



Flomberegning for Vansjø og Mosseelva

Lars-Evan Pettersson

3
2008



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Vansjø og Mosseelva (003.Z)

Dokument nr 3 - 2008

Flomberegning for Vansjø og Mosseelva (003.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Mossefossen dam. (Foto: Lars-Evan Pettersson, NVE-HV)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Mossevassdraget. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for Mosseelva ved Moss og flomvannstander med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for Vansjø.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Mosseelva, flomvannstand, Vansjø

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

Mars 2008

Innhold

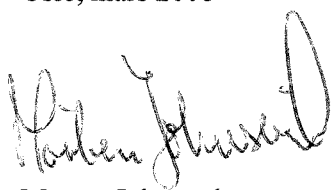
Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	7
3. Hydrometriske stasjoner	10
4. Flomdata	11
5. Flomfrekvensanalyser	13
6. Beregning av flomverdier.....	15
7. Usikkerhet.....	16
Referanser.....	16

Forord

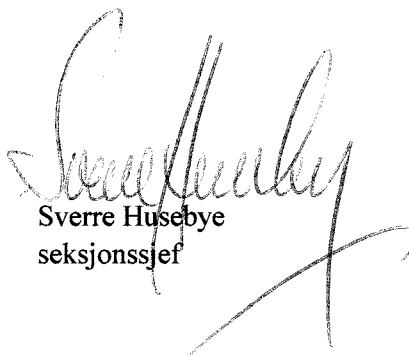
Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer og flomvannstander beregnes. Grunnlaget for flomberegninger 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 områder rundt Vansjø og Mosseelva i Østfold. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, mars 2008



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Mossevasdraget resulterer i kulminasjonsvannføringer med forskjellige gjentaksintervall i Mosseelva og flomvannstander med forskjellige gjentaksintervall i Vansjø ved Rødsund bru. Beregningen er basert på lange dataserier fra Mosseelva og Vansjø. Resultatet av flomberegningen ble:

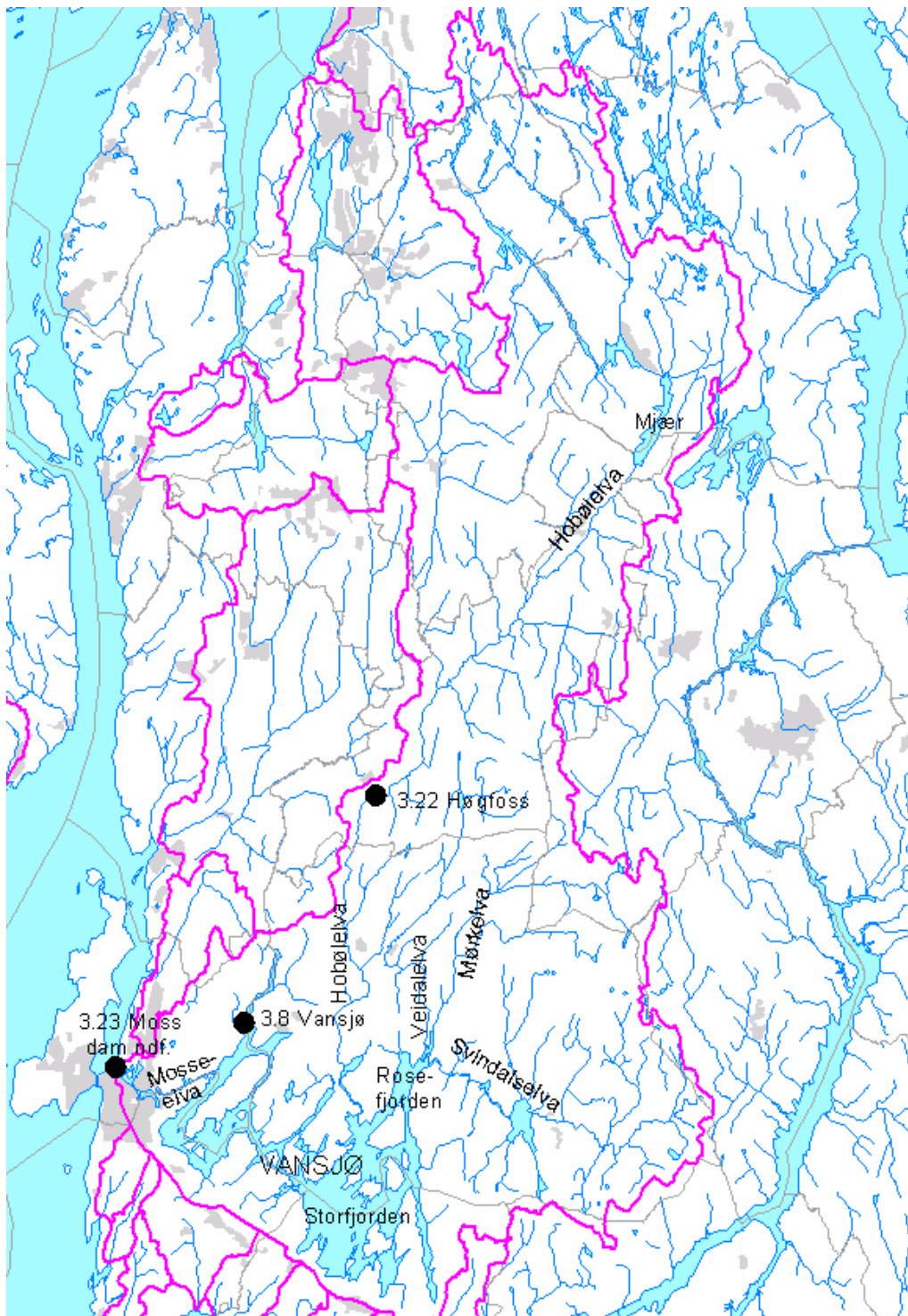
Sted	Midlere flom	5-års flom	10-års flom	20-års flom	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom
	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.
Vansjø ved Rødsund bru	25.62	25.90	26.13	26.36	26.64	26.86	27.07	27.36
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Mosseelva	46	55	62	68	75	80	85	92

