



Flomsonekartprosjektet  
**Flomberegning  
for Figgjo**

*Lars-Evan Pettersson*

15  
2003



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Flomberegning for Figgjo (028.Z)**

## Dokument nr 15 - 2003

### Flomberegning for Figgjo (028.Z)

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Forfatter:** Lars-Evan Pettersson

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:** 30

**Forsidefoto:** Figgjo ved målestasjonen Foss Eikjeland  
(Foto: Leiv Gunnar Ruud, NVE-HH)

**ISSN:** 1501-2840

**Sammendrag:** I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Figgjo i Rogaland. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for strekningen nedstrøms Edlandsvatnet ved Ålgård.

**Emneord:** Flomberegning, flomvannføring, Ålgård

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Oktober 2003

# Innhold

Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven.....	6
2. Beskrivelse av vassdraget.....	6
3. Hydrometriske stasjoner.....	6
4. Hydrologiske data .....	7
5. Beregning av flomverdier.....	8
6. Usikkerhet .....	11
Referanser .....	12

# 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 en strekning i Figgjo ved Ålgård i Rogaland. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, oktober 2003

  
Kjell Repp  
avdelingsdirektør

  
Sverre Husebye  
seksjonssjef

# Sammendrag

Flomberegningen for Figgjo gjelder et delprosjekt i NVEs Flomsonekartprosjekt: fs 028\_1 Ålgård. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet for strekningen nedstrøms utløpet av Edlandsvatnet. Beregningen er basert på observerte flomdata fra en målestasjon i nedre delen av den aktuelle elvestrekningen, 28.5 Foss Eikjeland, og fra to nærliggende målestasjoner med lang observasjonstid, 28.7 Haugland og 27.26 Hetland. Resultatet av beregningen, kulminasjonsvannføringer i m<sup>3</sup>/s for strekningen Edlandsvatnet – Foss Eikjeland, ble:

Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
40	49	57	65	76	85	95	108

Selv om det alltid vil være en viss usikkerhet knyttet til estimat av sjeldne flommer, kan denne flomberegningen på grunn av relativt godt datagrunnlag klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

## 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for en del av Figgjo i Rogaland. Strekingen det gjelder er fra utløpet av Edlandsvatnet og nedover, delprosjekt fs 028\_1 Ålgård i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentakingsintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for strekingen.

## 2. Beskrivelse av vassdraget

Figgjo ligger på Jæren med utløp i Honnsvika ca. en mil sørvest for Sandnes. Nedbørfeltets areal ved utløpet i havet er 234 km<sup>2</sup>. De høyereliggende delene av feltet består av et småkupert terreng med mange små innsjøer. Høyeste punkt er Ulvsfjellet lengst øst i feltet på 600 moh. Nesten 90 % av feltet ligger under 350 moh. Flere små sidevassdrag forenes i Edlandsvatnet, 104 moh. Herfra renner hovedelven ca. to mil mot nordvest og får bare ett større tilløp, en bekk fra nord som renner til Grudavatnet, et lite vatn i den nedre delen av Figgjo.

Ved utløpet av Edlandsvatnet ligger tettstedet Ålgård. Nedbørfeltets areal ved utløpet er 142 km<sup>2</sup>. Det er strekingen forbi Ålgård som skal kartlegges. Ca. 8 km nedstrøms Ålgård ligger den eneste vannføringsstasjonen i vassdraget, 28.5 Foss Eikjeland. Figur 1 viser et kart over vassdraget og omkringliggende område.

Nedbørfeltet til Edlandsvatnet er noe regulert, både for vannforsyning og for vannkraftproduksjon. I en periode ble det overført vann fra Stølsvatnet i Bjerkreimsvassdraget til drikkevannsmagasin i Figgjovassdraget. Det overførte vannet ble tatt ut på drikkevannnettet fra magasinet, mens i senere år går denne overføringen direkte ut på nettet. Reguleringene i vassdraget og overføringen fra Bjerkreimsvassdraget kan antas å ha minimal betydning for flommene i Figgjo.

