

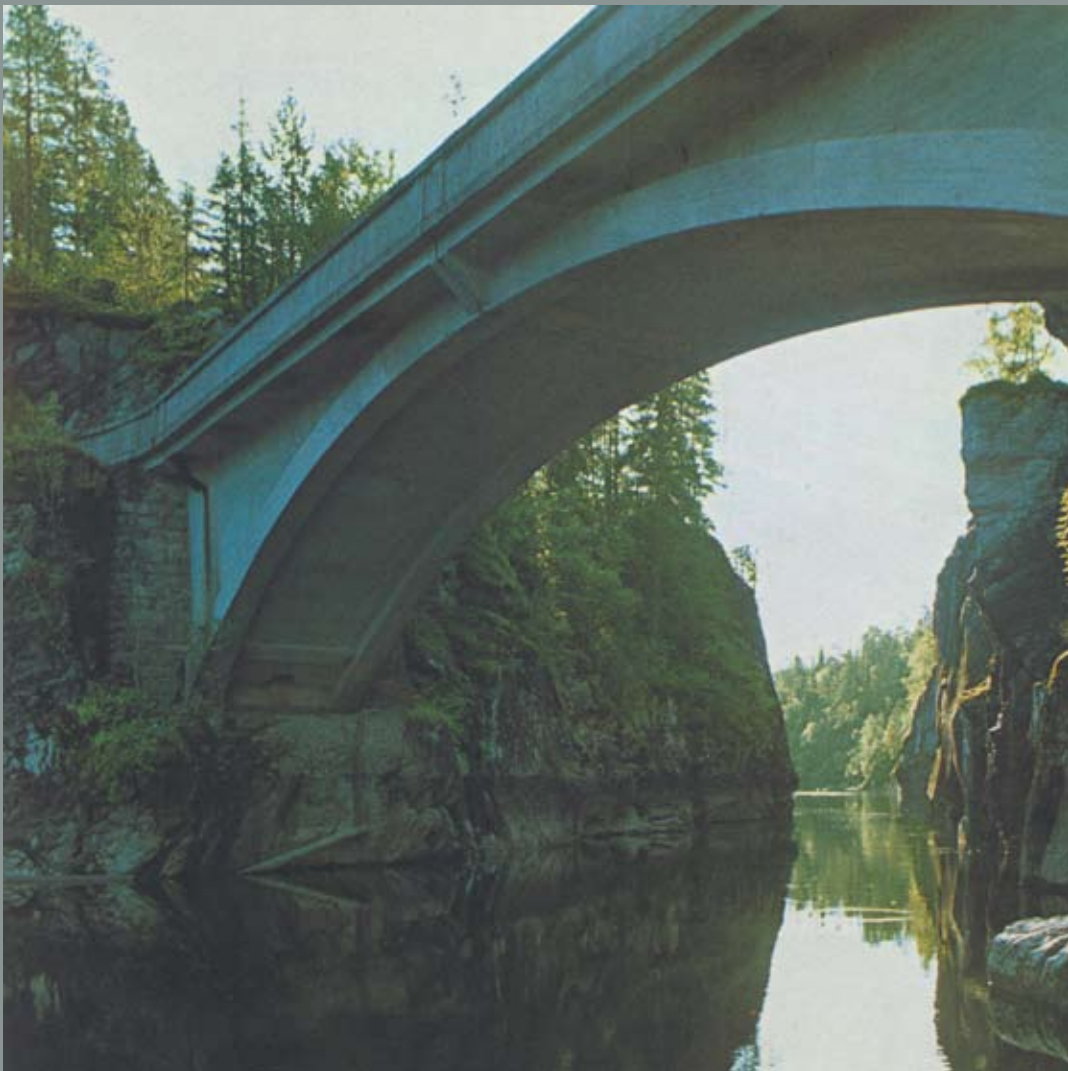


Flomsonekartprosjektet

# Flomberegning for Nea-Nidelvvasdraget

*Lars-Evan Pettersson*

5  
2001



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Flomberegning for Nea- Nidelvvasdraget (123.Z)**

**Norges vassdrags- og energidirektorat**

**2001**

## Dokument nr 5

### Flomberegning for Nea-Nidelvassdraget (123.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Trangfossen, partiet som er bestemmende for vannstandene i Selbusjøen (Foto: Trondheim Energiverk)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for tre delprosjekter i Nea-Nidelvassdraget. Kulminasjonsvannstand og –vannføring for flommer med forskjellige gjentakintervall er beregnet for fire punkter i vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Nea, Selbusjøen, Nidelva

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)

Februar 2001

# 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>6</b>
<b>3. Hydrometriske stasjoner</b>	<b>10</b>
<b>4. Flomfrekvensanalyser</b>	<b>12</b>
4.1 Nea.....	12
4.2 Selbusjøen.....	13
4.3 Nidelva.....	14
<b>5. Beregning av flomverdier i Nea-Nidelvvassdraget</b>	<b>16</b>
5.1 Nea.....	16
5.2 Nidelva.....	18
5.3 Selbusjøen.....	20
5.4 Flomverdier i Nea-Nidelvvassdraget .....	22
<b>6. Observerte flommer</b>	<b>22</b>
<b>7. Usikkerhet</b>	<b>24</b>
<b>Referanser</b>	<b>26</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 av Nea-Nidelvvassdraget i Sør-Trøndelag. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, februar 2001



Kjell Repp  
avdelingsdirektør



Sverre Husebye  
seksjonssjef

# Sammendrag

Flomberegningen for Nea-Nidelvassdraget omfatter delprosjektene fs 123\_1 Selbu, fs 123\_2 Trondheim og fs 123\_3 Øvre Leirfoss. Flomberegningen er i hovedsak basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved et antall hydrometriske stasjoner i Nea-Nidelvassdraget. Det er tatt hensyn til at flomforholdene er blitt forandret på grunn av reguleringene i vassdraget. Det er beregnet kulminasjonsvannstander og -vannføringer ved forskjellige gjentaksintervall for fire punkter i vassdraget.

Resultatet av beregningene ble:

	<b>Q<sub>M</sub></b>	<b>Q<sub>10</sub></b>	<b>Q<sub>20</sub></b>	<b>Q<sub>50</sub></b>	<b>Q<sub>100</sub></b>	<b>Q<sub>200</sub></b>	<b>Q<sub>500</sub></b>
<b>Nea ved utløpet i Selbusjøen, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>420</b>	<b>575</b>	<b>635</b>	<b>815</b>	<b>950</b>	<b>1090</b>	<b>1250</b>
Selbusjøen ved Neas kulm., m o.h.	157.88	158.88	159.66	160.16	161.66	162.34	163.05
	<b>H<sub>M</sub></b>	<b>H<sub>10</sub></b>	<b>H<sub>20</sub></b>	<b>H<sub>50</sub></b>	<b>H<sub>100</sub></b>	<b>H<sub>200</sub></b>	<b>H<sub>500</sub></b>
<b>Selbusjøen, m o.h.</b>	<b>158.18</b>	<b>159.18</b>	<b>159.96</b>	<b>160.46</b>	<b>161.96</b>	<b>162.64</b>	<b>163.35</b>
	<b>Q<sub>M</sub></b>	<b>Q<sub>10</sub></b>	<b>Q<sub>20</sub></b>	<b>Q<sub>50</sub></b>	<b>Q<sub>100</sub></b>	<b>Q<sub>200</sub></b>	<b>Q<sub>500</sub></b>
<b>Nidelva ved Øvre Leirfoss, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>265</b>	<b>400</b>	<b>455</b>	<b>520</b>	<b>735</b>	<b>840</b>	<b>955</b>
<b>Nidelva ved utløpet i fjorden, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>355</b>	<b>505</b>	<b>560</b>	<b>625</b>	<b>735</b>	<b>840</b>	<b>955</b>

Vannstandsverdiene i Selbusjøen er i SK-høyder. Vannstander i Trondheims Energiverks høydesystem fås ved å øke vannstandene i tabellen med 3.13 m. Høyeste regulerte vannstand (HRV) i Selbusjøen er 158.17 m o.h. (SK).

## 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for tre strekninger i Nea-Nidelvvassdraget i Sør-Trøndelag. Den øverste strekningen er nedre del av Nea og østenden av Selbusjøen, delprosjektets nummer og navn er fs 123\_1 Selbu. Neste strekning nedover vassdraget er Nidelva fra Nordsetfoss til Øvre Leirfoss, delprosjektets nummer og navn er fs 123\_3 Øvre Leirfoss. Nederst i vassdraget er det hele strekningen fra Nedre Leirfoss til Nidelvas utløp i Trondheimsfjorden, delprosjektets nummer og navn er fs 123\_2 Trondheim. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for fire punkter; Neas utløp i Selbusjøen, Selbusjøen, Nidelva ved Øvre Leirfoss og Nidelva ved utløpet i fjorden.

