanalyser

### 4.1 Observerte flommer

De største flommene i Søgneelva har vært registrert i månedene oktober til desember. Men flommen forekommer også til andre tider av året (figur 4 og 5). I tabell 4 er de ti største observerte flommene i vassdraget siden 1974 gitt, og en ser at også flom i april er representert i denne oversikten. I figur 8 er største flom hvert år vist. Etter 1985 finnes det digitale data med fin tidsoppløsning for 22.22 Søgne. For tidligere år er kulminasjonsverdier manuelt avlest fra limnigrammer.

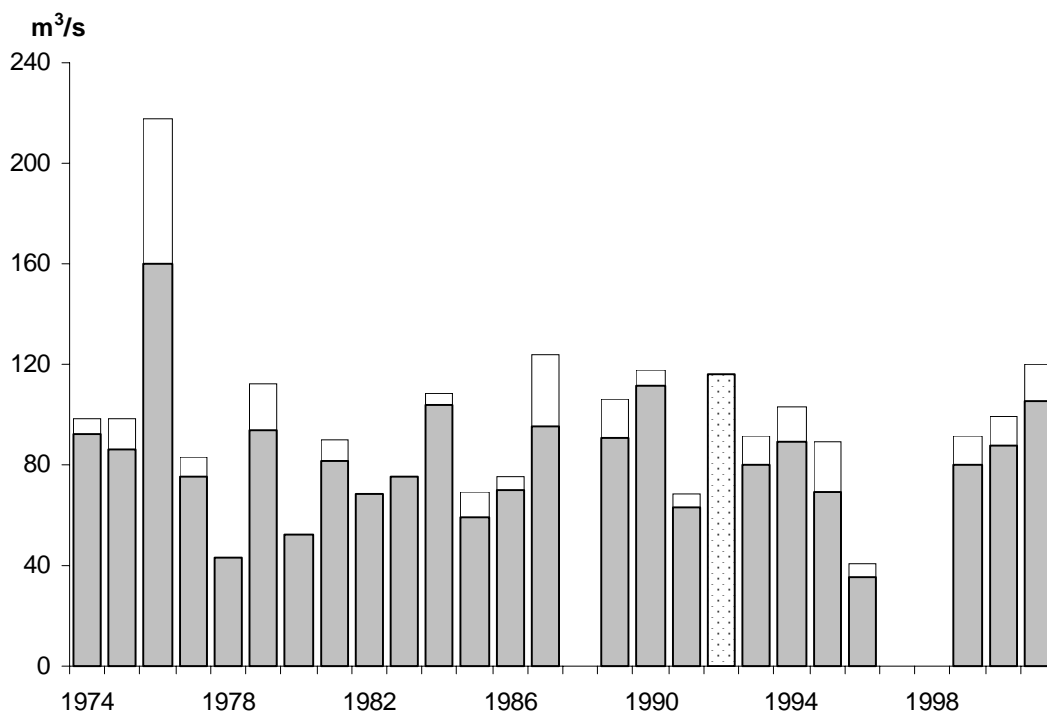
Årene 1988, 1992, 1997 og 1998 mangler observasjoner i den perioden hvor en antar at årets høyeste vannføring har forekommet. I 1992 ble det 2. og 3. desember satt flomrekord ved flere stasjoner i nærheten. Ved 22.16 Myglevatn var det da største flom i løpet av 50 år, ved 24.8 Møska største i løpet av 21 år og ved 24.9 Tingvatn største i løpet av 79 år.

Som nevnt i forrige kapittel ble det 3. desember 1992 foretatt en vannføringsmåling i Søgneelva. Den ga en vannføring på 116 m<sup>3</sup>/s. Dette er en øyeblikksverdi, og både døgnmiddel og kulminasjonsverdi kan ha vært betydelig større.

