Revidert flomberegning for Sokna

Flomsonekartprosjektet

Seija Stenius

60
2017

RAPPORT

Rapport nr 60-2017
Revidert flomberegning for Sokna

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Seija Stenius

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 10
Forsidefoto: Litlå rett nedstrøms utløpet fra Refsvatnet. Foto: NVEs stasjonsbildearkiv.
ISBN 978-82-410-1613-4
ISSN 1501-2832

Sammendrag: Denne rapporten er en oppdatering av flomberegninger som ble utført i forbindelse med NVEs flomsonekartlegging i Sokna i Rogaland (1999). Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre punkter vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, flomsoneklartprosjektet, Sokna, Rogaland.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Juni 2017

Revidert flomberegning for Sokna (026.4Z)

Flomsonekartprosjektet

Norges vassdrags- og energidirektorat
2017

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

1 Beskrivelse av oppgaven **6**

2 Beskrivelse av vassdraget **7**

3 Hydrometriske stasjoner **8**

3.1 Hydrometriske stasjoner i Sokndalsvassdraget 8
3.2 Hydrometriske stasjoner utenfor Sokndalsvassdraget 9
3.3 Karakteristiske vannføringsverdier 9

4 Flomanalyser **11**

5 Beregning av endelige flomstørrelser **13**

5.1 Døgnmiddelflommer 13
5.2 Kulminasjonsvannføringer 14
5.3 Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer 16
5.4 Kalibreringsdata til hydraulisk modell 16
5.4.1 1992 16
5.4.2 1997 17

6 Observerte flommer **18**

7 Sammenligning av resultater **18**

7.1 Sammenligning med tidligere beregninger 18
7.2 Sammenligning med formelverk for små felt 19

8 Usikkerhet **20**

Referanser **22**

Vedlegg 1 – Feltkarakteristika for Sokndalsvassdraget **23**

Vedlegg 2 – Kart med feltgrenser til delvassdragene og plassering av målestasjoner **27**

Vedlegg 3 – Flomfrekvensanalyser og fordelingsfunksjoner **28**

Vedlegg 4 – Regionale flomformler **30**

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 er en oppdatering av flomberegningen som ble utført i forbindelse med flomsonekartlegging av nedre del av Sokna i Rogaland, 1999, og dokumentert i NVE rapport 19-1999 «Flomberegning for Sokna». Rapporten er utarbeidet av Seija Stenius og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist. Rapport 19-1999 ble utarbeidet av Turid-Anne Drageset.

Oslo, mai 2017

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for nedre del av Sokna baseres primært på vannføringsanalyser fra målestasjonene Litle Rosseland, Refsvatn, Helleland og Gjedlakleiv, men også på regionale flomformler. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall på flommer ved tre punkter i nedre del av Sokna. Resultatet av beregningene ble:

Resulterende flomverdier for Sokna, kulminasjonsverdier.

Sted	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_{1000} m^3/s
Litlå (oppstrøms Sokna)	50	62	72	82	95	104	114	127	136
Sokna (oppstrøms Litlå)	116	145	169	191	221	243	265	295	317
Sokna (nedstrøms Litlå)	160	199	232	263	304	334	365	406	436

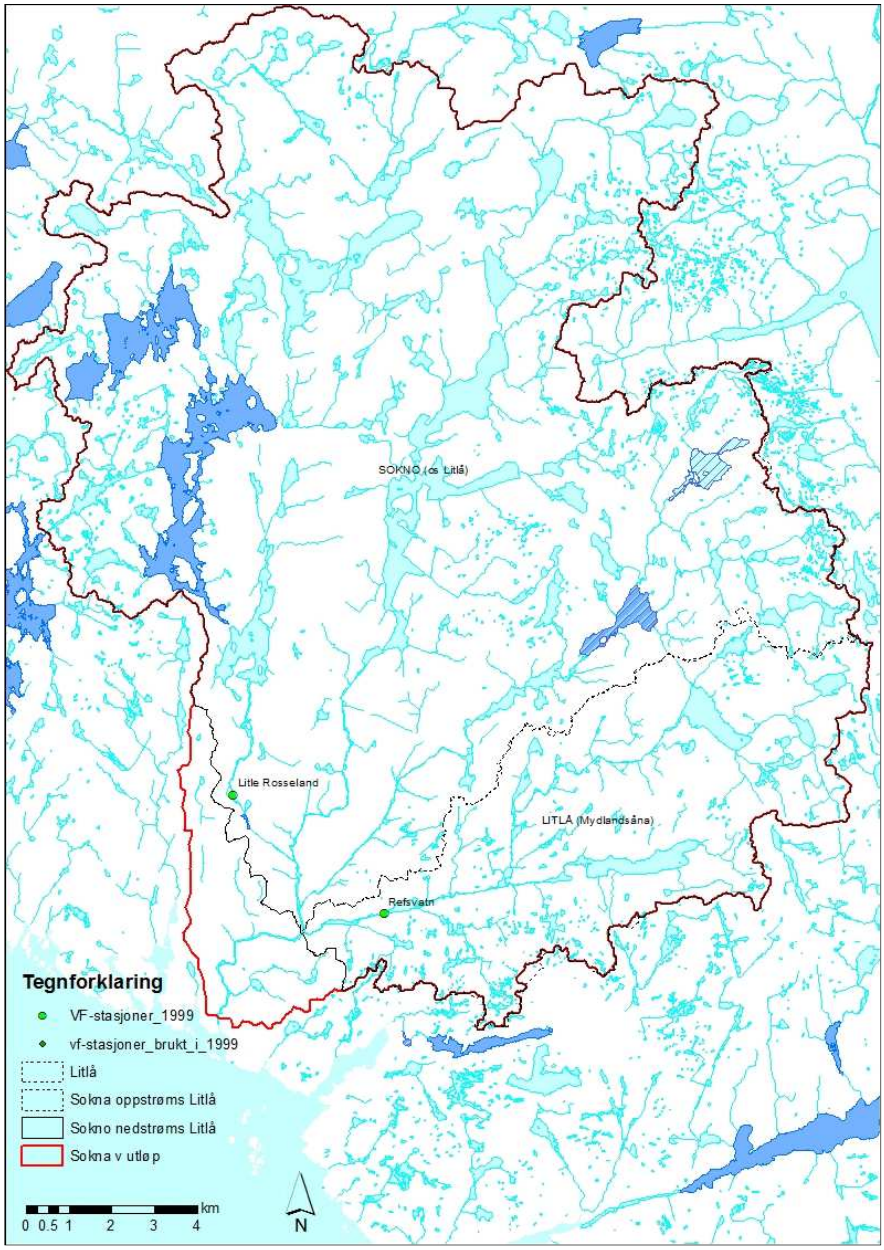
Flomverdier for Sokna vassdraget, kulminasjonsvannføringer, med 20 % klimapåslag.