Det antas at flomverdiene for Mosseelva er representative for hele strekningen fra utløpet av Vansjø til elvas utløp i Oslofjorden.

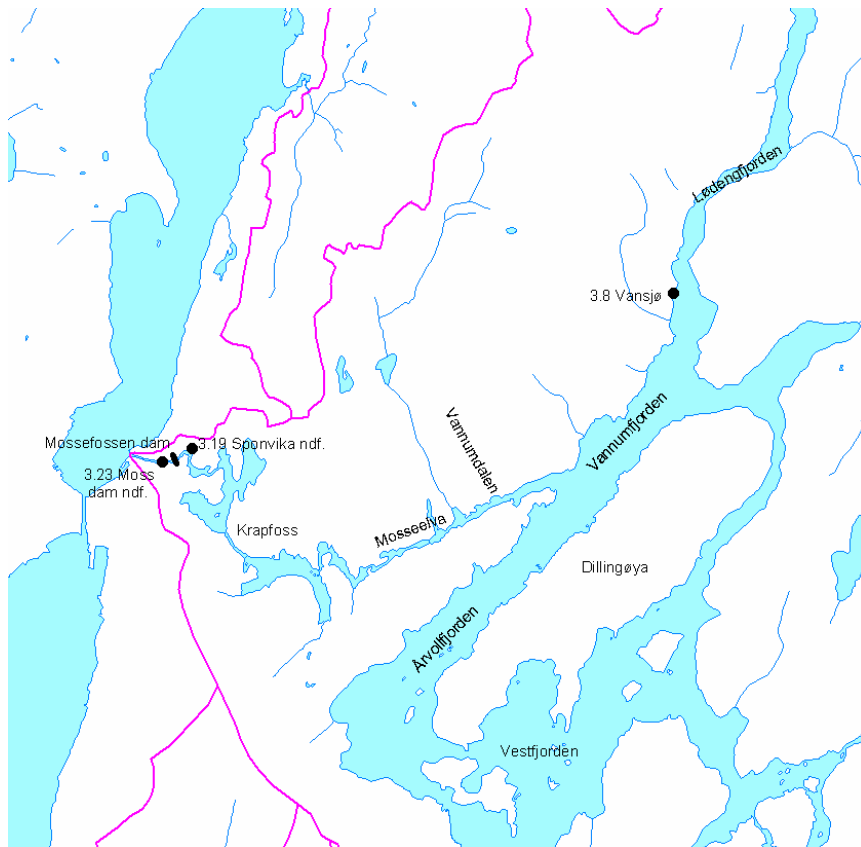
Datagrunnlaget for denne flomberegningen er godt, og beregningen kan klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for områder rundt nedre delen av Mossevasdraget i Østfold. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes, dels som vannstander i Vansjø og dels som vannføringer i Mosseelva mellom Vansjø og Oslofjorden.



Figur 1. Kart over Mossevasdraget med noen hydrometriske stasjoner.



Figur 2. Kart over nedre del av Mossevatnsdragnet.

