NVE

Flomsonekartprosjektet

# Flomberegning for Jostedøla

*Turid-Anne Drageset*

1
2001

DOKUMENT

# Flomberegning for Jostedøla (076.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2001

**Dokument nr 1 - 2001**

# Flomberegning for Jostedøla (076.Z)


Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Turid-Anne Drageset

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 25

Forsidefoto: Luster Sparebank i Jostedalen 15. august 1979. Foto: Erik Roland

ISSN: 1501-2840



Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for tre flomutsatte elvestrekninger i Jostedøla, ved Gaupne, ved Myklemyr og ved Fossøy.
Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for til sammen sju punkter. Til kalibrering av hydraulisk modell er det også gjort beregninger av vannføring for observerte vannstander ved Gaupne ved et tilfelle av stor vannføring i november 1999.



Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Jostedøla



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

# Innhold

**Tabeller og figurer** **4**

**Forord** **5**

**Sammendrag** **6**

**1. Beskrivelse av oppgaven** **7**

**2. Beskrivelse av vassdraget** **10**

**3. Hydrometriske stasjoner** **12**

3.1 Hydrometriske stasjoner i Jostedalsvassdraget og i nærliggende vassdrag……...12

3.2 Karakteristiske vannføringsverdier……13

**4. Flomfrekvensanalyser for Jostedalsvassdraget** **19**

4.1 Middelflomverdier ……..……...……19

4.2 Flomfrekvensverdier……...… ……21

**5. Beregnede flomvannføringer i Jostedalsvassdraget** **30**

5.1 Døgnmiddelflommer ……...……...……...30

5.2 Kulminasjonsvannføringer …….…...……..……..…..…31

5.3 Samløpsproblematikk…….32

5.4 Flomforløp……...34

**6. Kalibreringsdata til hydraulisk modell** **37**

**7. Observerte flommer** **38**

**8. Usikkerhet** **40**

**Referanser**

**Vedlegg**

# Tabeller


Tabell 1 Stasjonsopplysninger for målestasjoner i Jostedalsvassdraget s.12
Tabell 2 Stasjonsopplysninger for målestasjoner i nærliggende vassdrag s.13
Tabell 3 De fem største flommene i løpet av observasjonsperioden for målestasjonene Nigardsjøen og Myklemyr s.18
Tabell 4 Anslåtte verdier for midlere flom ($Q_M$), døgnmiddel s.21
Tabell 5 Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jostedalsvassdraget og dets omegn, $Q_T/Q_M$ s.23
Tabell 6 Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jostedalsvassdraget og dets omegn, $m^3/s$ s.24
Tabell 7 Grunnlag for beregning av døgnmiddelflom i Jostedalsvassdraget s.28
Tabell 8 Flomvannføringer ved tre ulike punkter i Jostedalsvassdraget, døgnmiddel i $m^3/s$ s.30
Tabell 9 Flomvannføringer i Jostedalsvassdraget, kulminasjonsvannføringer i $m^3/s$ s.32
Tabell 10 Samhørende verdier for vannføring i Jostedøla når vannføringen kulminerer i sideelva Sperleelvi (kulminasjonsvannføringer). s.32
Tabell 11 Samhørende verdier for vannføring i Sperleelvi når vannføringen kulminerer i Jostedøla (kulminasjonsvannføringer). s.34
Tabell 12 Flommer med varighet ett og tre døgn, døgnmiddel, ved Haukåsgjelet og ved utløpet i fjorden s.34
Tabell 13 Flomforløp ved Haukåsgjelet (Myklemyr), kulminasjonsvannføringer s.35
Tabell 14 Flomforløp ved utløpet i fjorden (Gaupne), kulminasjonsvannføringer s.36


# Figurer


Figur 1 Kart over Jostedalsvassdraget med inntegnede strekninger som skal flomsonekartlegges s.8
Figur 2 Kartskisse over Jostedalsvassdraget og målestasjoner i nærliggende vassdrag s.9
Figur 3 Hypsografisk kurve for Jostedølas nedbørfelt s.10
Figur 4 Karakteristiske hydrologiske data ved utløpet i Nigardsjøen s.14
Figur 5a Karakteristiske hydrologiske data ved Myklemyr i Jostedøla for perioden før regulering s.14
Figur 5b Karakteristiske hydrologiske data ved Myklemyr i Jostedøla for perioden etter regulering s.15
Figur 6 Karakteristiske hydrologiske data ved Gilja i Mørkrisvassdraget s.15
Figur 7 Karakteristiske hydrologiske data ved Lovatn i Strynevassdraget s.16
Figur 8 Vannføringen ved Myklemyr i 1980 s.16
Figur 9 Vannføringen ved Gilja i 1983 s.17
Figur 10 Vannføringen ved Lovatn i 1998 s.17
Figur 11 Flomfrekvensanalyse for målestasjon Nigardsjøen i Jostedalsvassdraget s.25
Figur 12 Flomfrekvensanalyse for målestasjon Myklemyr i Jostedalsvassdraget s.25
Figur 13 Flomfrekvensanalyse for målestasjon Gilja i Mørkrisvassdraget s.26
Figur 14 Flomfrekvensanalyse for målestasjon Lovatn i Loenvassdraget s.26
Figur 15 Grunnlag for beregning av døgnmiddelflom i Jostedalsvassdraget, $Q_T/Q_M$ s.28

# Forord

Flomsonekartlegging er et viktig hjelpemiddel i 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 tre flomutsatte elvestrekninger langs Jostedøla, ved Gaupne, ved Myklemyr og ved Fossøy. Rapporten er utarbeidet av Turid-Anne Drageset og kvalitetskontrollert av Lars Evan Pettersson.

Oslo, januar 2001

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

# Sammendrag

Flomberegningen for Jostedøla omfatter tre delprosjekter i Flomsonekartprosjektet i NVE. Jostedøla er et brevassdrag med beliggenhet på østsida av Jostedalsbreen og med utløp i Gaupnefjorden, en sidearm til Lusterfjorden på nordsida av Sognefjorden i Sogn og Fjordane. Prosjektene omfatter følgende elvestrekninger: ved Gaupne fra utløpet i Lustrafjorden til samløpet med Kvernelvi, ved Myklemyr fra Haukåsgjelet til Ormberg og ved Fossøy fra Fossagjelet til Gardsgjelet. Vassdraget er regulert, og det finnes sparsomt med data for vannstand/vannføring etter siste regulering. Grunnet stor materialtransport i et slikt brevassdrag er elveleiet ustabilt, og dermed er kvaliteten på observerte data i stor grad dårlige. Flomberegningene er derfor basert på analyser av vannføringsobservasjoner fra målestasjoner både i og utenfor Jostedalsvassdraget; 76.5. Nigardsjøen, 76.10 Myklemyr og 76.11 Vigdøla i Jostedalsvassdraget og 75.22 Gilja i Mørkrisvassdraget og 88.4 Lovatn i Strynvassdraget. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall på flommer ved til sammen sju punkter langs Jostedøla. Resultatet av beregningene ble:

| Del-prosjekt nr. | | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | Oppstrøms tilløp fra Sperleelvi | 278 | 402 | 460 | 575 | 687 | 760 | 879 |
| | Nedstrøms tilløp fra Sperleelvi | 290 | 420 | 481 | 598 | 713 | 790 | 913 |
| | Jostedøla ved Fossagjelet | 298 | 431 | 493 | 612 | 729 | 807 | 933 |
| fs 076_2 | Jostedøla ved Ormberg | 302 | 437 | 500 | 621 | 738 | 817 | 945 |
| | Jostedøla ved Haukåsgjelet | 310 | 449 | 514 | 637 | 757 | 838 | 968 |
| fs 076_1 | Jostedøla nedstrøms tilløp fra Kvernelvi | 384 | 579 | 671 | 818 | 966 | 1080 | 1266 |
| | Jostedøla ved utløpet i fjorden | 388 | 584 | 677 | 824 | 973 | 1088 | 1275 |

Sideelva Sperleelvi, som tilløper Jostedøla på strekningen fra Gardsgjelet til Fossagjelet, gir et visst bidrag til Jostedøla ved flom. Sperleelvi er antatt å ha omtrent samme kulminasjonstidspunkt som i Jostedøla rett oppstrøms tilløpet fra Sperleelvi. Beregning av vannføringen i Jostedøla rett oppstrøms og nedstrøms tilløpet fra Sperleelvi ved kulminasjon i Sperleelvi og omvendt ga resultat som i tabellen nedenfor ($Q_T$ angir hvilke av vannføringsverdiene i tabellen som tilsvarer gjentaksintervallet øverst i kolonnene).

| Delprosjekt nr. | | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | I Sperleelvi ($Q_T$), døgnmiddelvannføring | 10 | 13 | 14 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| | I Sperleelvi ($Q_T$), kulminasjonsvannføring | 14 | 20 | 22 | 26 | 29 | 32 | 37 |
| | Jostedøla oppstrøms Sperleelvi | 108 | 151 | 172 | 198 | 221 | 244 | 282 |
| | Jostedøla nedstrøms Sperleelvi | 122 | 171 | 194 | 224 | 250 | 276 | 319 |
| fs 076_3 | Jostedøla oppstrøms Sperleelvi ($Q_T$) | 278 | 402 | 460 | 575 | 687 | 760 | 879 |
| | Jostedøla nedstrøms Sperleelvi ($Q_T$) | 290 | 420 | 481 | 598 | 713 | 790 | 913 |
| | I Sperleelvi | 12 | 18 | 21 | 23 | 26 | 30 | 34 |

Flomtallene er presentert med en nøyaktighet på 1 $m^3/s$ tross stor usikkerhet i beregningene. Dette er gjort av praktiske årsaker.

# 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatte elvestrekninger langs Jostedøla på østsida av Jostedalsbreen i Sogn og Fjordane. Strekningene omfatter tre delprosjekter i Flomsonekartprosjektet i NVE ved Gaupne, Myklemyr og Fossøy. Strekningene er tegnet inn på figur 1. Nærmere beskrivelse og avgrensning av elvestrekningene i de ulike delprosjektene er gitt under.

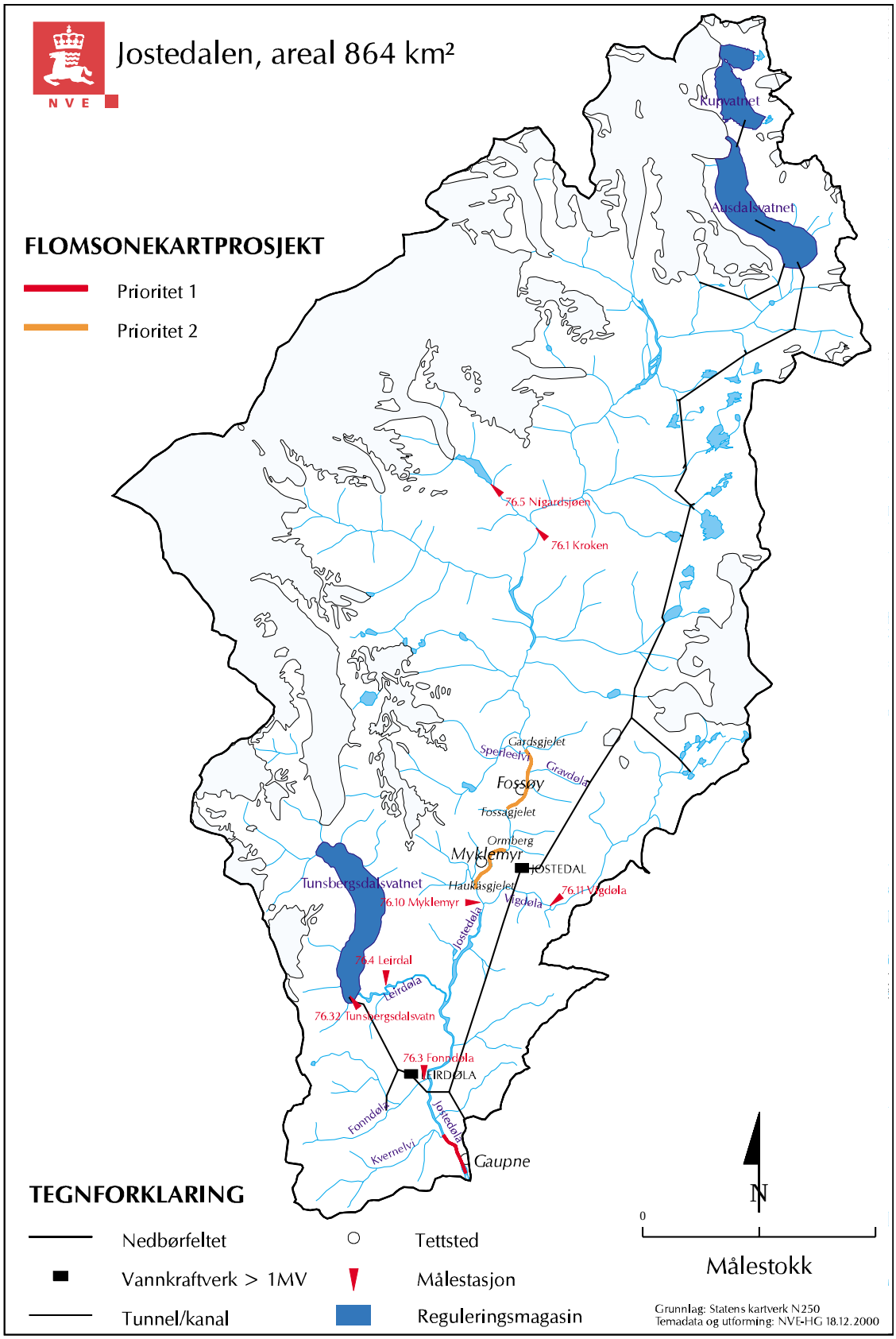
Som grunnlag for denne konstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for de aktuelle elvestrekningene. Kalibreringsdata til hydraulisk modell skal fremskaffes ved Gaupne for flommen i november 1999.

### Avgrensning av delprosjektene som skal kartlegges

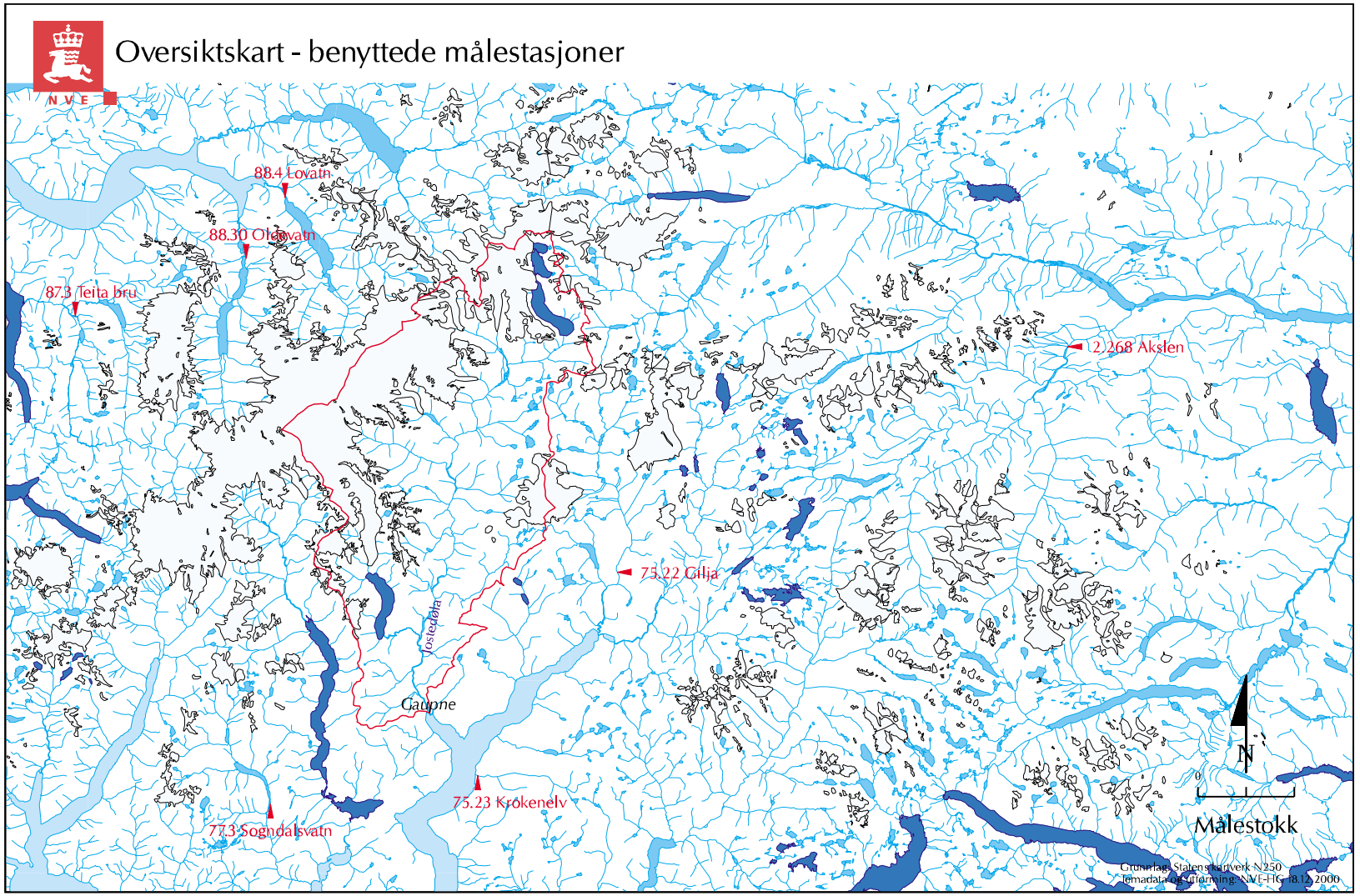
*Jostedalsvassdraget*

| | |
|---|---|
| Delprosjekt 1. (fs 076_1) | **Gaupne**. Oppstrøms avgrensning er ved samløpet med Kvernelvi. Nedre avgrensning er ved utløpet i Gaupnefjorden.<br><br>Flomutsatt er tettbebyggelse, spredt bebyggelse, riksveg og dyrket mark. |
| Delprosjekt 2. (fs 076_2) | **Myklemyr**. Oppstrøms avgrensning ved Ormberg. Nedre avgrensing ved Haukåsgjelet.<br><br>Flomutsatt er spredt bebyggelse og dyrket mark. |
| Delprosjekt 3. (fs 076_3) | **Fossøy**. Øvre avgrensning ved Gardsgjelet oppstrøms tilløpet fra Sperleelvi. Nedre avgrensning ved Fossagjelet.<br><br>Flomutsatt er spredt bebyggelse og dyrket mark. |

Prosjektnummer i parentes refererer til delprosjektnummer i Flomsonekartprosjektet.