Sted	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_{1000} m^3/s
Litlå (oppstrøms Sokna)	60	75	87	99	114	125	137	152	163
Sokna (oppstrøms Litlå)	139	174	202	230	265	291	318	354	380
Sokna (nedstrøms Litlå)	192	239	279	316	365	401	438	487	524

1 Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart ble konstruert for nedre del av Sokna, fra utløpet i sjøen, gjennom Hauge sentrum, opp til Måhølen i Litlå og opp til samløpet med Ålgårdselva, se figur 1, dokumentert i rapport Flomberegning for Sokna (Drageset, 1999). Som grunnlag for flomsonekartet ble midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnet. Det ble beregnet flomstørrelser for tre punkter langs nedre del av Sokndalsvassdraget : Litlå (oppstrøms samløpet med Sokna) og Sokna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Litlå (se figur 1).

I denne rapporten skal flomberegningene oppdateres ut fra nyere observerte data, i tillegg skal flom med 5- og 1000-års gjentaksintervall beregnes og et ev. klimapåslag vurderes.



Figur 1. Kart over Sokndalsvassdraget. Strekningen som er flomsonekartlagt er fra utløp sjøen til litt oppstrøms samløpet Sokna -Litlå.

2 Beskrivelse av vassdraget

Sokndalsvassdraget er et lavtliggende vassdrag på Sør-Vestlandet med høyeste punkt på omkring 650 m o.h. I overkant av 80 % av vassdraget ligger under 400 m o.h. Vassdraget har sitt utløp i Nordsjøen og er lokalisert mellom Egersund og Flekkefjord. Det består av fire delvassdrag (se kart vedlegg 2):

1. Rosslandsvassdraget (Rosslandsåa) er det vestligste av de fire delvassdragene, med de større innsjøene Barstadvatnet, Eiavatnet, Heigravatnet og Grøsfjellvatnet. Rosslandsåa er regulert.
2. Sokna med de større innsjøene Steinsvatnet og Eidsvatnet.
3. Ålgårdselvvassdraget (Ålgårdselva) med innsjøene Myssavatnet, Orrestadvatnet og Linborgvatnet.
4. Litlåvassdraget (Litlå) er det sørøstligste av de fire delvassdragene, med de største innsjøene Guddalsvatnet og Mydlandsvatnet.

Rosslandsåna er regulert og renner inn i Sokna fra vest ca. 1 km oppstrøms tilløpet fra Ålgårdselva fra øst.

Litlå renner inn i Sokna fra øst ved Hauge sentrum ca. 500 m nedstrøms tilløpet fra Ålgårdselva. Fra dette samløpet renner elvene samlet gjennom Hauge sentrum. Nedstrøms Hauge sentrum går elva gjennom et trangt parti rett oppstrøms utløpet i havet. Ved store vannføringer i Sokna er dette partiet årsak til oppstuing av vann innover store flater med jordbruksarealer og bebyggelse. Rosslandsvassdraget (107 km^2) er regulert, ellers er vassdraget uregulert.

Sokndalsvassdragets nedbørfelt er 306 km^2. Høydefordelingen er ganske lik i de fire ulike delvassdragene. Feltene består av mye bart fjell og har stor effektiv sjøprosent, se tabell 1.

Årlig middelavrenning i vassdraget er omkring 55 l /s·km^2, men den varierer fra under 40 l /s·km^2 i de sørlige delene til og opp mot 80 l /s·km^2 i nordøst. Årlig middelavrenning er noe lavere i Rosslandsvassdraget sammenlignet med de andre vassdragene (se tabell 1).

Tabell 1. Feltkarakteristika for de fire ulike delvassdragene og de punktene det skal beregnes flomvannføringer for i Sokndalsvassdraget.