2. Beskrivelse av vassdraget

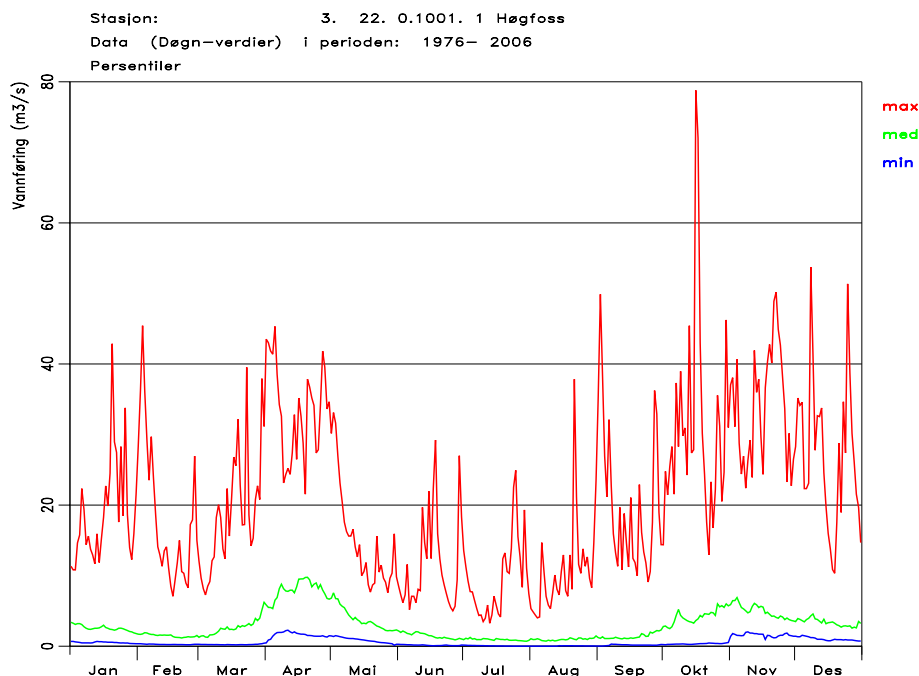
Mossevatnsdragnet har sine kilder i området sørøst for Oslo: Østmarka og Sørmarka. De nordlige delene, som stort sett ligger i Akershus, er rike på innsjøer. Fra den sørligste og også største av disse innsjøer, Mjær, renner Hobølelva ca. 35 km i sørvestlig retning til Vansjø. Foruten Hobølelva, med et nedbørfelt på 336 km², får Vansjø tilløp ved Veidalelva, 33 km², Mørkelva, 61 km² og Svindalselva, 103 km². Disse tre elvene renner ut i Vansjøs nordøstre del, Rosefjorden, litt nordøst for Hobølelvas utløp i innsjøen. Vansjø har et areal på ca. 37 km² og er dannet ved at en stor endemorene fra innlandsisens smelteperiode demmer opp vannet. Storfjorden, Vansjøs største parti som ligger i øst og der alle store tilløpene kommer ut, går over i en vestlig del gjennom noen trange sund. Denne vestlige delen består av noen fjorder rundt den store Dillingøya. Der er Vestfjorden, Årvollfjorden, Vannumfjorden og Lødengfjorden. Fra Vannumfjorden bukker seg Mosseelva frem ca. 6 km til Mossefossen dam, som ligger nær Moss sentrum bare 500-600 meter fra elvens utløp i Oslofjorden. Vansjø ligger 25 meter over havet og Mosseelvas nedbørfelt ved fjorden er 688 km².

Mossevatnsdragnet oppstrøms Vansjø kan regnes som uregulert. Her har det vært, og er det til dels fortsatt, bare mindre kraftverk og bruk og små reguleringer med dammer. Vansjø har vært regulert siden 1860-årene da man bygget en dam ved Krapfoss for å få mulighet å senke vannstanden generelt, men særlig senke flomvannstanden i innsjøen. Krapfoss lå i

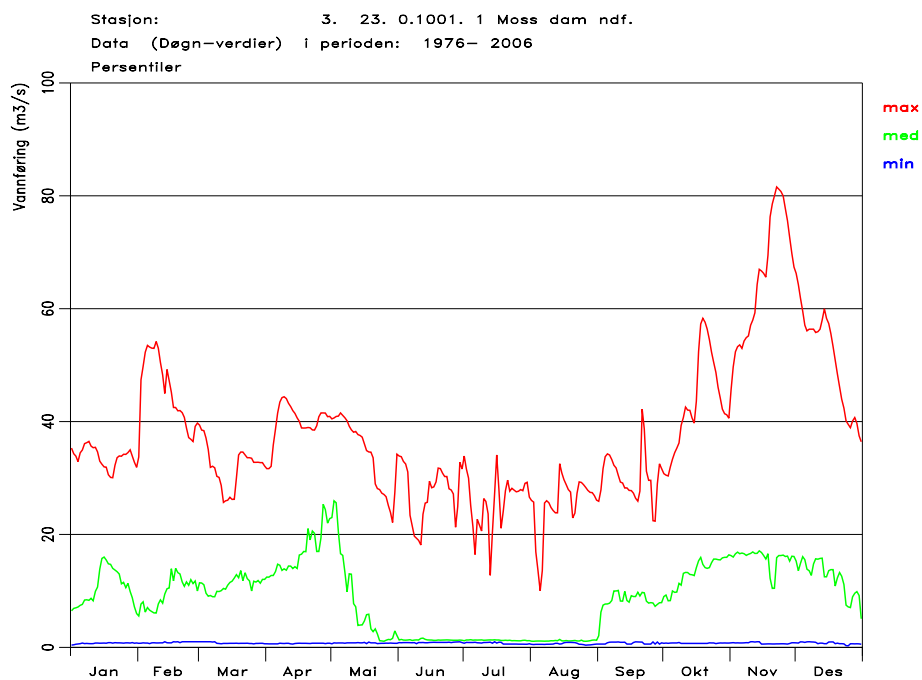
det trange parti av elven som ligger ca. en kilometer i luftlinje oppstrøms Mossefossen dam, der Vålervegen passerer i bru over vassdraget. I 1880-årene ble det bygget ny dam litt lengre ned i elven, like oppstrøms Sponvika, den nederste bukta i elven. Dette var fordi Krapfosdammen ikke hadde ført til forbedrede flomforhold, og i tillegg kunne elven da benyttes for båttrafikk på en lengre strekning. I 1941/1942 ble det så bygget enda en ny dam, til erstatning for den gamle. Denne dammen lå ved Klova, ca. 200 m nedenfor dammen ved Sponvika. I 1985-86, i forbindelse med anlegget av Mossefossen kraftverk, ble dammen ombygget og kalles nå for Mossefossen dam.

