

Lars-Evan Pettersson

HYDROLOGISKE DATA FOR MJØSA



NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET

HYDROLOGISK AVDELING

5526(05)



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL HYDROLOGISKE DATA FOR MJØSA (002.DC)	PUBLIKASJON 6 - 97
	DATO 22.01.1997
FORFATTER Lars-Evan Pettersson, Hydrologisk avdeling	ISBN 82-410-0291-2
	ISSN 0802-2569

SAMMENDRAG

Mjøsa er Norges største innsjø og har et nedbørfelt på 16533 km². Mjøsa ble regulert første gang i 1850-årene i forbindelse med skipstrafikk. I løpet av 1900-tallet har innsjøen blitt regulert i tre omganger for vannkraftformål. Gjeldende reguleringstillatelse er fra 1961. I vassdraget oppstrøms er en rekke reguleringer kommet til i løpet av de siste 80 årene. Vannstanden i Mjøsa måles ved Hamar siden 1908, mens vannføringen måles ved Ertesekken et stykke nedstrøms innsjøen siden 1931. Vannstandsobservasjonene viser at reguleringene stort sett har ført til høyere vannstand i august-januar, og lavere vannstand i februar-juli. Flomvannstandene har stort sett blitt lavere. Ut fra observasjoner andre steder er det beregnet flomvannstander for Hamar vannmerke siden 1847. I tillegg er flomvannstanden for enkelte store flommer før den tid anslått. Av de 20 høyeste flommene har to funnet sted etter siste regulering, i 1967 og 1995. Største kjente flom er Storofsen i 1789 med kulminasjon 10.10 m på Hamar vannmerke. Flommen i 1995 kulminerte på 7.94 m og er den 6. største som man kjenner til. Frekvensanalyse av flomvannstander, basert på data for perioden 1961-95, viser at 100-års flomvannstand er 8.23 m. Største observerte flomvannføring er 1650 m³/s i 1995. Frekvensanalyse av flomvannføringer, basert på data for perioden 1961-95, viser at 100-års flomvannføring er 1742 m³/s.

ABSTRACT

Mjøsa is the largest lake in Norway with a catchment area of 16533 km². Mjøsa was first regulated in the 1850's for navigation. During the last century the lake was regulated three times for water power purposes, the last time with permission in 1961. In the catchment a number of regulations have been licenced during the last 80 years. The water stage is monitored at Hamar since 1908, and the runoff is monitored at Ertesekken a short distance downstream the outlet of the lake since 1931. The stage observations show that the regulations in mean have led to higher stages in August-January, and lower stages in February-July. The flood stages are mainly reduced. From observations at different sites the flood stages at Hamar back to 1847 are reconstructed. In addition, the level of some ancient high floods is estimated. Of the 20 highest floods two is from the period after the last regulation, in 1967 and 1995. The highest known flood was in 1789 when it culminated at 10.10 m at Hamar. The flood in 1995 culminated at 7.94 m and is the 6. highest known flood stage. Frequency analysis of water stages, based on data for the period 1961-95, shows that the 100-year flood stage is 8.23 m. The highest observed flood discharge is 1650 m³/s in 1995. Frequency analysis of water discharge, based on data for the period 1961-95, shows that the 100-year flood is 1742 m³/s.

EMNEORD /SUBJECT TERMS

REGULERINGER REGULATIONS
VANNSTANDER WATER STAGES
FLOMVANNSTANDER FLOOD STAGES
VANNFØRINGER WATER DISCHARGES

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
Avdelingsdirektør

Omslagsbilde: Flomstøtten i Mjøsa ved Hamar
Fotograf: Knut Schult

FORORD

Hydrologisk avdeling har, i tillegg til et stort dataarkiv over først og fremst vannstands- og vannføringsobservasjoner, også arkiv som inneholder spredte vannstandsobservasjoner, inklusive flomobservasjoner, og en rekke opplysninger om hydrologiske forhold som kan være av interesse for allmenheten. Et av avdelingens mål er å gjøre kunnskap om vannressursene tilgjengelig. Som et ledd i å nå dette mål utgis denne publikasjonen.

Det fokuseres jevnlig på vannstandsforholdene i Mjøsa, særlig i flomtider. For å ha en referanse i den forbindelse er data og opplysninger om disse forhold samlet. I tillegg er det utført enkelte hydrologiske analyser ut fra den kjennskap vi har til dagens forhold.

Oslo, januar 1997



Kjell Repp
seksjonssjef

INNHALDSFORTEGNELSE

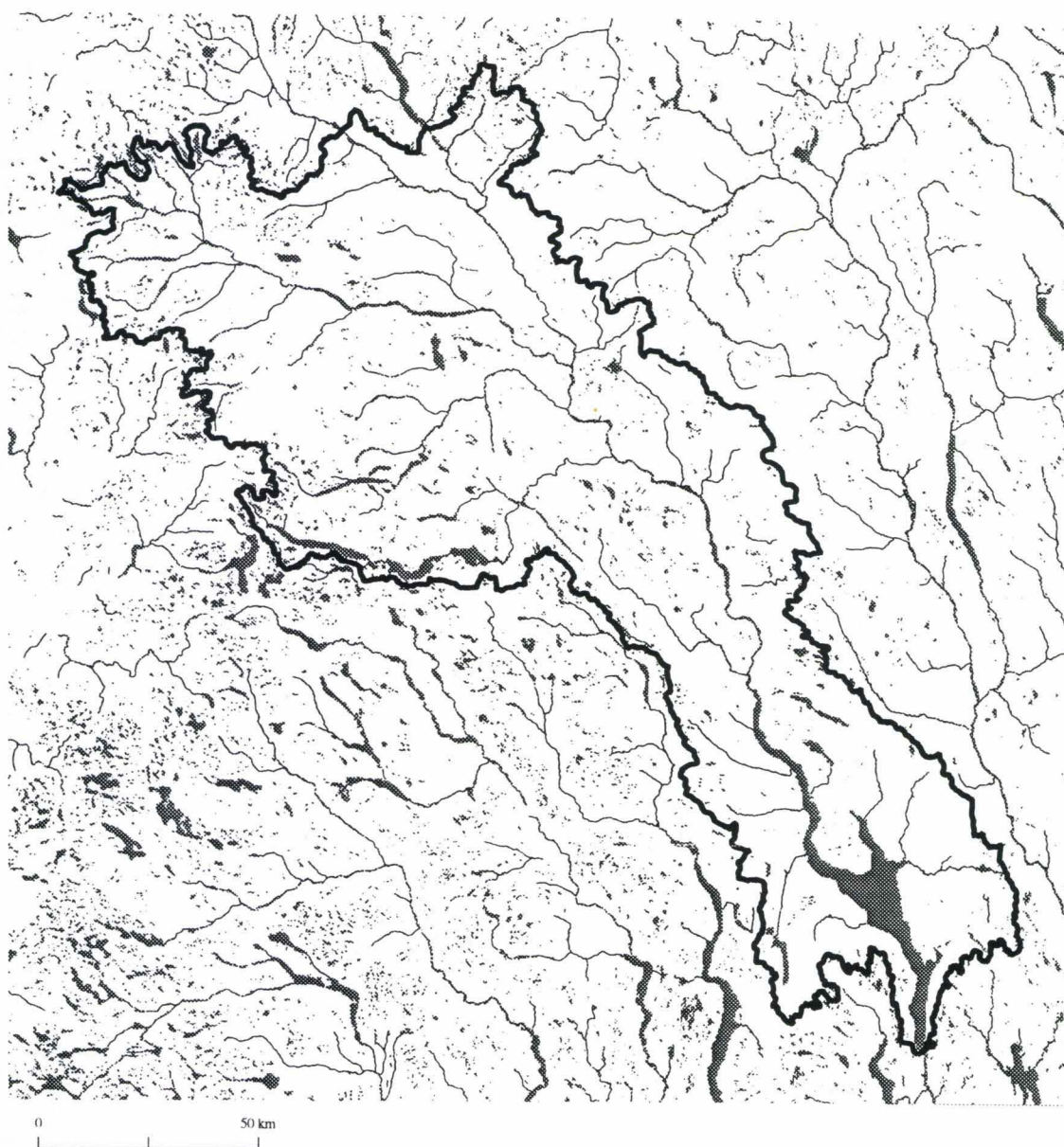
	Side
1. INNLEDNING	7
2. REGULERINGER	9
3. MÅLESTASJONER	11
4. VANNSTANDSDATA	11
5. FLOMVANNSTANDER	13
6. FREKVENSPANALYSE AV FLOMVANNSTANDER	16
7. VANNFØRINGSDATA	17
8. LITTERATUR	20