## 2. Beskrivelse av vassdraget

Nea-Nidelvvassdraget er til stor grad utbygd for vannkraftproduksjon av Trondheim Energiverk, og delvis av Selbu Energiverk. Vassdraget begynner i grenseområdene mot Sverige, i samme område som Gaula og Glomma har sine øverste kilder. Det øverste magasinet i vassdraget ligger i Sverige, Sylsjøen, en kunstig sjø som ble bygd ferdig i 1952. Herfra renner Nea, som elven oppstrøms Selbusjøen kalles, raskt ned i neste magasin, Nesjøen. Fallet ned til Nesjøen utnyttes i vassdragets øverste kraftverk, Nedalfoss.

Nesjøen er en kunstig sjø, oppdemt sammen med Essandsjøen i årene 1968-71 til et meget stort magasin. Essandsjøen ble regulert allerede i 1944. Like nedstrøms Nesjødammen ligger Vessingsjøen, og fallet ned dit utnyttes i Vessingfoss kraftverk. Også Vessingsjøen er kunstig, her var det opprinnelig bare myrområder. I Vessingsjøen er inntaket til Nea kraftverk nede i Tydal, vassdragets viktigste kraftstasjon og som ble satt i drift i 1960. I anslutning til Nea kraftverk ligger Tya kraftverk som får vann fra Finnkoisjømagasinet i Løddølja, en nordlig sideelv til Nea, og fra Stuggusjømagasinet i Tya, en sørlig sideelv til Nea. Tya kraftverk er egentlig det ene av Nea kraftverks fire aggregater. Det har inntak i Sellisjøen og utnytter derved en mindre fallhøyde enn de andre tre aggregatene. I 2000 ble Fossan kraftverk satt i drift, som utnytter fallet på overføringen mellom Tya og Sellisjøen.

I Nea på strekningen ned til Selbusjøen ligger ytterligere tre kraftverk. Det er Gresslifoss, Hegsetfoss og Nedre Nea kraftverker. Gresslifoss og Hegsetfoss er relativt små kraftverk, bygd i 1960-årene, mens Nedre Nea er nest etter Nea kraftverk det største oppstrøms Selbusjøen. Nedre Nea kraftverk ble satt i drift i 1989. Fra kraftverket er det en lang utløpstunnel som munner ut i Nea i det flate partiet litt oppstrøms Selbusjøen.

Nea er hovedtilløpet til Selbusjøen. Andre store tilløp er Garbergelva, som kommer fra øst, og Slindelva, som kommer fra sør. Slindvassdraget er utbygd med magasin og kraftverk. Også nord for Selbusjøen, i en liten sideelv, ligger et reguleringsmagasin, Store Drakstsjøen.

Selbusjøen er tre mil lang og har et areal på nært 60 km<sup>2</sup>. Det meste av bebyggelsen er konsentrert rundt østenden av sjøen. Utløpet er i vestenden, hvor reguleringsdammen ved Hyttefossen, anlagt i 1949, ligger nedstrøms noen trange partier av sjøen. Det er særlig Trangfossen, som ligger 600-700 m oppstrøms dammen, som har betydning for vannstanden i Selbusjøen. Den første reguleringsdammen lå ved Brøttemstrømmen, drøyt 3 km oppstrøms dagens dam. Den eldste dammen er forlenget fjernet og man har også gravd en kanal forbi dette parti for å kunne senke Selbusjøen til ca. 158 m o.h. Senere tiltak har ført til at Selbusjøen nå er regulert mellom 161.30 m o.h. (HRV) og 155.00 m o.h. (LRV), de laveste tre metrene ved tunnelinntak i sjøen oppstrøms de trange partiene. På grunn av det trange utløpet varierer vannstanden i sjøen mye og flomstigningen kan være meget stor.

Reguleringsgrensene 161.30 og 155.00 m o.h. refererer seg til Trondheim Energi-verks lokale høydesystem, mens tilsvarende nivåer i Statens kartverks (SK) høyde-system er 158.17 og 151.87 m o.h. I NVEs hydrologiske database er dataserien 123.23.0.1000.1 i regulantens høydesystem og dataserien 123.23.0.1000.0 i SK-høyder, som også vil benyttes videre i denne rapporten.

Fra utløpet av Selbusjøen renner Nidelva, som elven nå heter, nordover ca. 4 mil før den når fjorden i Trondheim. Det er 6 kraftverk på denne strekning. Øverst ligger en liten kraftstasjon, Løkaunet, som har inntak ved Hyttefossen dam. Ikke langt unna ligger Svean kraftstasjon på omtrent samme nivå, men fordi den har inntak i selve Selbusjøen, med tunnel frem til kraftstasjonen, kan den utnytte hele volumet ned til LRV, noe som ikke Løkaunet kraftstasjon kan gjøre på grunn av de trange partiene ved Selbusjøens utløp. Løkaunet sto ferdig i 1926, mens den større kraftstasjonen ved Svean sto ferdig først i 1938. Maksimal driftsvannføring er henholdsvis ca. 20 og ca. 75 m<sup>3</sup>/s.

Fra Svean kraftstasjon til Fjæremfoss dam danner Nidelva en lang, smal sjø forbi Klæbubebbyggelsen. Nedenfor dammen ligger Fjæremfoss kraftstasjon, bygd i perioden 1950-57. Et lite fall lenger nedstrøms, Nordsetfossen, er ikke utnyttet til kraftproduksjon. Fra nedenfor Nordsetfossen strekker seg en lang, smal sjø frem til dammen ved Øvre Leirfoss. Her ligger Trondheim Energiverks eldste kraftstasjon fra 1901. Fra Øvre Leirfoss er det en kort strekning til Nedre Leirfoss hvor kraftstasjonen ble satt i drift i 1910.

Den siste kraftstasjonen som er bygd i Nidelva er Bratsberg kraftverk i 1977. Den utnytter hele fallet fra Selbusjøen til foten av Nedre Leirfoss. Tunnelen fra inntaket i Selbusjøen har en forbindelse med Jonsvatnet, Trondheims drikkevannskilde, før den når kraftstasjonen i fjellet under Bratsbergbebyggelsen. Fra kraftstasjonen ledes vannet i en lang tunnel til utløpet i Nidelva nedenfor Nedre Leirfoss. Maksimal driftsvannføring er ca. 105 m<sup>3</sup>/s.



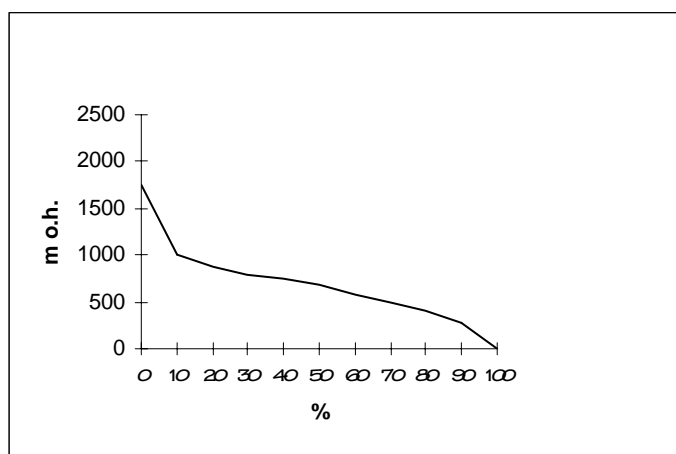
Et stykke nedstrøms Nedre Leirfoss kommer den eneste sideelven av betydning til Nidelva. Det er Leirelva som kommer fra Bymarka. I den nedre delen renner Nidelva rolig gjennom Trondheim sentrum og ut i fjorden.

Nea-Nidelvvassdraget har et nedbørfelt på 3119 km<sup>2</sup>. Høyeste punkt er Storsylen, 1762 m o. h. på grensen til Sverige. Midlere felthøyde er 680 m o.h. I tabell 1 er feltarealene for noen aktuelle punkter i vassdraget vist. Feltarealene er beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon (HG). Figur 2 viser et kart over vassdraget.

**Tabell 1. Feltarealer.**

Nea ved utløpet i Selbusjøen	2083 km <sup>2</sup>
Selbusjøen ved utløpet	2941 km <sup>2</sup>
Nidelva ved Øvre Leirfoss	3049 km <sup>2</sup>
Nidelva ved utløpet i fjorden	3119 km <sup>2</sup>

Avrenningen i vassdraget er ca. 35 l/s\*km<sup>2</sup> som årsmiddel. Den varierer mellom ca. 20 og ca. 65 l/s\*km<sup>2</sup>. Minst avrenning er det i de lavereliggende delene ned mot Trondheim, mens størst avrenning finner vi i fjellområdet over mot Stjørdalen. På grunn av den omfattende reguleringen er vannføringen i både Nea og Nidelva betydelig utjevnet over året. Den naturlige avrenningen er vanligvis liten om vinteren. Snøsmelting fører til stor avrenning i mai-juni og de fleste store flommer opptrer i disse månedene. Men det er også mange ganger at regnvær om sommeren og høsten fører til flomepisoder.