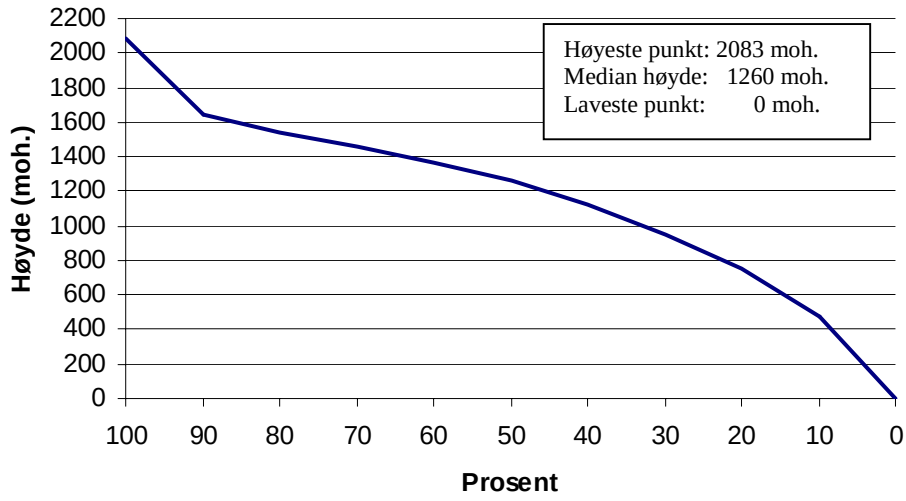

*Figur 1. Kart over Jostedalsvassdraget. Strekningene som skal flomsonekartlegges, og som det er gjort flomberegninger for, er inntegnet.*




*Figur 2. Kartskisse over Jostedalsvassdraget og målestasjoner i nærliggende vassdrag.*

# 2. Beskrivelse av vassdraget

Jostedøla er et brevassdrag med beliggenhet på østsida av Jostedalsbreen. Jostedalsbreen er Europas største isbre på fastlandet med 487 km$^2$. Fra dette breplatået faller 11 utløpere ned mot Jostedalen, og store deler av breen drenerer til Jostedøla med utløp i Gaupnefjorden, en sidearm til Lusterfjorden på nordsida av Sognefjorden i Sogn og Fjordane. Ved utløpet i Gaupnefjorden har vassdraget et nedbørfelt på 864 km$^2$. Jostedalsvassdraget er et høytliggende vassdrag med store høydeforskjeller, se figur 3. Om lag 80 % av vassdraget ligger over 800 moh. Høyeste punkt i vassdraget er Lodalskåpa på 2083 moh. Størsteparten av feltet er bre- eller snaufjellområde. Breprosenten er 30 %. Snaufjellprosenten er 45 %. Vannskillet følger i vest hovedsakelig de sentrale deler av Jostedalsbreen opp mot Lodalskåpa og de høyeste fjellene i Breheimen, mens det i øst og sørøst er avgrenset av fjellpartiene mot Mørkrisdalen. Fra bre- og fjellområdene samles elva i dalbunnen av den om lag 40 km lange Jostedalen før den renner ut i Gaupnefjorden ved Gaupne sentrum.




*Figur 3. Hypsografisk kurve for Jostedølas nedbørfelt. Areal 864 km$^2$.*

Siden 1978 har Jostedalsvassdraget vært regulert for kraftproduksjon. Driftsvannet fra kraftverkene føres i stor grad ut av Jostedølas naturlige nedbørfelt via overføringstunneler direkte ut i Gaupnefjorden. Dette vannet nyttes i Jostedal kraftverk ved Myklemyr og i Leirdøla kraftverk ved Fonndøla. Leirdøla kraftverk ble satt i drift i 1978, og reguleringsmagasin er Tunsbergdalsvatn. Kraftverket har også to bekkeinntak, Fonndøla og Nystølselvi. Vannet fra denne kraftstasjonen ble ført ut i Jostedøla ca. 5 km oppstrøms Gaupne sentrum inntil i 1989, da Jostedal kraftverk ble satt i drift. Avløpet fra Leirdøla kraftverk ble da tatt inn på utløpstunnelen fra Jostedal kraftverk , slik at dette nå føres direkte ut i Gaupnefjorden. Reguleringsmagasinene tilknyttet Jostedal kraftverk omfatter Kupvatn og Styggevatn. Til Styggevatn overføres tilsig fra fire bekker i vest, Vetledøla og Vivaskredene. Hovedparten av de overførte tilsigsmengdene tas imidlertid inn på tilløpstunnelen mellom Styggevatn og kraftstasjonen. I alt 18 bekkeinntak, fra Fetavollgrovi i nord til Vigdøla (Smådalane) i sør, vil ta inn vann som enten går direkte til kraftstasjonen eller til magasinet. Vannstrømmens retning i denne tilløpstunnelen vil til enhver tid være avhengig av om kraftstasjonene går eller står, hvor stort tilsiget er til inntakene, hvor fullt magasinet er og hvor vi befinner oss langs denne tunnelen (NVE 23.12.99). Alt vann kan

lagres i Styggevatn. Fra vårflommens begynnelse og ut august skal den øverste meteren i magasinet brukes som flomdempningsmagasin. Dette avvikles gradvis i løpet av september og fra 30. september kan magasinet fylles til øvre reguleringsgrense. Jostedal kraftverk har en maksimal driftsvannføring på 28,6 $m^3/s$. Leirdøla kraftverk har en maksimal driftsvannføring på 26 $m^3/s$.

Jostedalen ligger i regnskyggen for Jostedalsbreen, og har dermed relativt liten årsnedbør sammenlignet med andre vestlandsvassdrag. Gjennomsnittlig årsnedbør i perioden 1961-1990 ved nedbørstasjon 5540 Myklemyr er 1350 mm, ved 5545 Jostedal 1330 og ved 5539 Leirdal 1440 mm (Førland 1993). NVEs isohydatkart gir en naturlig spesifikk årlig avrenning på ca. 60 $l/skm^2$ (1930-1960) i Jostedølas nedbørfelt. Største flommer oppstår vanligvis på sensommeren og tidlig om høsten da det er stor avsmelting fra breene kombinert med mye nedbør. Flommer som kommer senere enn midten av september er kritiske pga. fulle magasiner om høsten. Snøsmelting om våren og sommeren fra breene og de høye fjellområdene omkring Jostedalen kan også gi stor avrenning, men flomepisoder forårsaket av dette forekommer mer sjelden.

Karakteristisk for et brevassdrag som Jostedøla er at materialet som transporteres i elveløpet ikke først og fremst skriver seg fra aktive prosesser i og langs elveløpet, men fra erosjon under breen. Store mengder stein, grus, sand, silt og leire blir derfor stadig spylt ut med smeltevannet foran brefronten. Materialtransporten i et brevassdrag blir på denne måten vanligvis større enn i andre typer vassdrag.

# 3. Hydrometriske stasjoner

## 3.1 Hydrometriske stasjoner i Jostedalsvassdraget og i nærliggende vassdrag

Det finnes flere målestasjoner for vannstand/vannføring i Jostedalsvassdraget. De viktigste er 76.1 Kroken, 76.3 Fonndøla, 76.4 Leirdal, 76.5 Nigardsjøen, 76.20 Myklemyr, 76.11 Vigdøla og 76.32 Tunsbergdalsvatn. Grunnet stor materialtransport i Jostedalsvassdraget er elveløpet meget ustabilt. Dette skyldes en kontinuerlig prosess der store mengder materiale som avsettes på elvebunnen ved lav vannføring settes i bevegelse igjen ved høy vannføring. På denne måten er det vanskelig å etablere vannmerker med god kvalitet i breelver, fordi dette krever et stabilt elveprofil. Mange av vannmerkene i Jostedøla har usikker datakvalitet pga. slike profilendringer, i tillegg til at måleseriene er relativt korte. Det er kun ved Kroken og ved Nigardsjøen at observasjonsperioden er lengre enn 20 år. Flomberegningen for Jostedøla er derfor også basert på observasjoner av vannføring fra målestasjoner med god kvalitet og lange observasjonsserier i nærliggende vassdrag. Noen av de viktige hydrometriske stasjoner i nærliggende vassdrag som er benyttet i analysegrunnlaget er; 2.268 Akslen i Bøvra med tilsig til Ottavassdraget, 75.22 Gilja i Mørkrisvassdraget, 75.23 Krokenelv i Krokadalselva i Fortunvassdraget, 77.3 Sogndalsvatn i Sogndalselva i Årøyvassdraget, 87.3 Teita bru i Breimsvassdraget, 88.4 Lovatn i Loenvassdraget og 88.30 Oldevatn i Oldenvassdraget. Av disse er 75.22 Gilja og 88.4 Lovatn benyttet direkte i analysen. Målestasjonene er tegnet inn på kartet i figur 1 og figur 2. Se tabell 1 og 2 for stasjonsopplysninger.

*Tabell. 1. Stasjonsopplysninger for målestasjoner i Jostedalsvassdraget.*

| Stasjon | Felt-areal ($km^2$) | Måle-start | Bre (%) | QM ($m^3/s$) | QM ($l/skm^2$) | Qmax målt ($m^3/s$) | Qmax i % av QM | Stasjonskommentarer: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 76.1 Kroken | 357 | 1949 | 51 | 174 | 486 | 106,9 | 62 | I drift til 1983. Dårlig vannføringskurve, store profilforandringer. |
| 76.3 Fonndøla | 20,7 | 1962 | 0 | 14,9 | 720 | 8,64 | 58 | I drift til 1975. Middels god vannførings-kurve. |
| 76.4 Leirdal | 139 | 1963 | 43 | 75,3 | 541 | 59,2 | 79 | I drift til 1975. Middels god vannførings-kurve. |
| 76.5 Nigardsjøen | 66 | 1962 | 81 | 36,6 | 554 | 37,2 | 102 | God vannføringskurve. |
| 76.10 Myklemyr | 573 | 1978 | 35 | 215 | 376 | 169,9 | 79 | Regulert i 1988. Middels god |
| Før reg. | 573 | 1978 | 35 | 232 | 405 | | | vannføringskurve. Profilendringer, men |
| Etter reg. | 573 | 1988 | 37 | 200 | 350 | | | har nå stabilisert seg etter 79-flommen. |
| Etter reg. | 504 | 1988 | 37 | 200 | 397 | | | |
| 76.11 Vigdøla | 48 | 1979 | 14 | 17,4 | 362 | 24,0 | 138 | Regulert i 1989. |
| Før reg. | 48 | 1979 | 14 | 20,2 | 421 | | | God vannføringskurve. |
| Etter reg. | 48 | 1989 | 14 | 14,5 | 302 | | | |
| 76.32 Tunsberg-dalsvatn | 137 | 1963 | 43 | 75,3 | 550 | 59,9 | 80 | Regulert. Middels god vannførings-kurve. |

**Bre (%):** Breprosent. Kilde: "Atlas over breer i Sør-Norge", NVE, Meddelelse nr. 61, 1988. **QM**: Spesifikk middelflom. **Qmax målt**: Høyeste målte vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven. **Qmax i % av QM**: Største vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven i % av middelflom.

*Tabell. 2. Stasjonsopplysninger for målestasjoner i nærliggende vassdrag.*

| Stasjon | Felt-areal ($km^2$) | Måle-start | Bre (%) | QM ($m^3/s$) | QM ($l/skm^2$) | Qmax målt ($m^3/s$) | Qmax i % av QM | Stasjonskommentarer: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.268 Akslen | 791 | 1961 | 18 | 184 | 233 | 187 | 102 | God kurve i perioden 1961-d.d, før dette (siden 1934) er serien koblet til 2.94 Marstein som har dårlig kurve. |
| 77.3 Sogndalsvatn | 111 | 1962 | 0 | 42,0 | 532 | 59,0 | 71 | God vannføringskurve. |
| 75.22 Gilja | 203 | 1963 | 13 | 55,3 | 487 | 98,9 | 56 | God vannføringskurve de siste 10-15 åra, ellers middels god. |
| 75.23 Krokenelv | 45,8 | 1965 | 0 | 27,1 | 593 | 12,4 | 46 | God vannføringskurve. |
| 87.3 Teita bru | 218 | 1970 | 17 | 130 | 598 | 85,7 | 70 | God vannføringskurve. |
| 88.4 Lovatn | 234 | 1901 | 35 | 81,6 | 349 | 105 | 128 | God vannføringskurve. |
| 88.30 Oldevatn | 204 | 1902 | 38 | 81,4 | 399 | 100 | 123 | God vannføringskurve. |

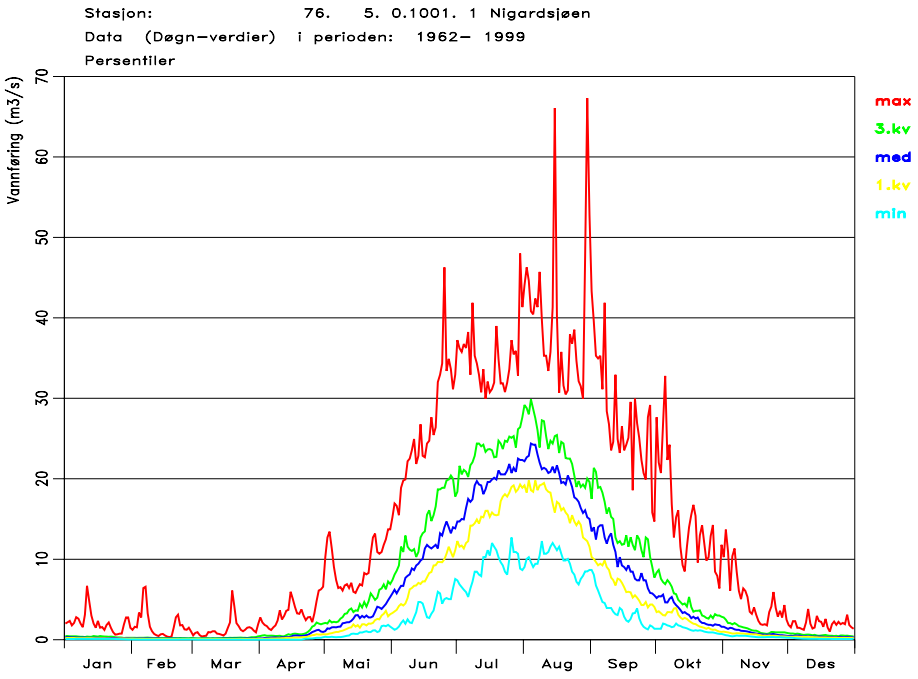
**Bre (%):** Breprosent. Kilde: "Atlas over breer i Sør-Norge", NVE, Meddelelse nr. 61, 1988. **QM**: Spesifikk middelflom. **Qmax målt**: Høyeste målte vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven. **Qmax i % av QM**: Største vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven i % av middelflom.

Benyttede feltareal er fastlagt ved nye beregninger av Seksjon for geoinformasjon (HG), og kan avvike noe fra de arealer som er oppgitt i Hydrologisk avdelings database, Hydra II.