1. INNLEDNING

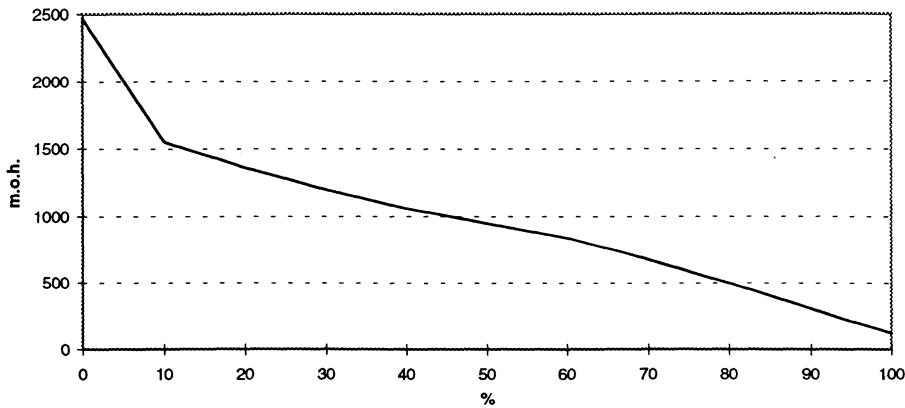
Mjøsa er Norges største innsjø med et areal på 365 km². Innsjøen er drøyt ti mil lang og er en del av Glommavassdraget. Gudbrandsdalslågen er det viktigste tilløpet med et nedbørfelt på 11533 km². Andre viktige tilløp er Gausa i nordenden av Mjøsa; Vismunda, Stokkelva, Hunnselva og Lenaelva på vestsiden; og Mesna, Moelva, Brummunda, Flakstadelva, Svartelva og Vikselva på østsiden av innsjøen. Totalt nedbørfelt ved Mjøsas utløp ved Minnesund er 16533 km². Elven fra Mjøsa, Vorma, renner ca. 3 mil sørover før den renner sammen med Glomma fra Østerdalen.

Gudbrandsdalslågen drenerer en stor del av Jotunheimen ved sideelvene Otta, Sjoa og Vinstra. Hovedelven kommer fra Lesjaskogvatn på vannskillet mot Romsdalen. Gudbrandsdalslågen får tilløp fra østsiden av dalen ved en rekke mindre elver fra Dovre, Rondane og fjellpartiet over mot Østerdalen.

Figur 1 viser Mjøsas nedbørfelt. Figur 2 viser hypsografisk kurve for nedbørfeltet. Figur 3 viser et dybdekart, oppmålt 1906 av ingeniør Dahls oppmålingskontor, med enkelte data for innsjøen. Dybdekartet og dataene er hentet fra "Dybdekart over norske innsjøer".

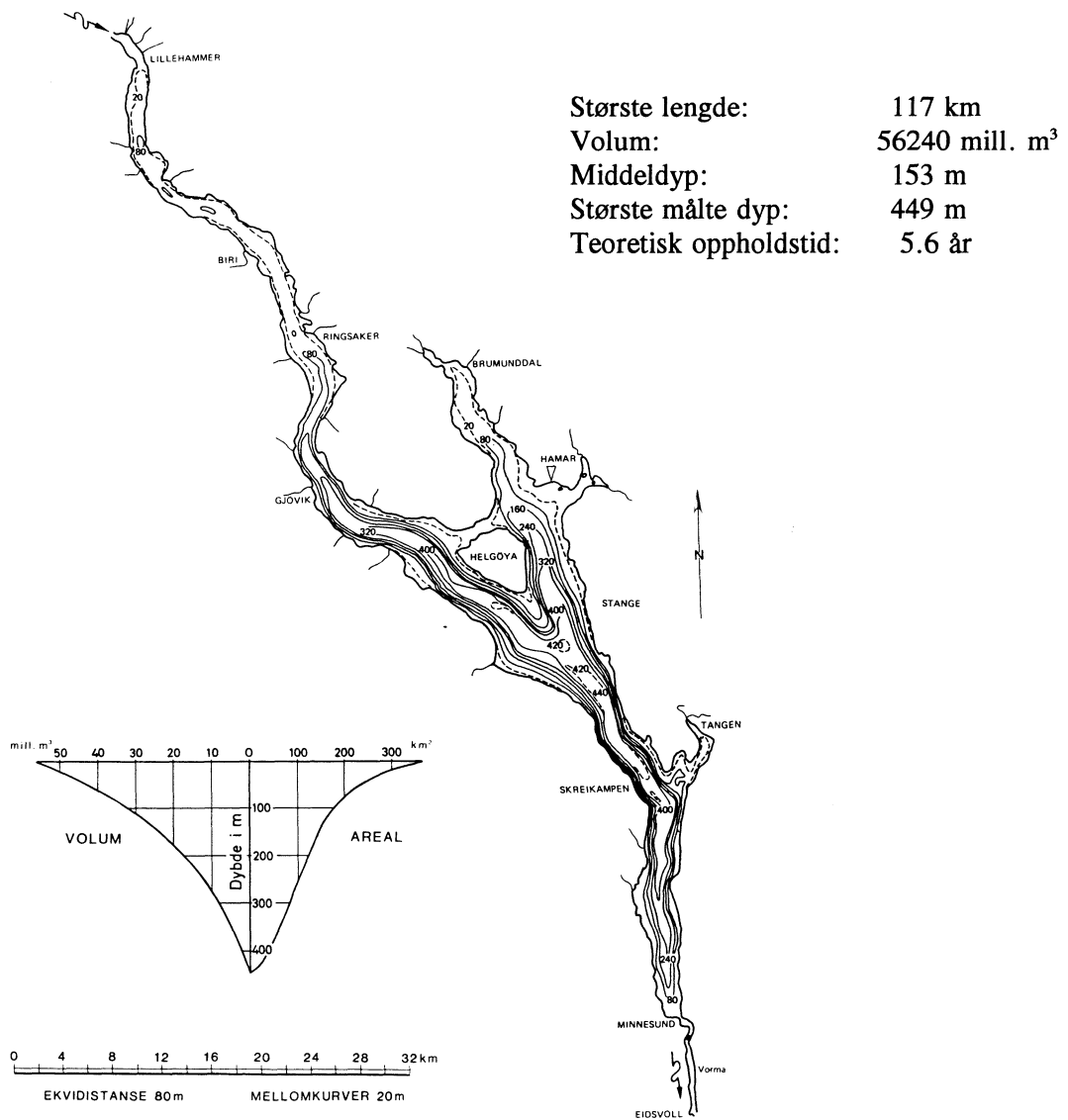


Figur 1. Mjøsas nedbørfelt



Maks: 2469 m o.h.
 Median: 950 m o.h.
 Min: 123 m o.h.