Siden gammelt har vannkraften i Mossefossen vært utnyttet til drift av forskjellige bruk. Siden 1986 er det Mossefossen kraftverk som benytter det meste av vannet, ca. 17 m³/s som maksimal driftsvannføring. Prosessvann til bedriften Peterson Linerboard AS og diverse annet vannuttak er på ca. 1 m³/s. Videre tas det ut vann fra Vansjø til den kommunale vannforsyningen, i gjennomsnitt drøyt 0.2 m³/s.

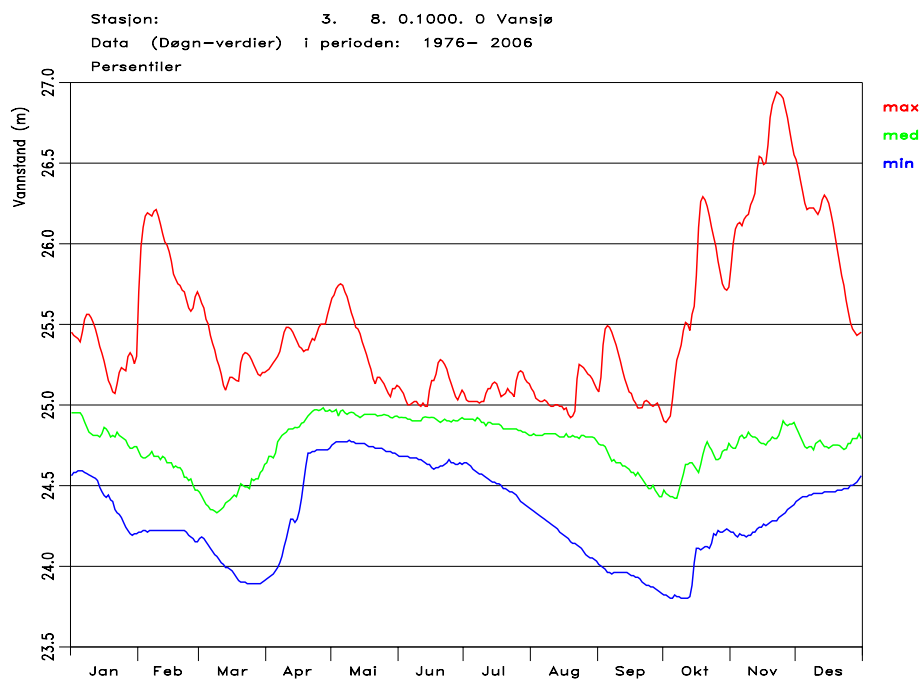
Middelvannføringen nederst i Mosseelva er i følge ”Avrenningskart for Norge 1961-1990” 11.4 m³/s hvilket tilsvarer en årlig avrenning på 16.6 l/s·km² eller 522 mm. Figurene 3 og 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året henholdsvis i Hobøelva ved Høgfoss og i Mosseelva ved Moss. Data fra Hobøelva er representative for tilløpsforholdene til Vansjø. Figur 5 viser karakteristiske vannstandsverdier i Vansjø. De karakteristiske vannførings- og vannstandsverdiene er alle for den felles observasjonsperioden 1976-2006. Den øverste kurven (max) i grafene viser største observerte verdier og den nederste kurven (min) viser minste observerte verdier. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.



Figur 3. Karakteristiske vannføringer i Hobøelva ved Høgfoss 1976-2006, m³/s.



Figur 4. Karakteristiske vannføringer i Mosselva ved Moss 1976-2006, m³/s.



Figur 5. Karakteristiske vannstander i Vansjø 1976-2006, moh.

Vi ser av mediankurven i figur 3 at tilløpet til Vansjø vanligvis er størst i april og i oktober-november og at det er lite både i slutten av vinteren og om sommeren. Flommer kan det være både vinter, vår og høst. På grunn av reguleringen er imidlertid avløpet, mediankurven i figur 4, vanligvis mer utjevnet fra høsten, gjennom vinteren og utover våren, mens det er en markert lavvannsperiode om sommeren. Høst- og vinterflommer dominerer og er typisk langvarige pga. dempningseffekten i den store Vansjø.

3. Hydrometriske stasjoner

I Hobølelva ligger målestasjonen 3.22 Høgfoss. Den erstattet i 1976 en eldre målestasjon, 3.12 Kure, som lå litt lenger ned i elven og som var i drift i perioden 1964-1975.

Nedbørfeltet til de to stasjonene er litt over 300 km².

Vannstanden i Vansjø og i elvestrekningen ned til nåværende Mossefossen dam har blitt observert forskjellige steder. Spredte observasjoner finnes allerede fra 1850-årene, men i NVEs hydrologiske database er det bare data siden 1903 som er lagret. Dette skyldes sannsynligvis usikkerhet knyttet til høydesystemet ved de forskjellige målestedene.

De eldste observasjonene var ved vannmerkene Krapfos ovenfor og Krapfos nedenfor i årene 1854 og 1855. Observasjonene lå til grunn for planleggingen av den første reguleringen av Vansjø, og ble midlertidig avsluttet. Observasjonene ble gjenopptatt ved de to vannmerkene i 1866. Vannstandene ble observert til og med 1885, dog med lengre avbrudd i de siste årene. Observasjonene ble avsluttet fordi anlegget av dammen ved Sponvika førte til oppdemming av Krapfossen.

