

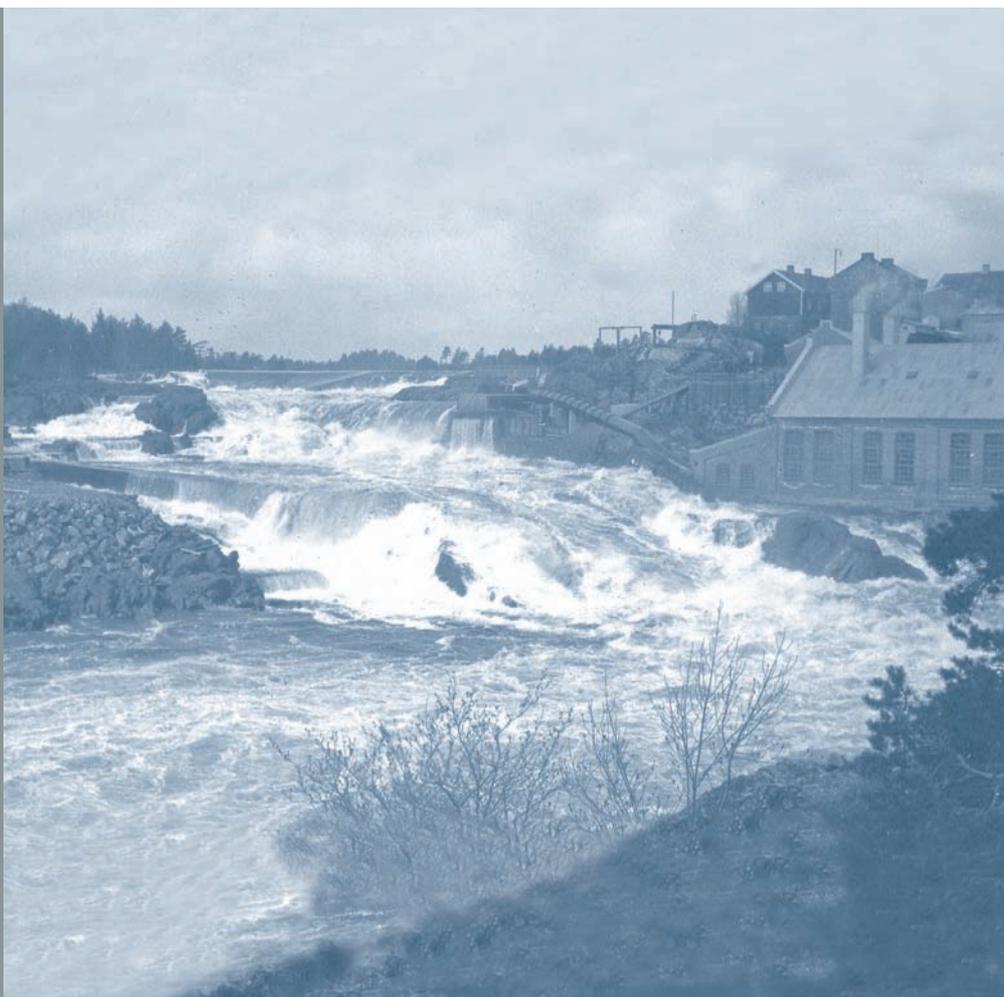


Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget

Lars-Evan Pettersson

22
2005



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget (019.Z)

Dokument nr 22 - 2005

Flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget (019.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Flom ved Rygene i 1911 (Foto: NVEs fotoarkiv)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Arendalsvassdraget. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre punkter i Nidelva: ved Evenstad, oppstrøms elven fra Rore og ved Rygene.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Nidelva, Arendalsvassdraget

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

Desember 2005

Innhold

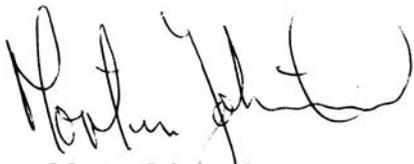
Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	7
3. Hydrometriske stasjoner	9
4. Flomdata	10
5. Flomfrekvensanalyser	11
6. Beregning av flomverdier.....	13
7. Usikkerhet.....	16
Referanser.....	17

Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer, for eksempel det som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av en elvestrekning i Arendalsvassdraget i Aust-Agder. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, desember 2005