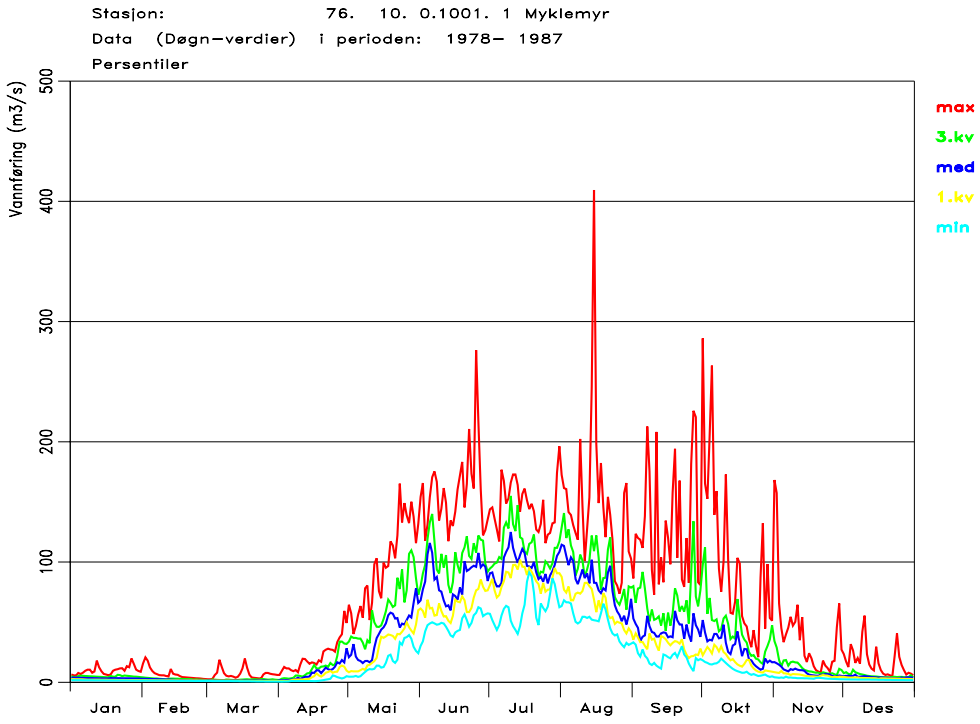
### 3.2. Karakterisitiske vannføringsverdier

Figurene 4-7 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året for målestasjonene Nigardsjøen ved utløpet av Nigardsvatn, Myklemyr ved Haukåsgjelet i Jostedøla ca. 200-300 m oppstrøms samløpet med Vigdøla, ved Gilja i Mørkrisvassdraget og ved utløpet av Lovatn i Strynevassdraget. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. 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 denne vannføringen, og tilsvarende med 75-persentilen, 75 % av observasjonene ligger under.

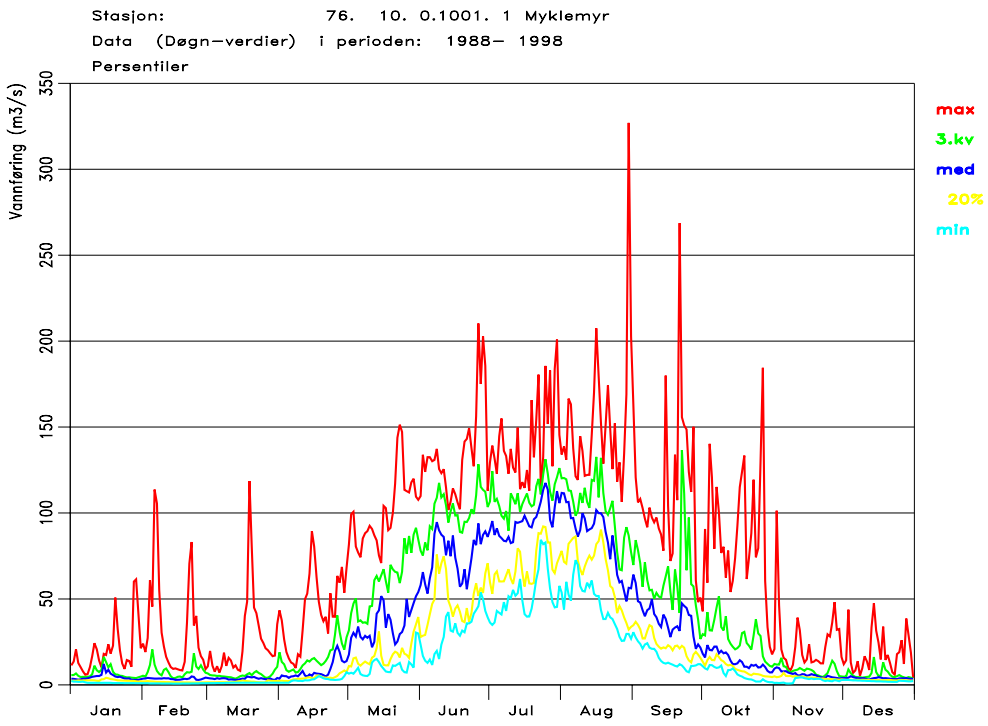
Mediankurvene i figur 4-7 viser midlere vannføringsforhold over en lang årrekke, men illustrerer dårlig hvordan vannføringen faktisk varierer i et enkelt år. I figurene 8-10 er vannføringen vist for de samme målestasjonene for år med omtrent normal årsvannføring.



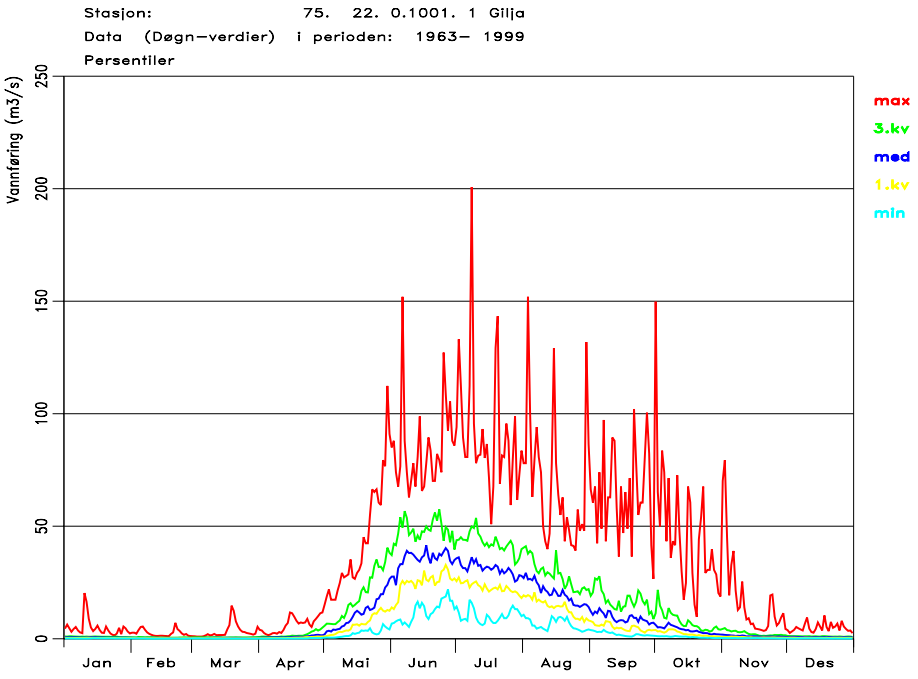

*Figur 4. Karakteristiske hydrologiske data ved utløpet av Nigardsjøen.*



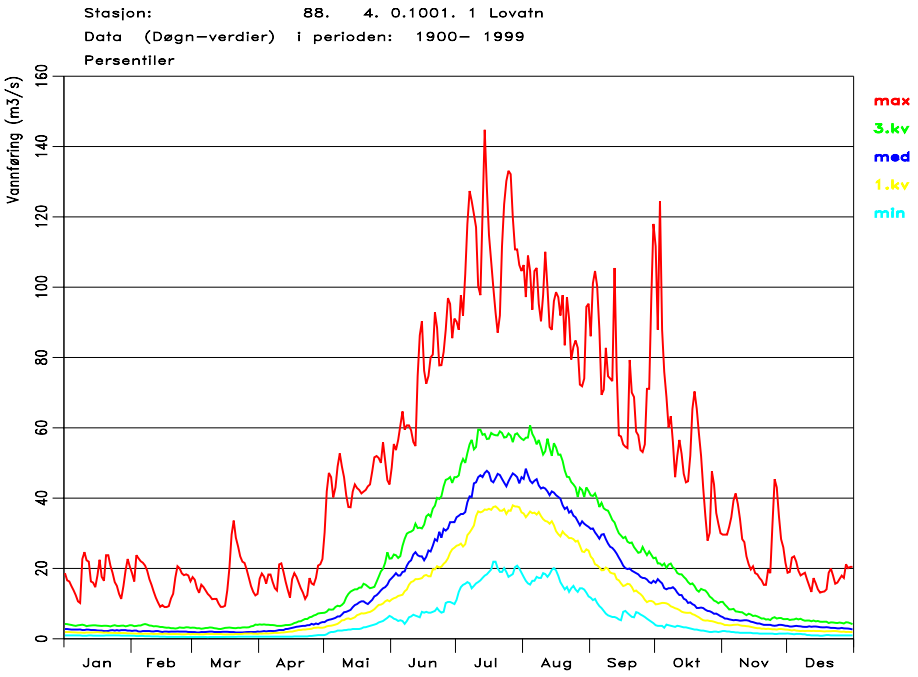

*Figur 5a. Karakteristiske hydrologiske data ved Myklemyr i Jostedøla for perioden før regulering.*



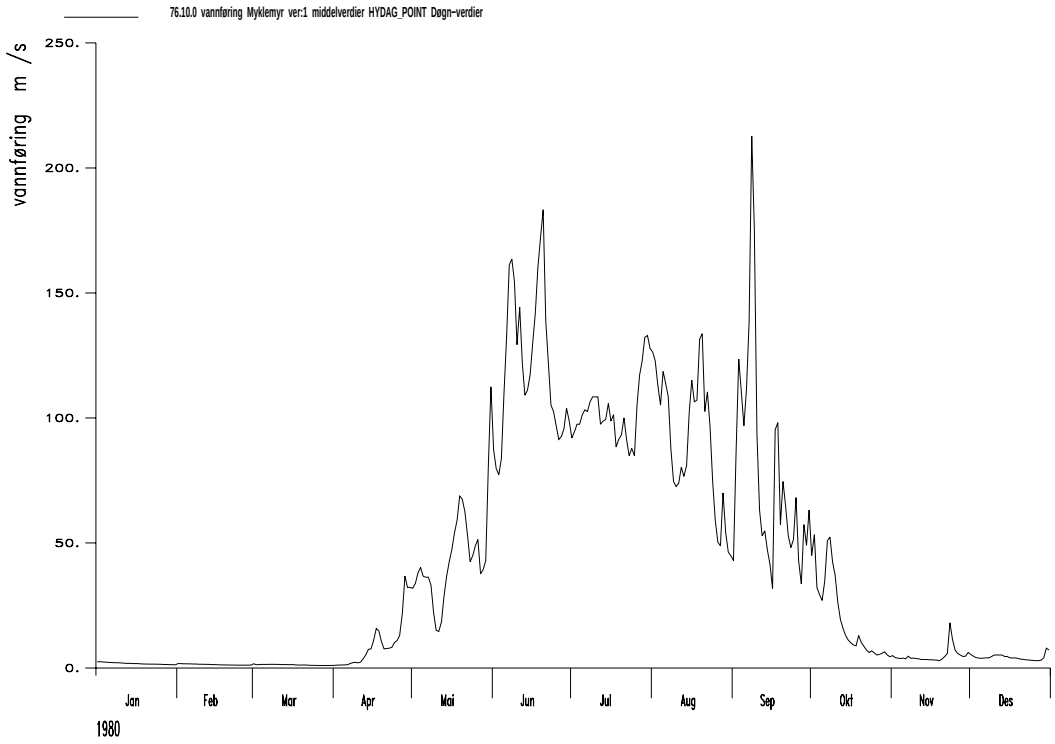

*Figur 5b. Karakteristiske hydrologiske data ved Myklemyr i Jostedøla for perioden etter regulering.*



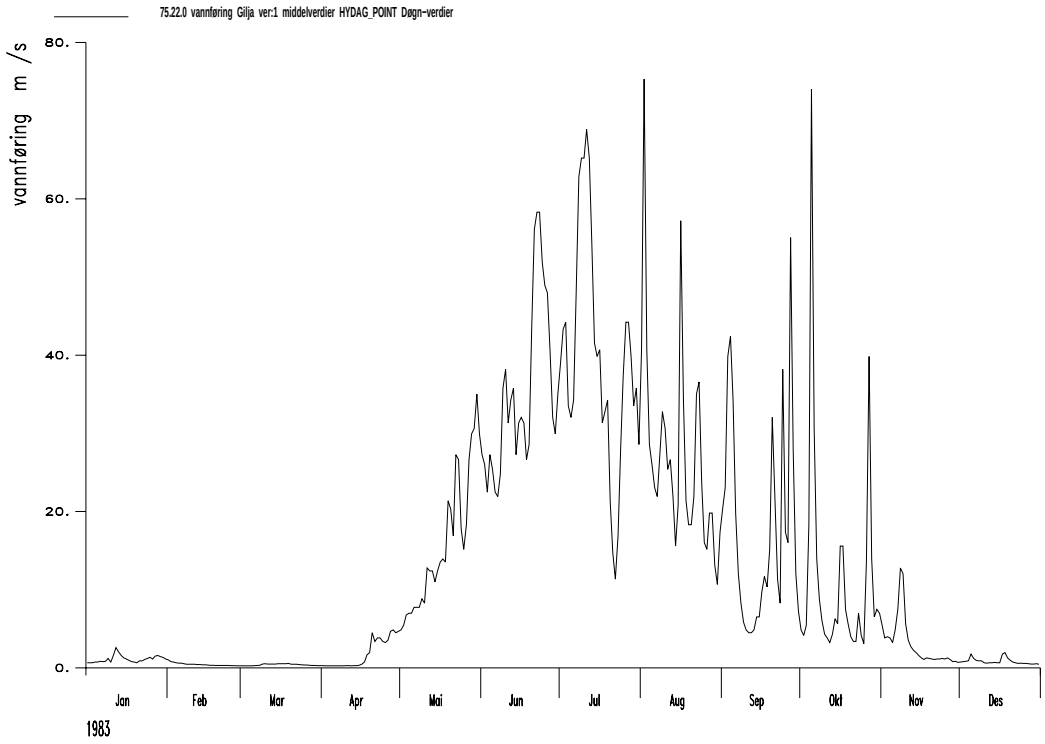

*Figur 6. Karakteristiske hydrologiske data ved Gilja i Mørkrisvassdraget.*



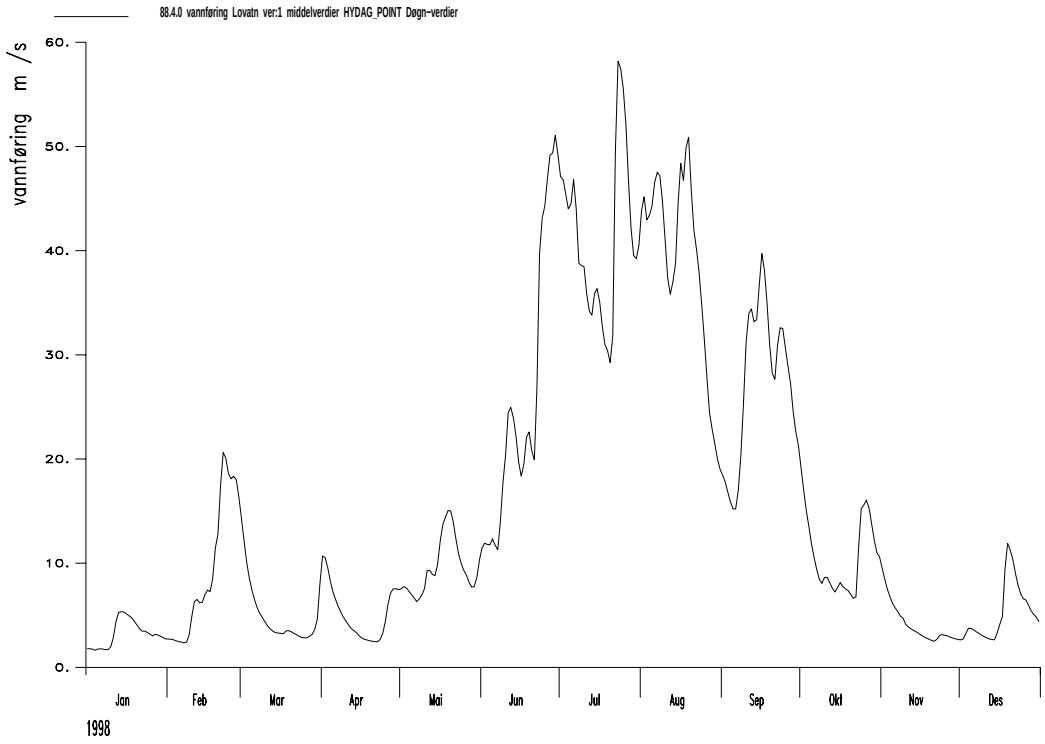

*Figur 7. Karakteristiske hydrologiske data ved Lovatn i Strynevassdraget.*




*Figur 8. Vannføringen ved Myklemyr i 1980.*




*Figur 9. Vannføringen ved Gilja i 1983.*




*Figur 10. Vannføringen ved Lovatn i 1998.*

*Tabell 3. De fem største flommene i løpet av observasjonsperioden for målestasjonene Nigardsjøen og Myklemyr. Hentet fra NVEs dataarkiv HydraII.*

| Stasjon | | Observasjons-periode | År | Dato | Døgnmiddel-vannføring, $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 76.5 | Nigardsjøen | 1962-1999 | 1997 | 30.08 | 67 |
| | | | 1979 | 15.08 | 66 |
| | | | 1969 | 30.07 | 48 |
| | | | 1970 | 25.06 | 46 |
| | | | 1972 | 09.08 | 46 |
| 76.10 | Myklemyr | 1978-1998 | 1979 | 15.08 | 409 |
| | | | 1997 | 30.08 | 327 |
| | | | 1985 | 01.10 | 286 |
| | | | 1989 | 21.09 | 269 |
| | | | 1981 | 01.10 | 229 |

# 4. Flomfrekvensanalyser for Jostedalsvassdraget

## 4.1.Middelflomverdier

Middelflom er gjennomsnitt av høyeste døgnmiddelvannføring hvert år over en referanseperiode. Middelflomverdien styres dels av feltets beliggenhet i forhold til hvor utsatt det er for nedbør, og dels feltets karakter (feltstørrelse, effektiv sjøprosent og feltets helning). Små felt, innsjøfattige felt og bratte felt gir større spesifikke flommer enn store felt, innsjørike felt og felt uten store høydegradienter.