I 1866 ble det også startet observasjoner i Vansjø og i Sponviken. Vannmerket i Vansjø lå på nordsiden av elven ca. 500 meter nedenfor Vansjøs utløp, ved Vannumdalen. Her finnes det mer eller mindre spredte observasjoner til og med 1878. Vannmerket i Sponviken har mer eller mindre spredte observasjoner til og med 1886.

De nevnte vannstandsobservasjonene er rapportert i Vandstandiagttagelser, bind V som har underrubrikken Vandstandiagttagelser i Klara, Fredrikshaldsvassdraget og Mosselven indtil 1907.

Sannsynligvis har vannstandsobservasjonene i Sponviken blitt foretatt mer eller mindre kontinuerlig også etter 1886, men i NVEs database finnes det data først fra 1903.

Målestasjonen 3.19 Sponvika ndf., som ble opprettet i 1866, lå nord i Sponviken, som den gang gikk over i Mossefossen over en naturlig fossenakke. Det var altså mulig å etablere en tradisjonell vannføringskurve for målestasjonen. Disse vannstands- og vannføringsobservasjoner kunne foregå til 1941 da den nye dammen ved Klova ødela de mulighetene.

Fra og med 1966 finnes det igjen data for totalvannføringen i Mosseelva. Ved målestasjonen 3.23 Moss dam ndf. registreres vannføringen som summen av beregnet vannforbruk ved kraftverk og andre bruk i Mossefossen, beregnet forbitapping i luker og overløp, samt uttak til vannverk.

Vannstandsobservasjonene i Vansjø ble foretatt i Mosseelva ved Vannumsdalen til 1959. Data finnes for 1920-1921 og fra og med 1932 i NVEs hydrologiske database på

målestasjonen 3.8 Vansjø. I 1959 ble observasjonsstedet flyttet ca. 3 km lenger opp i vannet, til Rødsund bru på riksvei 115. Vannmerket sto da på østsiden av Lødengfjorden, som bruene går over, men ble i 1971 flyttet til vestsiden.

4. Flomdata

Det finnes data for flomvannføringer i Mosseelva fra og med 1903 til og med 1940 fra 3.19 Sponvika ndf. og fra og med 1966 fra 3.23 Moss dam ndf. I den første perioden var det mange tilfeller med flomvannføringer over 60 m³/s, med flommen i 1929 som den største. Etter 1966, da et nytt manøvreringsreglement ble fastsatt, er det bare i 2000 som det har vært flomvannføring over 60 m³/s. Om dette skyldes endret manøvrering eller om det er usikkerhet i data er vanskelig å avgjøre. I tabell 1 er de største registrerte flomvannføringene notert for de to periodene. For begge periodene er det totalvannføringen i elven som er notert, dvs. etter 1966 er også vannuttak inkludert.

Tabell 1. Observerte flommer i Mosseelva.

3.19 Sponvika ndf. 1903-1940		3.23 Moss dam ndf. 1966-2007	
dato	m ³ /s	dato	m ³ /s
15.11.1929	76.7	23.11.2000	81.6
24.11.1926	67.1	19.10.1987	58.3
19.12.1936	67.1	12.12.2006	56.4
31.10.1909	66.6	28.11.1970	54.5
20.11.1923	66.6	09.02.1990	54.2

Data finnes på databasen fra september 1966. I perioden uten vannføringsobservasjoner, 1941-1966, var det bare to ”store” flommer, i mai 1951 og mai 1966. Flomvannføringene da var sannsynligvis godt over 50 m³/s, men neppe over 60 m³/s. Flommen i januar 2008 var også stor og kulminerte på 52 m³/s.

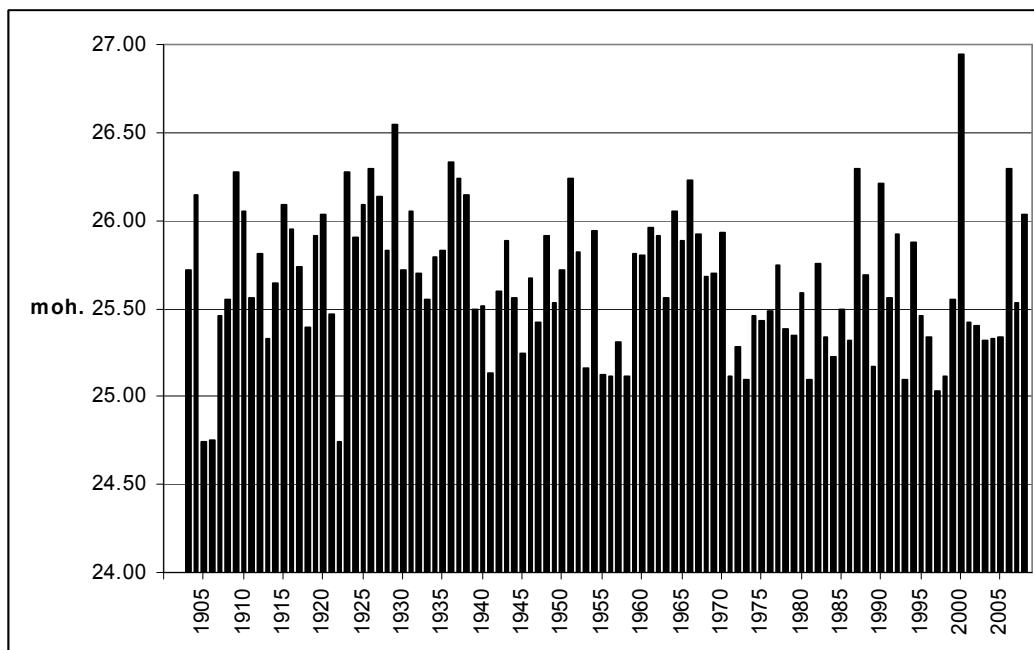
Kontinuerlige vannstander fra Vansjø finnes siden 1932. I tabell 2 er de høyeste observerte flomvannstandene notert.