Sted	Areal, A km²	Q_N (61-90)[1] l/s·km²	Eff. sjø, A_{SE} %	Høyde-intervall moh.	Feltlengde, L_F km	Snaufjell, S_F km
Rosslandåa	107	53	6.2	19-215-568	19.9	46
Sokna (os Rosslandsåa)	77	57	4.8	16-309-650	20.5	37
Ålgårdselv	51	58	2.4	18-310-624	16.5	43
Litlå [2]	58	57	1.6	6-285-544	14.9	57
Sokna (os Litlå) [2]	236	55	1.9	9-263-650	22.0	42
Sokna (ns Litlå) [2]	294	56	1.3	6-269-650	22.1	45
Sokndalsvassdraget (v utløp)	306	55	1.2	3-260-650	24.7	44

[1] Q_N betegner årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

[2] Sted langs vassdraget som det skal beregnes flomverdier for

Vannføringen er størst og varierer mest i vinterhalvåret. Om sommeren er vannføringen liten.

Alle feltparameterer er beregnet ved hjelp av NVEs kartapplikasjonen NEVINA (http://nevina.nve.no), se også vedlegg 1 for flere feltparameterer.

3 Hydrometriske stasjoner

3.1 Hydrometriske stasjoner i Sokndalsvassdraget

Det er to hydrometriske stasjoner i Sokndalsvassdraget. Dette er 26.12 Litle Rosseland og 26.29 Refsvatn. Feltkarakteristika er vist i tabell 2 og plassering i kart i vedlegg 2.

26.12 Litle Rosseland var regulert og lå langt ned i Rosslandsåna, før samløpet med Sokna. Reguleringsprosenten er 10 %. Nedbørfeltet er 105 km^2. Stasjonen har data i perioden 1936-2003. Vannføringskurven er oppdelt i to kurveperioder, 1936-1962 og 1963-2003. Kvaliteten på vannføringskurven på flom er usikker, bl.a. fordi største vannføringsmåling er kun 13,2 m^3/s i den første kurveperioden og 19,5 m^3/s i den seinere kurveperioden. Dette tilsvarer ca. 60 % respektive 90 % av middelflom.

26.29 Refsvatn er ikke regulert. Stasjonen ligger langt ned i Litlåvassdraget. Nedbørfeltet er 53 km^2. Stasjonen har data siden 1978. Vannføringskurven er oppdelt i to kurveperioder, 1978-1983 og 1983-dd. Største vannføringsmåling i den første perioden er 13,0 m^3/s og den seinere er 54,5 m^3/s. Dette tilsvarer ca. 40 % respektive 170 % av middelflom. Kvaliteten av vannføringskurven på flom, perioden 1983-dd, er god men er ikke vurdert (i Hydra II) for den tidlige perioden. Men ut fra at den høyeste vannføringsmålingen for perioden 1978-1983 er kun 40 % av middelflom så vurderes kurven her som usikker på flom.

Sokndal kommune, Teknisk etat, har et kontinuerlig vannuttak fra Guddalsvatn som brukes til drikkevannsforsyning og føres i rør til Hauge sentrum. Vannuttaket er ikke stort, ca. 830 000 m^3/år (0,026 m^3/s), sammenlignet med vannføringen ved Refsvatn. Vannmengdene som tas ut er avhengig av drikkevannsforbruket, men varierer lite fra døgn til døgn og fra år til år.

Det finnes ingen målestasjoner i Ålgårdselvvassdraget og i Sokna oppstrøms samløpet med Rosslandsåna. Disse umålte feltene har til sammen et feltareal på 128 km^2 og utgjør 42 % av Sokndalsvassdraget. For å få en antydning om forskjellen i vannføring mellom Litlåvassdraget og Ålgårdsvassdraget, er det gjort en vannføringsmåling i Ålgårdsvassdraget den 06.05.1999 (v/ områdeing. Leiv Gunnar Ruud), ca 900 m ovenfor samløpet med Sokna, samtidig med en vannstandsavlesning ved Refsvatn i Litlå. Vannføringen i Ålgårdselva ble målt til 0,502 m^3/s den 06.05. kl. 16.35. Til sammenligning ble vannstanden i Refsvatn avlest til 0,31 m samme dag ca kl. 16.00. Dette tilsvarer en vannføring på 0,401 m^3/s. Dette viser at vannføringen ved Ålgårdselva på dette tidspunktet var 25 % større enn vannføringen ved Refsvatn i Litlåvassdraget på samme tidspunkt.

Det legges ikke stor vekt på disse målingene i flomberegningssammenheng, da målingene er utført på lav vannføring.

Tabell 2. Feltkarakteristika for aktuelle stasjoner i Sokndalsvassdraget og i nabovassdrag.

Stasjon	Måle-periode	Felt-areal (km^2)	Q_N (61-90)[1] ($l/s \cdot km^2$)	Q_{obs}[2] ($l/s \cdot km^2$)	Eff. sjø (%)	Høydeint. moh.	Feltlengde km
26.12 Litle Rosseland	1936-2003	105	53	53	6.3	118-216-568	19
26.29 Refsvatn	1978-dd	53	58	71	1.0	35-297-545	13
27.24 Helleland	1896-dd	185	80	74	1.2	86-489-904	27
27.25 Gjedlakleiv	1897-dd	635	79	81	1.5	49-527-1011	49

[1] Q_N betegner årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.
[2] Q_{obs} betegner middelavrenningen beregnet for periode med tilgjengelige observasjoner.