**Figur 1. Hypsografisk kurve for Nea-Nidelvvassdraget.**



### 3. Hydrometriske stasjoner

De viktigste hydrometriske stasjonene i vassdraget er 123.13/49 Stokke i Nea, 123.23 Grenstad i Selbusjøen og 123.20 Rathe i Nidelva. 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.

I nedre del av Nea har det vært tre målestasjoner. Den eldste var 123.13 Stokke, som har vannføringsdata fra 1915 til 1946. Den var nedlagt i drøyt 20 år før den ble gjenopprettet på omtrent samme sted, nå kalt 123.49 Stokke limnigraf. Den stasjonen har data i perioden 1967-1990. Stokkestasjonene har et nedbørfelt på 1992 km<sup>2</sup> og registrerer stort sett hele Neas vannføring. Etter at Nedre Nea kraftverk ble satt i drift i 1989 og førte driftsvannføringen ut i Nea nedstrøms Stokke målestasjon, ble den nedlagt. Som erstatning var 123.34 Kulset bru opprettet nedstrøms kraftverkets utløpskanal allerede midt i 1980-årene. Flomdata fra Stokkestasjonene regnes å være av rimelig god kvalitet.

I forbindelse med senkningsplaner for Selbusjøen ble det allerede i årene 1859-61 utført vannstandsobservasjoner i sjøen. Kontinuerlige observasjoner finnes siden 1901. Den eldste målestasjonen var 123.4 Selbusjø, som sto nord i sjøens østende, og var i drift fra 1901 til 1913. En ny stasjon ble opprettet litt lenger vest på sjøens nordre bredd, 123.5 Selbustranden, i 1912. Den var i drift til 1915. Allerede i 1907 var det opprettet en målestasjon ved Selbusjøens utløp Brøttemsstrømmen, 123.7 Brøttem. Den overtok vannstandsregistreringene i Selbusjøen og var i drift til 1965. Den nåværende målestasjonen, i drift siden 1965, ligger litt lenger inn på sjøens nordre bredd, nært inntaket til Svean kraftstasjon og heter 123.23 Grenstad. Vannstandsobservasjonene ved de eldre målestasjonene Selbusjø, Selbustranden og Brøttem kan benyttes for å beregne vannføringen ut av Selbusjøen, mens Grenstad bare registrerer vannstander.

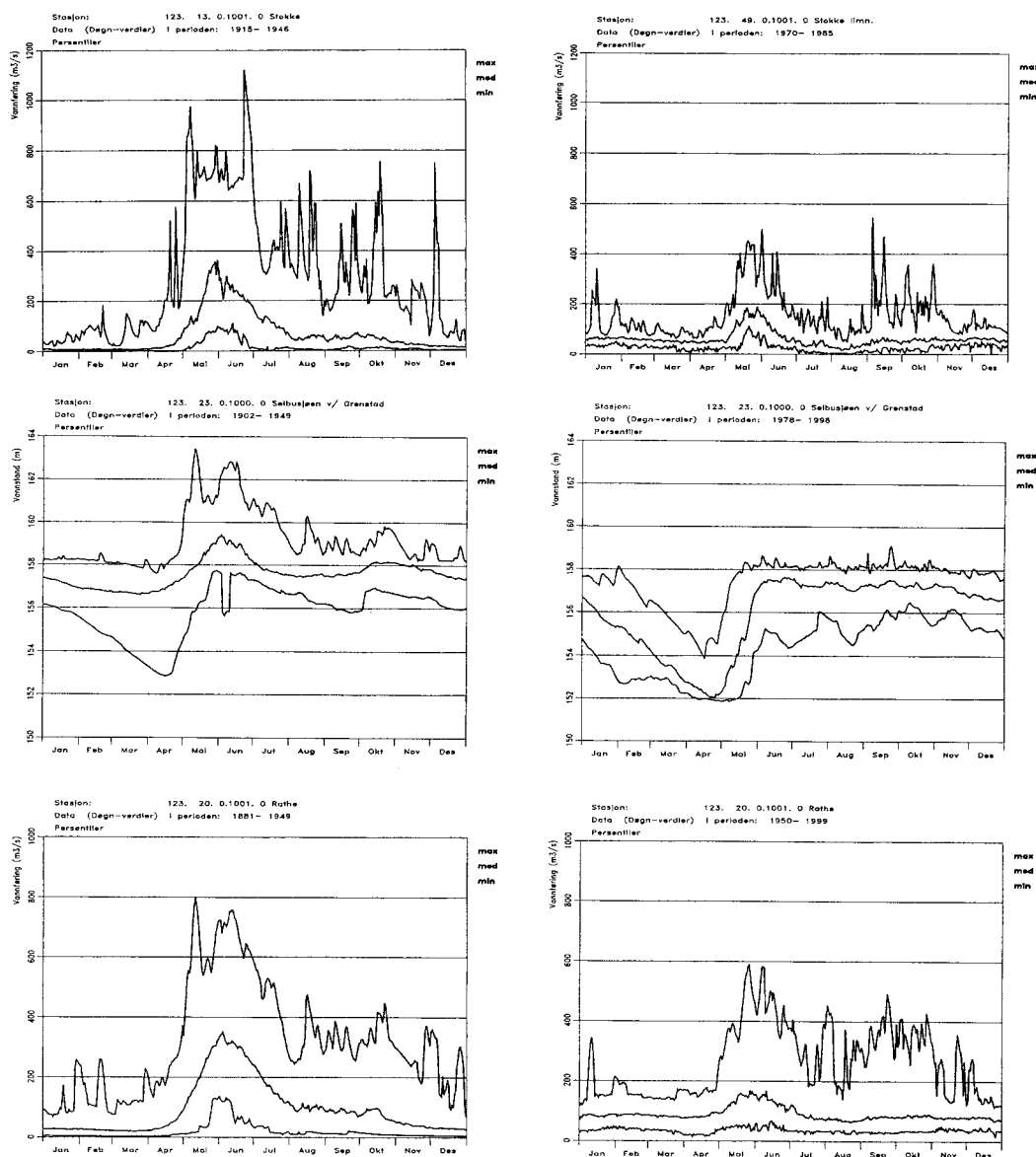
Nidelvas vannføring er registrert ved flere målestasjoner, se tabell 2. Arealene er tatt fra den hydrologiske databasen for å illustrere det innbyrdes forholdet mellom stasjonenes beliggenhet. Ny beregning har resultert i arealer som avviker noe fra det som står i tabellen.

**Tabell 2. Målestasjoner for vannføring i Nidelva**

Målestasjon	Feltareal, km <sup>2</sup>	Observasjonsperiode
123.1 Lerfoss	3049	1881-1904
123.22 Nordsetfoss	3009	1899-1906 og 1964-1988
123.4 Selbusjø	2867	1901-1913
123.20 Rathe	3061	1902-dags dato
123.7 Brøttem	2867	1907-1917
123.46 Løkaunet	2940	1908-1939
123.5 Selbustranden	2867	1912-1915
123.47 Svean	2957	1939-1958

123.20 Rathe er den eneste stasjon som er i drift idag. Den har et nedbørfelt på 3053 km<sup>2</sup> og ligger nedstrøms alle dammer og kraftverk i Nidelva, inklusive utløpet fra Bratsberg kraftverk. Datakvaliteten regnes som god. Det er satt sammen en dataserie for 123.20 Rathe av de største årlige flommene siden 1881. I de år som data mangler fra Rathe, er flomdata fra annen målestasjon i Nidelva benyttet uten korreksjon for forskjell i feltstørrelse.

Vannføringsforholdene i Nea og Nidelva har blitt forandret opp gjennom årene på grunn av nye reguleringer. Størst betydning for vannføringsforholdene i Nea og Nidelva var det at Nesjøen ble tatt i bruk som reguleringsmagasin i 1970. Men også senere tiltak, blant annet øket uttak fra Selbusjøen ved tunnelen til Bratsberg kraftverk i 1977, har ført til ytterligere forandringer i vannføringsforholdene. Samtidig har reguleringene forandret vannstandsforholdene i Selbusjøen.



Figur 3. Karakteristiske hydrologiske data for Nea-Nidelvassdraget. Forholdene før regulering til venstre og forholdene etter regulering til høyre.