Tabell 2. Observerte flomvannstander i Vansjø.

3.8 Vansjø 1932-2008	
dato	moh.
23.11.2000	26.94
20.12.1936	26.33
12.12.2006	26.31
19.10.1987	26.29
21.04.1937	26.24
04.05.1951	26.24

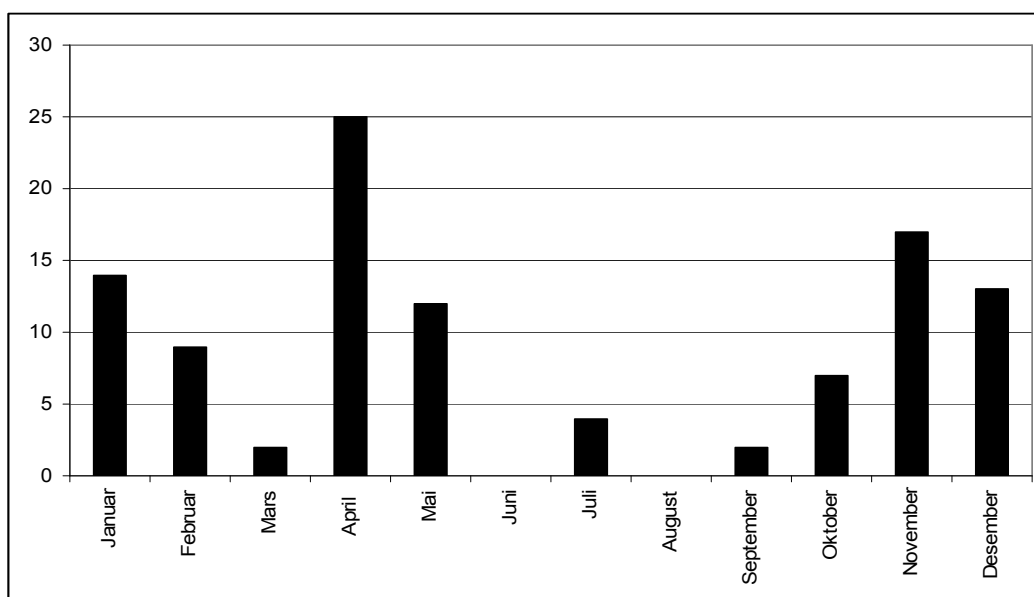
Flommen i 1929, da det ikke finnes vannstandsobservasjoner i Vansjø, er den nest største siden 1903 og kulminerte på en vannstand som er anslått til 26.50-26.60 moh. Andre

flommer som antas å ha kulminert over 26.20 er flommene i 1909, 1923 og 1926, samt flommen i 1966 som er observert til 26.23 moh. Figur 6 viser største flomvannstand hvert år i Vansjø. I perioden 1903-1919 og 1922-1931 er vannstandene anslått ut fra regresjon mellom flomvannstander ved 3.8 Vansjø og flomvannføringer ved 3.19 Sponvika ndf. i fellesperioden 1932-1940. Anslåtte flomvannstander i 1905, 1906 og 1922 vurderes som spesielt usikre.



Figur 6. Flomvannstander i Vansjø 1903-2008, moh.

Figur 7 viser antallet år som flommen i Vansjø har kulminert i de forskjellige månedene.



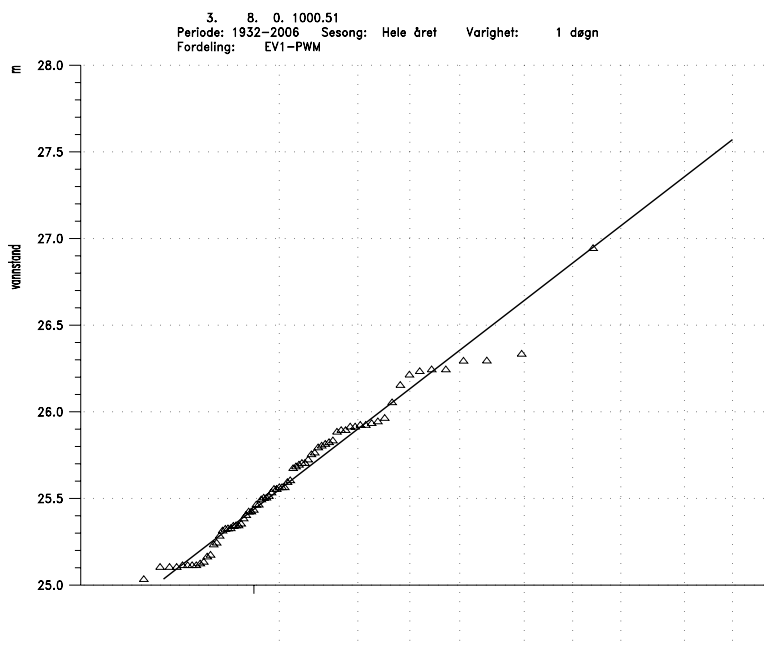
Figur 7. Måned for flomkulminasjon i Vansjø 1903-2007, antall år.

