

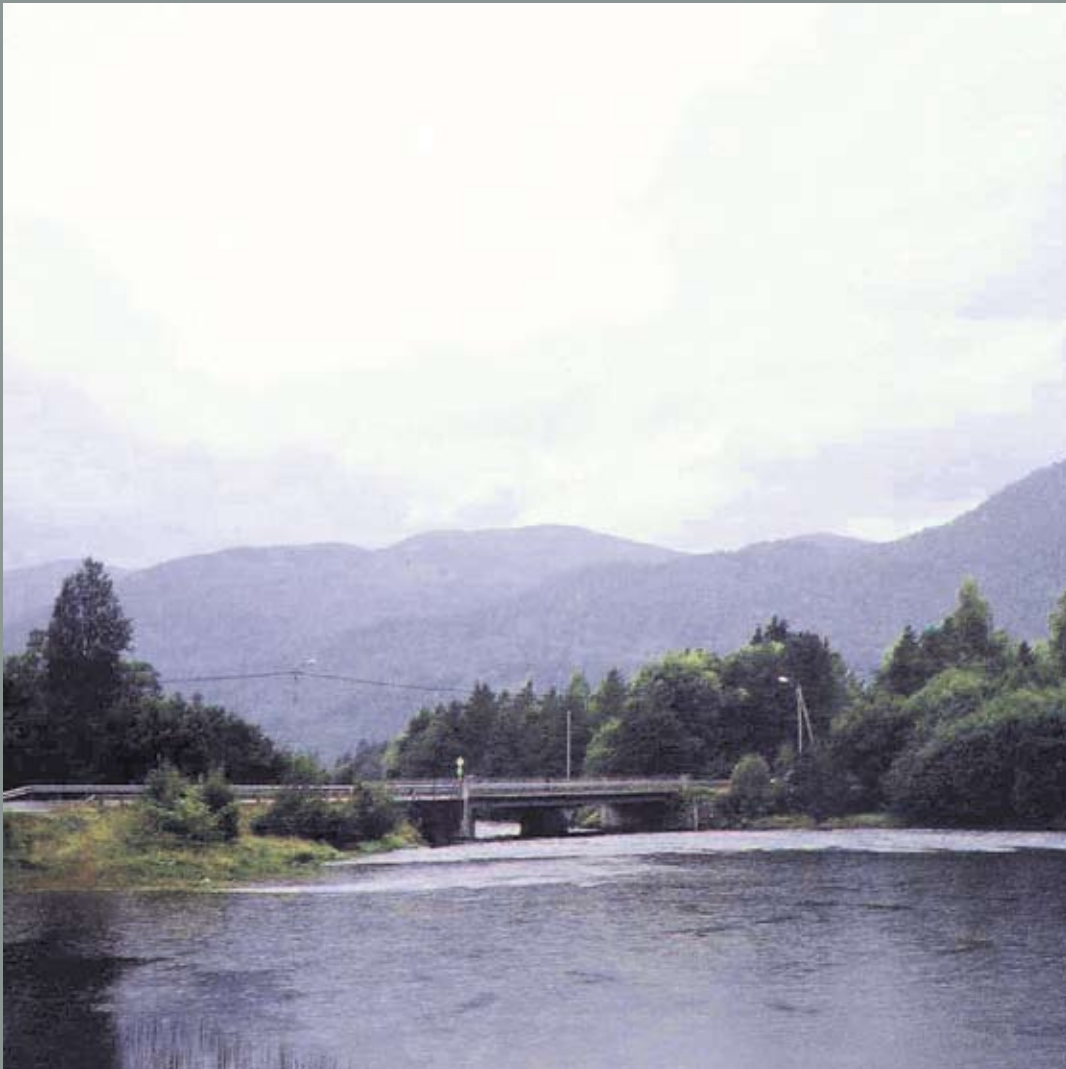


Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Hornindalsvassdraget

Erik Holmqvist

4
2001



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Hornindalsvassdraget (89.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2001

Dokument nr 4 - 2001
Flomberegning for Hornindalsvassdraget (89.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat – 2001

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 25

Forsidefoto: Utløp av Hornindalsvatn sett medstrøms
(foto Siss May Edvardsen, NVE Region Vest)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: Det er utført flomberegninger for Horndøla, Hornindalsvatn og Eidselva
som grunnlag for vannlinjeberegninger og flomsonekartlegging.

Emneord: Hornindalsvassdraget – flomvannføring

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

Januar 2001

INNHALDSFORTEGNELSE


FORORD.....	4
SAMMENDRAG	5
1. BESKRIVELSE AV OPPGAVEN	6
2. BESKRIVELSE AV VASSDRAGET	6
3. MÅLESTASJONEN 89.1 HORNINDALSVATN	9
4. FLOMFREKVENSANALYSER	10
MIDLERE FLOM	10
10 - 500 ÅRS FLOM	12
5. BEREGNEDE FLOMVANNFØRINGER.....	14
6. OBSERVERTE FLOMMER	15
7. USIKKERHET	16
REFERANSER	17
VEDLEGG	18

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 i Hornindalsvassdraget. Rapporten gir også en oversikt over de største observerte flommene i vassdraget. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, januar 2001



Kjell Repp
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

SAMMENDRAG

Flomanalyser viser at i Hornindalsvassdraget forekommer flommer til alle årstider. Reguleringene i vassdraget har hatt begrenset virkning på flomforholdene.

I Hornindalsvatn har en hydrologiske observasjoner siden 1901. I en periode på omkring 20 år (fra 1962), lå det en del betongblokker i utløpet av Hornindalsvatn. Det medførte høyere flomvannstander enn de en ellers ville fått. Denne perioden er derfor utelatt i flomanalysene.

For Horndøla, hovedelven som renner inn i Hornindalsvatn i øst er flomverdiene svært usikre. Her har en ingen observasjoner, og ulike beregningsmetoder gir stor variasjon i beregnede flomverdier. For Horndøla er det antatt at flommene kulminerer med en vannføring som er 60 % høyere enn beregnet døgnmiddelflom. For Hornindalsvatn og Eidselva nedstrøms er det antatt at det er neglisjerbar forskjell mellom døgnmiddel og kulminasjonsverdi. Resultatene er sammenfattet i tabell 1.

Tabell 1

Flomvannføringer i Hornindalsvassdraget, det er kulminasjonsverdiene som er gitt.

Sted i vassdraget	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Horndøla	88	125	140	163	181	197	221
Utløp Hornindalsvatn	66	86	93	101	107	112	118
Eidselva ved Bjørlo	71	94	101	109	116	122	129
Eidselva ved utløp	74	97	104	113	120	126	133
Vannstand lokal skala (m)							
	H _M	H ₁₀	H ₂₀	H ₅₀	H ₁₀₀	H ₂₀₀	H ₅₀₀
Hornindalsvatn	1.67	1.92	2.00	2.09	2.16	2.21	2.27

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn. Hvis usikkerheten i disse beregningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil resultatene for Hornindalsvatn få klasse 1 (forutsatt da at vindoppstuvning ikke har avgjørende betydning), resultatene for Eidselva klasse 2 og Horndøla klasse 3.