Flomfrekvensanalysene, som er nærmere beskrevet i kap. 4.2, gir grunnlag for å bestemme middelflom (døgnmiddel) for aktuelle punkter i vassdraget. Dersom observasjonsserien er lenger en ti år benyttes vanligvis spesifikk døgnmiddelflom som er beregnet på bakgrunn av observerte data i vassdraget som betraktes. I regulerte vassdrag bør middelflom beregnes for perioden etter siste større regulering, slik at flomverdiene kan forutsettes å være representative for flomforholdene som kan ventes i framtida. Eventuell flomdempning som følge av reguleringene blir det da direkte tatt hensyn til i beregningene. Flomdempningen i Jostedøla ved utløpet i fjorden består i at driftsvannet i kraftverkene føres direkte ut i fjorden eller magasineres i Styggevatn, og at flommer dempes i magasinene Styggevatn og Tunsbergdalsvatn. Data for driftsvannføringen i Jostedal kraftverk viser at kraftverket ofte står i flomsituasjoner. Størst flomdempningseffekt oppnås med stasjonene i full drift, da avløpsvannet føres direkte ut i fjorden. Da blir maksimal driftsvannføring i kraftverkene til sammen ca. 55 $m^3/s$. Samtidig med at Jostedal kraftverk er i full drift kan vann også overføres til Styggevatn. I praksis vil stasjonen da få sitt driftsvann fra de nærmeste bekkeinntakene, mens bekkeinntakene lenger fra stasjonen drenerer mot Styggevatn. Kapasiteten i tilløpstunnelen er avhengig av vannstanden i Styggevatn.

Ved mindre flommer antas det at alt tilsig fra uregulert lokalfelt til Styggevatn og alt eventuelt overført vann magasineres i Styggevatn. Beregninger av middelflom ved Myklemyr for perioden før og perioden etter regulering viser at middelflom er redusert med ca. 30 $m^3/s$ (50 $l/skm^2$) etter at Jostedal kraftverk ble satt i drift, se tabell 5 og 6. Dette tilsvarer omtrent den maksimale driftsvannføringen i Jostedal kraftverk på 28,6 $m^3/s$. I og med at kraftverket ofte står i flomsituasjoner, er det på mindre flommer mer sannsynlig at det er lokalfeltet til Styggevatn som utgjør denne forskjellen før og etter regulering. Bakgrunnen for denne antagelsen er at spesifikk middelflom ved Myklemyr etter reguleringen, beregnet med et feltareal der lokalfeltet til Styggevatn er fratrukket, gir samme spesifikke middelflom som for perioden før reguleringen. Dette indikerer at alt lokaltilsig til Styggevatn, fra et areal på 69 $km^2$, magasineres ved mindre flommer i vassdraget. Ved større flomhendelser derimot, må det antas at det slippes vann fra Styggevatn, slik at hele feltarealet oppstrøms Myklemyr bidrar til avrenningen i Jostedøla. I de videre beregninger er derfor samme spesifikke middelflom benyttet for alle gjentaksintervall, mens feltarealet varierer med gjentaksintervall. For middelflom, 10-års flom og 20-års flom regnes ikke noe bidrag fra lokalfeltet til Styggevatn. For 100-, 200- og 500-års flom regnes bidrag fra hele feltarealet. For 50-års flom benyttes en midlere verdi av de to alternativene. På tilsvarende vis kunne det også vært tatt hensyn til de 18 bekkeinntakene, som til sammen har et tilsigsareal på størrelse med tilsigsarealet til Styggevatn. På flommer med lave gjentaksintervall kan det antas at tilsigsarealet til bekkeinntakene ikke bidrar til flom i

Jostedøla, mens det på store gjentaksintervall må regnes overløp ved bekkeinntakene og dermed et betydelig bidrag til flomvannføringen i Jostedøla. Dette er avhengig av kapasiteten i overføringstunnelen til Styggevatn, som igjen er avhengig av vannstanden i Styggevatn. Vannstanden i Styggevatn kan variere mellom LRV ved kote 1110 og HRV kote 1200 (DFV kote 1202,4). Regulanten, Statkraft avd. Gaupne, opplyser at det ved en kombinasjon av HRV i Styggevatn, et tilsig til hvert bekkeinntak på 1000-års flom og stengt kraftstasjon er gjort beregninger i forbindelse med dimensjonering av tunnelen som viser at det da blir overført ca. 63 $m^3/s$ til Styggevatn. På grunn av høy trykklinje i tunnelen vil det da være overløp over fire inntak på til sammen ca. 39 $m^3/s$ (dermed ble 1000-års flom til alle 18 bekkeinntak anslått til ca. 102 $m^3/s$). Ved lavere vannstand i Styggevatn vil kapasiteten i overføringstunnelen øke. Ved vannstand kote 1120 vil 1000-års flom kunne overføres fra alle bekkeinntak uten tap, dvs. at tunnelen har en kapasitet på 102 $m^3/s$ (ved stengt kraftstasjon). I og med at overløp ved bekkeinntakene varierer med vannstanden i Styggevatn, og dermed er vanskelig å anslå ved ulike gjentaksintervall, er det i de videre beregningene valgt å regne med at hele tilsigsarealet til bekkeinntakene bidrar til avrenningen i Jostedøla ved alle gjentaksintervall. Dette vil antaglig føre til overestimering av flommer i Jostedøla på mindre gjentaksintervall, da det er sannsynlig at overløpet ved inntakene er lite.

Ved målestasjonen Myklemyr er middelflom beregnet til ca. 400 $l/skm^2$ før og etter (eksklusivt lokaltilsig til Styggevatn) reguleringen. Ved Nigardsjøen er middelflommen beregnet til 554 $l/skm^2$. Grunnet stor materialtransport og stadige profilendringer er observerte data i Jostedøla noe usikre. Som et sammenligningsgrunnlag er derfor middelflom for punktene i Jostedøla også beregnet ved flomformler som gir estimert middelflom på bakgrunn av feltkarakteristika for nedbørfeltet (Wingård 1978). Flomformlene er i utgangspunktet ikke egnet i regulerte felt. Dersom det antas at Jostedal kraftstasjon ikke er i drift under flom, kan Jostedølas tilsigsareal nedstrøms Styggevatn og Tunsbergdalsvatn regnes som uregulert i en flomsituasjon på størrelse med middelflom, fordi både Styggevatn og Tunsbergdalsvatn antas å gi lite bidrag til avrenningen i Jostedøla ved middelflom. Flomformlene har ulik karakter avhengig av om nedbørfeltet domineres av høstflommer forårsaket av nedbør (H1), vårflommer forårsaket av snøsmelting(V2), om det ikke er en markert flomsesong (Å1) slik at det er usikkert å karakterisere en gitt flomepisode som smelteflom eller regnflom, eller om det er et brefelt som betraktes (ÅBRE). I Jostedølas tilfelle ble middelflom beregnet ved formlene for brefelt, siden Jostedøla er et typisk brevassdrag. Resultatet ble 481 $l/skm^2$ ved Haukåsgjelet (Myklemyr), i overkant av beregningene direkte på observerte data. Flomformlene gjelder for felter større enn 100 $km^2$, derfor er ikke middelflom ved Nigardsjøen med i denne analysen. Både middelflom ved Myklemyr beregnet til 400 $l/skm^2$ på bakgrunn av usikre observerte data og middelflom på 481 $l/skm^2$ beregnet ved flomformler er usikre. På bakgrunn av dette er det valgt en middelflomverdi i Jostedøla oppstrøms samløpet med Leirdøla på 440 $l/skm^2$, som er en middelverdi av de to metodene.

Nedstrøms Leirdøla øker feltarealet med 150 $km^2$ (Vigdøla og Leirdøla) ned til utløpet i fjorden. Leirdøla er regulert, og måledata for overløp ved Tunsbergdalsvatn siden 1979 viser at overløpet stort sett er svært lite, ofte lik null, når det er vannføring omkring middelflom ved Myklemyr. Største registrerte overløp ved dammen de siste 20 åra er på 55 $m^3/s$ den

5/10-1985. Overløpet ved dammen kulminerer én eller flere dager etter kulminasjon ved Myklemyr, slik at flomtoppen fra de to elvegrenene ikke ankommer Jostedøla på samme tidspunkt. På bakgrunn av dette er det naturlig at spesifikk middelflom reduseres i Jostedøla ved utløpet i Gaupnefjorden. For å beregne spesifikk middelflom ved utløpet er det, i mangel av observerte data, laget en konstruert måleserie (se tabell 5) for Jostedøla ved utløpet i Gaupnefjorden. Det er tatt utgangspunkt i observerte data ved Myklemyr. Måleserien ved Myklemyr er skalert opp med en faktor som utgjør forskjellen i feltareal ned til utløpet av fjorden. På den måten antas det at avrenningen til Jostedøla nedstrøms Myklemyr i en flomsituasjon er proporsjonal med feltarealet. Dette er sannsynligvis ikke tilfellet da eventuelle flomvannføringer i mindre sideelver i nedre deler av vassdraget har kulminert og passert utløpet i fjorden før flommen fra det øvrige av vassdraget når strekningen. Faktoren er derfor redusert noe, fra 1,27 til 1,15. I faktoren inngår ikke tilsigsarealet til Tunsbergdalsvatn. Bidraget derfra ved de ulike gjentaksintervall blir inkludert senere i analysen, se kap. 5.1. Bidraget fra Tunsbergdalsvatn ved middelflom antas å være lik null da dette har vært tilfelle flere ganger de siste åra. Analyse av den konstruerte serien (se tabell 5) gir middelflom på ca. 300 l/skm$^2$ ved utløpet i fjorden for periodene før og etter (eksklusivt lokaltilsig til Styggevatn) reguleringen av Jostedøla. Flomformelen gir 485 l/skm$^2$. På bakgrunn av dette er middelflom på 375 l/skm$^2$ benyttet.

Benyttede middelflomvannføringer i Jostedalsvassdraget er vist i tabell 4.

*Tabell 4. Anslåtte verider for midlere flom ($Q_M$), døgnmiddel. Tallene som er uthevet er de som er valgt benyttet som middelflom ved ulike punkter i vassdraget.*

| Del-prosjekt nr. | | $Q_M$ (l/skm$^2$) | Feltareal **$A_1$** inkl. Styggevatn (km$^2$) | Feltareal **$A_2$** ekskl. Styggevatn (km$^2$) | $Q_M$ (m$^3$/s) ($A_1$) | **$Q_M$ (m$^3$/s) ($A_2$)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | Oppstrøms tilløp fra Sperleelvi | 440 | 520 | 451 | 229 | **198** |
| | Nedstrøms tilløp fra Sperleelvi | 440 | 540 | 471 | 238 | **207** |
| | Jostedøla ved Fossagjelet | 440 | 552 | 483 | 243 | **213** |
| fs 076_2 | Jostedøla ved Ormberg | 440 | 559 | 490 | 246 | **216** |
| | Jostedøla ved Haukåsgjelet | 440 | 573 | 504 | 252 | **222** |
| fs 076_1 | Jostedøla nedstrøms tilløp fra Kvernelvi | 375 | 857 | 788 | 321 | **296** |
| | Jostedøla ved utløpet i fjorden | 375 | 864 | 795 | 324 | **298** |

## 4.2. Flomfrekvensverdier

Flommer generert av snøsmelting og flommer som er resultat av nedbørepisoder tilhører to forskjellige populasjoner. Vårflommene er årvisse, men stiger moderat mot høyere gjentaksintervall. Høstflommene kan være små eller mangle mange år, men stiger ofte raskere mot høye gjentaksintervall. I vassdrag med hyppighet av både høst- og vårflommer er det vanlig å utføre separate analyser av vår- og høstflommene, og ekstrapolere hver for seg (Sælthun 1997). I brevassdrag som i Jostedalen opptrer flomepisoder vanligvis på sensommeren og om høsten da det er stor avsmelting fra breene kombinert med mye nedbør, slik at det er én markert flomsesong. Benyttet flomfrekvensanalyse for Jostedalsvassdraget

er derfor utført på årsflommer, dvs. at frekvensanalysene er basert på de høyeste observerte døgnmiddelvannføringene hvert år.

Det er utført flomfrekvensanalyser på årsflommer for en rekke målestasjoner i og omkring Jostedalsvassdraget. Frekvensfaktorene bestemmes ved at ulike statistiske fordelingsfunksjoner tilpasses de observerte dataene ved hver målestasjon. For hver målestasjon velges den fordelingsfunksjonen som tilsynelatende er best tilpasset observerte data. Resultatet av frekvensanalysene som er benyttet i analysegrunnlaget er vist i tabell 5, med midlere flom ($Q_M$) i spesifikke verdier og flommer med forskjellig gjentaksintervall ($Q_T$) som en faktor i forhold til midlere flom. Som beskrevet i kap. 3.1. er flere av målestasjonene i Jostedalsvassdraget ikke egnet til bruk i videre analyser grunnet dårlig kvalitet, korte observasjonsperioder eller lignende. Som det fremgår av tabell 5 gjelder dette alle vannmerkene i Jostedalsvassdraget, bortsett fra Nigardsjøen. Årsakene til dette fremgår av tabell 1 i kap. 3.1 og av lengden på observasjonsperioden angitt i tabell 5. Med bakgrunn i usikkerhet i datamaterialet i Jostedalsvassdraget har det vært nødvendig å trekke observerte data fra målestasjoner i Jostedølas omegn inn i analysegrunnlaget. Kriteriet for utvelgelse av disse målestasjonene er først og fremst at de har en rimelig nærhet til Jostedalsvassdraget, at kvaliteten på data er god, at nedbørfeltene har noenlunde like feltkarakteristika og at de har lange observasjonsperioder (mer enn 30 år), hvilket er nødvendig for å kunne gjøre en god frekvensanalyse. Kun to av målestasjonene i Jostedølas omegn som er presentert i tabell 5 inngår direkte i videre analyser, Gilja i Mørkrisvassdraget og Lovatn i Loenvassdraget. Sammen med faktorene for vannmerket ved Nigardsjøen, inngår disse i Midlet serie i tabell 5.

Resultatet av frekvensanalysene for målestasjonene 76.5. Nigardsjøen, 76.10 Myklemyr, 75.22 Gilja og 88.4 Lovatn er illustrert i figurene 11-14. Figur 11 og 12 viser at funksjonstilpasningen til observerte data ved målestasjonene i Jostedøla ikke er spesielt god, spesielt på høye gjentaksintervall. I tabell 3 i kap. 3.2 er de største flommene som inngår i analysen for de viktigste stasjonene presentert.

Store forskjeller i spesifikk midlere flom mellom enkelte av stasjonene skyldes store forskjeller i nedbørfeltenes utstrekning. Spesifikke flomverdier er normalt adskillig lavere i store enn i små nedbørfelt. Dette skyldes at det i store vassdrag ofte inntreffer at bare deler av et stort vassdrag får nedbør samtidig, og at avløpet fra de forskjellige delene av feltet når hovedelva til forskjellige tidspunkt. Felt med høy effektiv sjøprosent har også normalt lavere spesifikk midlere flom enn felt med lite sjøareal i feltet pga. flomdempning.

I tabell 6 er resultatene for de ulike målestasjonene presentert med midlere flom i absolutte verdier, $Q_M$, og flommer med forskjellige gjentaksintervall, $Q_T$, for varighet ett døgn.