5. Flomfrekvensanalyser

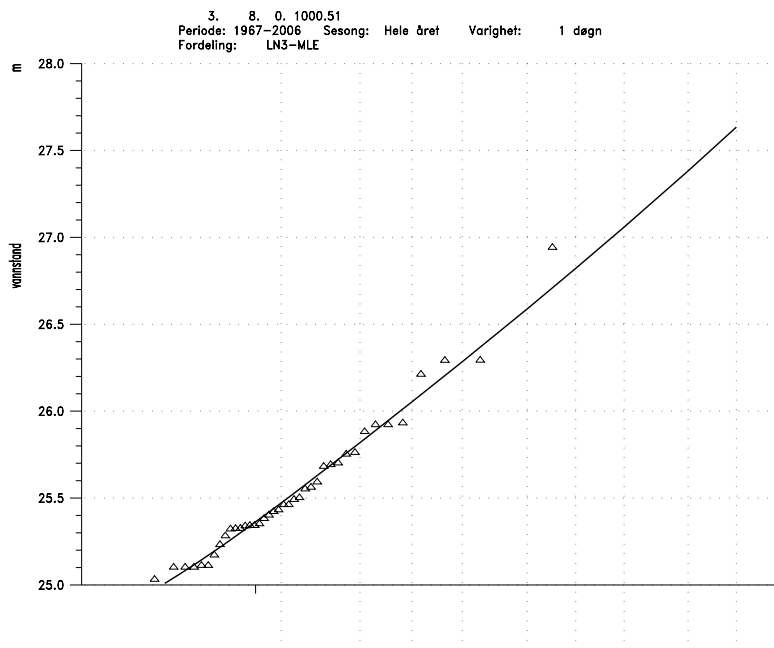
Det er utført flomfrekvensanalyse på vannstandsdata fra målestasjonen 3.8 Vansjø og på vannføringsdata fra målestasjonen 3.23 Moss dam ndf. Analysene er utført dels for hele observasjonsserien, 1932-2006 for Vansjø og 1903-1940 og 1967-2006 for Moss dam ndf., og dels for den felles observasjonsperioden 1967-2006. Observasjonsserien ved Moss dam ndf. er forlenget med data fra 3.19 Sponvika ndf. i perioden 1903-1940. Flomdata fra årene 1905, 1906, 1921 og 1922 er utelatt på grunn av at de var mistenkelige lave. Resultatene er sammenfattet i tabell 3 og i figurene 8-11.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

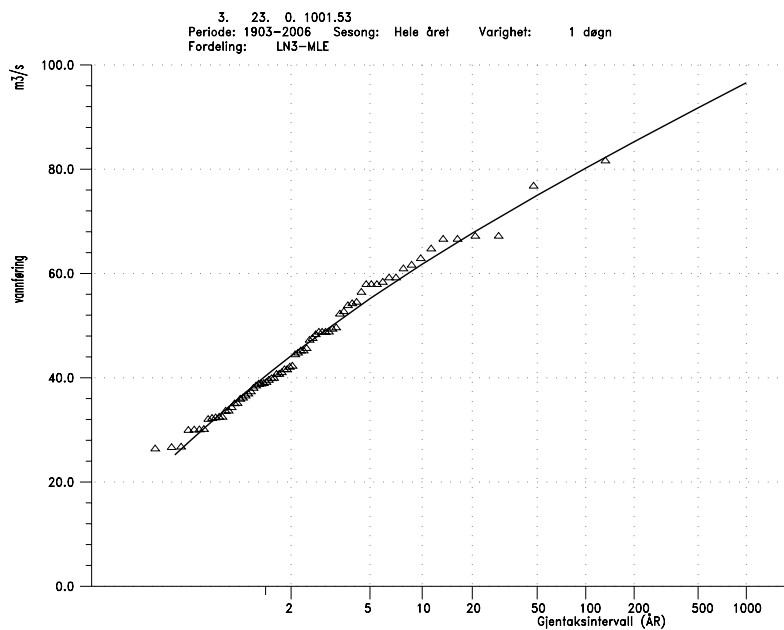
Målestasjon	Periode	Antall år	Midlere flom	5-års flom	10-års flom	20-års flom	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom
			moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.
3.8 Vansjø	32-06	75	25.62	25.90	26.13	26.36	26.64	26.86	27.07	27.36
3.8 Vansjø	67-06	40	25.55	25.82	26.05	26.28	26.59	26.82	27.06	27.38
			m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
3.23. Moss dam ndf.	03-06	74	45.5	55.2	61.8	67.7	75.0	80.2	85.3	91.8
3.23 Moss dam ndf.	67-06	40	40.5	47.3	53.7	60.1	68.8	75.8	83.1	93.3