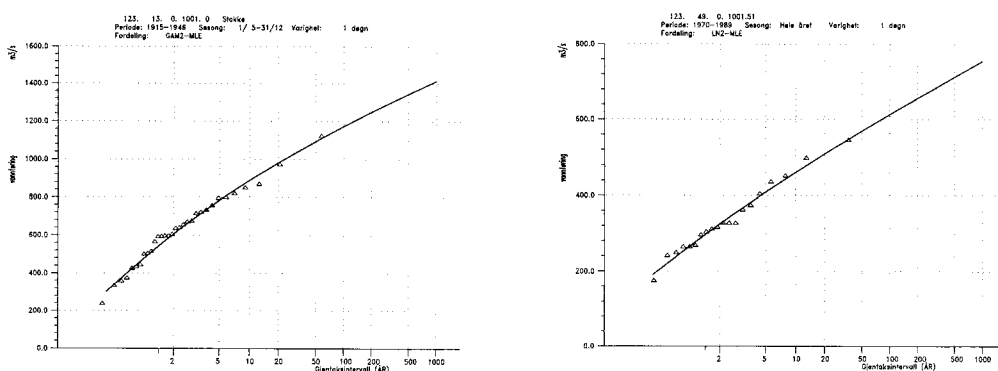
Figur 3 viser karakteristiske vannførings- eller vannstandsverdier for hver dag i løpet av året i Nea (123.13/49 Stokke), Selbusjøen (123.23 Grenstad) og Nidelva (123.20 Rathe) for perioder før og etter regulering. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser 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.

## 4. Flomfrekvensanalyse

Flomforholdene i vassdraget er forandret opp gjennom årene på grunn av økende reguleringsgrad. De fleste store flommer opptrer i mai - juni i forbindelse med snøsmeltingen, men også i forbindelse med regn om høsten er det ofte store flommer, ikke minst på grunn av at reguleringsmagasinene da som regel er relativt fulle.

### 4.1 Nea

I Nea har flommene blitt kraftig redusert etter at alle reguleringsmagasiner er tatt i bruk. Det er utført flomfrekvensanalyse på data fra Stokke både for perioden før regulering, 1915-46, og etter den siste store regulering, Nesjøen i 1970. Etter 1989 er data ved Stokke ikke representative fordi driftsvannføringen i Nedre Nea kraftverk var begynt å føres forbi målestasjonen. Data for Kulset bru vurderes ikke være av tilstrekkelig god kvalitet for å benyttes. Resultatet av flomfrekvensanalysene er vist i figur 4 og tabell 3.



Figur 4. Flomfrekvensanalyse for 123.13/49 Stokke før og etter regulering. Døgnmidler av årsflommer.

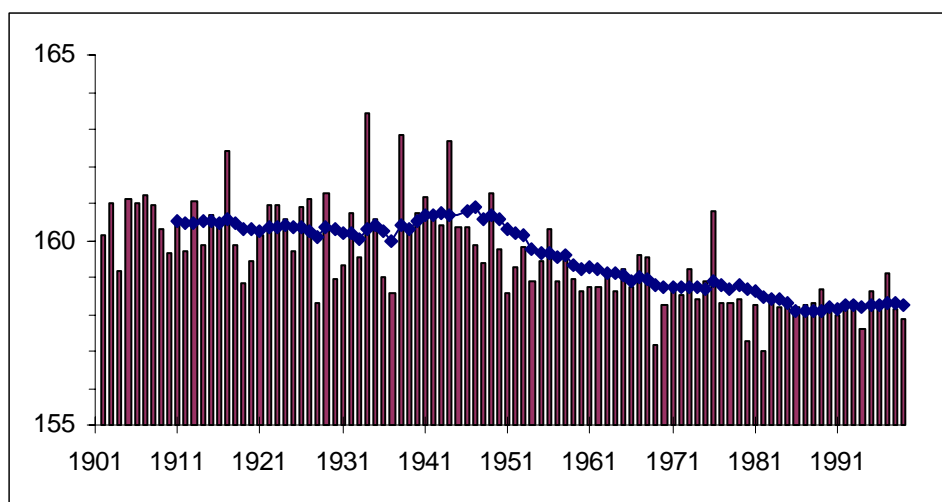
**Tabell 3. Flomfrekvensanalyse for 123.13/49 Stokke før og etter regulering. Døgnmidler av årsflommer.**

Målestasjon		Antall år	$Q_M$		$Q_{10}/Q_M$	$Q_{20}/Q_M$	$Q_{50}/Q_M$	$Q_{100}/Q_M$	$Q_{200}/Q_M$	$Q_{500}/Q_M$
			$m^3/s$	$l/s \cdot km^2$						
123.13	Stokke, før regulering, 1915-46	32	628	315	1.42	1.57	1.75	1.87	1.99	2.14
123.49	Stokke, etter regulering, 1970-89	20	337	169	1.37	1.51	1.69	1.82	1.95	2.11
122.11	Eggafoss, 1941-99	59	170	260	1.39	1.57	1.80	1.98	2.16	2.40
122.2	Haga bru, 1908-98	91	774	253	1.49	1.73	2.06	2.31	2.58	2.95

Til sammenligning er resultatet fra flomfrekvensanalyser som er utført for målestasjonene Eggafoss og Haga bru i Gaulavassdraget tatt med [NVE-dokument 15-2000]. Frekvenskurven (forholdet  $Q_T/Q_M$ ) vokser brattere for målestasjonene i Gaulavassdraget, mens i Nea er spesifikk midlere flom større i uregulert tilstand. Dette fører blant annet til at spesifikk 100-årsflom er like i Nea i uregulert tilstand og i Gaula ved Haga bru.

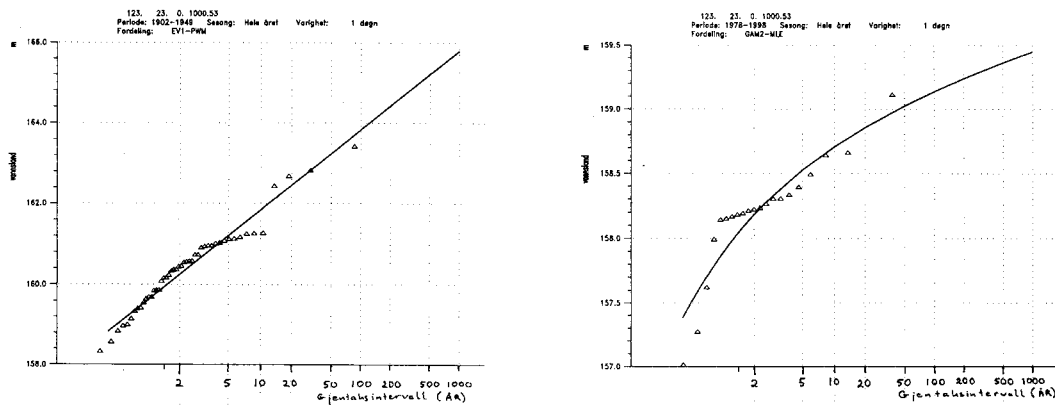
## 4.2 Selbusjøen

For Selbusjøen finnes en dataserie over høyeste årlige flomvannstand siden 1902. I figur 5 er flomvannstandene vist sammen med løpende middel i siste 10 år. Vi ser tydelig at fra slutten av 1940-årene har flomvannstandene blitt redusert, reguleringene oppstrøms har gjort markert utslag. I tillegg har øket tunnelkapasitet ut fra Selbusjøen medvirket til lavere flomvannstander.



**Figur 5. Flomvannstander i Selbusjøen, m o.h. (SK).**

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannstandsdata for perioder før og etter regulering. Det ser ut som at det er først etter 1949 som flommene generelt har minket og perioden 1902-49 antas å være representativ for uregulerte forhold. Perioden 1978-98 antas å være representativ for regulerte forhold, dvs. perioden etter at Bratsberg kraftverk ble tatt i drift og tappekapasiteten fra Selbusjøen ble øket. Resultatet av flomfrekvensanalysene er vist i figur 6 og tabell 4.



Figur 6. Flomfrekvensanalyse for 123.23 Selbusjøen før og etter regulering.

Tabell 4. Flomfrekvensanalyse for 123.23 Selbusjøen før og etter regulering, SK-høyder.