Figur 2. Hypsografisk kurve for Mjøsas nedbørfelt



Figur 3. Dybdekart for Mjøsa

2. REGULERINGER

Mjøsa var uregulert til 1850-årene. Da ble Hovedjernbanen fra Oslo ført frem til Eidsvoll, og det ble behov for å sikre muligheten for dampskip å gå fra Eidsvoll og opp i Mjøsa. På den åtte kilometer lange elvestrekningen mellom Mjøsa og Eidsvoll var det til tider så lav vannstand at skipstrafikken fikk problemer. Staten bevilget derfor i 1854 midler for anlegg av dam ved Eidsvoll for å heve lavvannstanden på strekningen opp til Mjøsa, og derved gjøre Vormå farbar. Dammen ble bygget ved strykpartiet Sundfossen like nedenfor Eidsvoll sentrum (900 meter nedenfor den gamle brua). I anslutning til tømmerkistedammen ble det anlagt kanal og sluse forbi fossen. Anlegget sto ferdig i 1858.

Den første reguleringen av Mjøsa var først og fremst en regulering av Vormå for å opprettholde en farbar vannstand i elven. Neste trinn var en regulering av vannføringen i vassdraget.

I 1903 ble Glommens Brukseierforening dannet av falleiere i Glommavassdraget nedenfor Mjøsa. Foreningens mål var å få øket vintervannføringen for å sikre driftsvann til brukene i vassdraget også i lavvannsperioder. Det ble søkt om tillatelse å regulere Mjøsa ved å bygge ny dam ved Svanfoss, tretten kilometer nedstrøms Eidsvoll. Den gamle, nedslitte Sundfossdammen skulle fjernes. Reguleringstillatelse ble gitt ved kongelig resolusjon 10. september 1906. Etter debatt i Stortinget ble reguleringstillatelsen stadfestet ved ny resolusjon 27. november 1907.

Svanfossdammen sto ferdig sommeren 1909, mens sluseanlegget på østsiden av dammen ble ferdig først året etter. Dammen besto av en grunndam i betong, med en 65 meter lang fermettedam oppå. Fermettedammen hadde nedleggbare jernbukker, som ved oppreist tilstand fungerte som støtte for nåler. Den nydannede Glommens og Laagens Brukseierforening overtok i 1918 reguleringene i vassdraget.

I 1933-35 ble det utført ombygginger av Svanfossdammen på grunn av reguleringer andre steder i vassdraget. Det var tappekapasiteten som ble øket og førte ikke til forandringer for Mjøsareguleringen. I 1940 fikk man midlertidig tillatelse til å heve høyeste regulerte vannstand. Den utvidede reguleringen ble permanent ved kongelig resolusjon av 8. august 1947. Disse nye reguleringsbestemmelser førte ikke til forandringer ved Svanfossdammen.

I løpet av 1950-årene planla man ombygging av Svanfossdammen og ny regulering av Mjøsa. Det ble gitt tillatelse til ytterligere utvidelse av reguleringen i Mjøsa ved kongelig resolusjon av 9. juni 1961. Det nye anlegget besto blant annet av en 140 meter lang omløpstunnel med luke på høyre bredd. Selve dammen, som ble bygget litt nedenfor den gamle fermettedammen, har tre segmentluker og en sektorluke. Det nye anlegget sto ferdig i 1963.

Tabell 1 viser de reguleringshøyder som har vært gjeldende for Mjøsa. Høydene er knyttet til Hamar vannmerke og til Statens Kartverks høydesystem (NN 1954). Årstallene er knyttet til reguleringstillatelsen.

Tabell 1. Reguleringshøyder i Mjøsa

Periode	HRV		LRV		Total magasinvolum millioner m ³	
	m	m o.h.	m	m o.h.		
1854-1907	3.14	120.83				(vintervannstand)
1907-1940	3.84	121.53	1.64	119.33	800	
1940-1947	4.50	122.19	1.64	119.33	1040	(midlertidig)
1947-1961	4.50	122.19	1.64	119.33	1040	(permanent)
1961-	5.25	122.94	1.64	119.33	1312	

Manøvreringsreglementet for Mjøsa sier at "Når vannstanden overskrider øvre reguleringsgrense skal dammen åpnes således at flommen slippes igjennom så fort som mulig, idet det dog has for øye at skadevirkningene nedover i vassdraget ikke blir større enn de ville ha vært uten regulering av Mjøsa, jfr. for øvrig de holdepunkter for manøvreringen som er gitt nedenfor i punkt 3 og 5." Videre heter det at "Ved flommens inntreden om våren skal magasinet så vidt mulig være nedtappet." Punkt 3 i reglementet fastsetter hvilke stillinger som lukene skal stå i ved forskjellige vannstander. I punkt 5 heter det at "Når vannstanden i Mjøsa ved inntredende regnflom om sommeren og høsten vil stige over 5.25 m på Hamar vannmerke, åpnes dammen litt etter litt og således at tappingen mest mulig blir i overensstemmelse med reglene i punkt 3."

Punkt 11 i reglementet sier at "Når snø- og/eller nedbørsmålinger i Mjøsas nedbørfelt indikerer at vannstanden i Mjøsa om våren vil overstige 6.00 m målt på Hamar vannmerke, kan Norges Vassdrags- og Energiverk kreve at dammen om mulig skal åpnes mer enn angitt i punkt 3 for å slippe flommen igjennom så fort som mulig, såfremt dette kan skje uten at skadevirkningene nedover i vassdraget blir vesentlig større enn ved manøvrering etter punkt 3 alene. Ved inntredende regnflom om sommeren og høsten kan NVE kreve at det forholdes på samme måte når vannstanden i Mjøsa antas å ville stige over 6.00 m på Hamar vannmerke."

Det har i lang tid vært reguleringer i vassdraget oppstrøms Mjøsa i forbindelse med tømmerfløting og eldre industri. De viktigste reguleringene har kommet i de siste 80 årene i forbindelse med vannkraftutbygging. I tabell 2 gis en oversikt over de nåværende reguleringene, med år når første reguleringstillatelse etter vassdragsreguleringsloven av 1917 ble gitt, reguleringshøyde og magasinivolum.

Tabell 2. Reguleringer i Lågenvassdraget

Dam	Reg. år	Reg. høyde m	Magasinivolum mill. m ³
Breidalsvatn	1941	13.0	70
Raudalsvatn	1941	30.3	166
Aursjø	1962	12.5	60
Tesse	1941	12.4	130
Bygdin	1917	9.15	336
Vinsteren	1942	4.0	102
Nedre Heimdalsvatn	1956	2.2	15
Kaldfjorden (Sandvatn-Øyvatn)	1954	5.9	76
Øyangen	1956	2.0	8
Olstappen	1942	13.0	31

I sideelvene Moksa, Mesna, Gausa, Hunnselva og Moelva finnes 20 mindre magasiner med sammenlagt magasinivolum på ca 200 millioner m³. De største av disse er Nord- og Sør-Mesna, Einavatn i Hunnselva og Næra i Moelva. Det forekommer en rekke overføringer innenfor Mjøsas nedbørfelt. De viktigste er overføringen av Veo til Tessemagasinet, og overføringene til Kaldfjorden (Sandvatn) fra Nedre Heimdalsvatn og fra Kaldfjorden til Øyangen.

For nærmere beskrivelser av reguleringene i vassdraget og saksgangen rundt dem henvises til de forskjellige bindene i Glommens og Laagens Brukseierforenings historie.