1. BESKRIVELSE AV OPPGAVEN

Flomsonekart skal konstrueres for Grodås. Delprosjektets nummer og navn i NVE's Flomsonekartprosjekt er fs 089_2 Grodås. Grodås ligger i østenden av Hornindalsvatn hvor elva Horndøla renner ut i innsjøen. Som grunnlag for flomsonekartene er midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnet.

Eidselva renner fra Hornindalsvatn og ut i Eidsfjorden ved Nordfjordeid. Det er også utført flomanalyser for Eidselva (delprosjektet fs 089_1 Nordfjordeid). Men dette delprosjektet er gitt prioritet 3, og det vil derfor ikke bli utarbeidet flomsonekart for denne delen av vassdraget.

2. BESKRIVELSE AV VASSDRAGET

Hornindalsvassdraget ligger i kommunene Eid, Hornindal og Stryn i Sogn og Fjordane. Nedbørfeltet er 382 km² ved utløpet av Hornindalsvatn og 429 km² ved utløp i Eidsfjorden, som er en sidegren til Nordfjord. Store deler av vassdraget er uregulert. Hornindalsvatnet er Europas dypeste innsjø, største målte dyp er 514 m og midlere dyp er 234 m (Østrem m.fl. 1984). Aealet av innsjøen er 50,8 km². Vassdraget ble vernet i Verneplan I. En oversikt over vassdraget er gitt i figur 1.

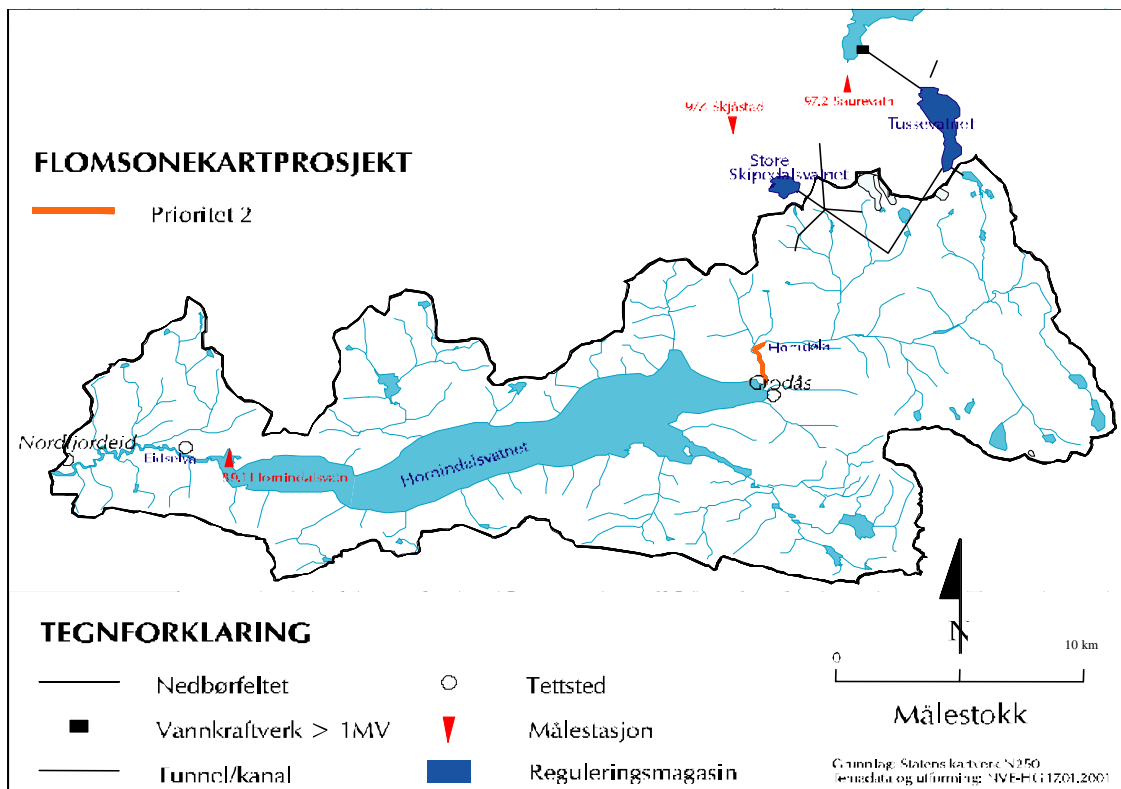
Normal årsnedbør varierer fra omkring 1500 mm i de lavestliggende delene av nedbørfeltet til 2500 mm i fjellområdene i nord. Både i området rundt Ålftobreen i sør og i fjellområdene nord for Hornindalsvassdraget er årsnedbøren betydelig større (Nasjonal atlas for Norge, kartblad 3.1.1).

I henhold til avrenningskart over Norge (1931-60) er avrenningen pr arealenhet 55 l/s km² i de nedre delene av vassdraget. Denne øker til 80 l/s km² i fjellområdene i nordøst hvor det er noen mindre breer. For normalperioden 1961-90 er ikke slike kart ferdige. Men foreløpige analyser antyder en ny normal for Hornindalsvatn på noe over 60 l/s km², eller drøyt 10 % mer enn beregnet normal for 1931-60. Dette harmonerer godt med tilsvarende beregninger for nedbør, som viser en økning på 5 – 10 %. Avrenningen tilsvarer en effektiv årsnedbør (nedbør minus fordampning) på ca. 2000 mm.

På 1960-tallet ble ca. 16 km² av nedbørfeltet til Hornindalsvatn overført til Tussevatnet (figur 1). Dette er magasin for Tussa kraftverk som ligger innerst i Hjørundfjorden. Det er de øvre delene av nedbørfeltet til Horndøla som er overført. Overføringen tilsvarer omkring 12 % av Horndølas nedbørfelt og kun 4 % av feltet til Hornindalsvatn. Magasinet Tussevatn manøvreres normalt slik at minimum nås i mai. På høsten fylles magasinet i løpet av oktober/ november. Ved flom i Tussevatn, vil bekkeinntakene som overfører vann fra Hornindal vanligvis bli stengt (pers.med. Kåre Otterdal, Tussa Energi AS). Det betyr at reguleringen har ført til noe reduksjon av flommene i Hornindalsvassdraget på våren og sommeren, mens virkningen på høst- og vinterflommer sannsynligvis er liten. I flomanalysene er det derfor sett bort fra eventuelle virkninger av reguleringen.

I tabell 2 og 3 er diverse feltarealer for Hornindalsvassdraget gitt. Arealene er fastlagt ved en ny beregning av Seksjonen for Geoinformasjon (HG), og kan avvike noe fra de som er oppgitt i Hydrologisk avdelings database.

Drøyt 60 % av feltet til Hornindalsvatn ligger mellom 300 moh og 1000 moh (figur 2). Og under 10 % ligger over 1000 moh. Flommer kan opptre til alle tider av året. Dette illustreres godt av figur 3 a,b som viser karakteristiske vannstander og vannføringer for hver dag i løpet av året. Øverste kurve (max) og nederste kurve (min) viser henholdsvis største og minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne. De øvrige kurvene (1.kv og 3.kv) viser henholdsvis 25- og 75-persentilen for observasjonene. Med 25-persentilen forstås at 25 % av observasjonene ligger under den vannføringen, og tilsvarende med 75-persentilen, 75 % av observasjonene ligger under.