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

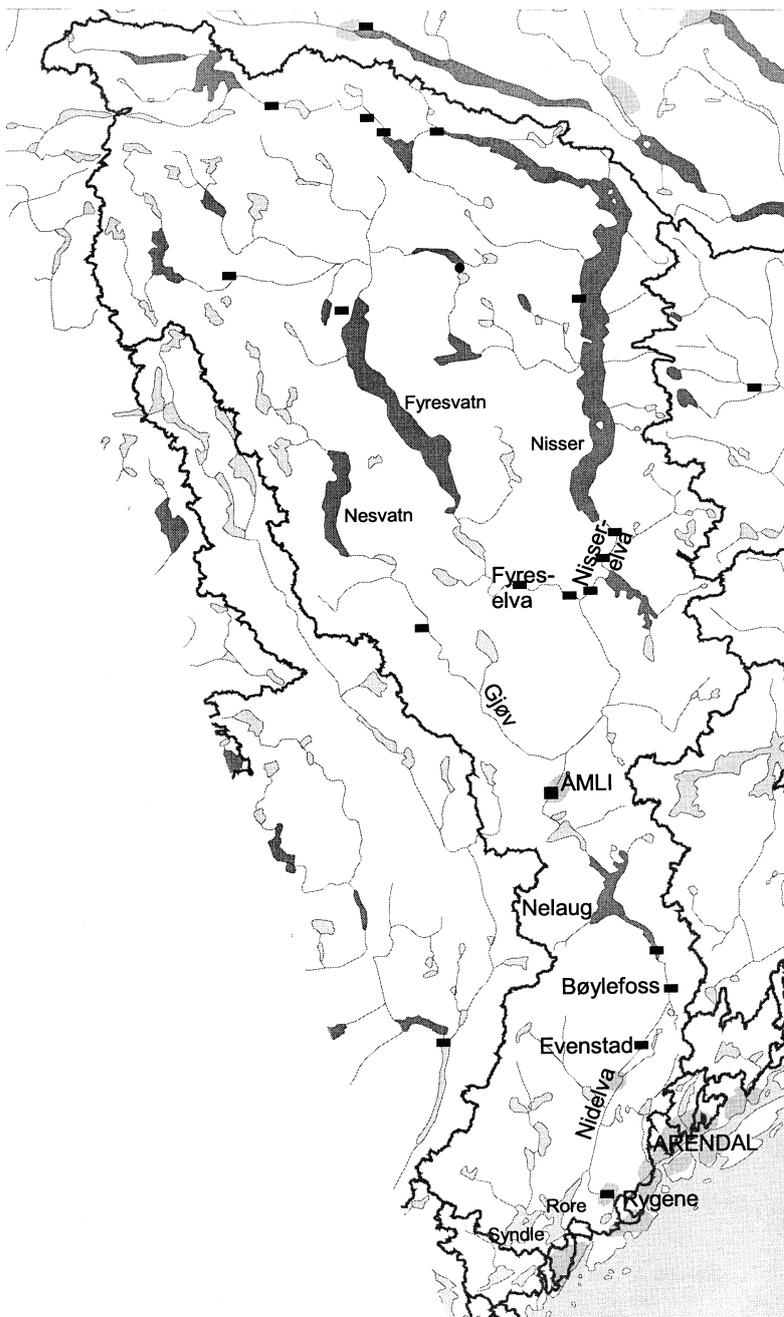
Flomberegningen for nedre del av Arendalsvassdraget gjelder et delprosjekt i NVEs Flomsonekartprosjekt: fs 019_1 Rygene. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre steder i Nidelva. Beregningen er basert på data fra målestasjoner i og nært vassdraget. Resultatet av flomberegningen ble:

	Areal km²	Q_M m³/s	Q₅ m³/s	Q₁₀ m³/s	Q₂₀ m³/s	Q₅₀ m³/s	Q₁₀₀ m³/s	Q₂₀₀ m³/s	Q₅₀₀ m³/s
Nidelva ved Evenstad	3521	465	595	715	835	985	1100	1220	1385
Nidelva oppstrøms Bjorsund	3749	505	655	785	910	1080	1205	1340	1515
Nidelva ved Rygene	3950	505	655	785	910	1080	1205	1340	1515

På grunn av godt datagrunnlag klassifiseres flomberegningen i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsoneskart skal konstrueres for den nedre delen av Nidelva (Arendalsvassdraget), delprosjekt fs 019_1 Rygene i NVEs Flomsoneskartprosjekt. Som grunnlag for flomsoneskartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for Nidelva ved Evenstad, ved et punkt like oppstrøms elven fra Rore og ved Rygene.



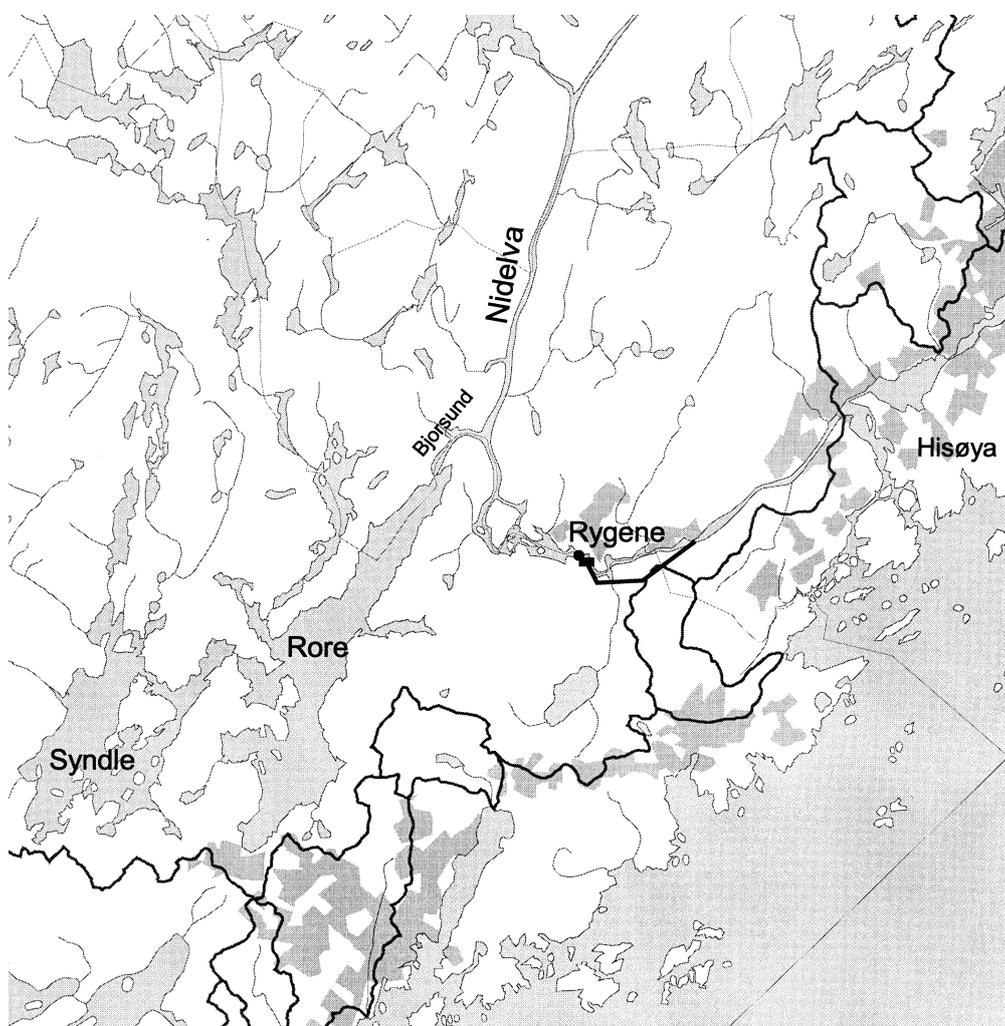
Figur 1. Kart over Arendalsvassdraget. Kraftverk er markert med rektangel, magasiner med mørk ton.