3. MÅLESTASJONER

Den eldste hydrologiske målestasjonen i tilknytning til Mjøsa var et vannmerke som sto i Minnevikka litt nedenfor Mjøsas utløp. Vannmerket ble opprettet i mai 1824 i forbindelse med en undersøkelse om hva som måtte gjøres for å få Glomma og Vorma farbar med større båter opp til Mjøsa. Her ble det foretatt vannstandsobservasjoner i drøyt tre år. Sammen med samtidige vannstandsobservasjoner ved Blaker i Glomma er dette de eldste systematiske vannstandsmålingene som er foretatt i landet. Et nytt Minne vannmerke ble opprettet i 1846 og det foreligger observasjoner i periodene 3.10.1846 - 8.5.1857 og 25.5.1879 - 31.12.1882. I 1856 ble det opprettet to vannmerker i tilknytning til Eidsvold-Sundfoss, det ene vannmerket sto ovenfor fossen og det andre sto nedenfor. Observasjoner ved det øvre vannmerket foreligger i perioden 15.5.1856 - 31.10.1944. På Hamar ble det opprettet et vannmerke i 1856, som har observasjoner i periodene 1.8.1856 - 27.12.1863, 13.5.1879 - 31.12.1882 og 7.2.1892 - 26.12.1897.

Et nytt vannmerke ble satt opp på Hamar i 1908. Det var Halvor G. Slottan fra Vassdragsvesenet som satte det opp på dampskipsbryggen 12. februar. Det er dette vannmerkes nivå som det fortsatt refereres til når man snakker om vannstand i Mjøsa ved Hamar. Observasjonene ved dette vannmerke besto av en daglig vannstandsavlesing inntil observasjonene ble flyttet offisielt til Hamar limnigraf 1.6.1967 og kontinuerlige registreringer overtok. Limnigrafen var satt igang 26.5.1966 og det ble foretatt parallelle avlesninger på de to stedene i en periode. Hamar limnigraf ble etablert i tilslutning til Hamar Vannverks inntaksanlegg ved Furuberget, drøyt tre kilometer nord for det gamle vannmerket. En vannstandsskala står fortsatt igjen på bryggen i Hamar sentrum. Hamar vannmerkes, og Hamar limnigrafes, nullpunkt har høyden 117.694 m o.h. i Statens Kartverks høydesystem (NN 1954). Hamar har nummer 002.101 i Hydrologisk avdelings nye stasjonsnummersystem. I det gamle systemet hadde stasjonen nummer 425-12.

Avløpet fra Mjøsa beregnes ut fra registreringer ved de to målestasjonene ved Ertesekken siden 1931. Vannføringen i Vorma kan ikke beregnes ut fra vannstanden alene, men ut fra vannstand og fall, den såkalte to-skalametoden. Det ble derfor plassert en skala/limnigraf oppstrøms og en skala/limnigraf nedstrøms strykpartiet Ertesekken ca 1.5 km nedstrøms Svanfoss i Vorma. Glommens og Laagens Brukseierforening har installert modernere utstyr, blant annet med fjernoverføring av data, ved stasjonene i senere år. Vannstandsobservasjonene fra de to stasjonene benyttes for den automatiske beregningen av vannføring som Brukseierforeningen utfører daglig. Ertesekken har nummer 002.197 i Hydrologisk avdelings nye stasjonsnummersystem. I det gamle systemet hadde stasjonen nummer 808-0.

4. VANNSTANDSDATA

Vannstandene i Mjøsa er avhengige av reguleringene i nedbørfeltet. Vi kan skille ut tre perioder etter 1908 med hensyn på regulering. Perioden 1908-1940 var det forholdsvis lite regulering. Mjøsa var regulert mellom 3.84-1.64 m, dvs med HRV 1.41 m lavere enn nå, og av større magasin i nedbørfeltet oppstrøms Mjøsa var det kun Bygdin som var regulert. I perioden 1941-1960 ble mange sjøer, inklusive Mjøsa, regulert i forskjellige omganger. Etter 1961 er det ubetydelige forandringer som har skjedd når det gjelder reguleringer. For å beregne karakteristiske verdier for Mjøsa som forholdene er nå, og derved prøve å si noe om hva man kan forvente av gjennomsnittlige vannstandsverdier i fremtiden, er det valgt å basere seg på data fra perioden 1961-1995.

I tabell 3 vises månedsmiddelvannstander i perioden 1961-1995. Til sammenligning vises også middelvannstandene i perioden 1909-1940. Alle data er referert til Hamar vannmerke.

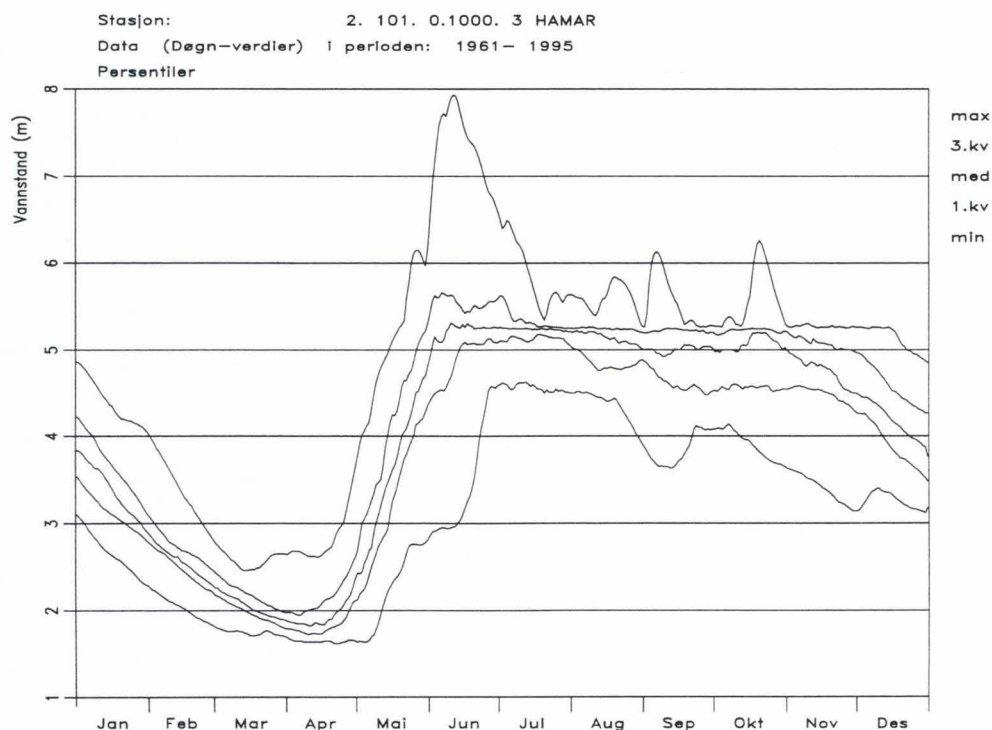
Midlere vannstand i løpet av året er ikke nevneverdig forandret mellom periodene 1909-40 og 1961-95. Hensikten med reguleringene er å samle vann om sommeren og høsten og bruke det om vinteren og våren. Det

vises også på forandringene av gjennomsnittlige vannstander. Vannstanden er blitt klart høyere i gjennomsnitt i september-desember i den senere perioden. Tilsvarende er den blitt klart lavere i gjennomsnitt i februar-april. Også i mai-juli er vannstanden lavere nå.