*Tabell 5. Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jostedalsvassdraget og dets omegn, $Q_T/Q_M$*

| Stasjon | | Antall år | Varighet døgn | $Q_M$ l/s*km$^2$ | $Q_{10}/Q_M$ | $Q_{20}/Q_M$ | $Q_{50}/Q_M$ | $Q_{100}/Q_M$ | $Q_{200}/Q_M$ | $Q_{500}/Q_M$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jostedalsvassdraget: | | | | | | | | | | |
| 76.1 | Kroken | 25 | 1 | 486 | *1,34* | *1,49* | *1,68* | *1,82* | *1,97* | *2,16* |
| 76.3 | Fonndøla | 13 | 1 | 720 | *1,49* | *1,69* | *1,96* | *2,15* | *2,35* | *2,62* |
| 76.4 | Leirdal | 11 | 1 | 541 | *1,33* | *1,48* | *1,66* | *1,80* | *1,94* | *2,12* |
| 76.5 | Nigardsjøen | 35 | 1 | 554 | 1,31 | 1,45 | 1,62 | 1,75 | 1,88 | 2,05 |
| 76.10 | Myklemyr | 19 | 1 | 376 | *1,38* | *1,54* | *1,75* | *1,90* | *2,06* | *2,27* |
| | Myklemyr (før reg.) | 8 | 1 | 405 | | | | | | |
| | Myklemyr (etter reg.) | 10 | 1 | 350 | | | | | | |
| * | Myklemyr (etter reg.) | 10 | 1 | 397 | | | | | | |
| 76.11 | Vigdøla | 18 | 1 | 362 | *1,41* | *1,57* | *1,77* | *1,91* | *2,04* | *2,21* |
| | Vigdøla (før reg.) | 9 | 1 | 421 | *1,31* | *1,44* | *1,61* | *1,74* | *1,87* | *2,03* |
| | Vigdøla (etter reg.) | 9 | 1 | 302 | | | | | | |
| 76.32 | Tunsbergdalsvatn | 11 | 1 | 550 | *1,33* | *1,48* | *1,66* | *1,80* | *1,94* | *2,12* |
| | Konstruert serie | 20 | 1 | 287 | *1,38* | *1,54* | *1,75* | *1,90* | *2,06* | *2,27* |
| | Kons. serie (før reg.) | 8 | 1 | 309 | | | | | | |
| | Kons. serie (etter reg) | 10 | 1 | 266 | | | | | | |
| * | Kons. serie (etter reg) | 10 | 1 | 289 | | | | | | |
| Nærliggende vassdrag: | | | | | | | | | | |
| 87.3 | Teita bru (arb.serie) | 27 | 1 | 598 | 1,39 | 1,56 | 1,78 | 1,94 | 2,11 | 2,32 |
| 2.268 | Akslen | 35 | 1 | 233 | 1,37 | 1,52 | 1,72 | 1,86 | 2,01 | 2,21 |
| 77.3 | Sogndalsvatn | 36 | 1 | 532 | 1,49 | 1,70 | 1,97 | 2,18 | 2,38 | 2,65 |
| 75.22 | Gilja | 34 | 1 | 487 | 1,42 | 1,60 | 1,83 | 2,00 | 2,18 | 2,41 |
| 75.23 | Krokenelv | 32 | 1 | 593 | 1,52 | 1,73 | 2,00 | 2,21 | 2,41 | 2,68 |
| 88.4 | Lovatn | 98 | 1 | 349 | 1,32 | 1,45 | 1,60 | 1,70 | 1,81 | 1,95 |
| 88.30 | Oldevatn | 92 | 1 | 399 | 1,32 | 1,44 | 1,60 | 1,71 | 1,81 | 1,96 |
| | Midlet serie | | | | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |

*Tekst i kursiv*: observasjonsserien er ikke egnet til frekvensanalyse, grunnet kort observasjonsserie, reguleringer, usikker vannføringskurve e.l.

* Arealet er endret pga. reguleringen av Styggevatn. Arealet er redusert med tilsigsarealet til Styggevatn, fordi det antas at all drenering til Styggevatn magasineres i vannet. Tilsigsarealet til Styggevatn er 69 km$^2$.

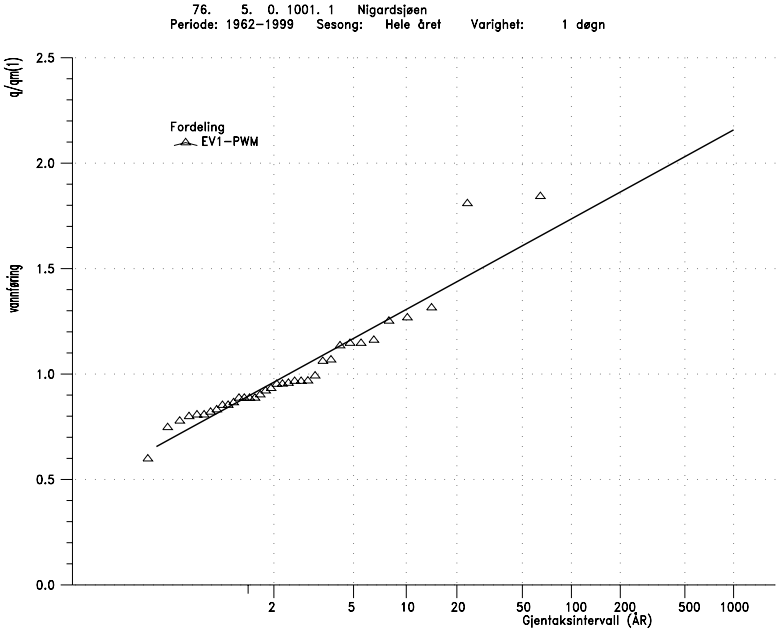
*Tabell 6. Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jostedalsvassdraget og dets omegn, $m^3/s$.*

| Stasjon | | Antall år | Varighet døgn | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jostedalsvassdraget: | | | | | | | | | | |
| 76.1 | Kroken | 25 | 1 | 174 | *233* | *259* | *292* | *317* | *341* | *374* |
| 76.3 | Fonndøla | 13 | 1 | 14,9 | *22,2* | *25,2* | *29,2* | *32,1* | *35,1* | *39,1* |
| 76.4 | Leirdal | 11 | 1 | 75,3 | *100* | *111* | *125* | *136* | *146* | *160* |
| 76.5 | Nigardsjøen | 35 | 1 | 36,6 | 48,0 | 52,9 | 59,2 | 64,0 | 68,7 | 75,0 |
| 76.10 | Myklemyr | 19 | 1 | 215 | *296* | *331* | *376* | *410* | *444* | *488* |
| | Myklemyr (før reg.) | 8 | 1 | 232 | | | | | | |
| | Myklemyr (etter reg.) | 10 | 1 | 200 | | | | | | |
| * | Myklemyr (etter reg.) | 10 | 1 | 200 | | | | | | |
| 76.11 | Vigdøla | 18 | 1 | 17,4 | *24,5* | *27,3* | *30,7* | *33,1* | *35,4* | *38,4* |
| | Vigdøla (før reg.) | 9 | 1 | 20,2 | *26,5* | *29,1* | *32,5* | *35,1* | *37,8* | *41,0* |
| | Vigdøla (etter reg.) | 9 | 1 | 14,5 | | | | | | |
| 76.32 | Tunsbergdalsvatn | 11 | 1 | 75,3 | *100* | *111* | *125* | *136* | *146* | *160* |
| | Konstruert serie | 20 | 1 | 248 | *341* | *381* | *433* | *472* | *510* | *561* |
| | Kons. serie (før reg.) | 8 | 1 | 267 | | | | | | |
| | Kons. serie (etter reg) | 10 | 1 | 230 | | | | | | |
| * | Kons. serie (etter reg) | 10 | 1 | 230 | | | | | | |
| Nærliggende vassdrag: | | | | | | | | | | |
| 87.3 | Teita bru (arb.serie) | 27 | 1 | 130 | 181 | 203 | 231 | 252 | 274 | 302 |
| 2.268 | Akslen | 35 | 1 | 184 | 252 | 280 | 316 | 342 | 370 | 407 |
| 77.3 | Sogndalsvatn | 36 | 1 | 59,0 | 88 | 100 | 116 | 129 | 141 | 156 |
| 75.22 | Gilja | 34 | 1 | 98,9 | 140 | 158 | 181 | 198 | 215 | 238 |
| 75.23 | Krokenelv | 32 | 1 | 27,1 | 41,2 | 47,0 | 54,4 | 59,9 | 65,5 | 72,8 |
| 88.4 | Lovatn | 98 | 1 | 81,6 | 108 | 118 | 130 | 139 | 148 | 159 |
| 88.30 | Oldevatn | 92 | 1 | 81,4 | 107 | 117 | 130 | 139 | 148 | 159 |

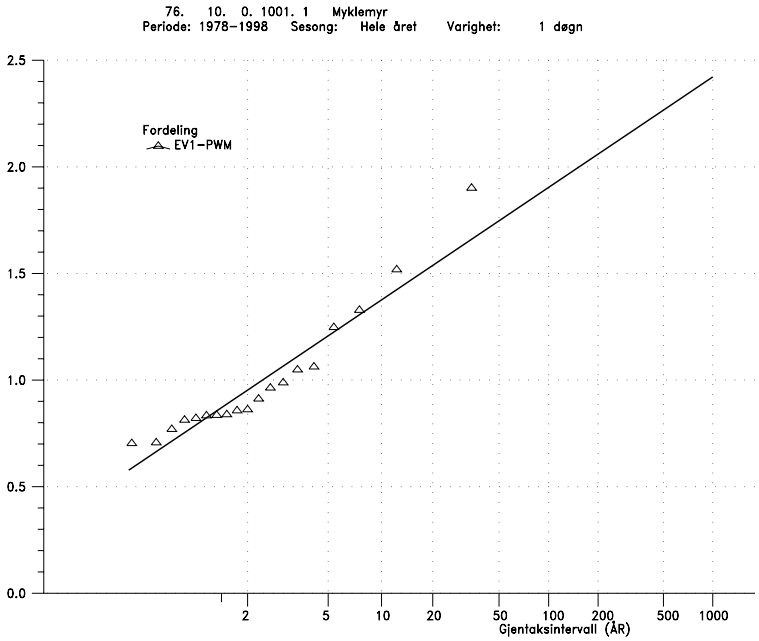
*Tekst i kursiv*: observasjonsserien er ikke egnet til frekvensanalyse, grunnet kort observasjonsserie, reguleringer, usikker vannføringskurve e.l.

* Arealet er endret pga. reguleringen av Styggevatn. Arealet er redusert med tilsigsarealet til Styggevatn, fordi det antas at all drenering til Styggevatn magasineres i vannet. Tilsigsarealet til Styggevatn er 69 $km^2$.

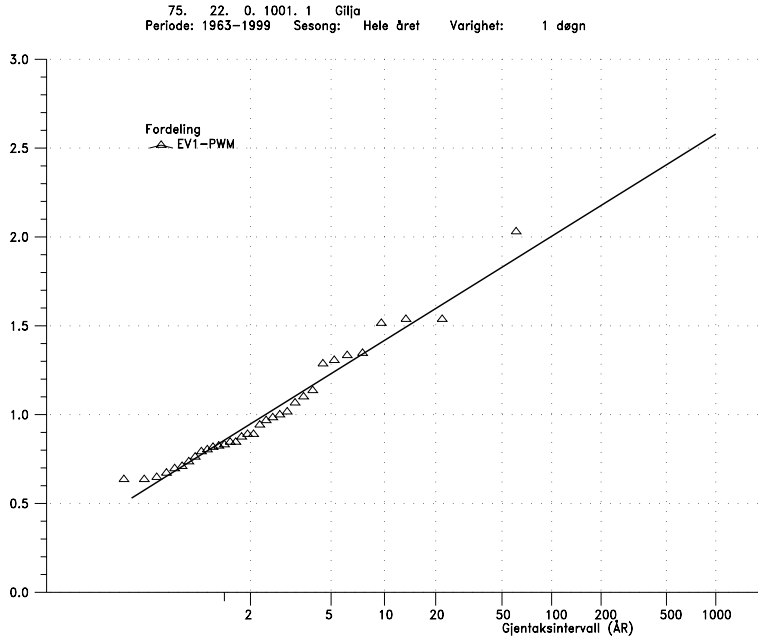
OBS! I vannføringsverdiene oppgitt ovenfor for den konstruerte serien inngår ikke bidraget fra Tunsbergdalsvatn ved ulike gjentaksintervall.



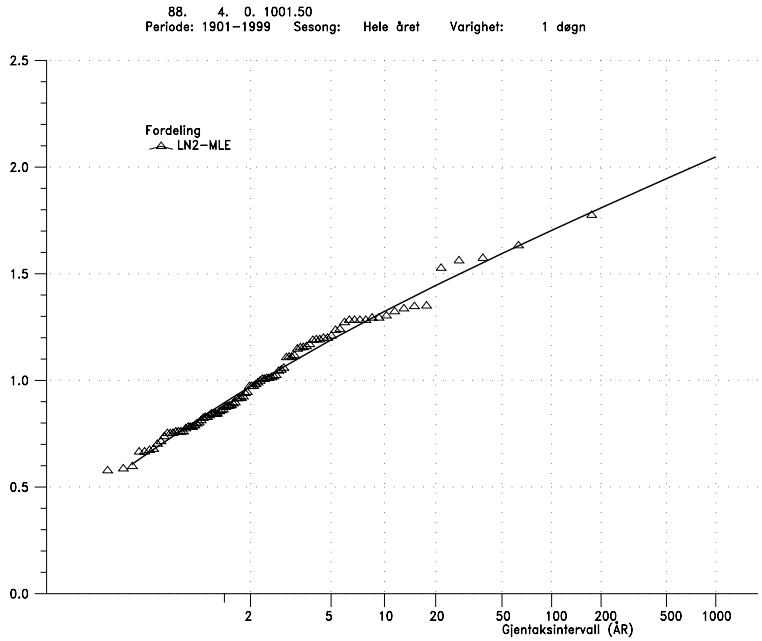

*Figur 11. Flomfrekvensanalyse for Nigardsjøen i Jostedalsvassdraget.*




*Figur 12. Flomfrekvensanalyse for Myklemyr i Jostedalsvassdraget.*




*Figur 13. Flomfrekvensanalyse for Gilja i Mørkrisvassdraget.*



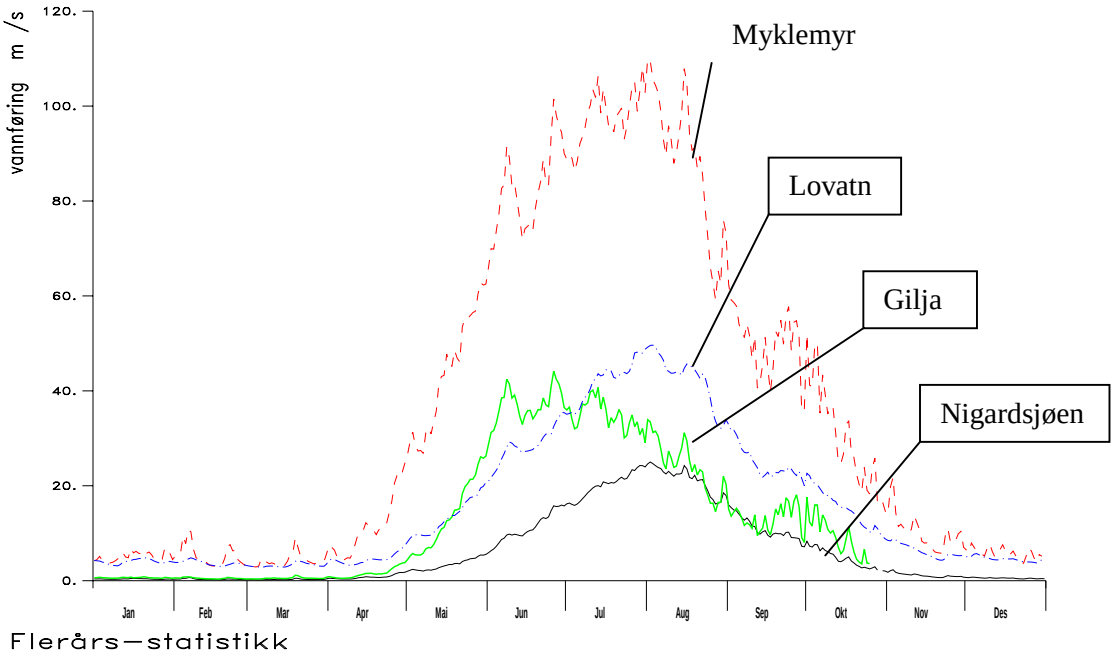

*Figur 14. Flomfrekvensanalyse for Lovatn i Loenvassdraget.*

Flomfrekvensanalysene for målestasjonene i Jostedalsvassdraget og dets omegn danner grunnlag for bestemmelse av representative faktorer for $Q_T/Q_M$ for de strekningene i Jostedalsvassdraget som skal flomberegnes.