2. Beskrivelse av vassdraget

Arendalsvassdraget har i de øvre delene tre grener: Nisserelva, Fyreselva og Gjøv. Nisserelva og Fyreselva, som domineres av to store regulerte innsjøer, hhv. Nisser og Fyresvatn, løper sammen ved Åmot, drøyt to mil oppstrøms tettstedet Åmli. Ved samløpet har Nisserelva et nedbørfelt på 1297 km², mens Fyreselva har et nedbørfelt på 1081 km². Disse deler av vassdraget ligger så å si helt i Telemark fylke, mens resten av vassdraget ned til havet ligger i Aust-Agder fylke. Det er mange reguleringer i Nisserelvas og Fyreselvas nedbørfelt, både små og store reguleringsmagasin, overføringer og flere kraftverk. Reguleringene begynte her allerede tidlig på 1900-tallet.

Litt oppstrøms Åmli renner Gjøv ut i hovedelven. Gjøv kommer fra Nesvatn, et relativt stort reguleringsmagasin som også fungerer som inntak for Jørundland kraftverk siden 1970. Ved samløpet er Gjøvs nedbørfelt 501 km² og hovedelvens 2659 km².

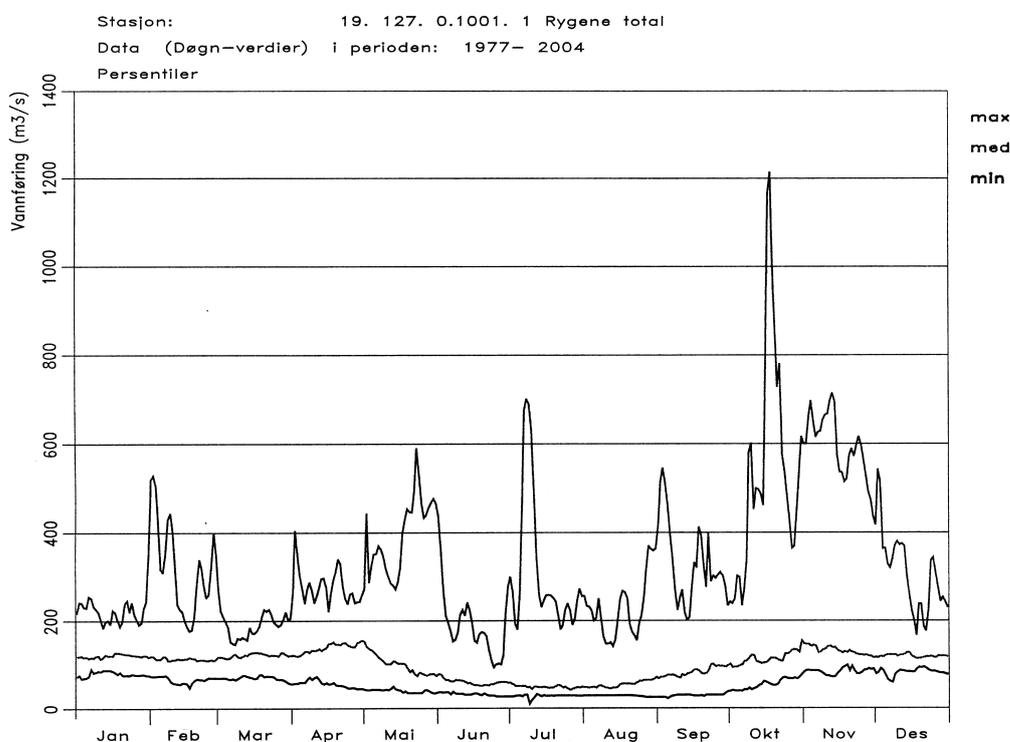
Ved tettstedet Åmli ligger kraftverkene Gjøv, med inntak i elven Gjøv og fallhøyde drøyt 50 meter, og Åmli, et elvekraftverk med fallhøyde drøyt 5 meter. Kraftverkene ble satt i drift i 1983.



Figur 2. Kart over den nedre delen av Arendalsvassdraget. Utløpstunnelen fra Rygene kraftverk er markert med strek.

Fra Åmli renner Nidelva snart gjennom det relativt store Nelaugmagasinet, 138 moh., og deretter i en ca. 45 kilometer lang elvestrekning til havet. Her er flere dammer og kraftverk. Evenstad og Rygene kraftverk er de to nederste. Evenstad kraftverk ligger et par kilometer oppstrøms Froland kirke med et nedbørfelt på 3521 km². Knappt 15 kilometer nedstrøms Evenstad kommer elven fra innsjøen Rore ut i hovedelven gjennom Bjorsund. Denne delen av vassdraget, som omfatter de to relativt store innsjøene Rore og Syndle, utgjør 194 km². Hovedelvens nedbørfelt oppstrøms og nedstrøms Bjorsund er hhv. 3749 og 3943 km².

En kort strekning nedstrøms Bjorsund ligger Rygene med dam og inntak for kraftverket. Det har vært flere kraftverk i fossene ved Rygene helt siden 1913-14, men i 1977 ble det nåværende kraftverket tatt i drift. Fallhøyden ved kraftverket er ca. 38 meter og det har en opp mot tre kilometer lang utløpstunnel, slik at Nidelva har meget redusert vannføring på strekningen ned til tunnelutløpet. Fra tunnelutløpet er det nesten fem kilometer ut til de to utløpene rundt Hisøya ved Arendal. Nedbørfeltet ved Rygene og ved utløpet i havet er hhv. 3950 og 4015 km².