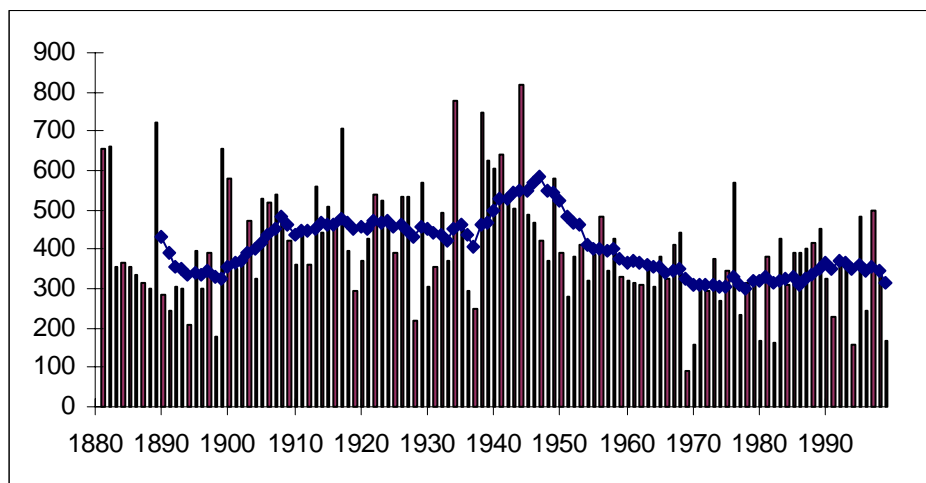
Målestasjon	Antall år	$H_M$	$H_{10}$	$H_{20}$	$H_{50}$	$H_{100}$	$H_{200}$	$H_{500}$
123.23 Selbusjøen, før regulering, 1902-49	48	160.43	161.85	162.46	163.25	163.84	164.43	165.21
123.23 Selbusjøen, etter regulering, 1978-98	21	158.18	158.71	158.86	159.02	159.14	159.24	159.36

### 4.3 Nidelva

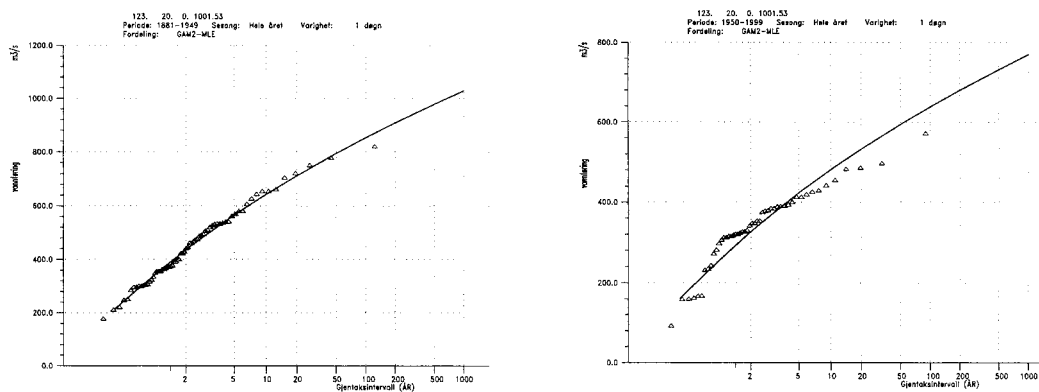
For Nidelva ved 123.20 Rathe finnes en dataserie over største årlige flom siden 1881. I figur 7 er flomvannføringene vist sammen med løpende middel i siste 10 år. Vi ser tydelig at fra slutten av 1940-årene har flomvannføringene blitt redusert, reguleringene oppstrøms har gjort markert utslag.

Det er utført flomfrekvensanalyse på data for perioder før og etter regulering. Det ser ut som at det er først etter 1949 som flommene generelt har minket og perioden 1881-1949 antas å være representativ for uregulerte forhold. Perioden 1950-99 antas å være representativ for regulerte forhold, og det ser ikke ut som det er noen klar tendens i forandring av flomutviklingen i den perioden, heller ikke etter at Bratsberg kraftverk kom i drift med øket kapasitet ut av Selbusjøen. Resultatet av flomfrekvensanalysene er vist i figur 8 og tabell 5. Frekvensfordelingen  $Q_T/Q_M$  er lik før og etter regulering, men midlere flom har minket med ca. 25 %. Av tabellene 3 og 5 fremkommer også at

midlere flom etter regulering er omtrent lik i Nea og Nidelva, mens før regulering var midlere flom betydelig større i Nea.



Figur 7. Flomvannføringer i Nidelva, m<sup>3</sup>/s.



Figur 8. Flomfrekvensanalyse for 123.20 Rathe før og etter regulering. Døgnmidler av årsflommer.

Tabell 5. Flomfrekvensanalyse for 123.20 Rathe før og etter regulering. Døgnmidler av årsflommer.

Målestasjon		Antall år	Q <sub>M</sub>		Q <sub>10</sub> /	Q <sub>20</sub> /	Q <sub>50</sub> /	Q <sub>100</sub> /	Q <sub>200</sub> /	Q <sub>500</sub> /
			m <sup>3</sup> /s	l/s*km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>M</sub>
123.20	Rathe, før regulering, 1881-1949	69	452	148	1.43	1.58	1.76	1.89	2.01	2.17
123.20	Rathe, etter regulering, 1950-99	50	338	111	1.43	1.58	1.76	1.89	2.01	2.17



## 5. Beregning av flomverdier i Nea-Nidelvvasdraget

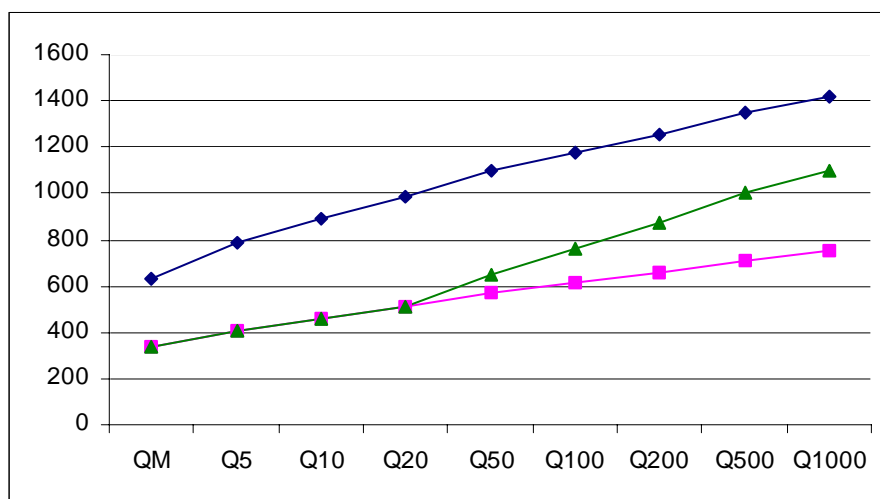
Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år skal beregnes for Nea ved utløpet i Selbusjøen, Nidelva ved Øvre Leirfoss og ved utløpet i fjorden, samt for Selbusjøen.

### 5.1 Nea

På grunn av reguleringene er midlere flom i Nea redusert med  $290 \text{ m}^3/\text{s}$  i forhold til naturlig tilstand. Se tabell 3. Selv om relativt små flommer blir redusert i stor grad, vil ikke nødvendigvis de mest ekstreme flommene bli så mye redusert. Ut fra den 20 år lange dataserien etter regulering kan man anslå flomstørrelser ved gjentaksintervall på kanskje 30-40 år med god nøyaktighet, men etter hvert vil reguleringens flomdempende effekt avta, slik at den beregnede flomfrekvenskurven neppe kan gjelde for store gjentaksintervall. Sannsynligvis vil frekvenskurven etter hvert stige brattere slik at flomverdiene nærmer seg de som gjelder for uregulert tilstand.

Hvis man sammenligner de største observerte flommene ved 123.49 Stokke etter regulering med det samtidige tilsiget, beregnet slik at det er kompensert for effekten av vannmagasineringen i vassdraget, finner man at dempningen av vårflokker har vært opp mot  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Den største høstflommen ble ikke særlig dempet, da var magasinene sannsynligvis godt oppfylte når flommen kom.

Det er utført en flomberegning for damsikkerhetsformål for blant annet Hegset dam, som ligger et stykke oppstrøms målestasjonen Stokke [Pål Svendsen, 1990]. Døgnmidlet for flom med gjentaksintervall 1000 år ble beregnet til ca.  $950 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ved Stokke vil denne flommen ha øket til anslagsvis ca.  $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Det antas at denne verdi er representativ for flommer etter regulering. I figur 9 og tabell 6 er flomverdiene før og etter regulering presentert sammen med anslåtte verdier som viser hvordan reguleringseffekten antas å avta. Flomverdiene er døgnmidler.



Figur 9. Flomverdier for 123.13/49 Stokke i  $\text{m}^3/\text{s}$ . Øverste kurve viser uregulerte forhold og nederste kurve viser regulerte forhold (begge fra figur 4), mens midtre kurve antas representere regulerte forhold ved store gjentaksintervall.

**Tabell 6. Flomverdier for 123.13/49 Stokke i m<sup>3</sup>/s. Uregulerte og regulerte verdier fra flomfrekvens-analyser, anslåtte regulerte verdier ved store gjentakintervall samt flomreduksjon i forhold til uregulert tilstand.**

	Uregulert	Regulert, flomfrekvens	Regulert, anslått	Reduksjon
Q <sub>M</sub>	628	337	337	291
Q <sub>5</sub>	785	409	409	376
Q <sub>10</sub>	890	461	461	429
Q <sub>20</sub>	983	509	509	474
Q <sub>50</sub>	1096	569	650	446
Q <sub>100</sub>	1175	613	760	415
Q <sub>200</sub>	1250	656	870	380
Q <sub>500</sub>	1345	712	1000	345
Q <sub>1000</sub>	1415	755	1100	315

Nedbørfeltet ved Neas utløp i Selbusjøen er drøyt 4 % større enn Stokke målestasjons felt. Denne del av feltet vil neppe bidra noe særlig til flommen i Nea, flommen i lokalfeltet har kulminert for lengst og er på retur når flommen fra øvre deler av vassdraget når ned til Selbusjøen. Et eventuelt bidrag vil være bare på noen prosent av den totale flomvannføringen, og er neglisjerbar sammenlignet med andre usikkerhetskilder i beregningen.