Siden ingen av vannmerkene som inngår i analysegrunnlaget hver for seg er ideelle med hensyn på det feltet som skal betraktes, er det i den videre analyse valgt å kombinere målestasjoner i og utenfor Jostedalsvassdraget. Som representativ frekvensanalyse for hele Jostedøla er det benyttet en frekvensanalyse som representerer middelet av frekvensanalysene for Nigardsjøen, Gilja og Lovatn, se Midlet serie i tabell 5. Disse måleseriene er alle uregulerte. Reguleringene i Jostedalsvassdraget er det tatt hensyn til på andre måter, se kap. 4.1 og 5.1. Nigardsjøen har beliggenhet i vassdraget som skal flomberegnes og regnes for å være av god kvalitet. Dette vannmerket har imidlertid større breandel enn de punktene i vassdraget som skal flomberegnes og funksjonstilpasningen i frekvensanalysen er ikke spesielt god. Målestasjonen Gilja i Mørkrisvassdraget er Jostedølas nabo mot øst, og antas å ha omtrent samme nedbørforhold på lesida av Jostedalsbreen, Gilja har mindre feltareal, men omtrent samme årsmiddelavrenning (55 l/skm$^2$, hentet fra NVEs isohydatkart 1930-1960) som Jostedalsvassdraget (~60 l/skm$^2$, hentet fra NVEs isohydatkart 1930-1960), observasjonsserien er relativt lang og serien regnes for å være rimelig god. Nedbørfeltet til Gilja har en del lavere breandel enn Jostedøla. Breandel i et vassdrag har vist seg å ha stor betydning for frekvenskurven. I brevassdrag er flomvariabiliteten lav ved at det ofte er store flomepisoder, slik at frekvenskurven ofte er slak. I og med at vannmerket ved Nigardsjøen har mye høyere og Gilja har lavere breprosent enn Jostedøla, er også vannmerket Lovatn i Loenvassdraget vektet i flomfrekvensanalysen for Jostedøla. Dette vannmerket har omtrent samme breandel som de punktene i Jostedøla som skal beregnes. Nedbørfeltet er mindre og ligger på losida av Jostedalsbreen, men har omtrent samme årsmiddelavrenning (65 l/skm2, hentet fra NVEs isohydatkart 1930-1960). Lovatn har en observasjonsserie på ca. 100 år , har god kvalitet og en meget god funksjonstilpasning i frekvensanalysen (fig. 14). Figur 15 viser flerårsstatisitkk for Myklemyr ved Haukåsgjelet og de målestasjonene som inngår i den midlede serien som er regnet som representativ for Jostedøla. Figuren viser at avrenningsregimet for Gilja og Lovatn samvarierer rimelig godt med midlere avrenning ved Myklemyr og Nigardsjøen. Gilja har normalt størst avrenning i juni/juli, én måneds tid tidligere enn de tre andre vannmerkene, som normalt har størst vannføring i juli/august. Figurene 8-10 viser at disse stasjonene har noenlunde likt regime i normalår.

Skaleringsfaktoren $Q_{500}/Q_M$ for den midlede serien har lavere verdi (2,13) enn områdefaktoren fremkommet i Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag (~2,4) (Sælthun 1997). Til tross for at de fleste flomfrekvensanalysene for vannmerker i Jostedalsvassdraget presentert i tabell 5 og 6 er usikre, viser analysene i området allikevel en tendens til å ha lavere $Q_{500}/Q_M$ -verdier enn områdekurven. $Q_{500}/Q_M$ – faktoren for Midlet serie er omtrent lik gjennomsnittet for tilsvarende faktor ved Nigardsjøen og Myklemyr.

På bakgrunn av disse betraktningene anses det som sannsynlig at frekvensfaktorene for Midlet serie er representativ for Jostedalsvassdraget. I tabell 7 er valgte faktorer $Q_T/Q_M$ for de forskjellige punkter presentert. Feltarealene er beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon (HG).




*Figur 15. Flerårsstatistikk for målestasjonene Nigardsjøen og Myklemyr i Jostedalsvassdraget, Gilja i Mørkrisvassdraget og Lovatn i Loenvassdraget i perioden 1979-1998, som er felles observasjonsperiode for disse målestasjonene.*

*Tabell 7. Grunnlag for beregning av døgnmiddelflom i Jostedalsvassdraget, $Q_T$/ $Q_M$*

| Del-prosjekt nr. | | Felt-areal km$^2$ | $Q_{10}$/ $Q_M$ | $Q_{20}$/ $Q_M$ | $Q_{50}$/ $Q_M$ | $Q_{100}$ / $Q_M$ | $Q_{200}$ / $Q_M$ | $Q_{500}$ / $Q_M$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | Oppstrøms tilløp fra Sperleelvi | 520 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |
| | Nedstrøms tilløp fra Sperleelvi | 540 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |
| | Jostedøla ved Fossagjelet | 552 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |
| fs 076_2 | Jostedøla ved Ormberg | 559 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |
| | Jostedøla ved Haukåsgjelet | 572 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |
| fs 076_1 | Jostedøla nedstrøms tilløp fra Kvernelvi | 857 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |
| | Jostedøla ved utløpet i fjorden | 864 | 1,35 | 1,50 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,13 |

Tabell 7 viser at samme frekvensfaktorer er valgt som representativt for hele Jostedøla fra Fossøy til utløpet i fjorden. På denne strekningen tilløper Leirdøla med et feltareal på 148 km$^2$ som utgjør ca. 20 % av Jostedølas nedbørfelt. Ved flomvannføringer på lave gjentaksintervall er bidraget fra Leirdøla som tidligere nevnt antaglig liten, fordi Tunsbergdalsvatn er regulert slik at vann holdes tilbake i magasinet. Dette kommer tydelig

frem dersom overløpsdata for perioden 1979-1999 analyseres (måleserie 76.32.0.1001.0). Største registrerte avløp i denne perioden er på 55 $m^3/s$ den 5. og 6. oktober 1985. På høye gjentaksintervall har reguleringen antaglig mindre betydning slik at bidraget fra Leirdøla er større. Under storflommen i 1979 var det ikke overløp den 15.,16. og 17. august da flommen kulminerte ved Myklemyr. Dette fremkommer av vannstandsdata for Tunsbergdalsvatn (måleserie 76.32.0.1000.1), der vannstanden den 14. august er 475,77 m, den 17.august 477,75 m og den 20. august 478,21 m. Overløp skjer ved en vannstand i Tunsbergdalsvatn på 478,0 m. I slutten av august 1997, en annen betydelig flomhendelse, kulminerte overløpet ved Tunsbergdalsvatn samme døgn som ved Myklemyr på 41 $m^3/s$. Dette viser at bidraget fra Leirdøla heller ikke er av stor betydning ved større gjentaksintervall sammenlignet med vannføringen i Jostedøla. Samtidig har Leirdølas nedbørfelt større effektiv sjøprosent, slik at flommer dempes. Dataserien på bortimot 20 år viser at overløpet ved dammen i stor grad kulminerer én eller flere dager etter at flommen kulminerer ved Myklemyr. På bakgrunn av endrede regulerings- og flomdempningsforhold kan det synes mer korrekt å variere frekvensfordelingene oppstrøms og nedstrøms tilløpet fra Leirdøla. Siden det ikke finnes vannmerker i Jostedøla nedstrøms tilløpet er grunnlaget for en slik vurdering dårlig. Samme frekvensfordeling er derfor benyttet langs hele elvestrekningen. I forbindelse med en slik vurdering av frekvensfaktorer i nedre deler av Jostedalsvassdraget kunne en tenke seg at den konstruerte serien gjeldende ved utløpet i fjorden kunne vært benyttet. Denne serien er imidlertid en direkte skalering av serien ved Myklemyr. Usikkerhetene i den observerte serien ved Myklemyr er således overført til den konstruerte serien.

# 5. Beregnede flomvannføringer i Jostedalsvassdraget

## 5.1 Døgnmiddelflommer

Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år er beregnet for sju punkter i Jostedøla. Punktene er valgt på bakgrunn av strekningene som skal flomsonekartlegges, beskrevet i kap. 1.1. Tabell 4, med anslåtte middelflomverdier, $Q_M$, og tabell 7 med anslåtte forholdstall $Q_T/Q_M$, danner grunnlag for beregning av flomvannføringene, $Q_T$, i de ulike punktene ($Q_M$ x ($Q_T$/ $Q_M$) = $Q_T$). Det antas at bidraget fra reguleringsmagasinene Styggevatn øverst i Jostedalen og Tunsbergdalsvatn i Leirdøla øker med økende gjentaksintervall. I beregningene er det tatt hensyn til dette for Styggevatn, se kap. 4.1. Overløpsdata etter 1979 viser at det ved Tunsbergdalsvatn er overløp stort sett hver høst i flomperioder. Overløpet disse årene er imidlertid svært lite sammenlignet med flomvannføringen i Jostedøla, og overløpet kulminerer vanligvis én eller flere dager etter kulminasjonen ved Myklemyr. Det er ingen klar sammenheng mellom størrelsen på overløpet ved Tunsbergdalsvatn og vannføringen ved Myklemyr. Store deler av året er det ikke overløp ved Tunsbergdalsvatn. Det er foretatt en skjønnsmessig vurdering av bidraget fra Tunsbergdalsvatn (overløp) ved ulike gjentaksintervall på bakgrunn av observerte data og en flomberegning for Tunsbergdalsvatn foretatt av Berdal Strømme i 1991, som gir beregnet dimensjonerende flom ($Q_{1000}$) for avløpet fra Tunsbergdalsvatn på 238 $m^3/s$, som senere er økt til 300 $m^3/s$ pga. utvidelse av flomtunnelen (Roar Lund, Statkraft Gaupne pers. med.). Antatt overløp ved Tunsbergdalsvatn, $Q_{T,\ Tunsbergd}$ (døgnmiddelverdier), som skal tilføyes vannføringen ved ulike gjentaksintervall i Jostedøla er 0 $m^3/s$ ved $Q_M$, 20 $m^3/s$ ved $Q_{10}$, 30 $m^3/s$ ved $Q_{20}$, 40 $m^3/s$ ved $Q_{50}$, 60 $m^3/s$ ved $Q_{100}$, 75 $m^3/s$ ved $Q_{200}$ og 100 $m^3/s$ ved $Q_{500}$. Flomvannføringen nedstrøms tilløpet fra Leirdøla er dermed beregnet på følgende måte:

$$(Q_M \text{ x } (Q_T/ Q_M))+ Q_{T,\ Tunsbergd} = Q_T$$

Resultatene er vist i tabell 8 der flommer med forskjellig gjentaksintervall, $Q_T$, for varighet ett døgn er presentert.

*Tabell 8. Flomvannføringer ved sju ulike punkter i Jostedalsvassdraget, døgnmiddel i $m^3/s$.*

| Del-prosjekt nr. | | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | Oppstrøms tilløp fra Sperleelvi | 198 | 268 | 297 | 359 | 416 | 447 | 488 |
| | Nedstrøms tilløp fra Sperleelvi | 207 | 280 | 310 | 374 | 432 | 465 | 507 |
| | Jostedøla ved Fossagjelet | 213 | 287 | 318 | 383 | 442 | 475 | 518 |
| fs 076_2 | Jostedøla ved Ormberg | 216 | 291 | 323 | 388 | 447 | 481 | 525 |
| | Jostedøla ved Haukåsgjelet | 222 | 300 | 332 | 398 | 459 | 493 | 538 |
| fs 076_1 | Jostedøla nedstrøms tilløp fra Kvernelvi | 296 | 419 | 472 | 558 | 644 | 703 | 786 |
| | Jostedøla ved utløpet i fjorden | 298 | 423 | 476 | 563 | 649 | 708 | 791 |

## 5.2. Kulminasjonsvannføringer

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flomstigning og spisse flomforløp, som i Jostedalsvassdraget. I større vassdrag er situasjonen ofte slik at avløp fra forskjellige deler av feltet ankommer et og samme punkt i hovedvassdraget på forskjellige tidspunkt. Dermed er forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring ofte lave. Forholdstallet minker vanligvis med feltstørrelsen. Smelteflommer, som er vanlig om våren, har relativt lang varighet og stort volum. Dette gir et dempet avløp, og svært ofte et moderat avvik mellom momentan- og døgnmiddelflommen. For høstflommer, som er dominert av regn, er forholdstallet vanligvis større. Andelen sjøareal i et vassdrag påvirker også i stor grad dette forholdet. I vassdrag med stor effektiv sjøprosent er flomdempningen stor i forhold til i vassdrag med lite sjøareal. Forholdet mellom momentan- og døgnmiddelflom er derfor oftest adskillig mindre i slike vassdrag enn i felt med liten effektiv sjøprosent.

Kulminasjonsvannføringen anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Forholdstallet ($Q_{mom}/Q_{mid}$) mellom observert kulminasjonsvannføring (momentanvannføringen) og døgnmiddelvannføring beregnes da for én eller flere av de større flommene ved målestasjoner i vassdraget, og/eller eventuelt i nærliggende vassdrag, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier). Resultatet av analysen viser at forholdet $Q_{mom}/Q_{mid,}$ beregnet ut fra observerte data ved stasjoner i Jostedalsvassdraget der data med timesverdier er tilgjengelig, varierer i stor grad ved hver enkelt målestasjon. For de tre største flommene ved Myklemyr varierer forholdet fra 1,23 til 1,83, ved Nigardsjøen fra 1,12 til 1,43 (to største), og ved Vigdøla fra 1,14 til 1,27. Forholdstallet $Q_{mom}/Q_{mid}$, midlet for to-tre store flommer ved de ulike målestasjonene er 1,45 ved Myklemyr, 1,28 ved Nigardsjøen og 1,24 ved Vigdøla.

I og med at vannmerkene i Jostedøla er noe usikre pga. profilendringer, er tilsvarende forholdstall estimert for de ulike punktene nedover i Jostedalsvassdraget vha. formler, som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{mom}/Q_{mid}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) (Sælthun 1997). Resultatet ga verdier i god overensstemmelse med gjennomsnittet for Myklemyr presentert over. Ved Haukåsgjelet/Myklemyr ga formelen en $Q_{mom}/Q_{mid}$-verdi på 1,40, ved utløpet i fjorden ble forholdet 1,30. Disse beregnede verdiene er imidlertid noe lavere enn største observerte $Q_{mom}/Q_{mid}$-verdi på 1,83 ved Myklemyr, som ble observert under flommen i 1979. Dersom en $Q_{mom}/Q_{mid}$-faktor på 1,4 benyttes, vil dette føre til at flommer med forløp som storflommen i 1979 blir underestimert. Valg av en faktor på 1,8, som i 1979, vil i andre tilfeller overestimere flomstørrelsene. Med bakgrunn i dette er det valgt å anta at forskjellen mellom kulminasjonsvannføringen og døgnmiddelvannføringen øker med økende gjentaksintervall, slik at $Q_{mom}/Q_{mid}$-faktoren økes med økende gjentaksintervall som vist i tabell 9. Dette virker naturlig siden flommer med store gjentakintervall i Jostedøla oftest skyldes en kombinasjon av snøsmelting og regn, mens flommer med mindre gjentaksintervall er dominert av smelting. Lenger ned, ved utløpet i fjorden, er faktorene ved de ulike gjentaksintervall redusert med 10 %, slik det fremkommer av ovennevnte tall beregnet vha. flomformler. Benyttede $Q_{mom}/Q_{mid}$-verdier og tilsvarende kulminasjonsvannføringer ved ulike gjentaksintervall er presentert i tabell 9. Forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring for overløpet ved reguleringsdammer er normalt mindre enn ved uregulerte forhold. For bidraget fra

Tunsbergdalsvatn benyttes derfor ikke de samme $Q_{mom}/Q_{mid}$-faktorene som i Jostedøla. I og med at overløpet ved Tunsbergdalsvatn i stor grad kulminerer én eller flere dager etter vannføringen i hovedvassdraget, vil vannføringen ved overløpet være jevnt stigende og ikke ha noen markert kulminasjon når vannføringen kulminerer i Jostedøla. Derfor regnes ingen forskjell mellom døgnmiddelvannføring og kulminasjonsvannføring i bidraget fra Leirdøla når vannføringen kulminerer i Jostedøla. Med andre ord er bidraget fra Leirdøla ikke skalert opp ved beregning av kulminasjonsvannføring i Jostedøla.

*Tabell 9. Flomvannføringer i Jostedalsvassdraget, kulminasjonsvannføring i $m^3/s$.*

| Del-prosjekt nr. | | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Q_{mom}/Q_{mid}$: | 1,4 | 1,5 | 1,55 | 1,6 | 1,65 | 1,7 | 1,8 |
| fs 076_3 | Oppstrøms tilløp fra Sperleelvi | 278 | 402 | 460 | 575 | 687 | 760 | 879 |
| | Nedstrøms tilløp fra Sperleelvi | 290 | 420 | 481 | 598 | 713 | 790 | 913 |
| | Jostedøla ved Fossagjelet | 298 | 431 | 493 | 612 | 729 | 807 | 933 |
| fs 076_2 | Jostedøla ved Ormberg | 302 | 437 | 500 | 621 | 738 | 817 | 945 |
| | Jostedøla ved Haukåsgjelet | 310 | 449 | 514 | 637 | 757 | 838 | 968 |
| | $Q_{mom}/Q_{mid}$: | 1,3 | 1,4 | 1,45 | 1,5 | 1,55 | 1,6 | 1,7 |
| fs 076_1 | Jostedøla nedstrøms tilløp fra Kvernelvi | 384 | 579 | 671 | 818 | 966 | 1080 | 1266 |
| | Jostedøla ved utløpet i fjorden | 388 | 584 | 677 | 824 | 973 | 1088 | 1275 |

### 5.3 Samløpsproblematikk

Ofte er det tilfellet at det er flom i ei sideelv i et vassdrag uten at det er flomvannføring i selve hovedelva, eller at flommer kulminerer tidligere i sideelver slik at hovedbidraget fra en sideelv under en flomepisode har passert hovedelva før flomvannføringen i selve hovedelva kulminerer. I hydrauliske modeller for vannlinjeberegninger er det nødvendig å beregne vannføringen i hovedelva når flomvannføringen kulminerer i sideelva. Generelt er det i slike tilfeller nødvendig å beregne vannføringen for hver av greinene i samløpet, som regel to elver inn og én ut.