**Tabell 4**

**De ti største flommene ved 22.22 Søgne i perioden 1974-2001. Data for årene 1988, 1992, 1997 og 1998 mangler.**

Dato	Døgnmiddel m <sup>3</sup> /s	Kulminasjon m <sup>3</sup> /s	Forholdstall
14 oktober 1976	160	217	1,36
3 desember 1992	116*	Observasjonsbrudd, øyeblikksverdi fra vannføringsmåling.	
30 oktober 1990	112	118	1,06
2 desember 2001	106	120	1,14
25 desember 1984	104	108	1,04
17 oktober 1987	95	124	1,30
2 november 1979	94	112	1,19
15 november 1974	92	98	1,06
6 november 1989	91	106	1,17
2 april 1994	90	103	1,15



**Figur 8**

**Flommer, som døgnmidler og kulminasjon, i Søgneelva fra 1974 til 2001. Flommen i 1992 (stiplet søyle) er en øyeblikksverdi (se tekst).**

## 4.2 Midlere flom

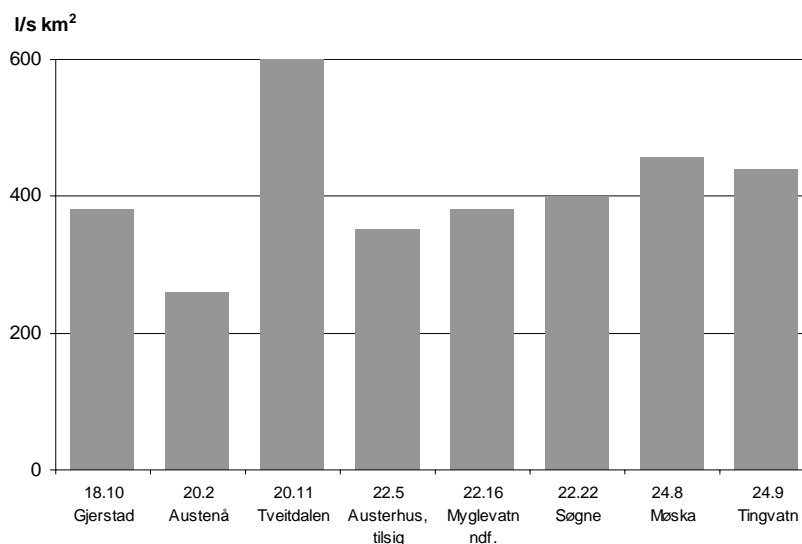
En ser av analysene at det er stor variasjon i midlere spesifikk flom i området (tabell 5 og figur 9). Tveitdalen, som er et svært lite felt, skiller seg ut med den klart høyeste verdien, 600 l/s km<sup>2</sup>. I motsatt ende finner vi Austenå, hvor midlere spesifikk flom er kun 260 l/s km<sup>2</sup>. I feltet til Austenå er det flere store innsjøer som virker dempende på flommer, og Austenå-feltet ligger og relativt høyt og mer i le i forhold til vestavær enn stasjonene lenger sør og vest (se figur 2). For de øvrige stasjonene er variasjonen fra omkring 350 til 460 l/s km<sup>2</sup>.

23 år med data fra Søgneelva gir en midlere spesifikk flom på 399 l/s km<sup>2</sup>. Dette harmonerer godt med de øvrige observasjonene i nærheten. I videre beregninger benyttes 400 l/s km<sup>2</sup> som midlere spesifikk flom for Søgneelva.

**Tabell 5**

### Midlere flom.

Stasjon	Periode	Antall år	Areal (km <sup>2</sup> )	Midlere flom (m <sup>3</sup> /s)	Midlere flom (l/s km <sup>2</sup> )
18.10 Gjerstad	1980-01	21	237	90.2	381
20.2 Austenå	1924-01	77	286	74.3	260
20.11 Tveitdalen	1973-01	29	0,44	0.264	600
22.5 Austerhus, tilsig	1922-85	63	410	144.2	352
22.16 Myglevatn ndf.	1952-01	50	182	69.2	380
22.22 Søgne	1974-01	23	206	82.1	399
24.8 Møska	1978-01	21	121	55.4	457
24.9 Tingvatn	1922-01	79	272	119.8	440



**Figur 9.**

### Midlere flom.



### 4.3 5- 500 års flom

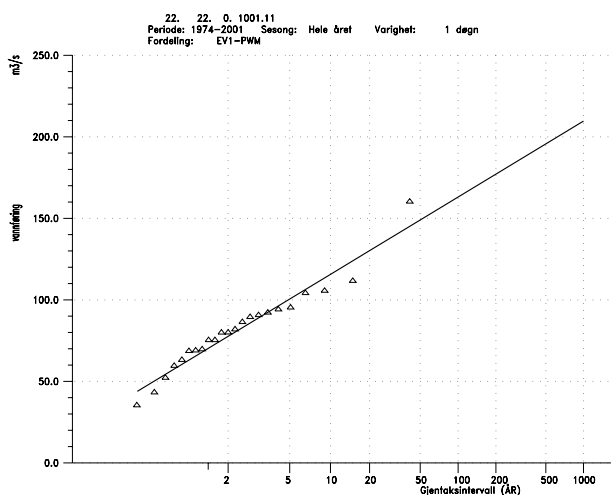
For bestemmelse av flommer med gjentakintervall opp til 500 år er det utført frekvensanalyser av flomdata fra både Søgneelva og nabovassdrag. I tillegg er regionale flomfrekvenskurver benyttet.