## 3. Hydrometriske stasjoner

Det er tre målestasjoner for vannføring som er av interesse i forbindelse med flombe-regning i Figgjo. Se figur 1 for beliggenhet.

Målestasjonen 28.5 Foss Eikjeland i Figgjo har observasjoner siden 1980. Nedbørfeltets areal ved stasjonen er 150 km<sup>2</sup>. Målestasjonen ble flyttet noe i 1992. Etter den tid regnes observasjonene å være av god kvalitet, før den tid var kvaliteten noe dårligere.

Målestasjonen 28.7 Haugland ligger i Håelva, som har utløp i havet 15 km sør for Figgjo. Nedbørfeltets areal ved stasjonen er 140 km<sup>2</sup>. Feltet er uregulert og ligger tett opp mot de øvre delene av Figgjovassdraget. Målestasjonen har observasjoner siden 1918.

Målestasjonen 27.26 Hetland ligger i Oгна, som har utløp i havet drøyt 20 km sør for Håelva. Nedbørfeltets areal ved stasjonen er 69.5 km<sup>2</sup>. Feltet er uregulert og de øvre delene av feltet ligger nært og noe sør for Håelvas og Figgjos øvre deler. Målestasjonen har observasjoner siden 1915.



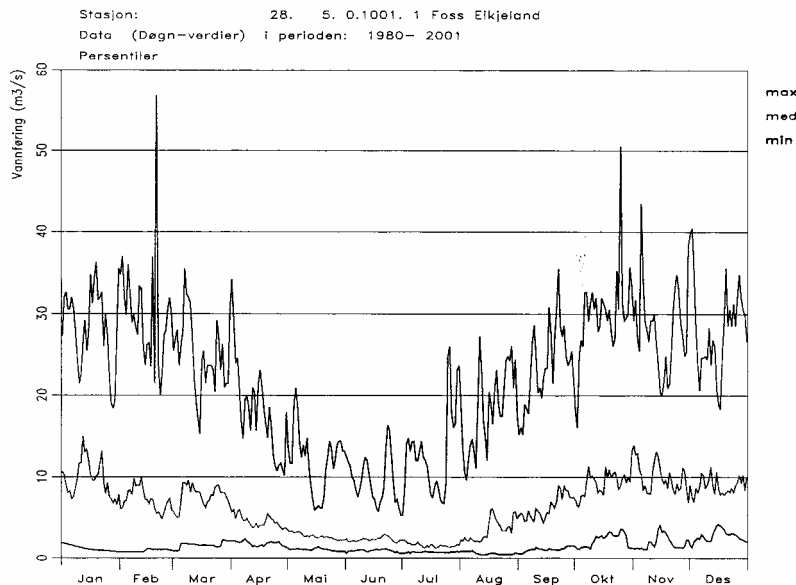
Figur 1. Kart over del av Sørvestlandet.

#### 4. Hydrologiske data

Ifølge NVEs avrenningskart for Norge fra 2002 er avrenningen i Figgjøvassdraget  $45.3 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  som årsmiddel i perioden 1961-1990. Dette tilsvarer en middelvannføring ved utløpet i havet på  $10.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Avrenningen varierer fra ca.  $30 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  i områdene nærmest kysten til drøyt  $60 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  sørøst i vassdraget. Avrenningen og vannføringen ved målestasjonen 28.5 Foss Eikjeland er  $52.8 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  og  $7.91 \text{ m}^3/\text{s}$ , mens tilsvarende tall ved utløpet av Edlandsvatnet er  $53.4 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  og  $7.75 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Data fra målestasjonen Foss Eikjeland illustrerer de hydrologiske forholdene i vassdraget. Figur 2 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året ved målestasjonen. Øverste kurve (max) i figuren viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne. Figuren viser at flomsesongen er om høsten og vinteren, og at det normalt er lite vann om sommeren og sjeldent flom i perioden april-juli.