Tabell 3. Middelvannstander (m) i Mjøsa i forskjellige perioder

	1961-1995	1909-1940	Forandring fra 09-40 til 61-95
Januar	3.42	3.40	+ 0.02
Februar	2.61	3.06	- 0.45
Mars	2.10	2.62	- 0.52
April	2.00	2.44	- 0.44
Mai	3.64	3.87	- 0.23
Juni	5.24	5.42	- 0.18
Juli	5.21	5.48	- 0.27
August	5.05	4.97	+ 0.08
September	4.90	4.34	+ 0.56
Oktober	4.89	3.98	+ 0.91
November	4.73	3.84	+ 0.89
Desember	4.23	3.68	+ 0.55
Året	4.00	3.92	+ 0.08

Figur 4 viser de karakteristiske vannstandsverdiene i perioden 1961-1995. Den øverste og nederste kurven viser henholdsvis høyeste og laveste observerte vannstand til enhver tid på året. De tre midterste kurvene viser henholdsvis 3. kvartilen, medianen og 1. kvartilen av observerte vannstander. Med 3. kvartil menes at 75 % av observasjonene den enkelte dagen ligger under den vannstanden. Mediankurven viser den vannstand som halvparten av observasjonene ligger over og halvparten ligger under den aktuelle dagen. Med 1. kvartil menes den vannstand som 25 % av observasjonene ligger under.



Figur 4. Karakteristiske vannstandsverdier for Mjøsa 1961-95

I tabell 4 er 3. og 1. kvartilvannstandene for den 1. og den 15. i hver måned tabulert. Det betyr at i halvparten av årene 1961-95 har vannstanden vært mellom disse nivåer den aktuelle dagen.

Tabell 4. Karakteristiske vannstander (m) i Mjøsa (3. kvartil og 1. kvartil)

Dato	3. kvartil	1. kvartil
01.01.	4.23	3.54
15.01.	3.70	3.12
01.02.	3.08	2.77
15.02.	2.69	2.47
01.03.	2.44	2.18
15.03.	2.19	1.98
01.04.	1.98	1.79
15.04.	2.06	1.73
01.05.	2.69	2.13
15.05.	4.16	3.12
01.06.	5.42	4.41
15.06.	5.46	5.07
01.07.	5.62	5.11
15.07.	5.30	5.12
01.08.	5.25	5.03
15.08.	5.25	4.79
01.09.	5.20	4.87
15.09.	5.24	4.59
01.10.	5.19	4.53
15.10.	5.24	4.57
01.11.	5.21	4.55
15.11.	5.08	4.54
01.12.	4.97	4.27
15.12.	4.56	3.88

5. FLOMVANNSTANDER

Det foreligger spredte observasjoner av flomvannstander i Mjøsa før vannstandsobservasjoner ble satt igang ved Minne i oktober 1846. De store flomårene, som man kjenner til og har klart å anslå kulminasjonsvannstanden i, var 1789 (Storofsen), 1808, 1827 og 1846. Det er selvfølgelig noe usikkerhet knyttet til de flomnivåene.

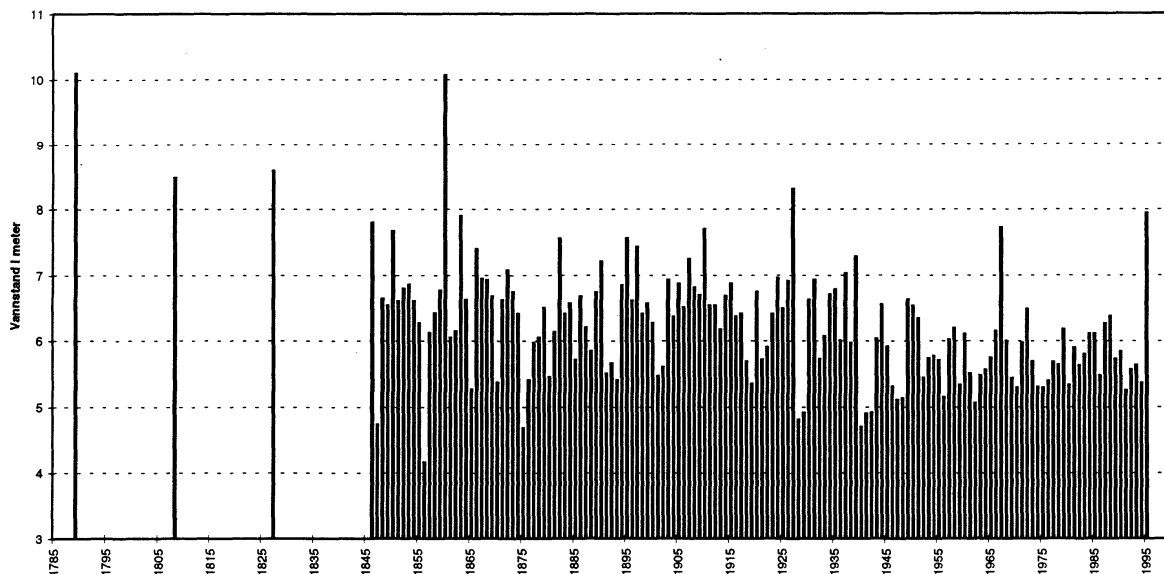
Fra og med 1847 finnes observasjoner av vannstander. I et ikke datert notat i NVE's arkiv, sannsynligvis fra 1930, er flomvannstandene omregnet til Hamar vannmerkes daværende (og nåværende) nivå. For perioden 1847-1856 er observasjonene ved Minne vannmerke omregnet til Hamar, ut fra både forskjellen i vannmerkens null-nivå og antatt forskjell på grunn av fall fra Mjøsa til Minnevikka. For perioden 1857-1863 er observasjonene på et gammelt vannmerke ved Hamar omregnet til nytt nivå. Det samme gjelder for periodene 1879-1882 og 1892-1897. For mellomliggende perioder, 1864-1878, 1883-1891 og 1898-1907 er flomvannstandene i Mjøsa bestemt ved observasjoner på Eidsvoll-Sundfoss øvre vannmerke. Dette vannmerke har hatt felles observasjonsperioder med Hamar vannmerke og sammenhørende vannstander er beregnet og ligger til grunn for beregning av vannstandene i Mjøsa i disse perioder. Fra og med 1908 foreligger observasjoner direkte på Hamar vannmerke. I tabell 5 er kjente flomvannstander i Mjøsa listet opp.

Tabell 5. Kulminasjonsvannstander for flommer i Mjøsa.