Frekvensanalysen for Søgneelva er vist i figur 10. De observerte flommene er best tilpasset Gumbel-fordelingen (EV1). 23 år med data er imidlertid lite for å beregne flommer med gjentakintervall på flere hundre år. En ser at den største flommen i materialet ligger et stykke over kurven. Når en i tillegg kan anta at 1992-flommen, som ikke er med i analysene, også var en stor flom, er det rimelig å regne med at denne flomanalysen underestimerer de sjeldne flommene i Søgneelva.

En ser av tabell 6 og figur 11 at for de to lengste seriene i området, Tingvatn (79 år) og Austenå (77 år) varierer forholdstallet mellom 500-års flom og middelflom fra omkring 2,7 til 2,0. Det relativt lave forholdstallet for Austenå, skyldes at dette vassdraget ligger lenger inn i landet og har større innslag av vårflokk enn de øvrige feltene.

Til sammenligning gir frekvensfaktorene fra de to regionale flomfrekvensanalysene som finnes forholdstall på 2,7 - 2,8. Faktoren fra Å1-området er hentet fra "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" av 1978 og for K1-området fra "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" av 1997.

For Søgneelva er det valgt å benytte de regionale frekvensfaktorene for K1-området. For gjentakintervall opp til 20 år er disse nær identiske med de beregnede faktorene for målestasjonen 22.22 Søgne, mens for sjeldnere flommer er de regionale forholdstallene noe høyere.



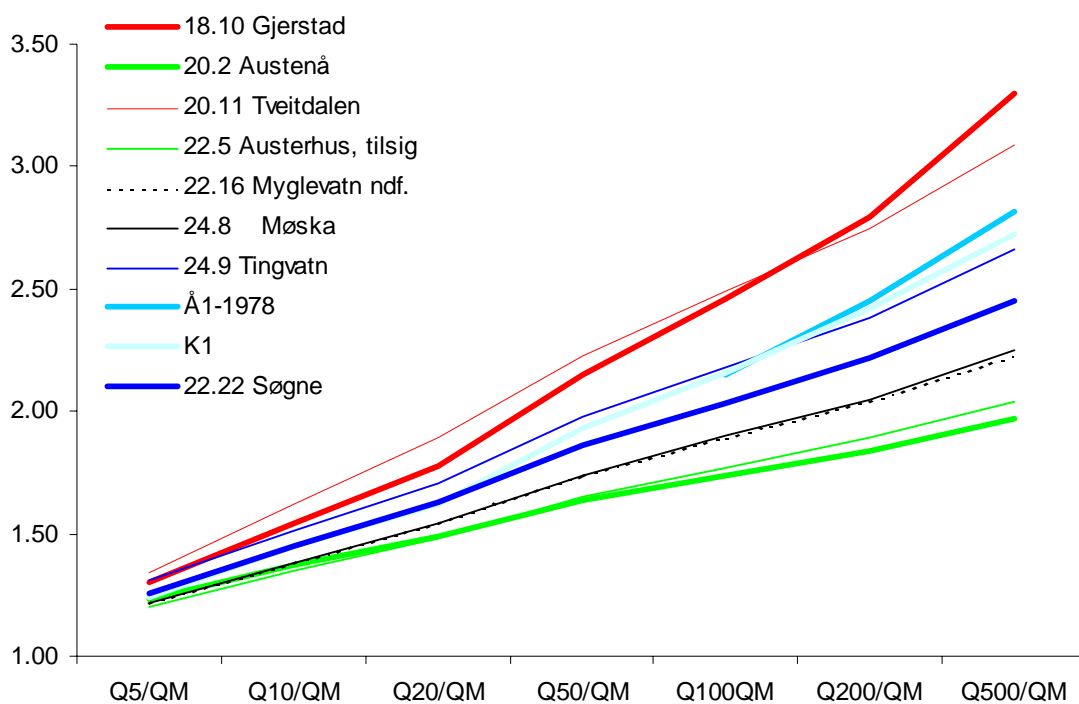
Figur 10

Søgneelva, flomfrekvensanalyse for årene 1974-2001.