Figur 1

Kart over Hornindalsvassdraget

Tabell 2

Felt overført til Tussevatn fra Hornindalsvassdraget (Tussa kraft).

Felt	Areal km ²
Blåvatn	4.0
Hjortedal	2.7
Blåbredøla	4.4
Guridøla 1-3 og Lisjedøla	4.7
Sum overførte arealer	15.8

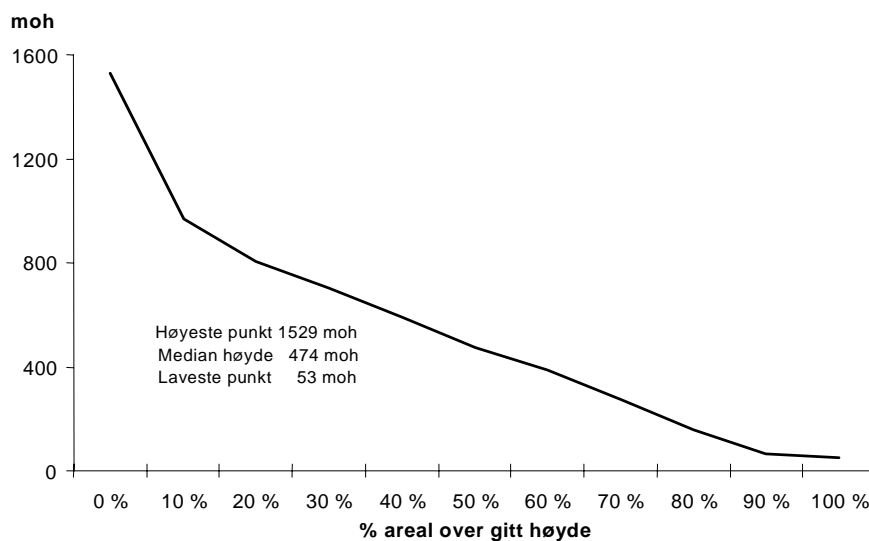
Tabell 3

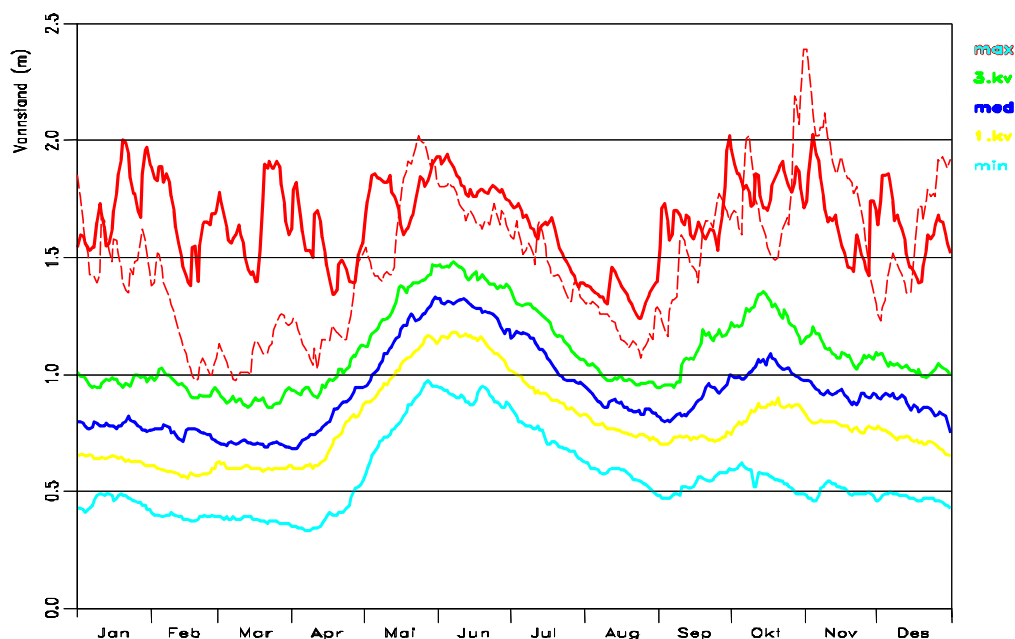
Nedbørfelt i Hornindalsvassdraget.

Felt	Areal km ²
Horndøla ved Grodås	137
89.1 Hornindalsvatn	382
Eidselva ved Bjørlo	415
Eidselva ved utløp	429

Figur 2

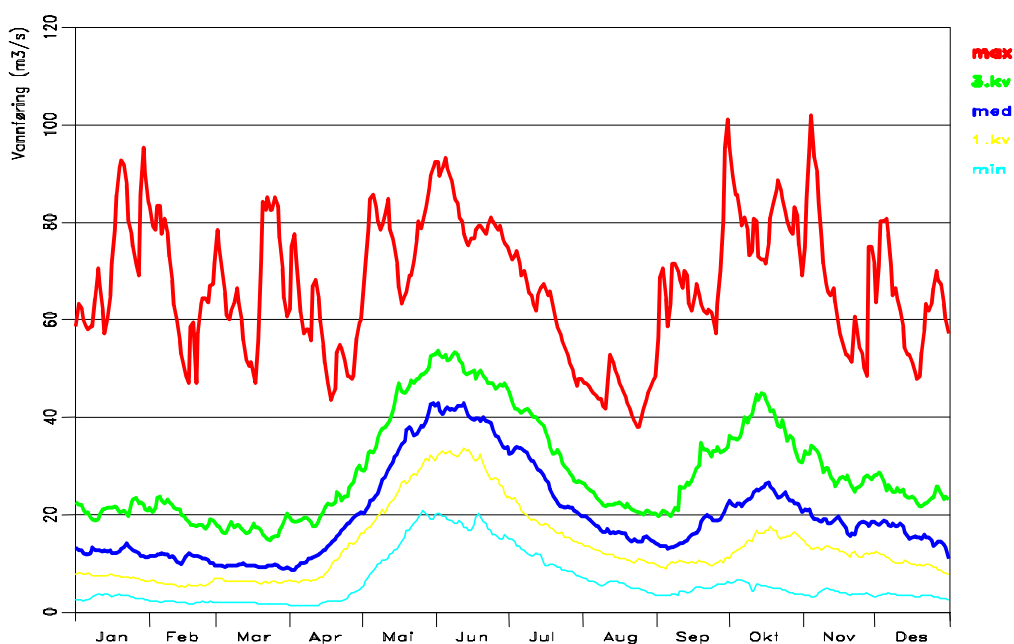
Hypsografisk kurve for Hornindalsvatn.





Figur 3 a

Karakteristiske vannstander i Hornindalsvatn. Den rød heltrukne linja viser maksimal observert vannstand i løpet av årene 1901-61 og 1984-99. Maksimalverdiene for perioden 1962-83 er vist med rød stiplet strek. I denne perioden lå det betongblokker i utløpet av Hornindalsvatn som spesielt under flom medførte oppstuvning. De øvrige kurvene viser henholdsvis 75- (grønn), 50- (blå) og 25- (gul) persentilen for observasjonene i årene med naturlige vannstandsvariasjoner. Med for eksempel 75-persentilen forstås at i 3 av 4 år (75 %) har vannstanden vært lavere enn denne. Den nederste kurven (cyan) viser de laveste observerte vannstandene.