Langs strekningene som skal flomberegnes i Jostedøla tilløper flere små sideelver. De fleste av disse gir ubetydelige bidrag til vannføringen i Jostedøla. På strekningen fra Gardsøygjelet til Fossagjelet i delprosjekt fs 076_3 tilløper Sperleelvi, som gir et visst bidrag til vannføringen i Jostedøla. Vannføringen i Jostedøla ved flom i Sperleelvi, og omvendt, skal anslås.

En vurdering av vannføringen i Jostedøla ved kulminasjon i Sperleelvi blir svært usikker, siden det ikke finnes observasjoner av vannføring i Sperleelvi. Med utgangspunkt i målestasjonene Vigdøla og Myklemyr lenger ned i vassdraget er det gjort et anslag på flomvannføringer i Sperleelvi med samtidige vannføringer i Jostedøla. Målestasjonen Vigdøla har beliggenhet i sideelva Vigdøla som tilløper Jostedøla rett nedstrøms Myklemyr. En sammenligning mellom Vigdøla og Sperleelvi er gjort på bakgrunn av at forholdet

mellom feltarealene er noenlunde like. Vigdøla (48 $km^2$) utgjør 8,4 % av Myklemyrs feltareal 573 $km^2$). Til sammenligning utgjør Sperleelvis areal (20 $km^2$) 3,8 % av Jostedølas areal oppstrøms tilløpet fra Sperleelvi (520 $km^2$). I tillegg har både Sperleelvi og Vigdøla breer i nedbørfeltet. Vigdøla er regulert ved at vann føres i tunnel ut av feltet for å nyttes i Jostedal kraftverk eller i Styggevatn. Sperleelvi er ikke regulert. Det antas derfor at en frekvensanalyse utført på observerte data i Vigdøla i perioden før reguleringen vil være egnet for å beregne forholdene i Sperleelvi. Denne serien er i utgangspunktet for kort til å kunne foreta en frekvensanalyse. Frekvensfaktorene (tabell 5) stemmer imidlertid godt overens med frekvensanalysen for det uregulerte vannmerket Nigardsjøen som har en observasjonsperiode på 35 år. Middelflom i Sperleelvi er antatt å være omkring 500 l/$skm^2$. Dette med utgangspunkt i at middelflom i Vigdøla i uregulert periode er beregnet til 420 l/$skm^2$, mens middelflom ved Nigardsjøen og ved Leirdal er omkring 550 l/$skm^2$. Forholdet $Q_{mom}/Q_{mid}$ i Sperleelvi er antatt å øke med økende gjentaksintervall, fra 1,4 til 1,8, som i Jostedøla oppstrøms tilløpet fra Leirdøla. Data med fin tidsoppløsning (timesverdier) fra målestasjonene viser at kulminasjonstidspunktet i mange tilfeller sammenfaller ved Vigdøla og ved Myklemyr, både i perioden før og etter regulering i Vigdøla. Kulminasjonsvannføringen i Vigdøla ved fem av de største observerte flommene utgjør mellom 9 % og 17 %, med et snitt på 13 %, i forhold til døgnmiddelvannføringen ved Myklemyr samme døgn. Dette antas også å være tilfellet i Sperleelvi, slik at når vannføringen kulminerer i Sperleelvi, utgjør kulminasjonsvannføringen her ca. 13 % av døgnmiddelvannføringen i Jostedøla rett oppstrøms Sperleelvi, med sammenfallende kulminasjonstidspunkt.

Tabell 10 viser vannføringen i Jostedøla oppstrøms og nedstrøms tilløpet fra Sperleelvi, når Sperleelvi kulminerer. Vannføringen i Sperleelvi ved kulminasjon anslås som beskrevet over, og antas samtidig å utgjøre 13 % av døgnmiddelvannføringen i Jostedøla oppstrøms tilløpet fra Sperleelvi. Det antas at hovedelva og sideelva kulminerer på samme tidspunkt, altså den mest ugunstige situasjonen i en flomsituasjon. Vannføringen i Sperleelvi og Jostedøla oppstrøms samløpet er derfor summert for å gi et estimat på vannføringen i Jostedøla nedstrøms samløpet når det er flom i Sperleelvi.

Ved beregning av vannføring i Sperleelvi ved flom i Jostedøla, er det antatt at vannføringen i Jostedøla oppstrøms og nedstrøms tilløpet fra Sperleelvi har samme gjentaksintervall. Bidraget fra Sperleelvi er dermed beregnet som differansen mellom beregnet kulminasjonsvannføring oppstrøms og nedstrøms samløpet ved samme gjentaksintervall (se tabell 11).

*Tabell 10. Samhørende verdier for vannføring i Jostedøla når vannføringen kulminerer i sideelva Sperleelvi (kulminasjonsvannføringer). ($Q_T$) angir hvilke av vannføringsverdiene i tabellen som tilsvarer gjentaksintervallet øverst i kolonnene.*

| Delprosjekt nr. | | $Q_{mom}/Q_{mid}$ | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | I Sperleelvi ($Q_T$), døgnmiddelvannføring | | 10 | 13 | 14 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| | I Sperleelvi ($Q_T$), kulminasjonsvannføring | 1,4-1,8 | 14 | 20 | 22 | 26 | 29 | 32 | 37 |
| | Jostedøla oppstrøms Sperleelvi | | 108 | 151 | 172 | 198 | 221 | 244 | 282 |
| | Jostedøla nedstrøms Sperleelvi | | 122 | 171 | 194 | 224 | 250 | 276 | 319 |

*Tabell 11. Samhørende verdier for vannføring i sideelva Sperleelvi når Jostedøla kulminerer (kulminasjonsvannføringer). ($Q_T$) angir hvilke av vannføringsverdiene i tabellen som tilsvarer gjentaksintervallet øverst i kolonnene.*

| Delprosjekt nr. | | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fs 076_3 | Jostedøla oppstrøms Sperleelvi ($Q_T$) | 278 | 402 | 460 | 575 | 687 | 760 | 879 |
| | Jostedøla nedstrøms Sperleelvi ($Q_T$) | 290 | 420 | 481 | 598 | 713 | 790 | 913 |
| | I Sperleelvi | 12 | 18 | 21 | 23 | 26 | 30 | 34 |

## 5.4 Flomforløp

Flomforløp ved ulike gjentaksintervall med 6 timers tidsskritt over tre døgn skal beregnes i Jostedøla ved Myklemyr/Haukåsgjelet og ved utløpet i fjorden.

I de punktene der det skal beregnes et flomforløp må flomvolumet beregnes for samme tidsrom/varighet som flomforløpet. Flomvolumet er beregnet ved frekvensanalyser på flommer med varighet ett og tre døgn ved målestasjonen Myklemyr ved Haukåsgjelet. Resultatene viser at tredøgnsmiddelet for vannføring utgjør omkring 70 % av ettdøgnsmiddelet for alle gjentaksintervall, slik at flommer med varighet tre døgn utgjør 70 % av døgnmiddelvannføringene ved Haukåsgjelet i tabell 8 i kap.5.1. Tilsvarende må også beregnes ved utløpet i fjorden. Siden det der ikke finnes noe vannmerke det kan gjøres flomfrekvensanalyse for, er flommer med varighet tre døgn beregnet ved å multiplisere døgnmiddelvannføringene med varighet tre døgn ved Haukåsgjelet med en faktor for hvert gjentaksintervall som tilsvarer forholdet mellom døgnmiddelvannføringene ved de ulike gjentaksintervall (varighet ett døgn) ved Haukåsgjelet og ved utløpet i fjorden. Faktorene er i størrelsesorden 1,35-1,45. Det antas altså at det er samme forhold mellom middelvannføringer over ett døgn og middelvannføringer over tre døgn på de to punktene i vassdraget. Flommer med varighet ett og 3 døgn ved Haukåsgjelet og ved utløpet i fjorden er presentert i tabell 12.

*Tabell 12. Ettdøgnsmidler og tredøgnsmidler for flommer ved Haukåsgjelet og ved utløpet i fjorden.*

| | Varig-het | $Q_M$ $m^3/s$ | $Q_{10}$ $m^3/s$ | $Q_{20}$ $m^3/s$ | $Q_{50}$ $m^3/s$ | $Q_{100}$ $m^3/s$ | $Q_{200}$ $m^3/s$ | $Q_{500}$ $m^3/s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ved Haukåsgjelet | 1 | 222 | 300 | 332 | 398 | 459 | 493 | 538 |
| Ved Haukåsgjelet | 3 | 155 | 210 | 232 | 279 | 321 | 345 | 377 |
| Ved utløpet i fjorden | 1 | 298 | 423 | 476 | 563 | 649 | 708 | 791 |
| Ved utløpet i fjorden | 3 | 209 | 296 | 333 | 394 | 454 | 496 | 554 |

Utgangspunktet for beregning av flomforløpet ved de forskjellige gjentaksintervallene er avløpsdata fra flommen i 1979 ved Myklemyr som er presentert som timesverdier i tidsrommet omkring kulminasjon i rapporten "Flommen i Jostedal i august 1979" (NVE

1981). Med utgangspunkt i en omregning av disse verdiene er det beregnet 6-timers verdier for forløpet under denne flommen både ved Haukåsgjelet og ved utløpet i fjorden etter alternativ 3 i vedlegg, som beskriver timesverdier for forløpet under flommen i 1979. For hvert 6-timers tidskritt over tre døgn er det beregnet en faktor som utgjør forholdet mellom vannføringen ved hvert tidsskritt og høyeste kalenderdøgnmiddel (ved Haukåsgjelet: 455 $m^3/s$, ved utløpet (skalert opp med utg.punkt i Haukåsgjelet som over): 645 $m^3/s$). Disse verdiene er så justert manuelt slik at de stemmer overens med valgte $Q_{mom}/Q_{mid}$-verdier fra kap. 5.2 og med totalvolumet for de ulike varighetene angitt i tabell 12. Faktoren som så fremkommer for hver 6.time multipliseres med beregnet døgnmiddelvannføring for gitt gjentaksintervall ved de to punktene i vassdraget.

*Tabell 13. Flomforløp ved Haukåsgjelet (Myklemyr), momentanvannføringer.*

| 1979-flommen | | $Q_M$ | $Q_{10}$ | $Q_{20}$ | $Q_{50}$ | $Q_{100}$ | $Q_{200}$ | $Q_{500}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Døgnverdi | Vannf. $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ |
| | 455 | 222 | 300 | 332 | 398 | 459 | 493 | 538 |
| 6 | 95 | 101 | 138 | 153 | 183 | 211 | 227 | 247 |
| 12 | 101 | 103 | 141 | 156 | 187 | 216 | 232 | 253 |
| 18 | 113 | 118 | 159 | 176 | 211 | 243 | 261 | 285 |
| 24 | 245 | 144 | 195 | 216 | 259 | 298 | 311 | 339 |
| 30 | 500 | 209 | 270 | 286 | 330 | 367 | 380 | 387 |
| 36 | 834 | 310 | 449 | 514 | 637 | 757 | 838 | 968 |
| 42 | 457 | 202 | 261 | 289 | 338 | 381 | 399 | 414 |
| 48 | 340 | 166 | 219 | 239 | 287 | 330 | 355 | 382 |
| 54 | 312 | 151 | 204 | 226 | 271 | 312 | 335 | 366 |
| 60 | 245 | 138 | 180 | 193 | 231 | 266 | 296 | 323 |
| 66 | 197 | 120 | 162 | 176 | 211 | 243 | 266 | 291 |
| 72 | 176 | 104 | 141 | 163 | 195 | 225 | 242 | 264 |

Øverste rad i tabell 13 angir døgnmiddelvannføringen (kalenderdøgn) ved kulminasjon observert ved Myklemyr/Haukåsgjelet under flommen i 1979 og døgnmiddelvannføringen ved Haukåsgjelet ved ulike gjentaksintervall som beregnet i tabell 8. Flommen i 1979 kulminerte kl. 03.00 natt til 15.august. Døgnmiddelvannføringen ved kulminasjon beregnet for kalenderdøgn vil derfor avvike fra høyeste 24-timers døgnmiddel. Ved beregningen av et flomforløp ved metoden som er beskrevet over, er døgnmiddelvannføringen ved kulminasjon av stor betydning for resultatet. I vedlegget er det gitt forskjellige alternativer for "observert" avløp under flommen i 1979, som igjen gir forskjellige alternativer for valg av døgnmiddel ved kulminasjon. Grunnlaget for de fleste flomanalyser er døgnlige (kalenderdøgn) middelverdier for vannføring, og dette er også valgt i dette tilfellet, selv om døgnmiddel for kalenderdøgn avviker fra høyeste døgnmiddel. Døgnmiddelvannføringen på 455 $m^3/s$ er beregnet for kalenderdøgnet 15.august med utgangspunkt i timesverdier fra forløp alternativ 3 i vedlegget.

Ved utløpet i fjorden er det benyttet samme fremgangsmåte som ved Haukåsgjelet. Døgnmiddelvannføringen ved kulminasjon under flommen i 1979 er beregnet ved å

multiplisere døgnmiddelvannføringen ved Hauksågjelet med faktorer som beskrevet over. Middelvannføringene for hver 6.time er også beregnet som tilsvarende større enn ved Haukåsgjelet.

*Tabell 14. Flomforløp ved utløpet i fjorden (Gaupne), momentanvannføringer.*

| 1979-flommen | | $Q_M$ | $Q_{10}$ | $Q_{20}$ | $Q_{50}$ | $Q_{100}$ | $Q_{200}$ | $Q_{500}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Døgnverdi | Vannf. $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ | $m^3/s$ |
| | 645 | 298 | 423 | 476 | 563 | 649 | 708 | 791 |
| 6 | 118 | 113 | 145 | 164 | 197 | 225 | 252 | 293 |
| 12 | 127 | 119 | 161 | 186 | 223 | 254 | 271 | 314 |
| 18 | 140 | 137 | 181 | 208 | 244 | 284 | 303 | 349 |
| 24 | 311 | 191 | 258 | 266 | 317 | 343 | 379 | 432 |
| 30 | 635 | 283 | 375 | 409 | 464 | 525 | 556 | 598 |
| 36 | 1059 | 387 | 584 | 677 | 825 | 973 | 1088 | 1275 |
| 42 | 580 | 283 | 399 | 440 | 521 | 584 | 626 | 680 |
| 48 | 432 | 238 | 334 | 378 | 443 | 514 | 562 | 611 |
| 54 | 396 | 218 | 314 | 356 | 422 | 490 | 537 | 577 |
| 60 | 311 | 200 | 290 | 329 | 390 | 455 | 499 | 535 |
| 66 | 250 | 179 | 262 | 298 | 354 | 413 | 455 | 508 |
| 72 | 224 | 155 | 246 | 280 | 333 | 390 | 429 | 480 |

# 6. Kalibreringsdata til hydraulisk modell

Til kalibrering av hydraulisk modell for Jostedalsvassdraget foreligger vannstandsobservasjoner ved Gaupne på høy vannføring den 2. november 1999. Basert på observasjoner fra hydrometrisk stasjon ved Myklemyr er døgnmiddelvannføringen anslått ved Gaupne denne dagen.

Døgnmiddelvannføringen ved Myklemyr 2. november 1999 var 134 $m^3/s$, hvilket er godt i underkant av middelflom på 222 $m^3/s$. Som tidligere beskrevet antas det da at overløpet/bidraget fra Tunsberdalsvatn er lik null. Dette bekreftes ved at vannstanden i Tunsbergdalsvatn den 2. november 1999 var 476,46 m o.h. Overløp skjer ved en vannstand på 478 m o.h. Vannføringen i Jostedøla ved utløpet i fjorden kan da beregnes på tilsvarende måte som beskrevet i kap. 4.1. ved å skalere opp vannføringen ved Myklemyr med en faktor på 1,15. Dette gir en vannføring på 154 $m^3/s$ i Jostedøla ved utløpet den 2. november 1999.

# 7. Observerte flommer

De to største flommene i Jostedalsvassdraget i senere tid var i midten av august 1979 og i slutten av august 1997. Av disse var flommen i 1979 den største med en døgnmiddelvannføring på 410 $m^3/s$, 455 $m^3/s$ eller 513 $m^3/s$ ved Myklemyr, avhengig av beregningsmetoden (se vedlegg). Flommen i 1997 hadde en døgnmiddelvannføring ved kulminasjon på 327 $m^3/s$ ifølge NVEs dataarkiv HydraII.