Kulminasjonsvannføringen kan være en hel del større enn døgnet. Det foreligger data med fin tidsoppløsning for noen relativt store flommer i senere år ved 123.34 Kulset bru nederst i Nea. Selv om flomdata fra denne målestasjonen er noe usikre, kan forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnetvannføring beregnes relativt sikkert. I 1995, som er den flomepisode som har størst døgnetvannføring, var kulminasjonsvannføringen 7 % større enn døgnet. Ved to flomtopper i 1997, hvor kulminasjonsvannføringene var større enn i 1995, var flomtoppen 37 % større enn døgnet. Tilsvarende tall for noen mindre flommer i 1998 og 1999 var 36 og 20 %. For videre beregning antas kulminasjonsvannføringen i nedre del av Nea å være 25 % større enn døgnetvannføringen. Det gir resultat som vist i tabell 7 for nedre del av Nea. Flomverdiene er rundet av til nærmeste 5 m<sup>3</sup>/s.

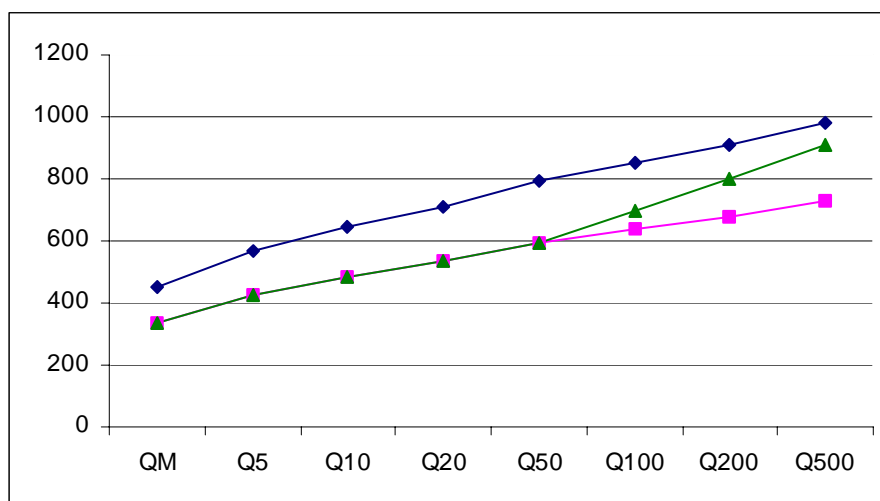
**Tabell 7. Kulminasjonsvannføring ved flommer i nedre del av Nea.**

	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>M</sub>	420
Q <sub>10</sub>	575
Q <sub>20</sub>	635
Q <sub>50</sub>	815
Q <sub>100</sub>	950
Q <sub>200</sub>	1090
Q <sub>500</sub>	1250

## 5.2 Nidelva

På grunn av reguleringene er midlere flom i Nidelva redusert med drøyt 110 m<sup>3</sup>/s i forhold til naturlig tilstand. Se tabell 5. Selv om relativt små flommer blir redusert i stor grad, vil ikke nødvendigvis de mest ekstreme flommene bli så mye redusert. Ut fra den 50 år lange dataserien etter regulering kan man anslå flomstørrelser ved gjentaksintervall på kanskje 60-70 år med god nøyaktighet, men etter hvert vil reguleringens flomdempende effekt avta, slik at den beregnede flomfrekvenskurven neppe kan gjelde for store gjentaksintervall. Sannsynligvis vil frekvenskurven etter hvert stige brattere, slik at flomverdiene nærmer seg de som gjelder for uregulert tilstand. På tross av at dataserien er temmelig lang for regulerte forhold, er tilpasningen av frekvensfordelingen ikke særlig god. Det kan muligens ha sammenheng med at forandringer i reguleringene har foregått hele tiden i vassdraget.

Reguleringens innflytelse på flom i Nidelva er imidlertid infløkt. De store magasinene i Nea har medført større flomdempning, mens den økede tappekapasiteten fra Selbusjøen gjennom to tunneler kan virke flomøkende. Fastsettelsen av flomvannføringerne ved store gjentaksintervall blir derfor nødvendigvis skjønnsmessig. I figur 10 og tabell 8 er flomverdiene før og etter regulering presentert sammen med anslåtte verdier som viser hvordan reguleringseffekten antas å avta. Flomverdiene er døgnmidler.



Figur 10. Flomverdier for 123.20 Rathe i m<sup>3</sup>/s. Øverste kurve viser uregulerte forhold og nederste kurve viser regulerte forhold (begge fra figur 8), mens midtre kurve antas representere regulerte forhold ved store gjentaksintervall.

**Tabell 8. Flomverdier for 123.20 Rathe i m<sup>3</sup>/s. Uregulerte og regulerte verdier fra flomfrekvensanalyser, anslåtte regulerte verdier ved store gjentakintervall samt flomreduksjon i forhold til uregulert tilstand.**

	Uregulert	Regulert, flomfrekvens	Regulert, anslått	Reduksjon
Q <sub>M</sub>	452	338	338	114
Q <sub>5</sub>	566	424	424	142
Q <sub>10</sub>	644	482	482	162
Q <sub>20</sub>	712	533	533	179
Q <sub>50</sub>	795	595	595	200
Q <sub>100</sub>	853	638	700	153
Q <sub>200</sub>	908	680	800	108
Q <sub>500</sub>	979	732	910	69

Det foreligger data med fin tidsopløsning for noen relativt store flommer i senere år ved 123.20 Rathe. Flomkulminasjonen er vanligvis bare noen prosent større enn døgnmidlet på grunn av den store dempingen i Selbusjøen. For videre beregning antas kulminasjonsvannføringen i Nidelva å være 5 % større enn døgnmiddelvannføringen. Det gir resultat som vist i tabell 9 for Nidelva ved Rathe. Flomverdiene er rundet av til nærmeste 5 m<sup>3</sup>/s.

**Tabell 9. Kulminasjonsvannføring ved flommer i Nidelva ved Rathe.**

	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>M</sub>	355
Q <sub>10</sub>	505
Q <sub>20</sub>	560
Q <sub>50</sub>	625
Q <sub>100</sub>	735
Q <sub>200</sub>	840
Q <sub>500</sub>	955

Flomvannføringen forsinkes og dempes i Selbusjøen. Man kan derfor anta at bidraget til flommen fra arealene nedstrøms Selbusjøen er moderate, og så små at de er mindre enn usikkerheten i beregningene. Det er derfor ikke regnet med noe bidrag ved denne flomberegning. Med utgangspunkt i anslåtte flomvannføringer ved 123.20 Rathe anslås flomverdier andre steder i Nidelva. Det antas at det er drift ved Bratsberg kraftverk ved flommer opp til gjentakintervall 50 år. Fra utløpet fra Svean kraftstasjon, via Øvre Leirfoss, til utløpet fra Bratsberg kraftverk er flomvannføringen 105 m<sup>3</sup>/s mindre enn ved Rathe, ved midlere flom 90 m<sup>3</sup>/s mindre, se tabell 11 i avsnitt 5.3. Ved flommer med gjentakintervall 100 år og større er flomvannføringen som ved Rathe. Fra utløpet fra Bratsberg kraftverk, via Rathe, til Nidelvas utløp i fjorden er flomvannføringen som ved Rathe ved alle gjentakintervall.