Figur 3 b

Karakteristiske hydrologiske data for vannføringen ut av Hornindalsvatn. Det er data for årene 1901-61 og 1984-99 som er vist (se tekst til figur 3 a).

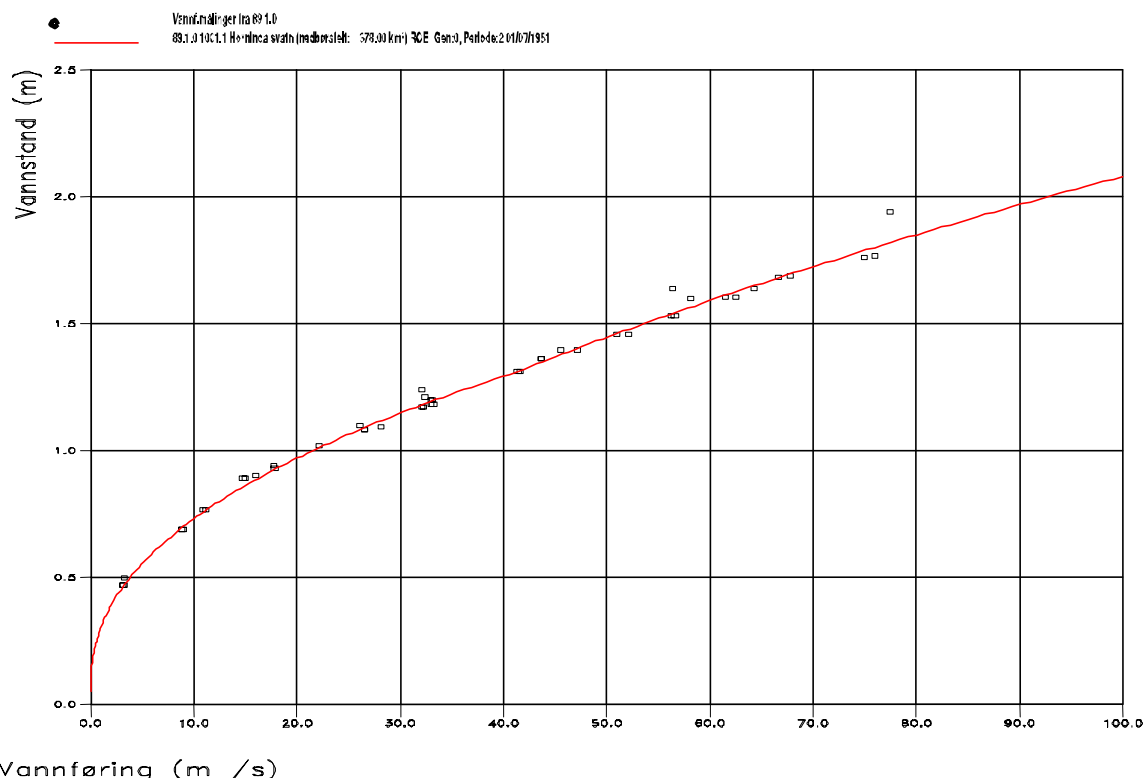
3. MÅLESTASJONEN 89.1 HORNINDALSVATN

Vannstanden i Hornindalsvatn har vært registrert siden 1901. I utløpet er det et løsmasseprofil som antas å være rimelig stabilt. Det ligger ei bru i utløpet av vannet. Denne ble bygd i 1916. På begynnelsen av 1950-tallet ble det utført arbeider i elveløpet som forårsaket profilendringer. Vannføringskurven ble derfor endret fra 30 juni 1951. Gjeldende kurve er vist i figur 4.

Brua ble imidlertid fornyet i 1962-63. Etter dette lå det igjen en del ekstra betongblokker slik at utløpsprofilen ble innsnevret med omkring 6 m^2 . Blokkene ble fjernet våren 1984 (Nils Kåre Nes, Eid kommune og Leiv Gunnar Ruud, NVE-HH). Under flom har disse blokkene ført til oppstuvning av Hornindalsvatn.

Oppstuvningen bekreftes av vannføringsmålinger. Dette er målinger i felt for å bestemme sammenhengen mellom vannstand og vannføring. Den foreløpig høyeste vannstand slike målinger er gjennomført for var i 1976. Vannføringen ble da målt til $78 \text{ m}^3/\text{s}$ ved en vannstand referert lokal skala på målestasjonen på $1,94 \text{ m}$. Blokkene lå da i utløpet. En ser av figur 4 at ved en slik vannstand er forventet vannføring langt større (nesten $90 \text{ m}^3/\text{s}$). De to nest høyeste målingene er fra 1953. Vannføringene i 1953 (75 og $76 \text{ m}^3/\text{s}$) var omtrent som i 1976, men vannstandene var nesten 20 cm lavere (figur 4).

En har flere målinger omkring og noe over midlere flomvannføring ($66 \text{ m}^3/\text{s}$). Det må sies å være bra. Høyeste registrerte vannstand i Hornindalsvatn var i 1983. Blokkene lå da fremdeles i utløpet. Det medfører at "observert" vannføring ($130 \text{ m}^3/\text{s}$) er alt for høy. Antas en oppstuvning på $20\text{-}30 \text{ cm}$ blir "korrekt" vannføring $100 - 110 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur 4

Gjeldende vannføringskurve for 89.1 Hornindalsvatn og vannføringsmålingene som ligger til grunn for kurven.

Det er og beregnet en tilløpsserie for Hornindalsvatn. Serien er beregnet ved hjelp av observert vannstand, vannføringskurve og magasinkurve. Hensikten var å beregne flomvannføringer i Horndøla. Nedbørfeltet til Horndøla utgjør 36 % av Hornindalsvatns felt. Tilsigsserien er multiplisert tilsvarende.

Vannføring Horndøla = 0.36 * tilsig Hornindalsvatn

4. FLOMFREKVENSANALYSER

Det er nesten 100 år med registrerte vannstander i Hornindalsvatn. Perioden 1962-83 er imidlertid utelatt fra frekvensanalysene på grunn av unaturlig oppstuvning i utløpet (se foran). I tillegg er året 1906 utelatt på grunn av feil i data. Likevel har en 76 år med data igjen til flomanalyser som må sies å være bra. Flomverdiene for Hornindalsvassdraget er også sammenlignet med verdier fra nærliggende vassdrag. Disse stasjonene har fra 25 til 100 år med data og de er alle kvalitetskontrollert mot mulige homogenitetsbrudd (Astrup 2000)

Midlere flom

I tabell 5 og figur 5 er midlere flom for Hornindalsvatn og en rekke vassdrag i nærheten gitt. Både avløpet fra og tilsigsserien til Hornindalsvatn gir flomverdier som er betydelig lavere enn de en finner i naboområder. For eksempel er midlere spesifikk flom (vannføring pr arealenhet) ut av Hornindalsvatn ca 170 l/s km², mens for to andre større innsjøer i nærheten Jølstervatn og Viksvatn er tilsvarende verdier omkring 280 og 340 l/s km².