Figur 2. Karakteristiske vannføringer ved 28.5 Foss Eikjeland, perioden 1980-2001.

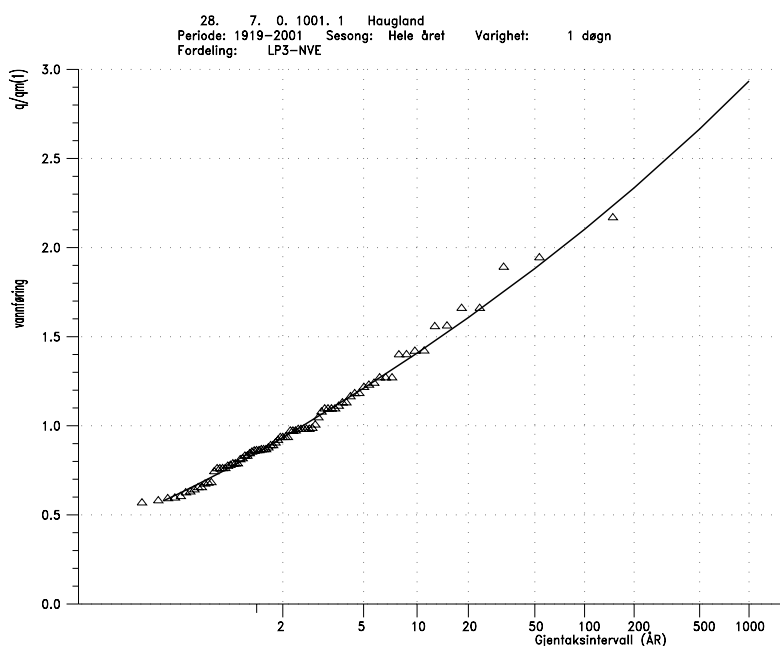
Den største flommen i observasjonsperioden ved målestasjonen Foss Eikjeland er sannsynligvis flommen 20. februar 1997. På grunn av instrumentsvikt er det noe usikkert hvor stor døgnmiddelvannføringen var ved det tilfellet, men sannsynligvis var kulminasjonsvannføringen ca.  $64 \text{ m}^3/\text{s}$ . Døgnmidlet er antatt å ha vært  $57 \text{ m}^3/\text{s}$ . Den nest største flommen i observasjonsperioden er flommen 25. oktober 1983 på drøyt  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  som døgnmiddel og kulminasjonsvannføring på drøyt  $61 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 5. Beregning av flomverdier

Det er utført flomfrekvensanalyse på årsflommer for de tre aktuelle målestasjonene på Jæren. Resultatet er vist i tabell 1, hvor midlere flom,  $Q_M$ , og forholdstallene  $Q_T/Q_M$  presenteres. Flomfrekvensanalysen for 28.7 Haugland er vist i figur 3. I tabell 1 er også flomfrekvensfaktorene fra de regionale flomfrekvensanalysene vist; Å1 refererer seg til "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" fra 1978, mens K1 refererer seg til "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" fra 1997.

**Tabell 1. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.**

	Areal km <sup>2</sup>	Periode	Antall år	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> l/s•km <sup>2</sup>	Q <sub>5</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>50</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>100</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>500</sub> / Q <sub>M</sub>
28.5 Foss Eikjeland	150	1981-2000	19	35.2	234	1.14	1.28	1.43	1.64	1.82	2.01	2.29
28.7 Haugland	140	1919-2001	83	49.3	353	<b>1.21</b>	<b>1.41</b>	<b>1.61</b>	<b>1.88</b>	<b>2.10</b>	<b>2.34</b>	<b>2.67</b>
27.26 Hetland	69.5	1916-2002	87	35.6	513	1.24	1.47	1.71	2.03	2.30	2.58	2.97
Å1										2.17	2.44	2.82
K1						1.24	1.45	1.62	1.93	2.16	2.42	2.72