Ved målestasjonen 26.12 Refsvatn i Litlå er den observerte årsmiddelavrenningen i perioden 1978-2016 ca. 70 $l/s \cdot km^2$, men midlere spesifikt årsavløp (1961-1990) er 58 $l/s \cdot km^2$. Ved målestasjon 26.12 Litle Rosseland i Rosslandsåna er både den observerte årsmiddelavrenning og den fra avrenningskartet på ca. 53 $l/s \cdot km^2$ (tabell 2).

3.2 Hydrometriske stasjoner utenfor Sokndalsvassdraget

I den videre analysen benyttes også målestasjoner fra nærliggende vassdrag. Disse er 27.24 Helleland og 27.25 Gjedlakleiv. Feltkarakteristika er vist i tabell 2.

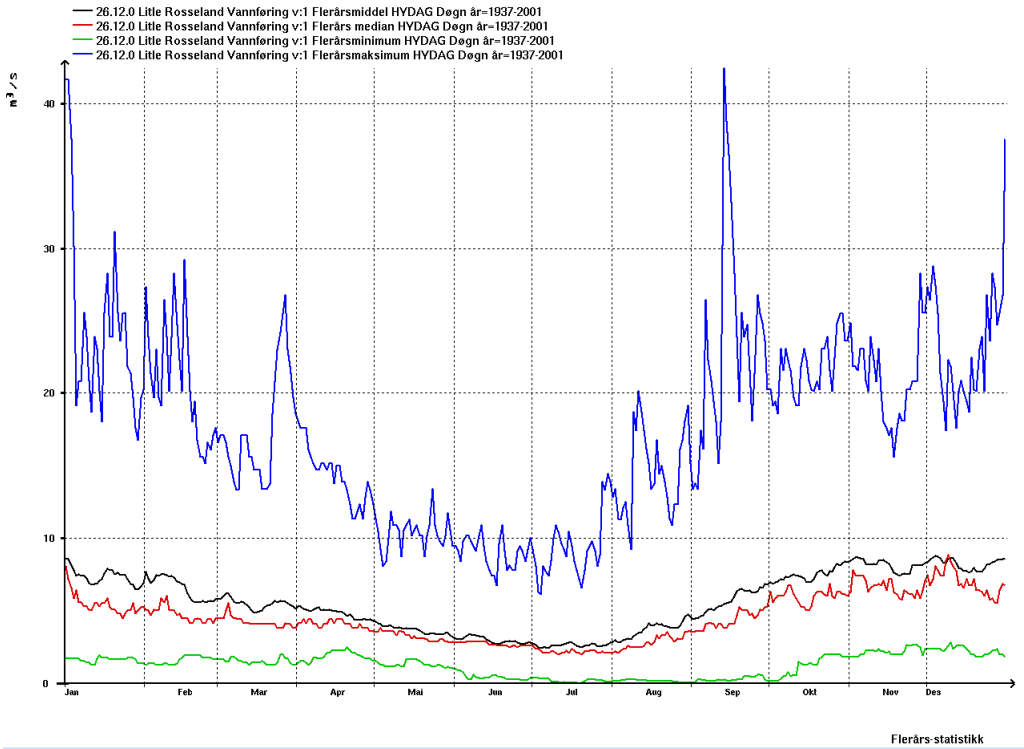
27.24 Helleland ligger i Hellelandselv vest for Sokndalsvassdraget, og er regulert siden 1925. Nedbørfeltet er 185 km^2. Stasjonen har data siden 1896. Største vannføringsmåling er 207 m^3/s. Dette tilsvarer ca. 184 % av middelflom. Stasjonen har flere kurveperioder, den seineste (1977-dd) er vurdert som bra kvalitet på flomvannføringer. Årsmiddelvannføringen (1961-90) er 80 $l/s \cdot km^2$.

27.25 Gjedlakleiv ligger i Bjerkreimselv vest for Sokndalsvassdraget. Stasjonen har data siden 1897, men ble regulert i 1930. Nedbørfeltet er 635 km^2. Største vannføringsmåling er 467 m^3/s. Dette tilsvarer ca. 170 % av middelflom. Stasjonen har flere kurveperioder, den seineste (1980-dd) er vurdert som meget bra kvalitet på flomvannføringer Årsmiddelvannføringen (1961-90) er 79 $l/s \cdot km^2$.