Flommen i 1979 var forårsaket av stor smelting på breene kombinert med mye nedbør. I tidsrommet 13.august kl.06 til 15.august kl. 06 var lufttemperaturen i Jostedalen mellom 8 og 20 °C, og oppe på breene mellom 5 og 9 °C. Om kvelden 14.august kom et intenst lavtrykk inn over Sør-Norge og passerte Jostedalsområdet. Nedbøren ble dette døgnet målt til 77,8 mm på Fåberg øverst i Jostedalen. Dette er den høyeste døgnnedbøren siden stasjonen ble opprettet i 1895. Mens smeltingen og tilførselen av smeltevann foregikk noenlunde jevnt over to døgn, var nedbøren konsentrert til mindre enn ett døgn. Det var den kraftige nedbøren som var årsaken til flomtoppen og de store skadene (Gjessing & Wold 1980).

I rapporten "Flommen i Jostedalen i august 1979" (NVE Rapport nr 2 1981) er følgende gjengitt om flomforløpet ved Myklemyr i august 1979:
*Utover ettermiddagen og kvelden den 14.august utviklet flommen seg med en rivende fart. Vannstanden ved vannmerket Myklemyr steg med ca. en meter for hver tredje time. Litt før kl. 22 ble stasjonens registreringsevne overskredet, idet instrumentets flottør stoppet mot gulvet i målehuset. Flommen kulminerte først da vannstanden stod 1.16 m opp på veggen. Denne maksimalvannstanden ble innmålt til å tilsvare 8,24 m på referanseskalaen. Da vannstanden ved 6-tiden den 15.august var sunket til 6,89 m trådte flottøren igjen i funksjon og instrumentet ga korrekte verdier fra dette tidspunkt. Som det her fremgår er det åtte timer der det ikke finnes nøyaktig kjennskap til flommens forløp. Siden kulminasjonsvannstanden er kjent, er det godt grunnlag for å kunne bedømme hvordan vannstanden har variert i dette tidsrommet. Da stasjonen hadde vært i drift i bare ett år, var det utført få målinger for fastleggelse av vannføringskurvens forløp. Høyeste målte vannføring var 90 $m^3/s$. For å få sikrere holdepunkt for kurvens øvre del besørget Statkraftverkene modellforsøk i Vassdrags- og havnelaboratoriets (VHL) regi. Imidlertid viste det seg ganske fort et annet problem, at elveprofilet ved målestasjonen var blitt ganske sterkt endret under flommen. Store løsmasser, iberegnet store kampesteiner, var blitt fraktet nedover elva. Vintervannstanden etter flommen viste seg å være ca. én meter lavere enn tidligere. Den vannføringskurven modellforsøkene ga måtte således bli ganske forskjellig fra kurven basert på målinger før flommen. Det viste seg at dersom VHLs kurve ble lagt til grunn for kulminasjonsvannstanden ble maksimalvannføringen urimelig høy, sammenlignet med målestsjonene Nigardssjøen og Kroken. Flomforløpet ble derfor beregnet ved en overgang fra NVEs til VHLs kurve* (som beskrevet i vedlegg 1 alternativ 1*), med en kulminasjonsvannføring på tett oppunder 800 $m^3/s$ og en døgnmiddelvannføring den 15.august på 513 $m^3/s$.*

I NVEs database HydraII er det laget en vannføringskurve gjeldende fra 16.august 1979 til 31.januar 1980 som bygger på flere vannføringsmålinger enn for forrige periode. Høyeste målte vannføring er 168 $m^3/s$. Denne kurven bygger ikke på VHLs kurve, og det antas derfor at VHLs kurve er forkastet i og med at den ga urimelig høye verdier. I denne rapporten er

flomforløpet under flommen i 1979 derfor beregnet ved å kombinere NVEs kurver før og etter flomkulminasjonen som beskrevet i vedlegget, alternativ 3, med en kulminasjonsvannføring på 834 $m^3/s$ og en døgnmiddelvannføring på 455 $m^3/s$ den 15.august. Gjentaksintervall på flommer er avhengig av hvilken varighet som betraktes. Ved en observert flom kan kulminasjonsvannføringen ha ett gjentaksintervall mens døgnmiddelvannføringen kan ha et annet. Foreliggende beregninger (tabell 8 og 9) viser at flommen i 1979 hadde et gjentaksintervall på 100 år ved Myklemyr tatt i betraktning døgnmiddelvannføringer, mens det var en 200 års flom mhp. kulminasjonsvannføring.. Beregningene er noe i uoverenstemmelse med tidligere flomberegning for Jostedalsvassdraget (Direktoratet for Statkraftverkene), der 100 års flom ved Myklemyr er beregnet til ca. 790 $m^3/s$ (kulminasjon), hvilket utgjør i overkant av en 100 års flom i de foreliggende beregningene. Den største forskjellen sammenlignet med den tidligere beregningen er størrelsen på vannmengdene som tilløper på strekningen mellom Myklemyr og Gaupne ved flom. I foreliggende beregning er 100-års flom ved Gaupne bortimot 1000 $m^3/s$, mens tilsvarende i den tidligere beregningen er 1300 $m^3/s$. I foreliggende beregning utgjør denne forskjellen i overkant av 200 $m^3/s$, mens det i den tidligere beregningen utgjør over 500 $m^3/s$. Med utgangspunkt i relativt lite bidrag fra Tunsbergdalsvatn som beskrevet tidligere, selv ved høye gjentaksintervall, synes et tilløp mellom Myklemyr og Gaupne på 500 $m^3/s$ som urimelig høyt.

I en artikkel i tidsskriftet Været nr. 1 1980, gjengis et flomforløp ved Myklemyr med en kulminasjonsvannføring den 15.august 1979 på i underkant av 1000 $m^3/s$. Dette forløpet er rekonstruert på bakgrunn av de registreringer som finnes ved Nigardsvatn og Myklemyr. Dette viser at selv om grunnlaget for rekonstruksjon av flomforløpet ved Myklemyr i august 1979 er godt, fremkommer svært ulike verdier for kulminasjonsvannføring.

Ovenfor Myklemyr finnes et gammelt flommerke innslått i stein. Dette merket er fra den forrige storflommen i Jostedal i august 1898. I august 1979 var vannstanden på stedet vel en meter høyere enn samme dato i 1898 (Gjessing & Wold 1980). For å gi et bilde av hvilken svær vannstandsstigning det her dreide seg om kan nevnes at vanlig vintervannstand ligger 8,5 m under det nivå som flommen nådde opp til (Hegge & Krog 1981).

# 7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Jostedalsvassdraget kan karakteriseres som noe tynt. Dataseriene ved de hydrometriske målestasjonene i selve vassdraget har usikker kvalitet pga. de stadige profilendringene i elveleiet som oppstår i brevassdrag med stor materialtransport og svært varierende vannføringsforhold. Beregningene er derfor delvis basert på observasjoner fra målestasjoner med lange observasjonsserier og bra kvalitet i nærliggende vassdrag. Erfaringer tilsier at breandelen i nedbørfeltet har stor betydning for frekvensfaktorene som fremkommer ved frekvensanalyse. Det er derfor usikkert i hvilken grad de benyttede vannmerkene utenfor vassdraget er representative for forholdene i Jostedalsvassdraget, siden breandelen er noe varierende. Som beskrevet i kap. 6 er det noe uoverensstemmelse mellom de foreliggende beregninger og tidligere flomberegninger for Jostedalsvassdraget.

Tross store usikkerheter i flomberegningene er alle flomtall presentert med en nøyaktighet på 1 $m^3/s$. Dette er gjort av praktiske grunner. I og med at flomtall er presentert for flere punkter i vassdraget og for flere gjentaksintervall, vil en utjevning kunne gi uoverenstemmelse i dataene.

I tillegg til usikkerhetene som beskrevet over er det en hel del andre usikkerheter 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 reelle 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.

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 kun den at datagrunnlaget er noe tynt, og beregningen kan ut fra dette kriterie klassifiseres i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

## Referanser

Berdal Strømme 1991: Flomberegning. Leirdøla kraftverk, Tunsbergdalsvatn. Sandvika juni 1991.

Førland, E. J.: Nedbørnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI-rapport nr. 39/93 Klima.

Gjessing, Y. T. & Wold, B. 1980: Flommen i Jostedalen 14.-15.august 1979. Været. Nr.1-1980. Meteorologisk institutt.

Hegge, K. & Krog, S. 1981: Flommen i Jostedal i august 1979. Rapport 2-1981. NVE.

NVE 1987: Avrenningkart over Norge (1930-1960), 1:500 000.

NVE 23.12.1999 (brev): Statkraft SF – Søknad om permanent manøvreringsreglement for Jostedal kraftverk i Jostedøla, Luster kommune, Sogn & Fjordane fylke – NVEs innstilling til OED.

Pettersson, L.E. 2000: Prosjekthåndbok for Flomsonekartprosjektet. Retningslinjer for flomberegninger. Versjon 1.0, NVE.

Sælthun, N. R. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14-97, NVE.

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

Direktoratet for Statkraftverkene: Breheimutbyggingen – Alt. D. Hydrologi. Reguleringens virkning på flommene i Jostedalvassdraget. Revidert flomanalyse og detaljert virkningsanalyse.

# Vedlegg

Timesverdier for forløpet under flommen i 1979 ved målestasjonen 76.10 Myklemyr.

I tabellen er det gitt tre ulike alternativer for flomforløpet under flommen i august 1979 ved Myklemyr.

**Alternativ 1**: Timesverdiene er hentet direkte fra rapporten ”Flommen i Jostedalen i august 1979”. Rapport nr. 2-1981. NVE, Hydrologisk avdeling. Omregningen fra vannstand til vannføring er gjort på følgende måte:

I flommens første fase benyttes vannføringskurven gjeldende før profilforandringen (NVEs kurve for perioden 24.05.1978-15.08.1979). I flommens sluttfase benyttes vannføringskurven gjeldende etter profilforandringen opprettet ved modellforsøk i Vassdrags-og Havnelaboratoriets regi (VHL). Det er antatt en jevn overgang mellom NVEs og VHLs vannføringskurve i tidsrommet fra kl. 03 til 08 den 15.august. Det er her forutsatt at endringen av elveløpet skjer etter flomkulminasjon.

**Alternativ 2**: Timesverdiene er omregnet fra vannstand til vannføring via vannføringskurven i NVEs database, HydraII, som gjelder for perioden 24.05.1978-15.08.1979. I HydraII lar det seg ikke gjøre å endre vannføringskurve innenfor et døgn. Fra 16.08.1979 er kurven som gjelder 16.08.1979-31.01.1980 benyttet.

**Alternativ 3**: Timesverdiene er omregnet fra vannstand til vannføring slik at vannføringskurven 24.05.1978-15.08.1979 gjelder frem til og med kulminasjonstidspunktet kl.02.00 den 15.08. Deretter er vannføringskurven, som i HydraII gjelder for perioden 16.08.1979-31.01.1980, benyttet fra kl. 03.00.

| Dato | Klokkeslett | Vannstand | Forløp Alt.1 | Forløp Alt.2 | Forløp Alt.3 |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.08.79 | 0 | 316 | 95 | 95 | 95 |
| | 1 | 315 | 94 | 94 | 94 |
| | 2 | 313 | 93 | 93 | 93 |
| | 3 | 312 | 92 | 92 | 92 |
| | 4 | 310 | 91 | 91 | 91 |
| | 5 | 308 | 89 | 89 | 89 |
| | 6 | 307 | 88 | 88 | 88 |
| | 7 | 305 | 87 | 87 | 87 |
| | 8 | 303 | 86 | 86 | 86 |
| | 9 | 302 | 85 | 85 | 85 |
| | 10 | 301 | 84 | 84 | 84 |
| | 11 | 301 | 84 | 84 | 84 |
| | 12 | 301 | 84 | 84 | 84 |
| | 13 | 302 | 85 | 85 | 85 |
| | 14 | 303 | 86 | 86 | 86 |
| | 15 | 304 | 86 | 86 | 86 |
| | 16 | 305 | 87 | 87 | 87 |
| | 17 | 306 | 88 | 88 | 88 |
| | 18 | 308 | 89 | 89 | 89 |

*Fortsetter neste side*

| Dato | Klokkeslett | Vannstand | Forløp Alt.1 | Forløp Alt.2 | Forløp Alt.3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 19 | 310 | 91 | 91 | 91 |
| | 20 | 313 | 93 | 93 | 93 |
| | 21 | 316 | 95 | 95 | 95 |
| | 22 | 320 | 98 | 98 | 98 |
| | 23 | 321 | 98 | 98 | 98 |
| | 24 | 321 | 98 | 98 | 98 |
| 14 08 79 | 1 | 322 | 99 | 99 | 99 |
| | 2 | 323 | 100 | 100 | 100 |
| | 3 | 325 | 101 | 101 | 101 |
| | 4 | 237 | 103 | 103 | 103 |
| | 5 | 330 | 105 | 105 | 105 |
| | 6 | 332 | 107 | 107 | 107 |
| | 7 | 334 | 108 | 108 | 108 |
| | 8 | 337 | 110 | 110 | 110 |
| | 9 | 340 | 113 | 113 | 113 |
| | 10 | 348 | 119 | 119 | 119 |
| | 11 | 366 | 134 | 134 | 134 |
| | 12 | 393 | 158 | 158 | 158 |
| | 13 | 417 | 180 | 180 | 180 |
| | 14 | 446 | 210 | 210 | 210 |
| | 15 | 478 | 245 | 245 | 245 |
| | 16 | 520 | 295 | 295 | 295 |
| | 17 | 556 | 341 | 341 | 341 |
| | 18 | 586 | 382 | 382 | 382 |
| | 19 | 606 | 411 | 411 | 411 |
| | 20 | 630 | 447 | 447 | 447 |
| | 21 | 664 | 500 | 500 | 500 |
| | 22 | 696 | 553 | 553 | 553 |
| | 23 | 726 | 605 | 605 | 605 |
| | 24 | 757 | 661 | 661 | 661 |
| 15 08 79 | 1 | 790 | 723 | 723 | 723 |
| | 2 | 824 | 790 | 790 | 790 |
| | 3 | 812 | 766 | 766 | 834 |
| | 4 | 772 | 722 | 688 | 754 |
| | 5 | 731 | 678 | 613 | 678 |
| | 6 | 686 | 622 | 536 | 599 |
| | 7 | 656 | 597 | 487 | 549 |
| | 8 | 622 | 569 | 435 | 495 |
| | 9 | 596 | 531 | 397 | 457 |
| | 10 | 568 | 491 | 357 | 417 |
| | 11 | 550 | 467 | 333 | 392 |
| | 12 | 540 | 453 | 320 | 379 |
| | 13 | 528 | 437 | 305 | 363 |
| | 14 | 517 | 424 | 291 | 349 |
| | 15 | 510 | 415 | 282 | 340 |
| | 16 | 504 | 407 | 275 | 333 |
| | 17 | 501 | 403 | 272 | 329 |
| | 18 | 498 | 400 | 268 | 326 |
| | 19 | 496 | 397 | 265 | 323 |
| | 20 | 493 | 393 | 262 | 320 |
| | 21 | 487 | 386 | 255 | 312 |
| | 22 | 478 | 374 | 245 | 302 |
| | 23 | 466 | 359 | 231 | 288 |
| | 24 | 454 | 344 | 218 | 275 |

*Fortsetter neste side*

| Dato | Klokkeslett | Vannstand | Forløp Alt.1 | Forløp Alt.2 | Forløp Alt.3 |
|---|---|---|---|---|---|
| 16.08.79 | 1 | 445 | 333 | 265 | 265 |
| | 2 | 435 | 321 | 254 | 254 |
| | 3 | 426 | 311 | 245 | 245 |
| | 4 | 415 | 299 | 233 | 233 |
| | 5 | 406 | 289 | 225 | 225 |
| | 6 | 397 | 278 | 216 | 216 |
| | 7 | 390 | 270 | 209 | 209 |
| | 8 | 383 | 262 | 202 | 202 |
| | 9 | 377 | 256 | 197 | 197 |
| | 10 | 370 | 248 | 190 | 190 |
| | 11 | 365 | 242 | 186 | 186 |
| | 12 | 359 | 236 | 181 | 181 |
| | 13 | 353 | 229 | 175 | 175 |
| | 14 | 351 | 227 | 174 | 174 |
| | 15 | 354 | 230 | 176 | 176 |
| | 16 | 356 | 233 | 178 | 178 |
| | 17 | 358 | 235 | 180 | 180 |
| | 18 | 360 | 237 | 182 | 182 |
| | 19 | 361 | 238 | 182 | 182 |
| | 20 | 360 | 237 | 182 | 182 |
| | 21 | 358 | 235 | 180 | 180 |
| | 22 | 353 | 229 | 175 | 175 |
| | 23 | 347 | 223 | 170 | 170 |
| | 24 | 342 | 217 | 166 | 166 |

| | Forløp Alt.1 | Forløp Alt.2 | Forløp Alt.3 |
|---|---|---|---|
| Døgnmiddel 15.08.79 (kalenderdøgn) | 513 | 410* | 455 |
| Høyeste 24-timers døgnmiddel (14.08. kl. 17-15.08. kl. 16) | 541 | 479 | 515 |

*Hentet fra NVEs database HydraII.

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.)