År	Dato	Vannstand (m)	År	Dato	Vannstand (m)	År	Dato	Vannstand (m)
1789	24.07.	10.10	1892	14.06	5.66	1944	17.07.	6.56
1808	?	8.50	1893	09.08.	5.40	1945	04.07.	5.92
1827	05.06.	8.60	1894	16.06.	6.85	1946	22.09.	5.31
1846	23.06.	7.80	1895	25.05.	7.56	1947	09.07.	5.11
1847	01.07.	4.73	1896	22.06.	6.62	1948	10.07.	5.13
1848	25.06.	6.65	1897	08.06.	7.43	1949	10.06.	6.63
1849	05.08.	6.55	1898	15.06.	6.42	1950	27.06.	6.54
1850	11.06.	7.67	1899	10.07.	6.58	1951	03.09.	6.34
1851	03.08.	6.61	1900	17.06.	6.27	1952	15.07.	5.44
1852	04.07.	6.80	1901	13.06.	5.46	1953	23.06.	5.74
1853	12.06.	6.86	1902	03.07.	5.60	1954	03.06.	5.78
1854	09.07.	6.61	1903	14.06.	6.93	1955	20.07.	5.71
1855	15.07.	6.27	1904	09.06.	6.37	1956	15.07.	5.15
1856	27.07.	4.16	1905	07.07.	6.87	1957	31.07.	6.02
1857	15.07.	6.12	1906	06.06.	6.52	1958	07.07.	6.19
1858	23.06.	6.43	1907	22.06.	7.25	1959	21.05.	5.33
1859	12.06.	6.77	1908	08.06.	6.81	1960	21.07.	6.10
1860	22.06.	10.07	1909	01.07.	6.70	1961	13.06.	5.50
1861	19.06.	6.05	1910	18.06.	7.70	1962	18.07.	5.06
1862	28.05.	6.14	1911	08.06.	6.55	1963	04.06.	5.47
1863	26.06.	7.90	1912	27.08.	6.55	1964	17.10.	5.56
1864	04.07.	6.63	1913	24.05.	6.17	1965	29.06.	5.75
1865	30.05.	5.27	1914	13.07.	6.69	1966	26.05.	6.15
1866	06.07.	7.40	1915	11.08.	6.87	1967	07.06.	7.72
1867	29.06.	6.95	1916	11.07.	6.37	1968	07.07.	6.00
1868	08.06.	6.93	1917	27.06.	6.42	1969	04.06.	5.43
1869	30.06.	6.68	1918	23.07.	5.69	1970	29.06.	5.29
1870	04.07.	5.37	1919	29.05.	5.35	1971	07.06.	5.97
1871	23.06.	6.63	1920	03.06.	6.75	1972	05.07.	6.49
1872	13.06.	7.08	1921	13.06.	5.72	1973	12.07.	5.69
1873	26.06.	6.75	1922	01.08.	5.91	1974	17.09.	5.30
1874	17.07.	6.42	1923	21.07.	6.41	1975	06.10.	5.29
1875	09.07.	4.68	1924	23.08.	6.96	1976	02.07.	5.39
1876	01.07.	5.40	1925	14.06.	6.50	1977	31.05.	5.68
1877	11.06.	5.97	1926	13.06.	6.91	1978	09.06.	5.64
1878	02.07.	6.05	1927	11.07.	8.31	1979	11.06.	6.17
1879	11.08.	6.51	1928	29.08.	4.81	1980	02.07.	5.33
1880	15.07.	5.45	1929	09.07.	4.91	1981	31.05.	5.90
1881	01.07.	6.13	1930	10.06.	6.63	1982	09.06.	5.63
1882	22.07.	7.55	1931	04.06.	6.93	1983	02.06.	5.80
1883	11.06.	6.42	1932	15.07.	5.73	1984	07.06.	6.11
1884	11.07.	6.58	1933	24.06.	6.07	1985	02.06.	6.11
1885	21.07.	5.72	1934	15.05.	6.71	1986	14.06.	5.47
1886	26.06.	6.68	1935	01.07.	6.78	1987	20.10.	6.26
1887	29.05.	6.20	1936	21.06.	6.01	1988	04.06.	6.38
1888	30.06.	5.85	1937	31.05.	7.03	1989	02.07.	5.73
1889	10.06.	6.74	1938	07.09.	5.97	1990	27.06.	5.84
1890	26.05.	7.22	1939	27.07.	7.29	1991	10.07.	5.25
1891	06.07.	5.50	1940	20.09.	4.70	1992	09.06.	5.56
			1941	17.07.	4.90	1993	30.07.	5.63
			1942	21.07.	4.91	1994	18.07.	5.36
			1943	26.06.	6.03	1995	11.06.	7.94

I NVE's database er vannstanden for 11.06.1995 7.93 m. Dette er et døgnmiddel, mens kulminasjonsvannstanden var 1 cm høyere.

Figur 5 viser flomvannstandene som et søylediagram.



Figur 5. Kulminasjonsvannstander i Mjøsa

Det foreligger altså 149 sammenhengende år med observerte flomvannstander i Mjøsa (1847-1995). Tidspunktet for flommene, belyst ved antallet år som vannstandskulminasjonen har falt i de forskjellige månedene i løpet av hele perioden, har vært:

Mai	13 år	eller	8.7 %
Juni	65 år	eller	43.6 %
Juli	54 år	eller	36.3 %
August	9 år	eller	6.0 %
September	5 år	eller	3.4 %
Oktober	3 år	eller	2.0 %

Det er også interessant å sammenligne forholdene før de fleste reguleringer fant sted, dvs perioden 1847-1940 med forholdene nå, dvs perioden etter 1961.

	1847-1940 (94 år)		1961-1995 (35 år)	
Mai	9 år	eller 9.6 %	3 år	eller 8.6 %
Juni	42 år	eller 44.7 %	18 år	eller 51.4 %
Juli	32 år	eller 34.0 %	10 år	eller 28.5 %
August	9 år	eller 9.6 %	0 år	
September	2 år	eller 2.1 %	1 år	eller 2.9 %
Oktober	0 år		3 år	eller 8.6 %

Sammenligning av de to periodene viser at flommene nå kulminerer noe tidligere enn før regulering. Juni har mer enn tidligere blitt den dominerende flommåned. Samtidig opplever vi nå oftere enn før at årets høyeste flomvannstand er om høsten. Flomvannstandene knyttet til regn om høsten er imidlertid atskillig lavere enn flomvannstandene knyttet til snøsmeltingen om våren. De høyeste flomvannstandene i september-oktober, henholdsvis i 1951 og 1987, var 6.34 og 6.26 m, dvs langt nede på rangstigen over høyeste flomvannstander.

På tilsvarende måte kan det være interessant å sammenligne flomvannstandene før de fleste reguleringer fant sted, dvs perioden 1847-1940, med forholdene nå, dvs perioden etter 1961.

Kulminasjonsvst.	1847-1940 (94 år)		1961-1995 (35 år)	
4.00-4.99 m	6 år	eller 6.4 %	0 år	
5.00-5.99 m	18 år	eller 19.1 %	25 år	eller 71.4 %
6.00-6.99 m	56 år	eller 59.6 %	8 år	eller 22.9 %
7.00-7.99 m	12 år	eller 12.7 %	2 år	eller 5.7 %
8.00-8.99 m	1 år	eller 1.1 %	0 år	
9.00-9.99 m	0 år		0 år	
10.00m-	1 år	eller 1.1 %	0 år	

Sammenligning viser at flommene stort sett har blitt utjevnet. Det er færre små flommer og færre store flommer etter at reguleringene har trådt i kraft. Hovedtyngden av flomkulminasjonene ligger nå på vannstander mellom 5 og 6 m, mens de tidligere lå mellom 6 og 7 m.

De høyeste flomvannstandene i Mjøsa er vist i tabell 6.

Tabell 6. Høyeste kjente flomvannstander i Mjøsa

10.10 m	127.79 m o.h.	24. juli	1789	7.67 m	125.36 m o.h.	11. juni	1850
10.07 m	127.76 m o.h.	22. juni	1860	7.56 m	125.25 m o.h.	25. mai	1895
8.60 m	126.29 m o.h.	05. juni	1827	7.55 m	125.24 m o.h.	22. juli	1882
8.50 m	126.19 m o.h.		1808	7.43 m	125.12 m o.h.	08. juni	1897
8.31 m	126.00 m o.h.	11. juli	1927	7.40 m	125.09 m o.h.	06. juli	1866
7.94 m	125.63 m o.h.	11. juni	1995	7.29 m	124.98 m o.h.	27. juli	1939
7.90 m	125.59 m o.h.	26. juni	1863	7.25 m	124.94 m o.h.	22. juni	1907
7.80 m	125.49 m o.h.	23. juni	1846	7.22 m	124.91 m o.h.	26. mai	1890
7.72 m	125.41 m o.h.	07. juni	1967	7.08 m	124.77 m o.h.	13. juni	1872
7.70 m	125.39 m o.h.	18. juni	1910	7.03 m	124.72 m o.h.	31. mai	1937

6. FREKVENSANALYSE AV FLOMVANNSTANDER

Det er utført frekvensanalyse på flomvannstandene i Mjøsa. Hensikten er å anslå de vannstander som vil opptre ved forskjellige gjentakintervall. Resultatene fra en flomfrekvensanalyse kan også tolkes som sannsynligheten for at en gitt vannstand vil kunne overstiges.