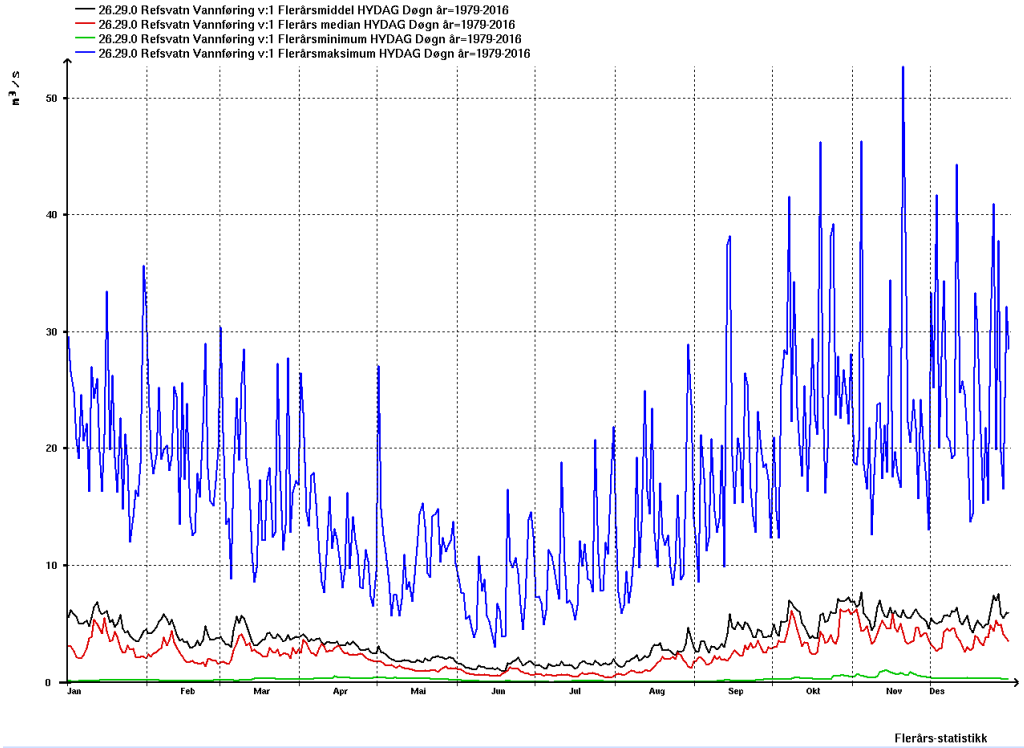
Ved store vannføringer har reguleringen i disse vassdragene liten innvirkning på flomvannføringen og flomforløpet.

3.3 Karakteristiske vannføringsverdier

Figur 2-3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året (flerårsstatistikk) fra målestasjonene i Sokndalsvassdraget (Litle Rosseland og Refsvatn). Øverste kurve (blå) viser største observerte vannføring og nederste kurve (grønn) viser minste observerte vannføring. Den røde kurven viser medianverdier, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne, og den sorte kurven viser flerårsmiddelverdier.

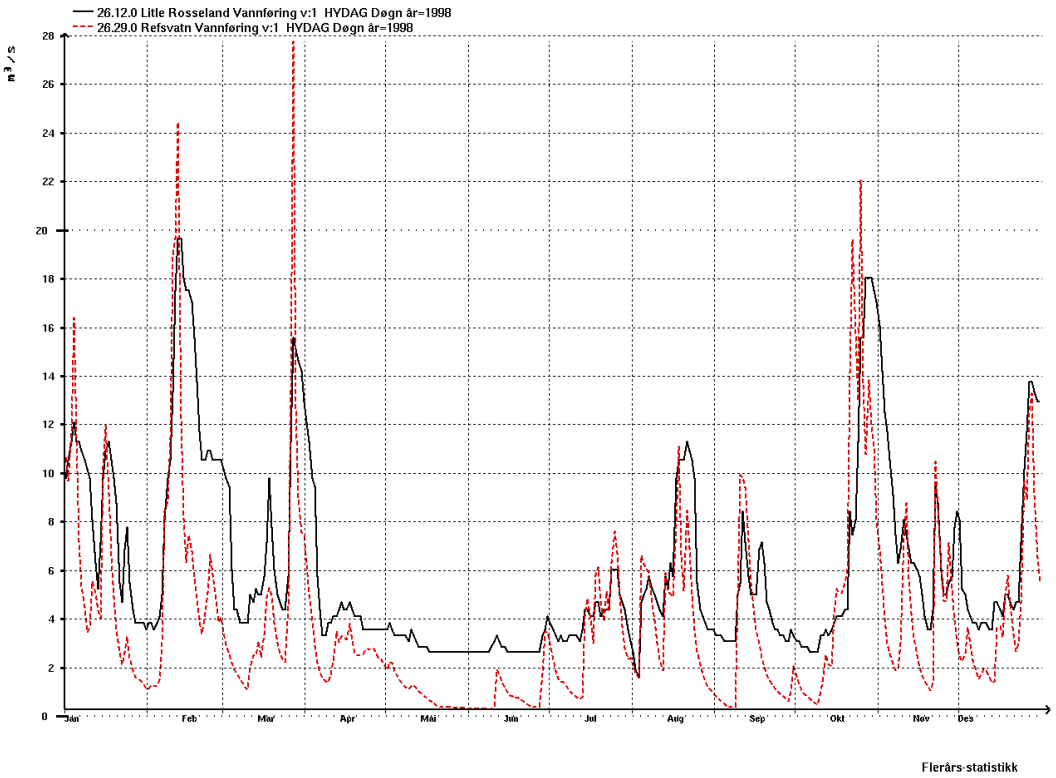


Figur 2. Flerårsstatistikk fra 26.12 Litle Rosseland.



Figur 3. Flerårsstatistikk fra 26.29 Refsvatn.