En vesentlig årsak til den store forskjellen, er ulik eksponering for kraftig nedbør. Meteorologiske kart (Aune 1993) viser at forventet maksimal døgnnedbør i løpet av 5 år er 80 – 100 mm for Hornindalsvassdraget. Mens for naboområder i både nord og sør er tilsvarende verdier fra 100 – 140 mm. Beregnet middelflom ut av Hornindalsvatn synes derfor rimelig.

For å finne flomverdier for Horndøla er også midlere tilløpsflom til Hornindalsvatn beregnet. Det ga ca 340 l/s km², eller omkring det dobbelte av avløpet fra Hornindalsvatn. Alternativt kan midlere flom for Horndøla beregnes ved hjelp av regionale flomformler. Dette er formler som gir sammenhengen mellom ulike feltegenskaper og flomstørrelser (Sælthun 1997 og Wingård 1978). Disse gir verdier i størrelsesorden 500 – 700 l/s km² (tabell 4). For de nærmeste nabostasjonene (Kaldvatn ndf., Skjåstad, Saurevatn og Øye) varierer middelflom fra ca. 320 – 540 l/s km². Utfra dette synes det rimelig å velge noe høyere spesifikk flom for Horndøla enn det tilsigsserien for Hornindalsvatn gir. Som midlere flom i Horndøla benyttes derfor 55 m³/s, eller 400 l/s km². Anslaget er imidlertid svært usikkert.

Tabell 4

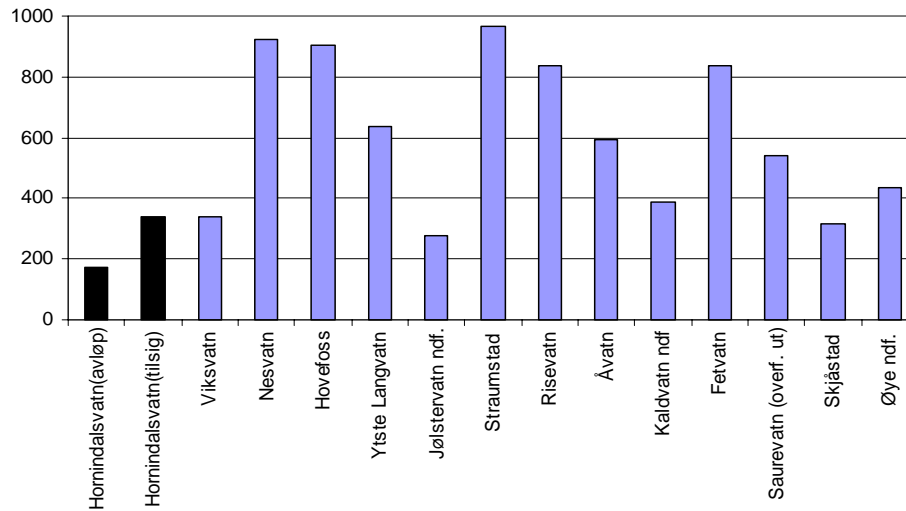
Midlere flom Horndøla

	Areal (km ²)	Middelflom (m ³ /s)	Spes.middelflom (l/s km ²)
Skalert tilsig Hornindalsvatn	137	46	338
Å1(Wingård 1978)	137	99	723
K2 (Sælthun 1997)	137	67	489
Valgt verdi for Horndøla		55	400

Tabell 5

Midlere flom for en del målestasjoner i og nær Hornindalsvassdraget.

Stasjon	Navn	Periode	Areal (km ²)	Middelflom (m ³ /s)	Spes.middelflom (l/s km ²)
89.1.0.1001.1	Hornindalsvatn(avløp)	1901-99 (unntatt 1906 og 1962-83)	382	65.8	172
89.1.0.1050.11	Hornindalsvatn(tilsig)	1901-98 (unntatt 1906 og 1962-83)	382	129	338
83.2	Viksvatn	1902 –99	504.2	171.4	340
84.10	Nesvatn	1963 – 88	95.6	89	926
84.11	Hovefoss	1963 –96	233.7	211.8	906
84.12	Ytste Langvatn	1964 – 93	20.7	13.2	638
84.15	Jølstervatn ndf.	1951 –99	383.4	107	279
85.4	Straumstad	1975 –99	110	106.1	965
86.1.0.1050.1	Risevatn	1929 –90	32.4	27.2	840
86.10	Åvatn	1974 –99	160.5	96	595
94.3.1001.0	Kaldvatn ndf	1924 –60	61.6	23.8	386
97.1	Fetvatn	1946 –99	88.9	74.6	839
97.2	Saurevatn (overf. ut) *	1966 –99	45.7	24.6	> 538
97.4	Skjåstad	1966 –95	10.1	3.2	317
98.4	Øye ndf.	1916 –99	138.2	60.5	438

l/s km²**Figur 5**

Midlere flom for en del målestasjoner i og nær Hornindalsvassdraget.

10 - 500 års flom

For bestemmelse av flommer med større gjentaksintervall er det utført frekvensanalyser på flomdata fra både Hornindalsvassdraget og nabovassdrag. I tillegg er regionale flomfrekvenskurver vurdert (Sælthun 1997 og Wingård 1978).

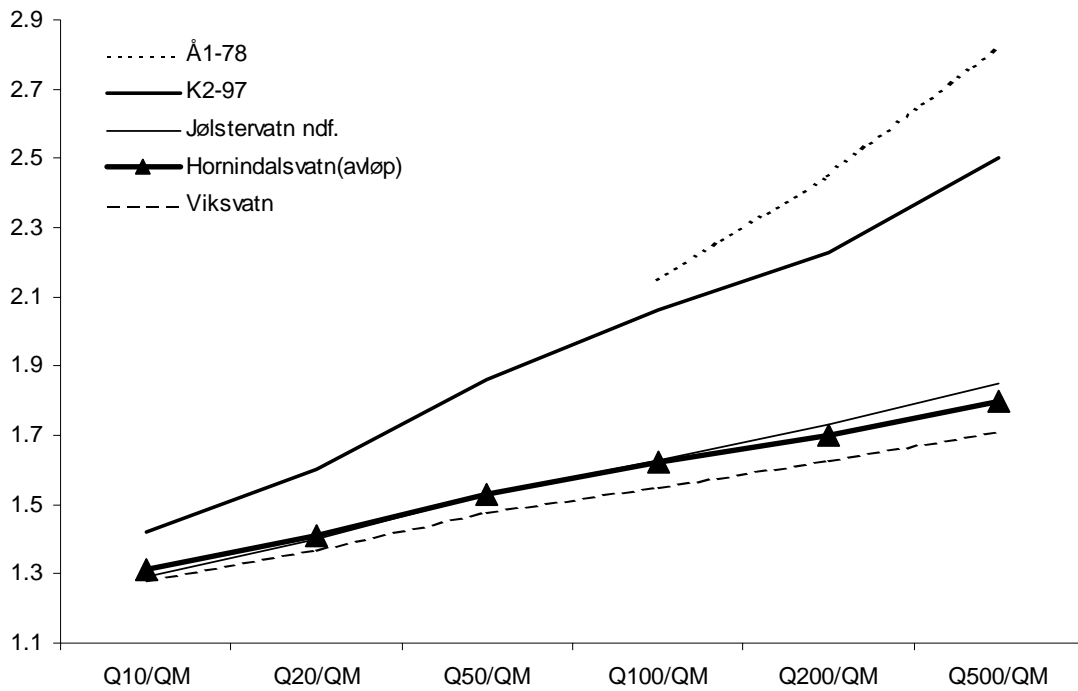
Fra figur 6 og tabell 6 ser en at frekvensfordelingen som er funnet for Hornindalsvatn stemmer godt overens med tilsvarende analyser for Viksvatn og Jølstervatn. De regionale flomfrekvenskurvene gir imidlertid betydelig høyere forholdstall. I dette området har en relativt stor flomvariabilitet, det gir brattere regionale kurver. Imidlertid reduseres variabiliteten av store innsjøer. Derfor benyttes resultatene av frekvensanalysene på data fra Hornindalsvatn til beregning av flomvannføring ut av vannstand i Hornindalsvatn med ulike gjentaksintervall.