**Figur 3. Flomfrekvensanalyse  $Q_T/Q_M$  for 28.7 Haugland i perioden 1919-2001, døgnmiddel av årsflommer.**

Flomfrekvensanalysen for Foss Eikjeland gir betydelig lavere frekvensfaktorer enn analysene for de to lange observasjonsseriene ved Haugland og Hetland. De regionale frekvensfaktorene ligger mellom de som er funnet for Haugland og Hetland. Det antas at frekvensfaktorene som er funnet for den 83 år lange observasjonsserien ved 28.7 Haugland er representativ også for Figgjovassdraget og benyttes ved beregning av flomverdier med forskjellige gjentaksintervall. Valgte frekvensfaktorer er markert med fet stil i tabell 1.

Verdien for spesifikk middelflom ved Foss Eikjeland (234 l/s•km<sup>2</sup>) er en del lavere enn for de to andre målestasjonene. Dette er rimelig siden det er flere og større innsjøer i Figgjovassdraget enn i de andre nedbørfeltene, og innsjøer har en dempende og forsinkende effekt på flommer. Selv om det er en del usikkerhet knyttet til flomdata fra Foss Eikjeland, både på grunn av usikre observasjoner ved noen av de største flommene og

fordi observasjonene i perioden før flyttingen i 1992 var generelt noe usikre, antas den beregnede verdien for midlere flom å være representativ. Dataserien er tilstrekkelig lang for å danne grunnlag for et estimat av middelflom og det er ikke noen vesentlig forskjell i flomverdiene før og etter den omtalte flyttingen av stasjonen. Ved bruk av regionale flomformler blir spesifikk middelflom beregnet til hhv. 250 l/s·km<sup>2</sup> ("Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" fra 1978) og 319 l/s·km<sup>2</sup> ("Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" fra 1997). Flomformelen fra 1978 er basert på sjøprosent og normalavløp for feltet, mens flomformelen fra 1997 er basert på normalavløp, normalnedbør, feltlengde og effektiv sjøprosent for feltet.

For å anslå hvor mye større kulminasjonsvannføringen er enn døgnmiddelvannføringen, er data fra Foss Eikjeland studert og vist i tabell 2.

**Tabell 2. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 28.5 Foss Eikjeland, m<sup>3</sup>/s.**

Dato	Kulminasjonsvannf.	Døgnmiddelvannf.	Kulm./døgnmiddel
25.10.1983	61.48	50.55	1.22
16.01.1989	36.19	34.78	1.04
31.01.1990	36.22	35.52	1.02
27.12.1990	35.32	34.78	1.02
03.12.1992	41.90	40.50	1.03
20.12.1993	38.43	35.57	1.08
01.04.1994	35.26	34.16	1.03
19.01.1995	37.63	36.31	1.04
23.10.1995	36.57	35.25	1.04
11.02.1998	35.78	33.28	1.08
25.12.1999	36.85	36.43	1.01
05.02.2000	37.55	36.01	1.04

Ved den store flommen i februar 1997 antas kulminasjonsvannføringen å ha vært 10-15 % større enn døgnmidlet.

Forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring kan også beregnes ut fra de ligninger basert på feltparametere som er utledet i "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" av 1997. Formelen for vårflokker er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 1.72 - 0.17 \cdot \log A - 0.125 \cdot A_{SE}^{0.5},$$

mens formelen for høstflokker er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{SE}^{0.5},$$

hvor A er feltareal og A<sub>SE</sub> er effektiv sjøprosent. For Figgjovassdraget ved Foss Eikjeland, med feltareal 150 km<sup>2</sup> og effektiv sjøprosent 1.95 %, blir forholdstallet for vårflokker 1.18 og for høstflokker 1.28.