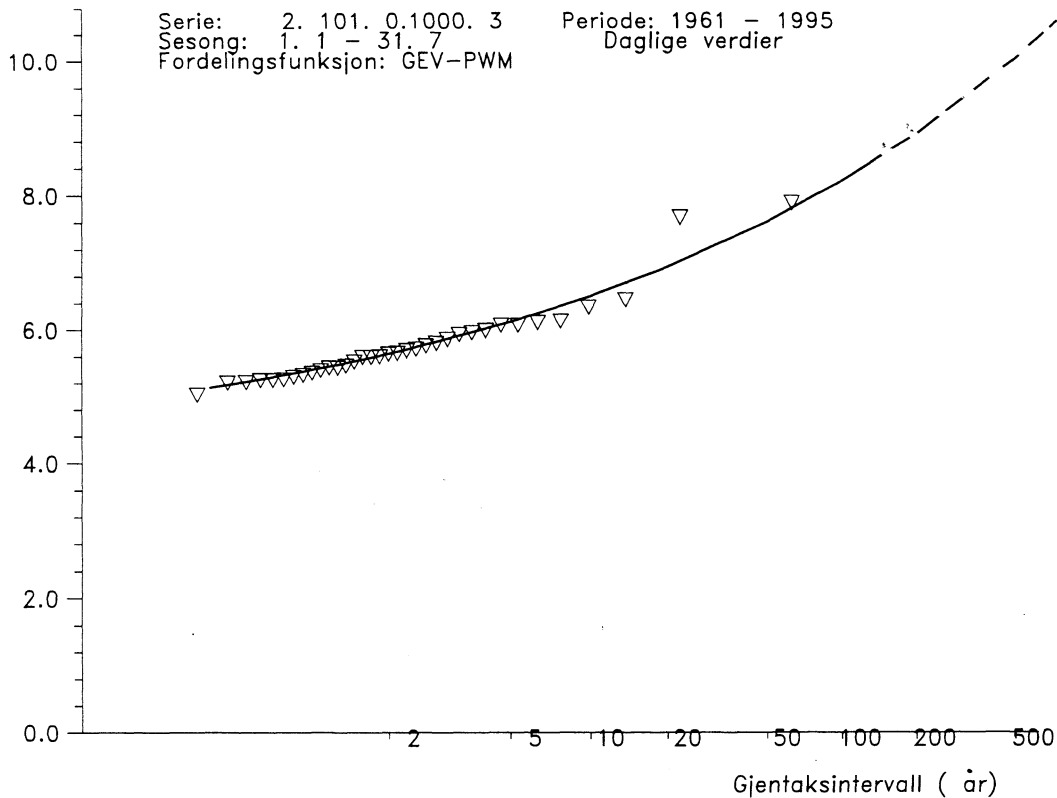
Det er her valgt å betrakte perioden 1961-1995, fordi den er mest representativ for hva man kan forvente i fremtiden. Analysen er derfor utført på flomvannstandene i disse 35 årene. Ved analysen er det sett på sesongen januar-juli.

Resultatene av flomfrekvensanalysen er vist i tabell 7. I figur 6 vises flomfrekvensanalysen grafisk.

Resultatene av flomfrekvensanalyser er avhengig av observasjonsperiodens lengde. Med lengre observasjonsserier vil resultatene kunne forandres, spesielt hvis sjeldne situasjoner oppstår. Man bør derfor ikke ekstrapolere flomfrekvensanalyser altfor langt.

Tabell 7. Frekvensanalyse av flomvannstander i Mjøsa

	m	m o.h.
Midlere flomvannstand	5.81	123.50
5-års flomvannstand	6.12	123.81
10-års flomvannstand	6.51	124.20
20-års flomvannstand	6.94	124.63
50-års flomvannstand	7.62	125.31
100-års flomvannstand	8.23	125.92



Figur 6. Frekvensanalyse av flomvannstander i Mjøsa

7. VANNFØRINGSDATA

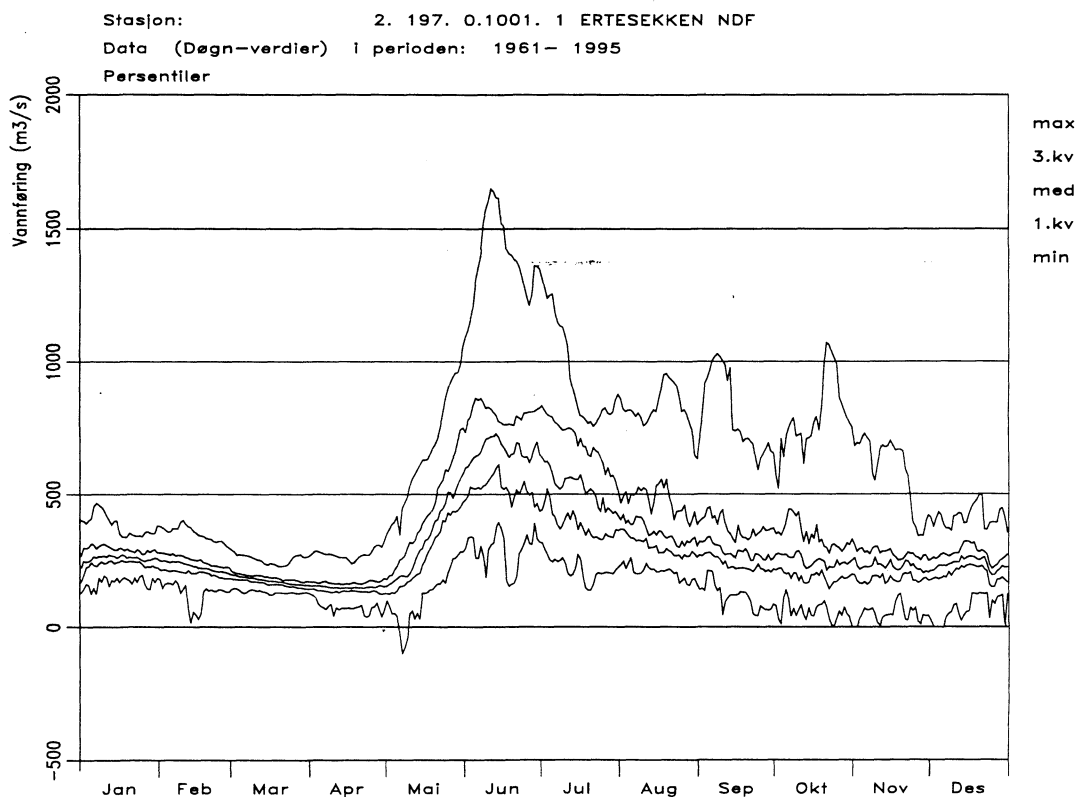
Vannføringen ut av Mjøsa registreres som nevnt ved målestasjonen Ertesekken. Det totale nedbørfeltet her er nesten 900 km², eller ca. 5 %, større enn ved Mjøsas utløp. Det viktigste bidraget på strekningen ned til Ertesekken er Andelva, utløpet fra Hurdalssjøen. Målestasjonen ved Ertesekken ble opprettet i 1923, men data foreligger først fra 1931. Det første året er det kun kortere perioder med data, men fra mars 1932 finnes komplette data, unntatt for året 1991 da det mangler data. Månedlig middelvannføring for perioden 1961-1995, som representerer dagens forhold, er vist i tabell 8. I samme tabell er vist middelvannføringen i perioden 1933-1940, dvs før alle viktige reguleringer var foretatt.

Sammenligning av data for de to periodene viser at middelvannføringen har øket mye i vintermånedene, mens reguleringen har ført til minket vannføring særlig i juli-september. Den store minkingen i mai måned skyldes mest at det i den korte perioden 1933-40 var to år, 1934 og 1937, med sjeldent tidlig vårflom, og derved stor vannføring i mai.