**Tabell 6**

**Flomfrekvensfaktorer. For Søgneelva er de regionale verdiene for K1-området benyttet.**

	Ant. år	Q5/QM	Q10/QM	Q20/QM	Q50/QM	Q100/QM	Q200/QM	Q500/QM
18.10 Gjerstad	21	1,30	1,54	1,78	2,15	2,46	2,79	3,30
20.2 Austenå	77	1,23	1,37	1,49	1,64	1,74	1,84	1,97
20.11 Tveitdalen	29	1,34	1,62	1,89	2,23	2,49	2,75	3,09
22.5 Austerhus, tilsig	63	1,2	1,35	1,48	1,65	1,77	1,89	2,04
22.16 Myglevatn ndf.	50	1,22	1,38	1,54	1,74	1,89	2,04	2,23
22.22 Søgne	23	1,26	1,45	1,63	1,86	2,03	2,22	2,45
24.8 Møska	21	1,22	1,38	1,54	1,74	1,9	2,05	2,25
24.9 Tingvatn	79	1,31	1,51	1,71	1,98	2,18	2,38	2,66
Regionale verdier:								
Å1-1978						2,15	2,45	2,82
K1-1997		1,24	1,45	1,62	1,93	2,16	2,42	2,72



**Figur 11**

**Flomfrekvenskurver, kurven for Søgne er vist i mørk blå.**

Resultatene for Søgneelva er gitt i spesifikke verdier (l/s km<sup>2</sup>) i tabell 7 og i m<sup>3</sup>/s for de ulike punktene i vassdraget i tabell 8. En ser for eksempel at nederst i vassdraget er 5-års døgnmiddelflom beregnet til ca. 100 m<sup>3</sup>/s, mens ved 200 års gjentakintervall øker vannføringen til ca. 200 m<sup>3</sup>/s.

**Tabell 7**

**Spesifikke flomverdier i l/s km<sup>2</sup> for Søgneelva (døgnmidler).**

	qM	q5	q10	q20	q50	q100	q200	q500
Søgneelva	400	504	580	652	772	864	968	1088

**Tabell 8**

**Flomverdier for Søgneelva . Det er døgnmidler som er gitt.**

	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
S1	131	52	65	76	85	101	113	127	143
S2	142	57	70	82	92	110	123	137	154
S3	151	60	75	88	98	117	130	146	164
S4	183	73	91	106	119	141	158	177	199
S5	192	77	95	111	124	148	166	186	209
S6	206	82	102	119	133	159	178	199	224
S7	210	84	104	122	136	162	181	203	228

#### 4.4 Kulminasjonsverdier

I Søgneelva kan kulminasjonsvannføringen være vesentlig større en døgnmiddelet. Data fra de ti største flommene i vassdraget viser forholdstall mellom døgnmiddel og kulminasjon som varierer fra 1,04 til 1,36 (tabell 4), med et middel på 1,16.

Det høyeste forholdstallet er fra flommen i 1976, da vannstanden gikk langt over toppen av limnigrafen. Kulminasjonsvannstanden ble avmerket i et eiketre i nærheten og ble senere innmålt (observatørens notater). Det må antas at det er relativt stor usikkerhet både i døgnmiddel- og kulminasjonsvannføring under denne flommen.

I retningslinjene for flomberegninger for flomsonekart er det gitt følgende formler for beregning av forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom:

$$\text{Vårflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{døgn}} = 1.72 - 0.17 \log A - 0.125 A_{SE}^{0.5}$$

$$\text{Høstflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{døgn}} = 2.29 - 0.29 \log A - 0.270 A_{SE}^{0.5}$$

hvor A er feltareal og  $A_{SE}$  er effektiv sjøprosent.

For Søgneelva gir disse formlene et forholdstall på 1,29 for vårflommer og 1,55 for høstflommer. Observasjonene i vassdraget tyder på at formlene her gir for høye forholdstall. Som representativ verdi benyttes 1,3. Det gir følgende kulminasjonsverdier i Søgneelva (tabell 9).