### 5.3 Selbusjøen

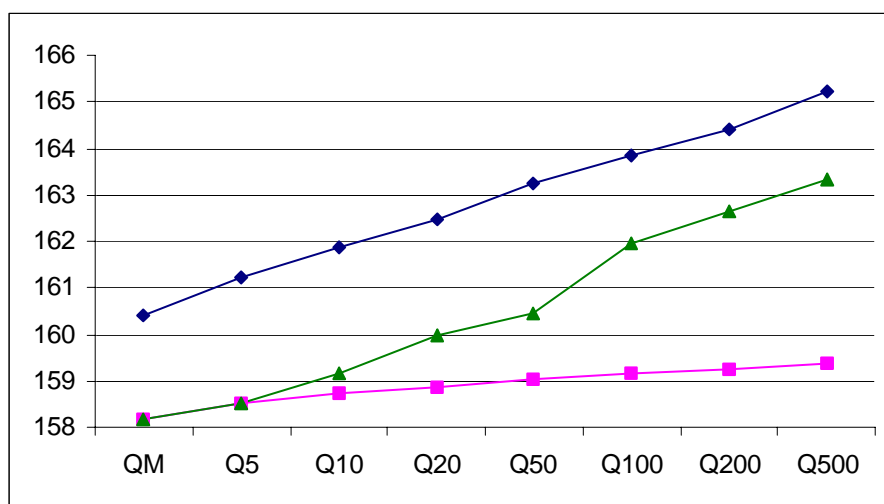
Flomvannstandene i Selbusjøen er redusert betydelig på grunn av reguleringene, både i form av øket magasinering oppstrøms og øket tappekapasitet fra sjøen ved tunneler til kraftverk. Midlere flomvannstand er redusert med over 2 meter, se tabell 4. Selv om relativt små flommer blir redusert i stor grad, vil ikke nødvendigvis de mest ekstreme flommene bli så mye redusert. Ut fra den 21 år lange dataserien etter siste betydelige regulering kan man anslå flomstørrelser ved små gjentaksintervall med god nøyaktighet, men etter hvert vil reguleringens flomdempende effekt avta, slik at den beregnede flomfrekvenskurven neppe kan gjelde for store gjentaksintervall. Sannsynligvis vil frekvenskurven etter hvert stige brattere, slik at flomverdiene nærmer seg de som gjelder for uregulert tilstand.

Flomfrekvensanalysen for Selbusjøen etter regulering, figur 6, viser ikke særlig god tilpasning til data. For å anslå vannstander ved gjentaksintervall fra 10 år og oppover tas det derfor utgangspunkt i anslåtte flomvannføringer i Nidelva, tabell 9. Det forutsettes at flommer med samme gjentaksintervall opptrer samtidig i Nidelva og Selbusjøen. Basert på en vannføringskurve for Trangfossen, som er utarbeidet ved modellforsøk på NTNU i 1948, se tabell 10, kan samnhørende vannstander i Selbusjøen og vannføringer i Nidelva bestemmes, men det må forutsettes en vannføring som går ut av Selbusjøen i kraftverkstunneler.

**Tabell 10. Vannføringskurve for Trangfossen, etter modellforsøk ved NTNU 1948.**

Vannstand, m o.h. Trondheim Energiverks høydesystem	Vannstand, m o.h. SK-høyder	Vannføring, m <sup>3</sup> /s
160.00	156.87	151
161.00	157.87	236
162.00	158.87	330
163.00	159.87	444
164.00	160.87	576
165.00	161.87	721
166.00	162.87	877

Midlere flomvannstand og flomvannstand med gjentaksintervall 5 år er tatt fra flomfrekvensanalysen for Selbusjøen. I følge vannføringskurven vil det da gå henholdsvis 265 og 300 m<sup>3</sup>/s i Trangfossen og altså henholdsvis 90 og 145 m<sup>3</sup>/s i kraftverkstunneler. Maksimal vannføring i tunneler, til Bratsberg og Svean kraftverk, er ca. 180 m<sup>3</sup>/s. Vannstanden i Selbusjøen ved 10-årsflom beregnes under forutsetning at det også da går 145 m<sup>3</sup>/s i tunneler, mens ved gjentaksintervall 20 og 50 år forutsettes det å gå 105 m<sup>3</sup>/s, tilsvarende Bratsberg kraftverks slukeevne. Ved større gjentaksintervall forutsettes kraftverkene å være ute av drift. Resultatet av beregningene er vist i figur 11 og tabell 11.



Figur 11. Flomverdier for 123.23 Selbusjøen i m o.h. (SK-høyder). Øverste kurve viser uregulerte forhold og nederste kurve viser regulerte forhold (begge fra figur 6), mens midtre kurve antas representere regulerte forhold ved store gjentakintervall.

Tabell 11. Flomverdier for 123.23 Selbusjøen. Uregulerte og regulerte verdier fra flomfrekvensanalyser og anslåtte regulerte verdier ved store gjentakintervall i m o.h. (SK-høyder), samt vannføring i tunnel og gjennom Trangfossen i m³/s.

	Uregulert	Regulert, flomfrekvens	Regulert, anslått	Vannføring i tunnel/gjennom Trangfossen
Q <sub>M</sub>	160.43	158.18	158.18	90/265
Q <sub>5</sub>	161.21	158.53	158.53	145/300
Q <sub>10</sub>	161.85	158.71	159.18	145/360
Q <sub>20</sub>	162.46	158.86	159.96	105/455
Q <sub>50</sub>	163.25	159.02	160.46	105/520
Q <sub>100</sub>	163.84	159.14	161.96	0/735
Q <sub>200</sub>	164.43	159.24	162.64	0/840
Q <sub>500</sub>	165.21	159.36	163.35	0/955

Observasjoner fra 123.13/49 Stokke og 123.23 Selbusjøen viser at vannstanden i Selbusjøen vanligvis kulminerer noen dager etter at vannføringen i Nea kulminerer. Vannstanden i Selbusjøen ved Neas kulminasjon har stort sett vært minst 0.3 m lavere enn kulminasjonsvannstanden. Denne verdien benyttes for å anslå vannstand i Selbusjøen ved forskjellige flommers kulminasjon i Nea.

## 5.4 Flomverdier i Nea-Nidelvassdraget

I tabell 12 er resultatet av flomberegningene sammenfattet.

Tabell 12. Flomverdier ved forskjellige gjentakintervall i Nea-Nidelvassdraget.

	$Q_M$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$	$Q_{200}$	$Q_{500}$
<b>Nea ved utløpet i Selbusjøen, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>420</b>	<b>575</b>	<b>635</b>	<b>815</b>	<b>950</b>	<b>1090</b>	<b>1250</b>
Selbusjøen ved Neas kulm., m o.h.	157.88	158.88	159.66	160.16	161.66	162.34	163.05
	$H_M$	$H_{10}$	$H_{20}$	$H_{50}$	$H_{100}$	$H_{200}$	$H_{500}$
<b>Selbusjøen, m o.h.</b>	<b>158.18</b>	<b>159.18</b>	<b>159.96</b>	<b>160.46</b>	<b>161.96</b>	<b>162.64</b>	<b>163.35</b>
	$Q_M$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$	$Q_{200}$	$Q_{500}$
<b>Nidelva ved Øvre Leirfoss, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>265</b>	<b>400</b>	<b>455</b>	<b>520</b>	<b>735</b>	<b>840</b>	<b>955</b>
<b>Nidelva ved utløpet i fjorden, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>355</b>	<b>505</b>	<b>560</b>	<b>625</b>	<b>735</b>	<b>840</b>	<b>955</b>

Vannføringsverdiene er rundet av til nærmeste 5 m<sup>3</sup>/s. Vannstandsverdiene er i SK-høyder. Vannstander i Selbusjøen i Trondheims Energiverks høydesystem fås ved å øke vannstandene i tabellen med 3.13 m. Høyeste regulerte vannstand (HRV) i Selbusjøen er 158.17 m o.h. (SK).

## 6. Observerte flommer

De største observerte flommene ved de viktigste målestasjonene i vassdraget er vist i tabell 13. Vannføringene er fra NVEs database for døgnmiddelverdier. Data for perioden uten eller med liten regulering, før 1950, og data etter at reguleringene har begynt å bety mye, etter 1950, er presentert adskilt. Ved Stokke i Nea finnes ikke data for perioden 1947-66.

**Tabell 13. Største observerte flommer i Nea-Nidelvassdraget.**

**Nea: 123.13/49 Stokke og 123.34 Kulset bru, periode 1915-1999**

1123 m <sup>3</sup> /s	24. juni 1918
974 m <sup>3</sup> /s	8. mai 1934
869 m <sup>3</sup> /s	10. juni 1915
849 m <sup>3</sup> /s	6. mai 1916
818 m <sup>3</sup> /s	30. mai 1938
557 m <sup>3</sup> /s	30. mai 1967
545 m <sup>3</sup> /s	5. september 1970
540 m <sup>3</sup> /s	2. juni 1995

**123.23 Selbusjøen, periode 1902-1999, SK-høyder**

163.42 m o.h.	11. mai 1934
162.82 m o.h.	11. juni 1938
162.68 m o.h.	14. juni 1944
162.43 m o.h.	6. juni 1917
161.26 m o.h.	29. mai 1929
160.80 m o.h.	27. mai 1976
160.29 m o.h.	15. juni 1956

**Nidelva: 123.20 Rathe, periode 1881-1999**

819 m <sup>3</sup> /s	14. juni 1944
777 m <sup>3</sup> /s	11. mai 1934
749 m <sup>3</sup> /s	11. juni 1938
721 m <sup>3</sup> /s	1. juni 1889
705 m <sup>3</sup> /s	6. juni 1917
571 m <sup>3</sup> /s	26. mai 1976
496 m <sup>3</sup> /s	16. juni 1997
491 m <sup>3</sup> /s	23. september 1997
485 m <sup>3</sup> /s	14. juni 1956
482 m <sup>3</sup> /s	4. juni 1995

De største flommene i nedre del av vassdraget etter at observasjoner ble satt igang i 1880-årene var de i 1934, 1938 og 1944, altså i en forholdsvis kort periode. Flommen i august 1940, som var ekstrem i Gaulavassdraget, var ikke særlig stor i Nea-Nidelvassdraget. I Nidelva var vårflommen i mai faktisk større enn flommen i slutten av august det året.