Figur 3. Karakteristiske vannføringer i Nidelva ved Rygene, m³/s.

Middelvannføringen i Nidelva ved Rygene er 112.4 m³/s hvilket tilsvarer en årlig avrenning på 28.4 l/s·km². Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i Nidelva i perioden etter 1977 da det nye kraftverket ble satt i drift. Den øverste kurven (max) i grafen viser største observerte vannføring og den nederste kurven (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.

Vi ser at reguleringene betyr mye for vannføringen (mediankurven). Vannføringen er minst om sommeren og den er i gjennomsnitt ikke spesielt stor verken under vårflommen eller under den vanligvis fuktige høsten. Figuren viser at regnflommer, særlig om høsten, er de største.

3. Hydrometriske stasjoner

Flere hydrometriske stasjoner ligger eller har ligget i Nidelva og er viktige ved denne flomberegningen. I tillegg benyttes en målestasjon i et nabovassdrag. Figur 4 viser stasjonenes beliggenhet, og tabell 1 gir noen viktige data om stasjonene.

Målestasjonen 19.40 Lunde Mølle lå nederst i Nidelva i fossepartiet noen hundre meter nedenfor Rygenefossen. Stasjonen har data i perioden 1900-1977. Stasjonen ble nedlagt da Rygene kraftverk ble bygget ut og vannet ble ført i tunnel forbi Lunde Mølle. Da overtok 19.127 Rygene total vannføringsobservasjonene nederst i elva. Vannføringen ved Rygene beregnes ut fra produksjon i kraftverket og forbitapping. Det er laget en sammenhengende serie for disse to stasjoner fra 1900 og til i dag. I hele perioden har vannføringen vært påvirket av regulering. I begynnelsen av 1900-tallet var reguleringen meget liten, men den har øket gradvis opp gjennom årene.

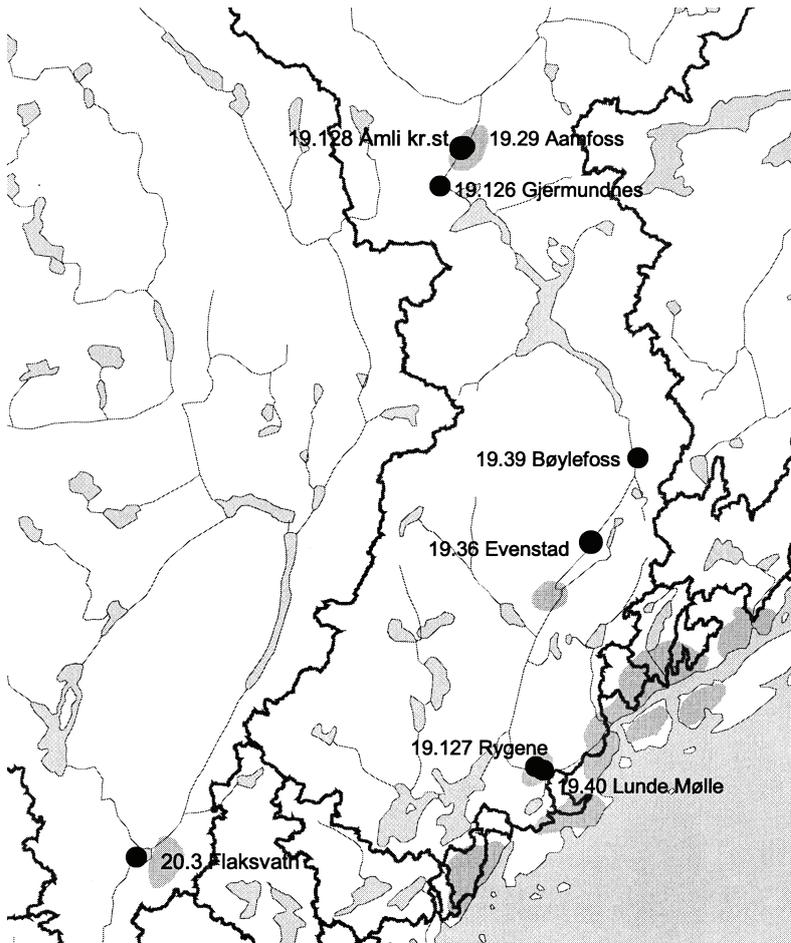
Lengre opp i elven lå målestasjonen Evenstad. Her finnes vannføringsdata i perioden 1911-1919 og 1944-1994. Her lå det et lite kraftverk allerede i 1904, men et større anlegg ble tatt i drift i 1939-40. Seks-sju kilometer oppstrøms Evenstad lå målestasjonen 19.39 Bøylefoss, som har data i perioden 1915-1944. Ved komplettering med disse data fra Bøylefoss, skalert for arealforskjellen, er det laget en sammenhengende vannføringsserie for Evenstad for perioden 1915-1994.

Ved tettstedet Åmli lå målestasjonen 19.29 Aamfoss, med data i perioden 1924-1981. På grunn av anlegg av kraftverk ble målestasjonen nedlagt og stasjonen 19.126 Gjermundnes overtok observasjonene i denne del av vassdraget. Den lå ca. tre kilometer nedstrøms Aamfoss og har data i perioden 1981-1987. Fra 1988 overtok det nye Åmli kraftverk observasjonene her. Det er laget en sammenhengende serie for perioden 1924 til i dag, dog med brudd i 1981 og under den store høstflommen i 1987.

I nabovassdraget sør for Nidelva, Tovdalsvassdraget, ligger målestasjonen 20.3 Flaksvatn. Det er en relativt liten regulering i det vassdraget. Flaksvatn, som ligger i den nedre delen av elven, har data siden 1899.

Tabell 1. Aktuelle hydrologiske målestasjoner.