Figur 4 viser hvordan vannføringen kan variere i et enkelt år (1998). 1998 var et år med omtrent normal vannføring både ved Litle Rosseland og Refsvatn.



Figur 4. Vannføringen ved Refsvatn og Litle Rosseland i 1998.

4 Flomanalyser

De fleste store flommer ved de nevnte hydrometriske stasjonene i Sokndalsvassdraget opptrer i august - februar og er primært forårsaket av nedbør. Reguleringen i Rosselandsvassdraget har relativt liten innvirkning på flombildet nederst i hovedelven.

Det er utført en flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjonene i tabell 2. I tillegg er det utført en flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier for målestasjon 26.29 Refsvatn. Resultatene, midlere flom (Q_M) og flommer med forskjellig gjentaksintervall (Q_T) er vist i tabell 3 og 4. Det er valgt å bruke fordelingsfunksjon Gumbel (Bayesiansk) for alle stasjonen, se også vedlegg 3.

I tabell 4 er resultatet vist med midlere flom i spesifikke og absolutte verdier og flommer med forskjellig gjentaksintervall som en faktor i forhold til midlere flom. Det er store forskjeller i spesifikk midlere flom for de fire stasjonene. Spesifikke flomverdier er normalt adskillig lavere i store nedbørfelt enn i små felt. I dette tilfellet er spesifikk middelflom minst for Litle Rosseland som er det nest minste nedbørfeltet. Dette skyldes stor flomdempning i vassdraget, grunnet høy effektiv sjøprosent (ca. 6 %), men flommene vil trolig også dempes noe på grunn av reguleringen i vassdraget. Gjedlakleiv og Helleland er også regulerte vassdrag, men her er den effektive sjøprosenten lavere (1,6 % resp. 2,4 %) og flomdempningen blir dermed mindre. Den store forskjellen i spesifikk middelflom mellom Helleland og Gjedlakleiv skyldes den store feltarealforskjellen. Refsvatn er uregulert med et relativt lite nedbørfelt og har dermed liten flomdempning selv, om den effektive sjøprosenten er relativt høy.

Tabell 3. Middelflom og flommer med ulike gjentaksintervall (flomfrekvensanalyse på årsflommer), døgnverdier. *Kulminasjonsverdier ved 26.29 Refsvatn.

Stasjon	Antall	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	år	l/s·km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
26.12 Litle Rosseland	65	207	22	26	30	34	38	42	45	50	53
26.29 Refsvatn	38	604	32	38	43	48	54	59	64	71	76
27.24 Helleland	120	609	113	140	163	185	214	235	257	286	307
27.25 Gjedlakleiv	65	434	276	336	383	430	488	536	580	640	684
26.29 Refsvatn, KULM*	38	804	43	52	59	67	77	84	92	102	109

For de tre analysepunktene i nedre del av Sokndalsvassdraget er midlere flom også estimert ved bruk av de regionale flomformlene (Sælthun mfl., 1997). Sokndalsvassdraget er dominert av høst og vinterflommer (årsflommer) og tilhører dermed region K1. De regionale flomformlene er presentert i vedlegg 4. Feltparameterne som er benyttet som inngangsdata er presentert i tabell 2 og vedlegg 1.

Tabell 4. Middelflom og vekstkurver fra flomfrekvensanalyser på årsflommer (døgnverdier) og midlere flom utledet ve hjelp av regionale flomformel K1 samt den regionale vekstkurven K1(Sælthun mfl., 1997).

Stasjon	Antall	Q_M		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	Q_{1000}/Q_M
	år	l/s·km²	m³/s								
26.12 Litle Rosseland	65	207	22	1.21	1.38	1.54	1.75	1.91	2.07	2.28	2.45
26.29 Refsvatn	38	604	32	1.19	1.35	1.50	1.70	1.86	2.01	2.22	2.38
27.24 Helleland	120	609	113	1.25	1.45	1.65	1.90	2.09	2.28	2.54	2.73
27.25 Gjedlakleiv	65	434	276	1.22	1.39	1.56	1.77	1.94	2.11	2.32	2.48
Litlå (os Sokna)*		417	27								
Sokna (os Litlå)*		362	106								
Sokna (ns Litlå)*		378	136								
Q_T/Q_M (K1*)				1.24	1.45	1.62	1.93	2.16	2.42	2.72	2.97

* Sælthun mfl., 1997

5 Beregning av endelige flomstørrelser

5.1 Døgnmiddelflommer

Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år beregnes for tre punkter på elvestrekningen angitt i kapitel 1. Litlå rett oppstrøms samløpet med Sokna og Sokna rett oppstrøms og rett nedstrøms samløpet med Litlå.

Ut fra observasjoner i vassdraget og i nærliggende vassdrag (kap. 4, tabell 4) varierer den spesifikke middelflomverdien fra rundt 200-600 l/s·km^2. Ved bruk av regionale flomformelen K1 (Sælthun mfl., 1997) varierer den spesifikke middelflomverdien i nedre del av Sokndalsvassdraget fra 360 til 420 l/s·km^2 (tabell 4).

For å få en følelse av hvor godt/dårlig den regionale flomformelen K1 stemmer med observerte verdier er den også brukt til å estimere midlere flomverdier for målestasjonene brukt i rapporten. Formelverket overestimerer flommen ved Litle Rosseland med ca 30 % meden formelverket for de andre stasjonene underestimerer middelflommen med mellom 10-25 %. Det største avviket her finner vi ved Refsvatn som er den eneste av målestasjonene som har et helt uregulert felt.