Tabell 8. Middelvannføringer (m^3/s) ved Ertesekken i forskjellige perioder

	1961-95	1933-40
Januar	262.8	139.0
Februar	228.2	151.6
Mars	177.0	152.5
April	153.6	153.6
Mai	352.9	403.4
Juni	683.5	694.3
Juli	540.1	723.2
August	405.9	551.8
September	325.3	383.8
Oktober	288.5	275.2
November	239.3	167.6
Desember	236.2	167.2
Året	324.3	330.8

Figur 7 viser de karakteristiske vannføringsverdiene i perioden 1961-1995. Den øverste og nederste kurven viser henholdsvis høyeste og laveste observerte vannføring til enhver tid på året. De tre midterste kurvene viser henholdsvis 3. kvartilen, medianen og 1. kvartilen av observerte vannføringer. Med 3. kvartil menes at 75 % av observasjonene den enkelte dagen ligger under den vannføringen. Mediankurven viser den vannføring som halvparten av observasjonene ligger over og halvparten ligger under den aktuelle dagen. Med 1. kvartil menes den vannføring som 25 % av observasjonene ligger under.



Figur 7. Karakteristiske vannføringsverdier ved Ertesekken 1961-95

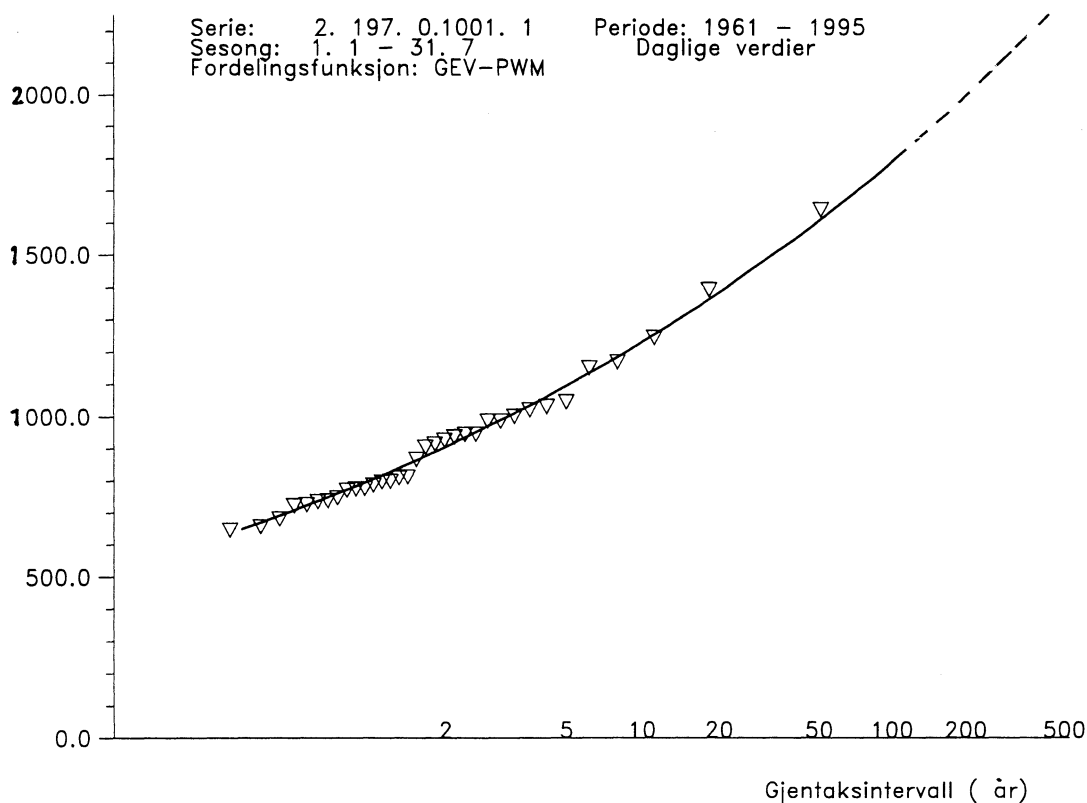
De største flomvannføringer ved Ertesekken siden 1932 er vist i tabell 9.

Tabell 9. Største flomvannføringer ved Ertesekken

År	Dato	Vannføring (m ³ /s)
1995	11.06.	1650
1967	07.06.	1402
1939	28.07.	1266
1972	06.07.	1254
1937	02.06.	1189
1988	06.06.	1178
1984	09.06.	1160
1944	18.07.	1150
1935	29.06.	1140
1987	21.10.	1073

Flomvannføringene i 1995 og 1967 kulminerte samme dag som vannstanden i Mjøsa kulminerte, ellers har de største flommene stort sett kulminert en eller to dager etter vannstanden i Mjøsa.

Det er utført frekvensanalyse på flomvannføringene ved Ertesekken. Det er også her valgt å betrakte perioden 1961-1995, fordi den er mest representativ for hva man kan forvente i fremtiden. Analysen er utført på flommene i sesongen januar-juli i de 34 årene (data for 1991 mangler). Resultatene av flomfrekvensanalysen er vist i tabell 10. I figur 8 vises flomfrekvensanalysen grafisk.



Figur 8. Frekvensanalyse av flommer ved Ertesekken

Tabell 10. Frekvensanalyse av flommer ved Ertesekken

	m ³ /s
Midlere flom	923
5-års flom	1055
10-års flom	1194
20-års flom	1343
50-års flom	1560
100-års flom	1742

I noen år siden 1932 har det i kortere perioder ikke vært vannføring ut av Mjøsa . Det var null vannføring to dager i november 1942, tre dager i desember 1972, tre dager i månedsskiftet oktober-november 1986 og tre dager i desember 1992.

Ved ett tilfelle siden 1932 har det vært vannføring inn i Mjøsa fra Vorma. Det fant sted de fire dagene 6.-9. mai 1986. Vannføringen inn i Mjøsa var som mest 100 m³/s, og skyldtes at vårflommen kom meget brått i Glomma i Østerdalen. Vannstanden i Mjøsa var under 2 meter på Hamar vannmerke da vannføringen i Glomma steg til over 2100 m³/s på mindre enn en uke.

8. LITTERATUR

- Furuholmen, K. 1938 Glommens brukseierforening 1903-38
Grøndahl & Søns Boktrykkeri. Oslo
- GLB, 1947 Glommens og Laagens Brukseierforening 1918-43
Grøndahl & Søns Boktrykkeri, Oslo
- GLB, 1995 Glommens og Laagens Brukseierforening, bind III 1968-93
GLB, Oslo
- Otnes, J., 1974 Våre eldste vannstandsobservasjoner 150 år.
Fossekalen nr.3. Oslo.
- Østrem, G., Flakstad, N., Santha, J.M., 1984
Dybdekart over norske innsjøer
NVE, Hydrologisk avdeling, Meddelelse nr. 48

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

I 1997 ER FØLGENDE PUBLIKASJONER UTGITT:

- Nr 1 Bjarne Kjølmoen: Breundersøkelser Langfjordjøkelen. Statusrapport 1989-1993. (19 s.)
- Nr 2 Øystein Grundt: Løpsendringer i Koppangøyene i Glomma under flommen i 1995. (39 s.)
- Nr 3 Jan Slaggård (red.): Gjenanskaffelsesverdier for særskilte driftsmidler i kraftforetak. (61 s.)
- Nr 4 Tor Erik Olsen og Svein Ivar Haugom: Statnett SF. Oppfølgingsrapport 1993/1994. (35 s.)
- Nr 5 Erling Solberg (red.): Kostnader for kraftverksprosjekter pr. 01.01.1996. Pengeverdi og prisnivå januar 1996. (58 s.)
- Nr 6 Lars-Evan Pettersson: Hydrologiske data for Mjøsa (002.DC). (20 s.)

**NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT**



72026618