Målestasjon	Feltareal, km ²	Dataperiode
19.40 Lunde Mølle	3951	1900-1977
19.127 Rygene total	3950	1977- dags dato
19.36 Evenstad	3521	1911-1919, 1944-1994
19.39 Bøylefoss	3477	1915-1944
19.126 Gjermundnes	3181	1981-1987
19.29 Aamfoss	3173	1924-1981
19.128 Åmli kraftstasjon total	3173	1988- dags dato
20.3 Flaksvatn	1777	1899- dags dato



Figur 4. Hydrometriske stasjoner.

4. Flomdata

Fra eldre tider kjenner man til mange store flommer i Nidelva, noen av de største fant sted i juli 1789 (Stor-Ofsen), i juni 1860 og i oktober 1892. De største flommene som er observert ved målestasjonene i nedre Nidelva og Tovdalselva er vist i tabell 2.

Tabell 2. Observerte flommer ved målestasjoner i Nidelva og Tovdalselva (døgnmiddel). Data for flommen i 1987 mangler ved 19.128.

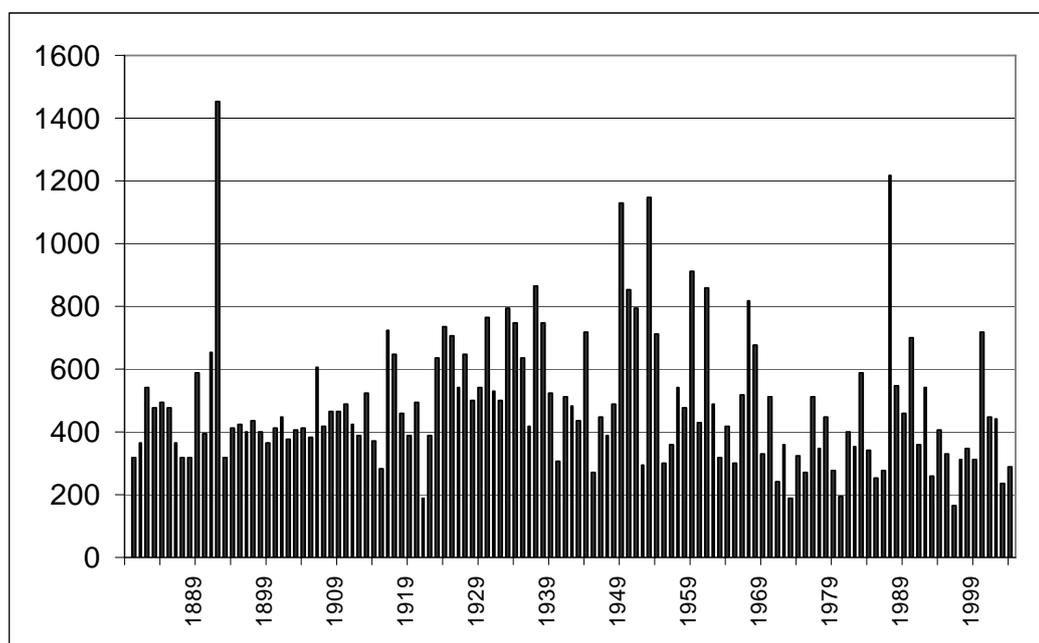
19.127 Rygene 1900-2004		19.36 Evenstad 1915-1994		19.128 Åmli kr.stasj. 1924-2004		20.3 Flaksvatn 1899-2004	
dato	m ³ /s	dato	m ³ /s	dato	m ³ /s	dato	m ³ /s
18.10.1987	1215	03.11.1953	1185	03.11.1953	1188	16.10.1987	923
04.11.1953	1145	17.10.1987	1000	05.10.1938	848	16.11.1959	914
24.11.1949	1128	25.11.1949	975	21.06.1933	815	24.11.1949	847
17.11.1959	914	21.06.1933	832	24.11.1949	784	22.04.1937	817
23.04.1937	867	07.08.1934	799	29.05.1925	729	03.12.1992	791
29.10.1961	858	06.07.1990	795	16.11.1926	729	22.09.1930	755

Flomverdien ved Evenstad i 1953 er usikker fordi den er beregnet ut fra bl.a. produksjonstall og lukestillinger ved Evenstad kraftverk.

Det er flommer i oktober og november som er de største i området. Av de ti største flommene ved Rygene fant syv flommer sted i oktober-november, og en i hver av månedene april, juni og august.

Ut fra gamle vannstandsobservasjoner fra Lunde Mølle, som ikke er lagt inn på databasen, men funnet i gamle vannstandsbøker (Vasdragsdirektøren, 1912), har det vært mulig å forlenge flomserien til 1880. Flomdata for årene 1880-1899 er imidlertid usikre. Det ser ut at flommen i 1892 var enda større enn flommen i 1987, over 1400 m³/s. Se figur 5.

I NVEs vassdragsnivellelement antydes at flommen i 1860 sto 1.18 m høyere enn flommen i 1916 ved Bøylefoss vannmerke. Det skulle bety at flomvannføringen der var ca. 1020 m³/s og ved Evenstad 1030-1040 m³/s, altså noe større enn 1987-flommen.



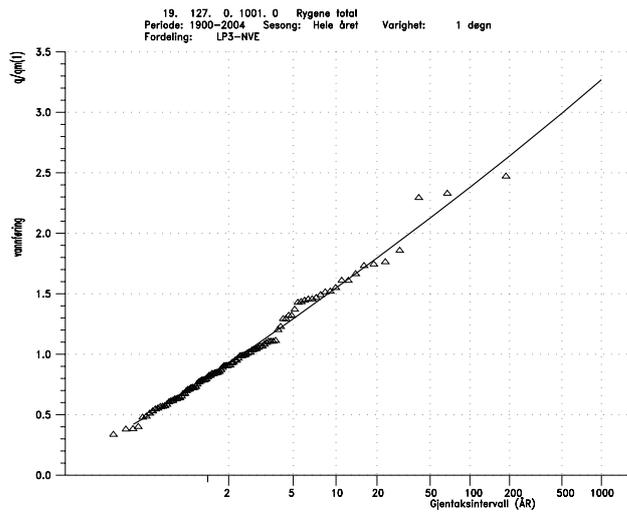
Figur 5. Flomdata fra 19.40 Lunde Mølle/19.127 Rygene, døgnmiddel i m³/s.