Ut fra det tilgjengelige bakgrunns materialet, dvs. at det er relativt liten forskjell mellom kulminasjon og døgnmiddel ved de fleste flokker, men at det er en hel del større

forskjell ved de største observerte flommene, og at formelverk gir relativt stor forskjell, velges et forholdstall på 1.15 å benyttes i de videre beregningene.

Flomverdiene så langt er beregnet for målestasjonen Foss Eikjeland. Den ligger ca. 8 kilometer nedstrøms Edlandsvatnet og med et nedbørfelt som er 8 km<sup>2</sup> større, eller knapt 6 % større enn nedbørfeltet ved utløpet av vatnet. Allikevel antas det at flommene er like store ut fra Edlandsvatnet som ved målestasjonen. Denne antagelsen baseres på at ovenforliggende vatn i vassdraget og ikke minst Edlandsvatnet fører til stor demping og forsinkelse av flommene. Bidraget fra lokalfeltet nedstrøms Edlandsvatnet vil ha kulminert og være på retur og sannsynligvis være relativt lite når flommen i Edlandsvatnet kulminerer. I tabell 3 er flomverdiene for hele strekningen Edlandsvatnet-Foss Eikjeland samlet.

**Tabell 3. Flomverdier for Figgjovassdraget på strekningen Edlandsvatnet-Foss Eikjeland, m<sup>3</sup>/s.**

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub>	1.00	1.21	1.41	1.61	1.88	2.10	2.34	2.67
Døgnmiddelvannføring	35	43	50	57	66	74	82	94
Kulminasjonsvannføring (=1.15 · døgnmiddelfv.)	40	49	57	65	76	85	95	108

## 6. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Figgjovassdraget kan karakteriseres som relativt godt. Det foreligger en rimelig lang dataserie fra vassdraget i NVEs hydrologiske database. Det foreligger også lange dataserier fra målestasjoner som har nedbørfelt som ligger nært Figgjovassdraget.

Det er imidlertid en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. 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 måling av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke alltid 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 grad av usikkerhet.

En faktor som fører til usikkerhet i flomdata er at NVEs hydrologiske 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 én daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger betraktes å

representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det virkelige døgnmidlet.

Dataene med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn ca. 10-15 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomfrekvensanalyser 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 at datagrunnlaget er relativt 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, 1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE-Rapport nr. 2-1978.

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

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

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

### Utgitt i Dokumentserien i 2003

- Nr. 1 Erik Holmqvist: Flomberegninger i Vosso (062.Z) Flomsonekartprosjektet. (37 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson: Flomberegninger for Lakselva i Misvær. Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 3 Eirik Traae, Anette Werkland: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred i Skienselva – forslag til tiltak (18 s.)
- Nr. 4 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i distribusjonsnettet 2003 (39 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Batnfjordelva (108.3Z). Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 6 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Sogndalselvi (077.3Z). Flomsonekartprosjektet (25 s.)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2002 (16 s.)
- Nr. 8 Thomas Væringstad: Flomberegning for Sandvikselva (008.Z) Flomsonekartprosjektet. (21 s.)
- Nr. 9 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Gaula i Sogn og Fjordane (083.B) Flomsonekartprosjektet (25 s.)
- Nr. 10 Tharan Fergus og Jan Henning L'Abée-Lund (red.): Vannforvaltning i Østerrike Fagtur for Seksjon for plan og miljø, 2003 (26 s.)
- Nr. 11 Arne T. Hamarsland, Knut Aune Hoseth, Jan Henning L'Abée-Lund: Program for miljøtiltak i vassdrag (33 s.)
- Nr. 12 Flomsonekartplan. Prioriterte strekninger for kartlegging i flomsonekartprosjektet. 25. september 2003
- Nr. 13 Lars-Evan Pettersson. Flomberegning for Stjørdalselva (17 s.)
- Nr. 14 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Flaksvatn i Tovdalselva (020.A8). Flomsonekartprosjektet. (17 s.)
- Nr. 15 Lars-Evan Pettersson. Flomberegning for Figgjo Flomsonekartprosjektet. (12 s.)