Trondheim Energiverk har opplysninger om enkelte eldre flommer i Selbusjøen. I 1807, 1822 og 1791 var vannstanden over 163 m o.h. i SK-høyder. Flomvannstandene de årene var henholdsvis 163.57, 163.51 og 163.24 m o.h.



I Nea var det en ekstrem flom i 1918, samtidig som det var ekstrem flom også i Gaulavassdraget, den nest etter 1940-flommen største som er observert ved 122.2 Haga bru i perioden 1908-99. Flommen i 1918 var derimot ikke særlig stor i Selbusjøen og Nidelva.

Etter at reguleringene har begynt å ha stor betydning for flommene, er det flommen i 1976 som har vært størst i Selbusjøen og Nidelva. En beregning utført i regi av Trondheim Energiverk viser at den ville ha kulminert på 163.72 m o.h. i Selbusjøen hvis vassdraget hadde vært uregulert, dvs. på et nivå som ville ha vært høyere enn de høyeste kjente flomvannstandene. Flommene i 1956, 1995 og 1997, i 1997 både vår og høst, var også store i Nidelva. Flommen i 1956 var stor i Selbusjøen, men i 1990-årene var vannstanden i Selbusjøen ikke lenger så følsom for flommer på grunn av at Bratsberg kraftverks inntak hadde øket tappekapasiteten fra sjøen. Flomvannstanden 24. september var 159.11 m o.h., den høyeste vannstanden etter 1977.

I Nea er de største flommene i senere tid de i 1967, 1970 og 1995. Flommen i 1970 kom i september. Den var også stor i andre sidevassdrag til Selbusjøen, mens vannstanden og vannføringen ut fra Selbusjøen ikke nådde opp til noe særlig høyt nivå. Også i 1973 var det en stor høstflom, 15. september, som kulminerte på 471 m<sup>3</sup>/s.

Reguleringene i vassdraget har ført til relativt størst reduksjon av flommer i Nea og i Selbusjøen. Særlig den økede kapasiteten ut av Selbusjøen gjennom driftstunneler har redusert flomvannstandene i Selbusjøen. I Nidelva er flommene også blitt mindre, særlig vårflommene. Samtidig har frekvensen av høstflommer blitt relativt større i Nidelva etter regulering og særlig etter 1977. I perioden 1881-1976, 96 år, var det bare i 3 år at høstflommen i Nidelva ved Rathe var større enn 400 m<sup>3</sup>/s, mens i perioden etter 1977, 23 år, har det allerede vært 4 høstflommer over dette nivå.

## 7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Nea-Nidelvassdraget kan karakteriseres som godt. Det foreligger lange observasjonsserier ved Stokke, Selbusjøen og Rathe. 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 døgnmidlet.

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

I Nea-Nidelvassdraget er det i tillegg kompliserte forhold når det gjelder hvordan vassdragsreguleringene har påvirket flomforholdene. Det medfører blant annet at det er usikkert hvilken observasjonsperiode som skal legges til grunn for beregning av dagens flomforhold, og til hvilket gjentaksintervall for flommer som dette kan antas å være representativt. Flomvannføringene og flomvannstandene er til dels også avhengig av hvordan regulanten manøvrer dammer og driver kraftverk, noe som ikke kan knyttes til bestemte gjentaksintervall.

For beregning i Nea er det antatt at perioden etter at Nesjøen ble regulert, 20 år med data ved målestasjonen Stokke, er representativ for flommer opp til gjentaksintervall 20 år. For større gjentaksintervall er flomverdiene antatt å gradvis nærme seg flomverdiene før regulering, men uten å nå opp i de verdiene fordi reguleringene uten tvil har ført til reduserte flommer i denne del av vassdraget også ved store gjentaksintervall.

I Selbusjøen og Nidelva er forholdene enda mer kompliserte. Reguleringene i Nea har ført til endrede forhold også her, med mindre flommer som resultat. I tillegg har driftstunneler til kraftverk, særlig Bratsberg kraftverk fra 1977, påvirket flomforholdene. Tabell 14 viser at dette har ført til markert lavere flomvannstander i Selbusjøen i 1980- og 1990-årene. Det er imidlertid ikke åpenbart at det også har ført til økede flommer i Nidelva i samme periode. Uendrede flomforhold i Nidelva kan forklares med at tidligere førte høy flomvannstand i Selbusjøen til stor flomvannføring over Hyttefossen dam, mens i senere tid er flomvannføringen fordelt på tunnelen til Bratsberg kraftverk og tilsvarende mindre flomvannføring over dammen, knyttet til lavere vannstander i Selbusjøen.

**Tabell 14. 10-årsmidler av flomvannstand i Selbusjøen og flomvannføring ved Rathe.**

10-årsperiode	Midlere flomvannstand i Selbusjøen, m o.h.	Midlere flomvannføring i Nidelva ved Rathe, m <sup>3</sup> /s
1940-49	160.68	543
1950-59	159.34	375
1960-69	158.80	325
1970-79	158.77	321
1980-89	158.08	351
1990-99	158.22	317

Vannstandsverdiene er i SK-høyder.

Ved flomfrekvensanalyser er det ønskelig å benytte lengst mulig dataserie. For Nidelva er det derfor valgt å benytte hele perioden fra 1950 for å beregne flomverdier som er representative for dagens forhold opp til gjentaksintervall 50 år. For Selbusjøen må perioden etter 1977 benyttes. En flomfrekvensanalyse for Rathe for samme periode som er lagt til grunn for Selbusjøen, 1978-98, gir for øvrig omtrent samme resultat som flomfrekvensanalysen for perioden 1950-99. For gjentaksintervall over 50 år er flomverdiene i Nidelva antatt å gradvis nærme seg flomverdiene før regulering, på samme måte som ved beregningen for Nea. Flomverdiene i Selbusjøen over gjentaksintervall 10 år er beregnet ut fra antakelsen at flommer med samme gjentaksintervall opptrer samtidig i Nidelva og Selbusjøen. Det er videre regnet med at det er drift ved kraftverkene som har inntak i Selbusjøen ved flommer under gjentaksintervall 100 år, men ikke ved sjeldnere flommer. Forskjellen mellom flom i Nidelva og antatt driftsvannføring går i Trangfossen, hvor det foreligger et beregnet samband mellom vannføring og vannstand i Selbusjøen. Hvis det forutsettes at kraftverkene er i drift ved sjeldne flommer, vil vannstanden i Selbusjøen og vannføringen i øvre del av Nidelva bli mindre enn hva som er presentert i tabell 12.

Det skal nevnes at forutsetningene ved flomberegning for flomsonekartlegging er forskjellig fra de som legges til grunn for flomberegning for damsikkerhetsformål. Ved beregning av dimensjonerende flom for en dam legges vanligvis de strengeste mulige forutsetningene vedrørende reguleringene til grunn, blant annet at magasinene ligger på HRV ved flommens begynnelse. Ved beregning for flomsonekartlegging legges vanligvis observerte flomvannføringer til grunn, hvor ofte reguleringene har virket dempende på flommer, nedtappede magasin osv. Det kan derfor av og til oppleves som om f.eks. en 500-årsflom beregnet for flomsonekartlegging er uforholdsmessig sett mye mindre enn dimensjonerende flom (1000-årsflom) i samme vassdrag.

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 den at datagrunnlaget er godt, men at innflytelsen av reguleringene på flomforholdene er vanskelig å bestemme. Beregningen kan ut fra dette kriterie klassifiseres i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

## Referanser

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

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

NVE, 2000: Flomberegning for Gaulavassdraget.  
Dokument nr. 15 - Flomsonekartprosjektet.

Pål Svendsen, 1990: Flomberegninger i Neavassdraget. Hovedoppgave ved Institutt for vassbygging, Universitetet i Trondheim.

Trondheim Energiverk, 1976: Fra havet til grensen. Trondheim.

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

**Utgitt i Dokumentserien i 2001**

Nr. 1 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Jostedøla (076.Z). Flomsonekartprosjektet (42 s.)

Nr. 2 Hilleborg K. Sorteberg: Operasjonell snøinformasjon (40 s.)

Nr. 3 Ola Kjeldsen (red.): Sikkerhet ved hydrologisk arbeid (61 s.)

Nr. 4 Erik Holmqvist: Flomberegning for Hornindalsvassdraget. Flomsonekartprosjektet (19 s.)

Nr. 5 Lars Evan Pettersson: Flomberegning for Nea-Nidelvassdraget. Flomsonekartprosjektet (26 s.)