5. Flomfrekvensanalyser

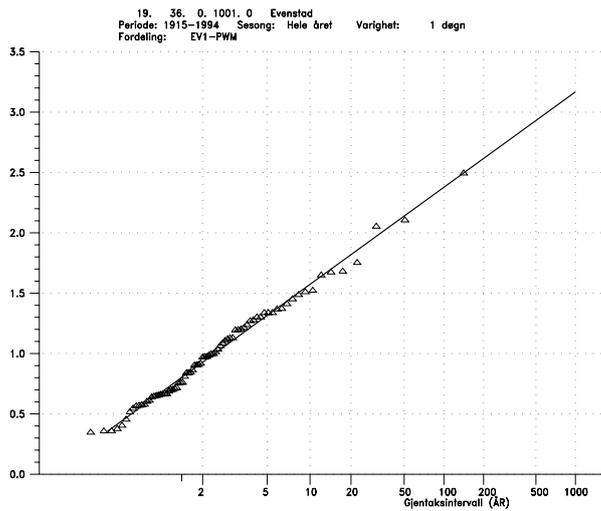
Det er utført frekvensanalyser på årsflommer for de aktuelle målestasjonene. Resultatene er vist i tabell 3, hvor midlere flom, Q_M , og forholdstallene Q_T/Q_M presenteres. I figurene 6 - 9 er flomfrekvensanalysene med forholdstallene Q_T/Q_M vist grafisk.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

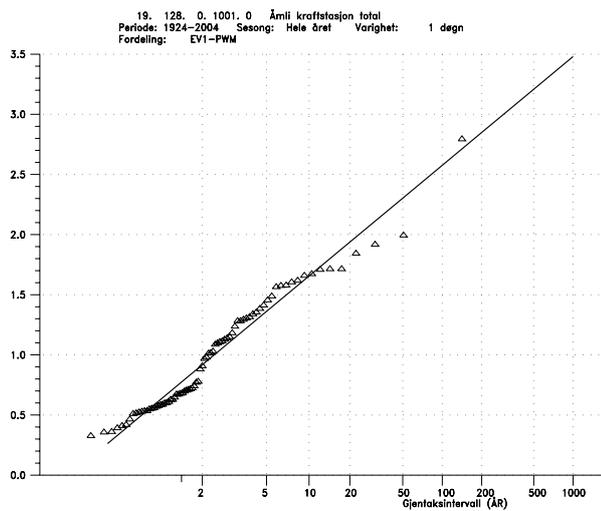
Vannføringsstasjon	Areal km ²	Antall år	Q _M m ³ /s	Q _M l/s·km ²	Q ₅ /Q _M	Q ₁₀ /Q _M	Q ₂₀ /Q _M	Q ₅₀ /Q _M	Q ₁₀₀ /Q _M	Q ₂₀₀ /Q _M	Q ₅₀₀ /Q _M
19.127 Rygene	3950	105	492	124.6	1.29	1.55	1.80	2.13	2.38	2.64	2.99
19.36 Evenstad	3521	79	475	134.9	1.32	1.57	1.82	2.14	2.38	2.62	2.93
19.128 Åmli kr.st.	3173	79	425	133.9	1.36	1.66	1.94	2.30	2.58	2.85	3.21
20.3 Flaksvatn	1777	105	412	231.7	1.28	1.52	1.76	2.07	2.32	2.58	2.92



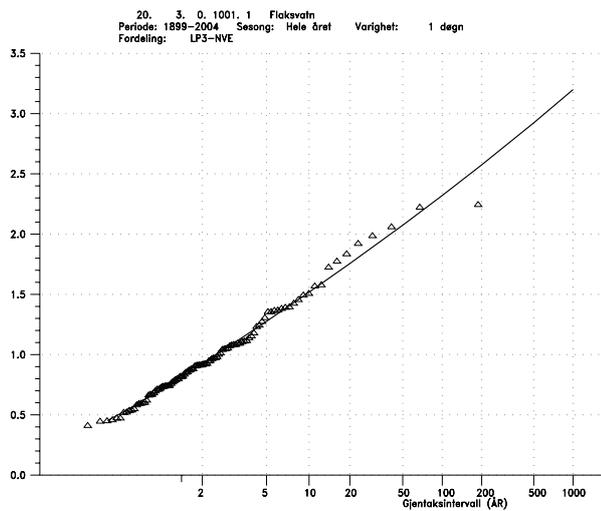
Figur 6. Flomfrekvensanalyse for 19.127 Rygene, 1900-2004, døgnmiddel av årsflommer.



Figur 7. Flomfrekvensanalyse for 19.36 Evenstad, 1916-1994, døgnmiddel av årsflommer.



Figur 8. Flomfrekvensanalyse for 19.128 Åmli kraftstasjon, 1925-2004, døgnmiddel av årsflommer.



Figur 9. Flomfrekvensanalyse for 20.3 Flaksvatn, 1900-2004, døgnmiddel av årsflommer.

6. Beregning av flomverdier

Det skal beregnes flomverdier for Nidelva ved Evenstad, 3521 km², ved et punkt oppstrøms elven fra Rore, 3749 km² og ved Rygene, 3950 km².

Flomfrekvensanalysene for de fire målestasjonene, tabell 3, gir god overensstemmelse, både når det gjelder spesifikk midlere flom, Q_M , og forholdet Q_T/Q_M . Spesifikk midlere

flom er større ved Flaksvatn enn ved de øvrige stasjonene. Dette er rimelig siden Flaksvatn har et mindre felt enn stasjonene i Arendalsvassdraget. Tovdalsvassdraget har i tillegg noe mindre innsjøprosent enn Arendalsvassdraget og derved mindre flomdempning i innsjøer. Frekvenskurvene overensstemmer meget bra ved tre av stasjonene, mens den ved Åmli kraftstasjon gir noe høyere tall for Q_T/Q_M .