Det vurderes her som at middelflommen ved Refsvatn er representativ for Litlå ved samløpet med Sokna. Den spesifikke middelflomverdien settes dermed til 600 l/s·km^2.

I Sokna ventes den spesifikke middelflommen være lavere oppstrøms samløpet med Litlå sammenlignet med nedstrøms samløpet med Litlå, så som også vist i tabell 4.

Ved sammenligning med observerte verdier fra Refsvatn og verdier fra formelverket (Sælthun mfl., 1997), beregnet for Refsvatn, ser det ut som at formelverket (K1) underestimerer middelflommen. Men ut fra tabell 2 underestimerer avrenningskartet middelvannføringen i Litlå. Hvis Q_N økes fra 55 l/s·km^2 til 60 l/s·km^2 for Sokna oppstrøms samløpet med Litlå, fås en spesifikk middelflom med formelverket på 412 l/s·km^2 (til sammenligning med 362 l/s·km^2, se tabell 4).

Den spesifikke middelflomverdien settes til 400 l/s·km^2 for Sokna oppstrøms Litlå og 430 l/s·km^2 for Sokna nedstrøms Litlå.

Det kan også forklares slik: det forutsettes at midlere flom kommer samtidig i alle deler av vassdraget. I den vestligste regulerte delen er den spesifikke middelflommen antatt å ligge et sted mellom 200 – 250 l/s km2, i den midtre delen av vassdraget (Sokna og Ålgård) rundt 520 – 570 l/s km2 og ca. 600 l/s km2 i den østligste delen (Litlåa). Dette gir da en midlere flom for Sokna oppstrøms Litlåa på omkring 370 - 440 l/s km2 og 415 - 455 l/s km2 nedstrøms.

Som frekvenskurve velges frekvenskurven fra 27.24 Helleland som har en lang tidsserie (120 år) og stemmer relativt godt overens med vekskurven for region K1 (Sælthun mfl., 1997).

Tabell 5. Resulterende flomverdier for nedre del av Sokndalsvassdraget, døgnmiddelflommer.

	Areal	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	km²	l/s·km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
Litlå (os Sokna)	58	600	35	43	50	57	66	73	79	88	95
Sokna (os Litlå)	236	400	95	118	137	156	180	197	216	240	258
Sokna (ns Litlå)	294	430	126	157	183	208	240	264	288	320	345
Vekskurve, Q_M/Q_T				1.25	1.45	1.65	1.90	2.09	2.28	2.54	2.73

5.2 Kulminasjonsvannføringer

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Forholdet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring (Q_{mom}/Q_{mid}) anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget og/eller med utgangspunkt i nærliggende og lignende målestasjoner i området og beregnede forholdstall fra eksisterende formelverk (Sælthun mfl., 1997).

For målestasjonen 26.29 Refsvatn er slike forholdstall beregnet ved hjelp av data med fin tidsoppløsning for perioden 1979-2016. Døgnmiddel og kulminasjonsvannføring for de seks største flommene for Refsvatn er vist i tabell 6.

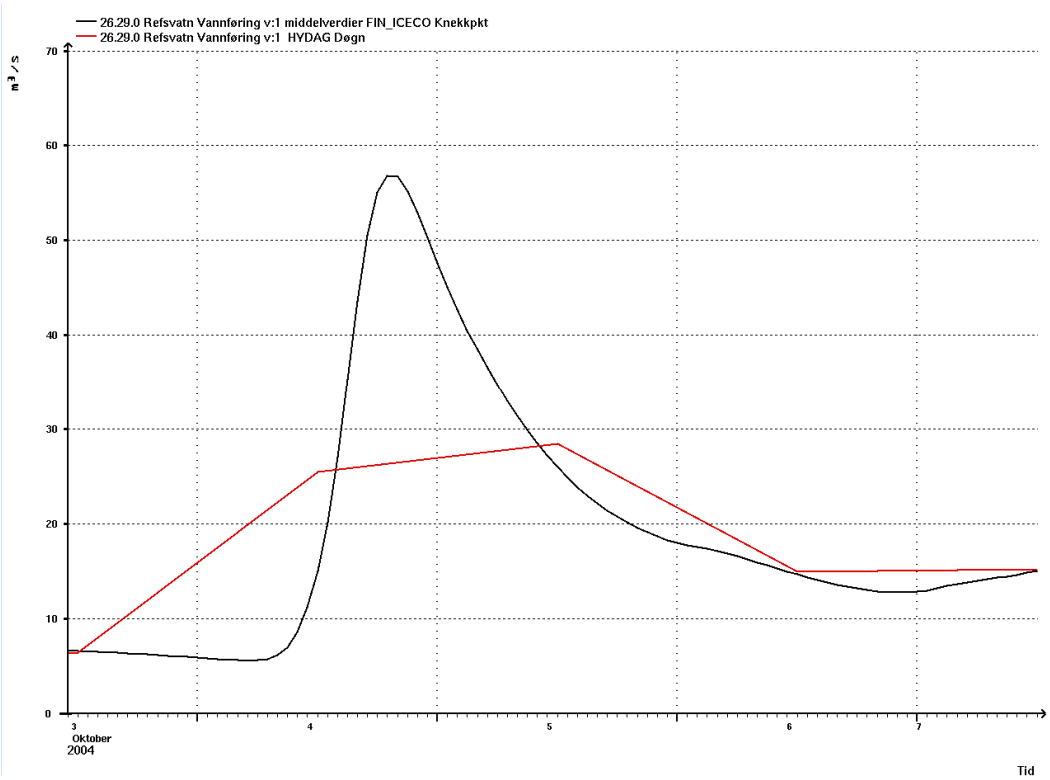
For enkelthendelsene varierer forholdstallet mellom kulminasjonsverdien og døgnmidlet fra 1,16 til 1,98, med et gjennomsnitt på ca. 1,54. Det er også beregnet middelflom på døgn- og kulminasjonsverdier for den samme tidsperioden, og forholdstallet mellom disse, se tabell 6 (siste raden).