Av figur 7 ser en at frekvensanalysen av tilsigsserien til Hornindalsvatn er nokså sammenfallende med den regionale kurven K2-97. Samtidig ser en at en finner nabostasjoner med både høyere og lavere forholdstall. For beregning av flomvannføring i Horndøla er det derfor valgt å benytte den regionale kurven.

Tabell 6

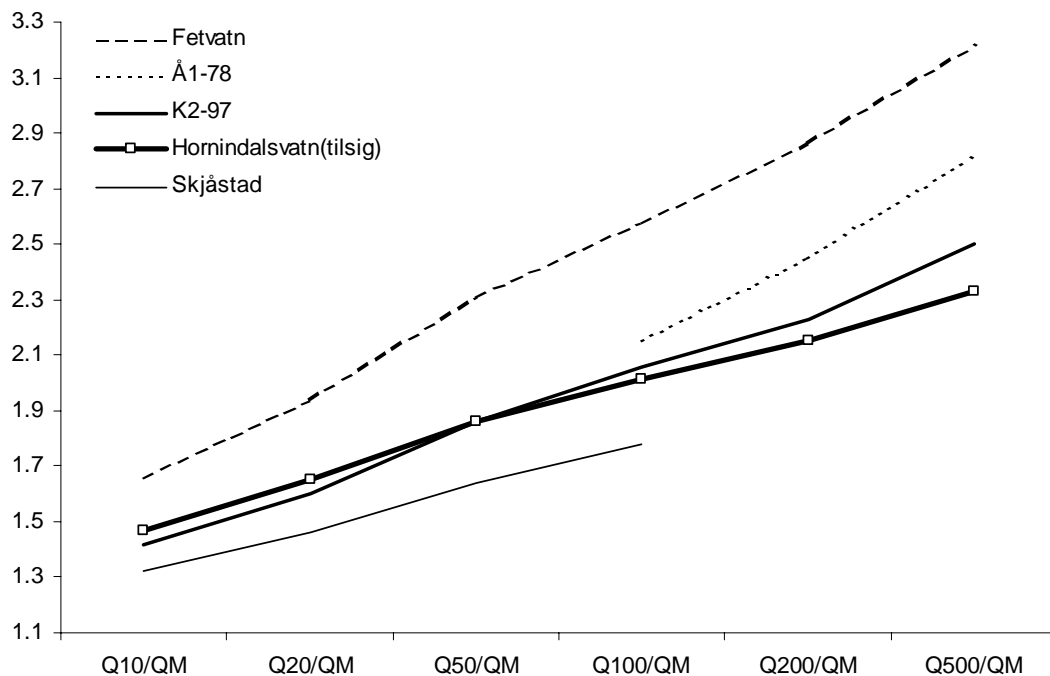
Flomfrekvensanalyse for Hornindalsvassdraget og en del nabovassdrag. Det er årsflommer som er analysert.

Stasjon	Navn	Antall år	Frekvensfordeling.	Q10/QM	Q20/QM	Q50/QM	Q100/QM	Q200/QM	Q500/QM
89.1.0.1001.12	Hornindalsvatn (avløp)	76	Gam2	1.31	1.41	1.53	1.62	1.70	1.80
89.1.0.1050.12	Hornindalsvatn (tilsig)	75	Gam2	1.47	1.65	1.86	2.01	2.15	2.33
83.2	Viksvatn	97	Gam2	1.28	1.37	1.48	1.55	1.63	1.71
84.10	Nesvatn	25	Ev1	1.45	1.64	1.89	2.08	-	-
84.11	Hovefoss	33	Ln2	1.46	1.63	1.83	1.98	-	-
84.12	Ytste Langvatn	29	Ev1	1.53	1.75	2.05	2.27	-	-
84.15	Jølstervatn ndf.	48	Ln3	1.29	1.4	1.53	1.63	1.73	1.85
86.1.1050.1	Risevatn (tilsig)	61	Gev	1.35	1.52	1.75	1.94	2.13	2.39
86.10	Åvatn	25	Ev1	1.36	1.52	1.72	1.87	-	-
97.1	Fetvatn	53	Ev1	1.66	1.94	2.31	2.58	2.86	3.22
97.4	Skjåstad	29	Ev1	1.32	1.46	1.64	1.78	-	-
98.4	Øye ndf.	83	Gev	1.49	1.67	1.89	2.04	2.19	2.38
	Å1-78			-	-	-	2.15	2.45	2.82
	K2-97			1.42	1.6	1.86	2.06	2.23	2.5



Figur 6

Flomfrekvenskurver basert på avløpsflommer fra Hornindalsvatn og to naboinsjøer. De regionale kurvene K2-97 og Å1-78 er hentet fra henholdsvis Sælthun 1997 og Wingård 1978.



Figur 7

Flomfrekvenskurver for tilløpsflommer til Hornindalsvatn og de to nabostasjonene som gir de høyeste og laveste forholdstallene. De regionale kurvene K2-97 og Å1-78 er hentet fra henholdsvis Sælthun 1997 og Wingård 1978.

5. BEREGNEDE FLOMVANNFØRINGER

For Horndøla er midlere flom anslått med støtte i både regionale flomformler, beregnet tilsigsserie for Hornindalsvatn og observasjoner i nabovassdrag. For flommer med større gjentakintervall er regionale flomfrekvenskurver benyttet.

For Hornindalsvatn er midlere flom bestemt av 76 år med observerte vannføringer/ vannstander. Flommer med større gjentakintervall er basert på frekvensanalyse av de observerte vannføringene. Disse er så regnet om til lokale vannstander i henhold til den etablerte sammenhengen mellom vannstand og vannføring for Hornindalsvatn.

Flommene i Horndøla kulminerer tidligere enn vannføringen ut av Hornindalsvatn. Analysene viser også at det ikke er de mest intense flommene i Horndøla som gir de største flommene ut av Hornindalsvatn. Hornindalsvatn kulminerer når tilløp og avløp er like stort. Vannføringen i Horndøla ved kulminasjon i Hornindalsvatn er derfor beregnet ved å skalere avløpet fra Hornindalsvatn med forholdet mellom Horndølas og Hornindalsvatns nedbørfelt.

Vannføringen i Eidselva er beregnet ved skalering av avløpet fra Hornindalsvatn. Skaleringsfaktorene er bestemt utfra forholdet mellom de respektive nedbørfeltene. Det gir en vannføringsøkning i Eidselva ved henholdsvis Bjørlo og utløpet i Eidsfjorden på 9 og 12 % ($415 \text{ km}^2 / 382 \text{ km}^2 = 1,09$; $429 \text{ km}^2 / 382 \text{ km}^2 = 1,12$).