Det er ikke noen klar tendens til mindre flommer etter hvert som mer og mer av Arendalsvassdraget er blitt regulert, figur 5. Derfor er det rimelig å benytte hele dataserien for 19.127 Rygene, 1900-2004, som grunnlag for å anslå ekstreme flomverdier.

Det er gjort en analyse av flomdata for 19.127 Rygene i samme periode som det foreligger data ved 19.36 Evenstad, 1916-1994. Resultatene er vist i tabell 4.

Tabell 4. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer i perioden 1916-1994.

Vannføringsstasjon	Areal km ²	Antall år	Q_M m ³ /s	Q_M l/s·km ²	Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
19.127 Rygene	3950	79	521	131.9	1.31	1.57	1.81	2.13	2.37	2.60	2.91
19.36 Evenstad	3521	79	475	134.9	1.32	1.57	1.82	2.14	2.38	2.62	2.93

Vi ser at spesifikk midlere flom bare er 3 l/s·km² større ved Evenstad enn ved Rygene når data fra samme periode sammenlignes. Hvis en antar at dette også gjelder når lengre serier betraktes, blir spesifikk midlere flom hhv. 124.6 og 127.6 l/s·km² for Rygene og Evenstad. Også frekvenskurvene er meget like når samme periode betraktes. Det antas derfor at frekvenskurven funnet ved den meget lange, 105 år, dataserien for Rygene er representativ for hele strekningen i nedre del av Arendalsvassdraget. Dette gir flomverdier som vist i tabell 5.

Tabell 5. Flomverdier i Nidelva, døgnmiddelvannføringer.

	Q_M l/s·km ²	Q_M m ³ /s	Q_5 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_T/Q_M			1.29	1.55	1.80	2.13	2.38	2.64	2.99
Nidelva ved Evenstad	127.6	449	580	696	809	957	1069	1186	1343
Nidelva ved Rygene	124.6	492	635	763	886	1048	1171	1299	1472

Bidraget fra restfeltet mellom Evenstad og Rygene, 429 km², øker fra 43 m³/s ved midlere flom til 129 m³/s ved 500-årsflom. I spesifikke tall tilsvarer det et bidrag på fra 100 l/s·km² til 301 l/s·km². Bidraget er relativt lite, noe som delvis kan skyldes at flommen fra lokalfeltet er på retur når flommen i hovedelven kulminerer. En annen faktor er inn- og utstrømningen i innsjøen Rore. Ved flomstigning i Nidelva vil vann strømme inn i Rore gjennom Bjorsund. Konklusjonene i NHLs rapport om hydrologiske og hydrauliske forhold i Nidelva (Vaskinn, 1989) vedrørende innstrømning som følge av vannføringsøkning er som følger:

Med utgangspunkt i en stabil situasjon vil vann starte å strømme inn i Bjorsund selv som følge av små endringer i vannføringen i Nidelva. Det er flere årsaker til dette. En viktig

årsak er de bunntopografiske forholdene som gjør det naturlig at deler av vannmassene fra Nidelva strømmer direkte inn i Bjorsund. Svært mange av innstrømmingsepisodene er av kortvarig karakter, dvs. ca. 1 døgn.

Ved høye vannføringer og dermed høye vannhastigheter i Nidelva vil en kunne få høyere vannstandsøkning i Rore enn i Nidelva ved innløpet til Bjorsund. Dette skyldes at en har bevegelsesenergi som omformes til potensiell energi.

Selv i situasjoner med stor flomstigning varer ikke perioden med innstrømming lenge. Lengste sammenhengende periode med innstrømming er 2 døgn i måleperioden (for NHLs prosjekt). Dette skyldes et betydelig lokaltilsig til Rore/Syndle.

I perioder med snøsmelting i de høyereliggende feltene vil en sannsynligvis ha lengre perioder med innstrømming

Fordi det er usikkert hvordan inn- og utstrømmingen i Rore påvirker kulminasjonsvannføringerne i den nedre delen av Nidelva, er det vanskelig å anslå størrelsen på flommer med forskjellige gjentakintervall på strekningen fra Evenstad til Rygene. Ved de store flommene må en anta at i hvert fall hele nedre delen av vassdraget har flomforhold, dvs. at det er stort tilløp til Rore/Syndle. Etter drøfting med Audun Bjørkenes i Agder energi, er det valgt å anta at Rore/Syndlesystemet ikke påvirker Nidelva under flomkulminasjonen, dvs. det antas at kommunikasjonen mellom Nidelva og Rore gjennom Bjorsund er i balanse og at det ikke er vannstrømming verken den ene eller andre veien. Slike var visstnok forholdene under den store flomkulminasjonen høsten 1987. Det betyr at flommen antas øke i Nidelva analogt med økende feltareal fra Evenstad til Bjorsund. Videre antas det at flommen er like stor på hele strekningen fra Bjorsund til Rygene.

De presenterte flomverdiene så langt representerer døgnmiddelverdier. Kulminasjonsvannføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen ved store flommer. Det er utarbeidet ligninger basert på feltparametere som kan benyttes for å beregne forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring (Sælthun m.fl., 1997). Formelen for høstflommer, som er de største i Nidelva, er:

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

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. For Nidelva ved Evenstad og ved Rygene er effektiv sjøprosent hhv. 0.87 og 0.71 %. Formelverket gir da et forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring på hhv. 1.01 og 1.02.

Det finnes ikke data for kulminasjonsvannføringer under flommer fra den nedre delen av Nidelva. Det er, ut fra erfaring fra andre store og innsjørike vassdrag, rimelig å anta at forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring vil være så vidt over 1 i en elv som Nidelva.