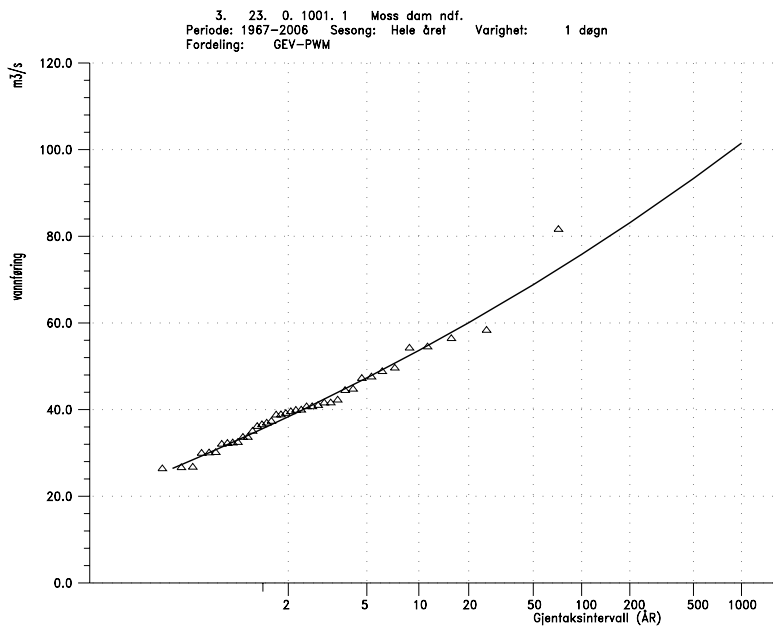
Figur 8. Frekvensanalyse av flomvannstander ved 3.8 Vansjø 1932-2006, døgnmiddel av årsflommer. For x-aksens inndeling, se figur 10.



Figur 9. Frekvensanalyse av flomvannstater ved 3.8 Vansjø 1967-2006, døgnmiddel av årsflommer. For x-aksens inndeling, se figur 10.



Figur 10. Flomfrekvensanalyse for 3.23 Moss dam ndf. 1903-1940 og 1967-2006, døgnmiddel av årsflommer.



Figur 11. Flomfrekvensanalyse for 3.23 Moss dam ndf. 1967-2006, døgnmiddel av årsflommer.

6. Beregning av flomverdier

Resultatene av flomfrekvensanalysene viser godt samsvar. Beregnede flomvannstander i Vansjø blir relativt like for forskjellige gjentaksintervall enten man baserer analysene på hele dataserien eller på perioden etter 1966. Det er maksimalt 8 cm forskjell på flomvannstandene, og bare noen få cm ved store flommer. Ut fra disse analyser har storflommen i 2000, med vannstand på 26.94 m, et gjentaksintervall på ca. 150 år.

Beregnete flomvannføringer i Mosseelva blir også relativt like for forskjellige gjentaksintervall enten man baserer analysene på hele dataserien eller på perioden etter 1966. Det er bare ca. 2 m³/s forskjell på flomvannføringene ved de største flommene. Ut fra disse analyser har storflommen i 2000, med vannføring på 81.6 m³/s, et gjentaksintervall på 120-180 år.

Vi velger å benytte flomverdiene som er fremkommet ved analyser av de lengste seriene som grunnlag for flomsonekartleggingen. Det er også stort sett de noe høyere verdiene både i Vansjø og i Mosseelva. De flomverdiene er døgnmidler. Ved store flommer er det stor flomdempning i Vansjø. Det betyr at kulminasjonsvannstanden og døgnmiddelvannstanden er nesten like. Ved flommen i 2006 var forskjellen 2 cm. Det tilsvarer en forskjell på ca. 1.5 m³/s mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring i Mosseelva.

Denne forskjellen er så liten i forhold til andre usikkerhetskilder i flomberegningen at vi ikke tar hensyn til det. Resulterende kulminasjonsverdier for flommene blir da som vist i tabell 4. Flomvannføringen representerer totalvannføringen, enten deler av den går gjennom kraftverk osv. eller ikke.

Det antas også at flomverdiene for Mosseelva er representative for hele strekningen fra utløpet av Vansjø, der feltarealet er 674 km² eller 98 % av totalarealet, til elvas utløp i Oslofjorden.

Tabell 4. Flomverdier i Mossevassdraget, kulminasjonsverdier.

Sted	Midlere flom	5-års flom	10-års flom	20-års flom	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom
	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.
Vansjø ved Rødsund bru	25.62	25.90	26.13	26.36	26.64	26.86	27.07	27.36
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Mosseelva	46	55	62	68	75	80	85	92

7. Usikkerhet

Grunnlaget for flomberegning i Vansjø/Mosseelva er godt med lange dataserier.

Selv der det finnes data er det imidlertid en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De eldre observasjonene som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og måling av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringer er altså beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer kan derfor inneholde en grad av usikkerhet. Vannføringsdata fra og med 1966 er beregnet bl.a. ut fra kraftproduksjon og lukestillinger ved forbislipp og er derfor også noe usikre.

I regulerte vassdrag er det ekstra usikkert når det gjelder gjentakintervall fordi manøvreringen av luker osv. kan føre til helt andre tilstander enn hva som er de naturlige.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannstands- og vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregningen er at datagrunnlaget er godt, og at beregningen kan klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

Beldring, S., Roald, L.A., Voksø, A., 2002: Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. NVE-Dokument nr. 2-2002.

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

Vasdragsdirektøren, 1910: Vandstandiagttagelser, bind V. Hydrologiske meddelelser for kongeriget Norge.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2008

- Nr. 1 Kjersti Halmrast, Ingunn Bendiksen Åsgård (red.) Styrende dokumenter for tilsyn og reaksjoner (85 s.)
- Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettene 2008 (54 s.)
- Nr. 3 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vansjø og Mosseelva (16 s.)