For Hornindalsvatn og Eidselva er det liten forskjell mellom døgnmidler og kulminasjonsverdier. For Horndøla kan det derimot være betydelig forskjell. Ut fra empiriske ligninger som angir forholdet mellom kulminasjonsverdi og døgnmiddel (Sælthun 1997), antas vannføringen i Horndøla å kulminere 60 % over døgnmiddelet. Også dette anslaget for Horndøla er svært usikkert.

Vannstanden i Hornindalsvatn når Horndøla kulminerer er heller ikke enkelt å angi. Kortvarig intens avrenning i sidevassdragene til Hornindalsvatn, vil ikke føre til stor flom i hovedvassdraget. Flomvannføringer ut av Hornindalsvatn krever et visst volum. Derfor anbefales det å benytte midlere flomvannstand i de hydrauliske beregningene for alle flomvannføringer i Horndøla.

Det gir følgende flomverdier (tabell 7 og tabell 8).

Tabell 7

Flomvannføring Horndøla, samtidige vannstander Hornindalsvatn.

Sted i vassdraget	Q_M m^3/s	Q_{10} m^3/s	Q_{20} m^3/s	Q_{50} m^3/s	Q_{100} m^3/s	Q_{200} m^3/s	Q_{500} m^3/s
Horndøla (døgn)	55	78	88	102	113	123	138
Horndøla (kulminasjon)	88	125	140	163	181	197	221
Vannstand Hornindalsvatn	1.67 m	1.67 m	1.67 m	1.67 m	1.67 m	1.67 m	1.67 m

Tabell 8

Flomvannføring i Eidselva, flomvannstander i Hornindalsvatn og samtidige vannføringer i Horndøla.

Sted i vassdraget	Q_M m ³ /s	Q_{10} m ³ /s	Q_{20} m ³ /s	Q_{50} m ³ /s	Q_{100} m ³ /s	Q_{200} m ³ /s	Q_{500} m ³ /s
Horndøla (døgn)	24	31	33	36	38	40	42
Utløp Hornindalsvatn	66	86	93	101	107	112	118
Eidselva ved Bjørlo	71	94	101	109	116	122	129
Eidselva ved utløp	74	97	104	113	120	126	133
Vannstand lokal skala (m)							
	H_M	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}
Hornindalsvatn	1.67	1.92	2.00	2.09	2.16	2.21	2.27

6. OBSERVERTE FLOMMER

I tabell 9 er det gitt en oversikt over de høyest observerte vannstandene i Hornindalsvatn. Flomanalysene viser at maksimalverdiene kan inntre i alle årets måneder, men med en større hyppighet i mai, juni og oktober enn i de øvrige månedene.

Tabell 9

De høyeste vannstander, vannføringer i Hornindalsvatn. Perioden 1962-83 er utelatt på grunn av unaturlig oppstuvning i utløpet.

Dato	Vannstand (m)	Vannføring (m ³ /s)	Gjentaksintervall
4/11-1921	2.10	102	60 år
30/9-1917	2.09	101	50 år
29/1-1932	2.03	95	30 år
4/6-1903	2.00	93	20 år
20/1-1989	2.00	93	20 år

Under flommen i 1983 (31/10), var imidlertid vannstanden betydelig høyere (2,39 m, se også figur 3a side 10 og kapittel 3 side 11). Også i 1975, 1978 og 1981 var det flomvannstander av samme størrelsesorden som de i tabellen over. Men dette var som omtalt tidligere i en periode hvor det lå betongblokker i utløpet av Hornindalsvatn.

7. USIKKERHET

I Hydrologisk avdelings database er de eldste dataene basert på en daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmidlet. Videre er alle døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er derfor alle flomvannføringer noe underestimerte, fordi høyeste 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn høyeste kalenderdøgnmiddel. For litt større innsjøer som Hornindalsvatn (sjøareal 51 km²), betyr imidlertid disse forholdene relativt lite.

Noe usikkerhet er knyttet til valgt frekvensfordeling. I disse analysene er Gamma-2 fordelingen benyttet til å beskrive forholdene mellom gjentakintervall og flomvannføringer ut av Hornindalsvatn. Også en Ln-2 fordeling synes å være godt tilpasset de observerte flommene i vassdraget. Hvis denne fordelingen hadde vært lagt til grunn, ville for eksempel 500-års flommen ut av Hornindalsvatn økt med omkring 10 m³/s, mens vannstanden ville økt med ca. 10 cm.

For Hornindalsvatn er sannsynligvis den største usikkerheten knyttet til mulig vindoppstuvning. Kraftig vestavind kan muligens gi betydelig oppstuvning i områdene lengst øst i innsjøen. Vannstanden registreres i vestenden drøyt 20 km fra Grodås. I Røssvatn i Nordland ble det høsten 1995 gjort målinger for registrering av vindoppstuvning. Konklusjonen fra det arbeidet var at vannstandsforskjeller på 40 – 60 cm fra sør til nordenden av vannet (drøyt 3 mil langt) var realistisk ved kraftig vind (20 – 30 m/s) over tid (Tesaker, 1996). Om en kan regne med tilsvarende forhold i Hornindalsvatn ved for eksempel full storm (25 m/s) fra sørvest, krever nærmere utredninger/ målinger.

For Horndøla er flomverdiene langt mer usikre. For det første har en ingen observasjoner her. For det andre gir de indirekte metodene en har vidt forskjellige resultater (ulike beregninger av midlere flom gir en variasjon fra omkring 300 til 700 l/s km²). Dessuten er det usikkerhet knyttet til forholdet mellom døgnmidler og momentanverdier, valg av frekvensfordeling og innvirkning av reguleringsinngrepene på flomverdiene i Horndøla.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn. Hvis usikkerheten i disse beregningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil resultatene for Hornindalsvatn få klasse 1 (forutsatt da at vindoppstuvning ikke har avgjørende betydning), resultatene for Eidselva klasse 2 og Horndøla klasse 3.

REFERANSER

Østrem, Flakstad og Santha 1984: Dybdekart over norske innsjøer.

Sælhun, Nils Roar 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14-97, NVE.

Wingård, Bo 1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 2-78, NVE

Aune, Bjørn 1993: Klima. Nasjonalatlas for Norge. Statens Kartverk.

Astrup, Marit 2000: Homogenitetstest av hydrologiske data. Rapport nr 7-2000, NVE.