I en flomberegning for damsikkerhetsformål (Pettersson, 1993) ble forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ved dimensjonerende avløpsflom fra Nelaug beregnet til ca. 1.03. Det antas at dette forholdstallet er representativt ved alle flomstørrelser i nedre del av Nidelva. Resulterende kulminasjonsvannføringer er vist i tabell 6. Flomverdiene er utjevnet til nærmeste hele $5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabell 6. Flomverdier i Nidelva, kulminasjonsvannføringer.

	Q_M m^3/s	Q_5 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
Nidelva ved Evenstad	465	595	715	835	985	1100	1220	1385
Nidelva oppstrøms Bjorsund	505	655	785	910	1080	1205	1340	1515
Nidelva ved Rygene	505	655	785	910	1080	1205	1340	1515

7. Usikkerhet

Grunnlaget for flomberegning i Nidelva er godt, og omfatter flere meget lange dataserier.

Selv der det finnes data er det imidlertid en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De eldre observasjonene som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og måling av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringerne er altså beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer kan derfor inneholde en grad av usikkerhet. Vannføringsdata fra senere år er i flere tilfeller beregnet ut fra produksjon og tapping ved kraftverk, noe som inneholder en relativt stor usikkerhetsfaktor.

En annen 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 tidsopløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsopløsning på databasen lenger enn ca. 20 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomfrekvensanalyser direkte på kulminasjonsvannføringer.

Det skal nevnes at forutsetningene ved flomberegning for flomsonekartlegging er forskjellig fra de som legges til grunn for flomberegning for damsikkerhetsformål. Ved beregning av dimensjonerende flom for en dam legges vanligvis de strengeste mulige forutsetningene vedrørende reguleringene til grunn, blant annet at magasinene ligger på HRV ved flommens begynnelse. Ved beregning for flomsonekartlegging legges vanligvis observerte flomvannføringer til grunn, hvor ofte reguleringene har virket dempende på flommer, nedtappede magasin osv. Det kan derfor av og til oppleves som om f.eks. en 500-årsflom beregnet for flomsonekartlegging er uforholdsmessig sett mye mindre enn dimensjonerende flom (1000-årsflom) i samme vassdrag. Dimensjonerende flom, Q_{1000} ,

ved Evenstad og Rygene er beregnet til hhv. 1585 og 1830 m³/s (Pettersson, 1993). Det er 200-300 m³/s mer enn hva som er beregnet som 500-årsflom i denne rapporten. I flomberegningen fra 1993 ble det regnet med et bidrag fra Rore ved dimensjonerende flom ved Rygene, hvilket ikke er regnet med i foreliggende beregning.

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 beregningen er at datagrunnlaget er godt, og beregningen klassifiseres derfor i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

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

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

Pettersson, L.-E., 1993: Flomberegning Arendalsvassdraget. NVE-rapport nr. 4-1993.

Sælthun, N. R., Tveito, O. E., Bønsnes, T. E., Roald, L. A., 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE-rapport nr. 14-1997.

Vasdragsdirektøren, 1912: Vandstandiagttagelser, bind VI. Hydrologiske meddelelser for kongeriget Norge.

Vaskinn, K. A., 1989: Nedre Nidelva. Hydrologiske og hydrauliske forhold. NHL-rapport STF60 A89043.

Vevstad, A., 1987: Arendalsvassdraget. Et vassdrag i samfunnets tjeneste. Arendals Vasdrags Brugseierforening.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2005

- Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Eidfjordvassdraget. Flomsonekartprosjektet (20 s.)
- Nr. 2 Eirik Traae: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen
Forslag til tiltak (21 s.)
- Nr. 3 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2005 (55 s.)
- Nr. 4 Turid-Anne Drageset, Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Fjellhammarelva/Sagelva.
Flomsonekartprosjektet (26 s.)
- Nr. 5 Thomas Væringstad: Flomberegning for Valldøla. Flomsonekartprosjektet (19 s.)
- Nr. 6 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i
2004 (s.)
- Nr. 7 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vikja og Hopra i Sogn og Fjordane.
Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 8 Frode Trengereid (red.): Forslag til endring av forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet (33 s.)
- Nr. 9 Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten. Forslag til endring av forskrift om økonomisk
og teknisk rapportering, m.v. Høringsdokument 1. juli 2005 (82 s.)
- Nr. 10 Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten. Høringsdokument 1. juli 2005 (45 s.)
- Nr. 11 Paul Martin Gystad (red.): Tariffer. Forslag til endring i forskrift av 11. mars 1999 nr 302 om
økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer del V (35 s.)
- Nr. 12 Erik Holmqvist: Flomberegning for Oltedalselva. Flomsonekartprosjektet (19 s.)
- Nr. 13 Thomas Væringstad: Flomberegning for Mosby. Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 14 Stian Solvang Johansen, Erik Holmqvist: Flomberegning for Strynevassdraget
Flomsonekartprosjektet (26 s.)
- Nr. 15 Erik Holmqvist: Flomberegning for Ognaelva. Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 16 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Leira. Flomsonekartprosjektet (15 s.)
- Nr. 17 Arne Venjum: Om utkoblbare overføringer (49 s.)
- Nr. 18 Karstein Brekke (red.): Endringer i forskrift 30. november 2004 nr 1557 om leveringskvalitet i
kraftsystemet. Forskriftstekst og merknader til innkomne høringskommentarer (50 s.)
- Nr 19 Eva Næss Karlsen (red.): Endringer i forskrift 11. mars 1999 nr. 302 om økonomisk og teknisk
rapportering, m.v. Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten (58 s.)
- Nr 20 Paul Martin Gystad (red.): Endringer i forskrift 11. mars 1999 nr. 302 om økonomisk og teknisk
rapportering, m.v. Del V. Tariffer (27 s.)
- Nr 21 Christian Johan Giswold (red.): Endringer i forskrift 11. mars 1999 nr. 301 om måling, avregning mv.
(50 s.)
- Nr. 22 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget.
Flomsonekartprosjektet (17 s.)