Den største usikkerheten i disse flomberegningene, er sannsynligvis ved omregning fra døgn- til kulminasjonsverdier.

**Tabell 9**

**Flomverdier i Søgneelva. Det er kulminasjonsverdier som er gitt.**

	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
S1	131	68	84	99	110	131	147	165	185
S2	142	74	92	107	120	143	159	179	201
S3	151	79	97	114	127	152	170	190	214
S4	183	95	118	138	154	184	206	230	259
S5	192	100	124	145	162	193	216	242	272
S6	206	107	133	155	174	207	231	259	291
S7	210	109	135	158	177	211	236	264	297

## 5. Usikkerhet

Usikkerheten i de beregnede flomverdiene skyldes en rekke forhold. For det første er det usikkerhet knyttet til ”observert vannføring”. Vannstander observeres, deretter omregnes disse ut fra en vannføringskurve til vannføring. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring ute i elven.

De største flomvannføringene er beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer. For eksempel er største registrerte vannføring ved målestasjonen 22.22 Søgne 217 m<sup>3</sup>/s, mens største vannføringsmåling er 116 m<sup>3</sup>/s.

Det er også et begrenset antall år med observasjoner i vassdraget. I tillegg er det for mange av disse årene ikke foretatt vanlig kvalitetskontroll av dataene. Det er likevel antatt at de fleste årene siden 1974 har rimelig gode flomdata.

Den største usikkerheten i disse beregningene ligger sannsynligvis i omregning fra døgnmiddel- til kulminasjonsvannføring. Det er en del data med fin tidsoppløsning fra vassdraget, men ved for eksempel den største flommen, som også har det høyeste beregnede forholdstallet mellom døgnmiddel- og kulminasjonsvannføring, stod limnigrafen under vann.

Som forholdstall er 1,3 benyttet. Empiriske formler, som er basert på feltparametere, gir et forholdstall for høstflommer på 1,55, mens hovedtyngden av observasjoner gir forholdstall som er mindre enn 1,2.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn. Hvis disse flomberegningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil disse gis klasse 2.

## Referanser

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

Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Bo Wingård, rapport 2-78, NVE 1978.

Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Nils Roar Sælthun, rapport 14-97, NVE 1997.

Kanalvæsenets historie. Vasdrag vestenfor Skienselven til og med Sireaaen. Kanalkontoret, Kristiania 1883.

Elver og Vann. Vern av norske vassdrag. Jon Arne Eie, Per Einar Faugli, Jens Aabel. Grøndahl Dreyer, NVE – 1996.

Avløpsnormaler. Normalperioden 1961-90. Marit Astrup. NVE-rapport 2-2001.



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

### Utgitt i Dokumentserien i 2002

- Nr. 1 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Moisåna ved Moi (026.BZ). Flomsonekartprosjektet (28 s.)
- Nr. 2 Stein Beldring, Lars A. Roald, Astrid Voksø: Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990 (49 s.)
- Nr. 3 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2002 (60 s.)
- Nr. 4 Bjarne Kjølmoen, Hans Chr. Olsen: Langfjordjøkelen i Vest-Finnmark. Glasiohydrologiske undersøkelser (35 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Skoltefossen i Neidenvassdraget (026.BZ). Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 6 Erik Holmqvist: Flomberegning for Reisavassdraget (208.Z). Flomsonekartprosjektet (28 s.)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2001 (18 s.)
- Nr. 8 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Tanavassdraget. Flomsonekartprosjektet ( 22 s.)
- Nr. 9 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Ørstavassdraget. Flomsonekartprosjektet ( 18 s.)
- Nr. 10 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger (121.Z). Flomsonekartprosjektet ( 23 s.)
- Nr. 11 Asgeir Petersen-Øverleir: Årsrapporter 2001 for de urbanhydrologiske målestasjonene i Norge (200 s.)
- Nr. 12 Supplering av Verneplan for vassdrag. Høringsdokument (323 s.)
- Nr. 13 Erik Holmqvist: Flomberegning for Hønefoss. Flomsonekartprosjektet (42 s.)
- Nr. 14 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Røssåga. Flomsonekartprosjektet (23 s.)
- Nr. 15 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Nedre Glomma. Flomsonekartprosjektet (34 s.)
- Nr. 16 Erik Holmqvist: Flomberegning for Søgneelva (022.1Z). Flomsonekartprosjektet (21 s.)