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

Tesaker, Einar 1996: Vannstandsmålinger i Røssvatn. SINTEF - NHL, STF22 F96400

VEDLEGG

Vannføringstabell for 89.1.0.1001.1 Hornindalsvatn (nedbørsfelt: 378.00 km²) ROE - Gen:0, Periode:1 27/03/1900 - 30/06/1951

Segment nr. 1: Q = 24.49720 (h + 0.0000) ** 2.67830 Gjelder for 0.000 <= høyde < 0.890
 Segment nr. 2: Q = 23.39100 (h + 0.0000) ** 2.32380 Gjelder for 0.890 <= høyde < 1.190
 Segment nr. 3: Q = 24.67910 (h + 0.0000) ** 2.00560 Gjelder for 1.190 <= høyde < 11.190

Vannføring i kubikkmeter pr. sekund

Vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0	0.000	0.001	0.002	0.004	0.008	0.013	0.020	0.028	0.039
0.1	0.051	0.066	0.084	0.104	0.127	0.152	0.181	0.213	0.248	0.287
0.2	0.329	0.375	0.425	0.478	0.536	0.598	0.664	0.735	0.810	0.890
0.3	0.974	1.064	1.158	1.258	1.362	1.472	1.588	1.709	1.835	1.967
0.4	2.105	2.249	2.399	2.555	2.718	2.886	3.061	3.243	3.431	3.626
0.5	3.827	4.036	4.251	4.473	4.703	4.940	5.184	5.436	5.695	5.962
0.6	6.236	6.519	6.809	7.107	7.413	7.728	8.050	8.381	8.720	9.068
0.7	9.424	9.789	10.16	10.55	10.94	11.34	11.75	12.16	12.59	13.03
0.8	13.48	13.93	14.40	14.87	15.36	15.85	16.36	16.87	17.39	17.93
0.9	18.31	18.79	19.27	19.76	20.26	20.76	21.27	21.79	22.32	22.85
1.0	23.39	23.94	24.49	25.05	25.62	26.20	26.78	27.37	27.97	28.58
1.1	29.19	29.81	30.44	31.07	31.72	32.37	33.02	33.69	34.36	34.98
1.2	35.57	36.17	36.77	37.38	37.99	38.61	39.23	39.86	40.49	41.13
1.3	41.77	42.42	43.07	43.72	44.39	45.05	45.73	46.40	47.08	47.77
1.4	48.46	49.16	49.86	50.57	51.28	52.00	52.72	53.44	54.18	54.91
1.5	55.65	56.40	57.15	57.91	58.67	59.44	60.21	60.99	61.77	62.55
1.6	63.35	64.14	64.94	65.75	66.56	67.38	68.20	69.03	69.86	70.69
1.7	71.53	72.38	73.23	74.09	74.95	75.82	76.69	77.56	78.45	79.33
1.8	80.22	81.12	82.02	82.93	83.84	84.76	85.68	86.60	87.53	88.47
1.9	89.41	90.36	91.31	92.27	93.23	94.19	95.17	96.14	97.12	98.11
2.0	99.10	100.1	101.1	102.1	103.1	104.1	105.2	106.2	107.2	108.2
2.1	109.3	110.3	111.4	112.4	113.5	114.6	115.6	116.7	117.8	118.9
2.2	120.0	121.1	122.2	123.3	124.4	125.5	126.6	127.8	128.9	130.0
2.3	131.2	132.3	133.5	134.6	135.8	136.9	138.1	139.3	140.5	141.7
2.4	142.9	144.0	145.2	146.5	147.7	148.9	150.1	151.3	152.6	153.8
2.5	155.0	156.3	157.5	158.8	160.1	161.3	162.6	163.9	165.1	166.4
2.6	167.7	169.0	170.3	171.6	172.9	174.3	175.6	176.9	178.2	179.6
2.7	180.9	182.3	183.6	185.0	186.3	187.7	189.1	190.4	191.8	193.2
2.8	194.6	196.0	197.4	198.8	200.2	201.6	203.1	204.5	205.9	207.4

Vannføringstabell for 89.1.0.1001.1 Hornindalsvatn (nedbørsfelt: 378.00 km²) ROE - Gen:0, Periode:2 01/07/1951 -

Segment nr. 1: Q = 19.66050 (h + -0.0500) ** 2.15420 Gjelder for 0.050 <= høyde < 0.300

Segment nr. 2: Q = 24.27350 (h + -0.0500) ** 2.30290 Gjelder for 0.300 <= høyde < 1.320

Segment nr. 3: Q = 26.98700 (h + -0.0500) ** 1.84910 Gjelder for 1.320 <= høyde < 11.320

Vannføring i kubikkmeter pr. sekund

Vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	---	---	---	---	---	0	0.001	0.004	0.010	0.019
0.1	0.031	0.046	0.064	0.085	0.110	0.138	0.169	0.204	0.243	0.285
0.2	0.330	0.379	0.432	0.489	0.549	0.614	0.682	0.753	0.829	0.909
0.3	0.997	1.091	1.190	1.294	1.403	1.517	1.636	1.760	1.889	2.024
0.4	2.164	2.309	2.459	2.615	2.776	2.942	3.115	3.292	3.476	3.665
0.5	3.859	4.060	4.266	4.478	4.696	4.919	5.149	5.384	5.626	5.873
0.6	6.127	6.386	6.652	6.924	7.202	7.486	7.776	8.073	8.376	8.685
0.7	9.001	9.323	9.652	9.987	10.33	10.68	11.03	11.39	11.76	12.13
0.8	12.51	12.90	13.30	13.70	14.11	14.52	14.94	15.37	15.80	16.25
0.9	16.70	17.15	17.61	18.08	18.56	19.04	19.53	20.03	20.54	21.05
1.0	21.57	22.10	22.63	23.17	23.72	24.27	24.84	25.41	25.98	26.57
1.1	27.16	27.76	28.37	28.98	29.60	30.23	30.87	31.51	32.16	32.82
1.2	33.49	34.16	34.85	35.54	36.23	36.94	37.65	38.37	39.10	39.84
1.3	40.58	41.33	41.99	42.60	43.22	43.84	44.46	45.09	45.73	46.36
1.4	47.01	47.65	48.30	48.96	49.61	50.28	50.94	51.61	52.29	52.96
1.5	53.65	54.33	55.02	55.72	56.41	57.12	57.82	58.53	59.25	59.97
1.6	60.69	61.41	62.14	62.88	63.61	64.36	65.10	65.85	66.61	67.36
1.7	68.12	68.89	69.66	70.43	71.21	71.99	72.78	73.56	74.36	75.15
1.8	75.95	76.76	77.57	78.38	79.20	80.02	80.84	81.67	82.50	83.34
1.9	84.17	85.02	85.87	86.72	87.57	88.43	89.29	90.16	91.03	91.90
2.0	92.78	93.66	94.55	95.44	96.33	97.23	98.13	99.03	99.94	100.9
2.1	101.8	102.7	103.6	104.5	105.5	106.4	107.3	108.3	109.2	110.2
2.2	111.1	112.1	113.1	114.0	115.0	116.0	116.9	117.9	118.9	119.9
2.3	120.9	121.9	122.9	123.9	124.9	125.9	126.9	127.9	129.0	130.0
2.4	131.0	132.0	133.1	134.1	135.2	136.2	137.3	138.3	139.4	140.4
2.5	141.5	142.6	143.6	144.7	145.8	146.9	148.0	149.1	150.2	151.3
2.6	152.4	153.5	154.6	155.7	156.8	157.9	159.1	160.2	161.3	162.5
2.7	163.6	164.7	165.9	167.0	168.2	169.4	170.5	171.7	172.8	174.0
2.8	175.2	176.4	177.6	178.7	179.9	181.1	182.3	183.5	184.7	185.9
2.9	187.2	188.4	189.6	190.8	192.0	193.3	194.5	195.7	197.0	198.2

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.)