Tabell 6. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 26.29 Refsvatn. De 6 største årlige flommene i analyseperioden (1979-2016). I tillegg er observert middelflommen for den samme tidsperioden, kulminasjon- og døgnoppløsning, og forholdstall mellom disse to beregnet.

Dato	Kulminasjon m³/s	Døgnmiddel m³/s	Q_{mom}/Q_{mid}
07.10.2010	71.2	41.6	1.71
11.12.2006	62.6	44.3	1.41
20.11.2009	60.9	52.7	1.16
04.11.1979	58.9	46.3	1.27
15.11.2005	56.8	34.4	1.65
04.10.2004	56.8	28.6	1.98
		Snitt	1,53
Middelflom, obs.	42.6	32.0	1.33

Figur 5 illustrerer at døgnmiddelet, som er knyttet til kalenderdøgn, kan være svært forskjellig fra høyeste 24-timers middel. Flommen i 2004 kulminerte natten mellom 4 og 5 oktober. Beregnet døgnmiddel for 5 oktober er 28,6 m³/s, mens høyeste 24-timers verdi

er 40,4 m³/s. Dette gir et forholdstall for døgnmiddel på 1,98, mens forholdstallet ved bruk av 24 timers middel blir kun 1,41.



Figur 5. Vannføring i Litlå ved 26.29 Refsvatn 4 – 5 oktober 2004. Sort strek viser timesverdier og rød strek døgnmidler. Flommen kulminerte med 56,8 m³/s, mens høyeste døgnmiddel er 28,6 m³/s og høyeste 24-timers verdi er 40,4 m³/s.

I Sælthun mfl. (1997) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet Q_{mom}/Q_{mid} og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) for vår- og høstsesong. Formlene for vår- og høstflom er:

Vårflom: $Q_{mom}/Q_{døgn} = 1{,}72 - 0{,}17 \cdot \log A - 0{,}125 \cdot A_{SE}^{0,5}$

Høstflom: $Q_{mom}/Q_{døgn} = 2{,}29 - 0{,}29 \cdot \log A - 0{,}270 \cdot A_{SE}^{0,5}$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent.

For Litlå gir formlene et forholdstall på 1,26 for vårflom og 1,44 for høstflom. For Sokndalsvassdraget gir formlene et forholdstall på 1,14 for vårflom og 1,23 for høstflom oppstrøms Litlå og 1,16 respektive 1,27 for vårflom og høstflom nedstrøms Litlå.

Tabell 7. Resulterende flomverdier for Sokna vassdraget, kulminasjonsverdier.

Sted	Q_{mom}/Q_{mid}	Q_M m³/s	Q_5 m³/s	Q_{10} m³/s	Q_{20} m³/s	Q_{50} m³/s	Q_{100} m³/s	Q_{200} m³/s	Q_{500} m³/s	Q_{1000} m³/s
Litlå (oppstrøms Sokna)	1,44	50	62	72	82	95	104	114	127	136
Sokna (oppstrøms Litlå)	1,23	116	145	169	191	221	243	265	295	317
Sokna (nedstrøms Litlå)	1,27	160	199	232	263	304	334	365	406	436

Det er her vurdert som at forholdstallene fra formelverket for høstflom gir et noenlunde realistisk estimat for Litlå og Sokna. Det er her forutsatt at Litlå og Sokna kulminerer samtidig. De resulterende kulminasjonsvannføringene og de valgte Q_{mom}/Q_{mid} verdiene er gitt i tabell 7.

5.3 Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer

I NVEs rapport 81-2016 «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. I avsnitt 6.5 i nevnte rapport, anbefales 20 % økning for alle større felt og minimum 20 % økning for felt under 100 km^2. Det er også utarbeidet et internt notat av Deborah Lawrence, datert 15.12.2015 (Lawrence, 2015) som anbefaler klimapåslag for flomsonekart. Ifølge Lawrence anbefales det en økning med 20 % for alle felt i Rogaland. Følgelig er det blitt utført en beregning med 20 % økning på alle flomverdiene, kulminasjonsvannføringer. Resultatene er presentert i tabell 8.

Tabell 8. Flomverdier for Sokna vassdraget, kulminasjonsvannføringer, med 20 % klimapåslag.

Sted	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_{1000} m^3/s
Litlå (oppstrøms Sokna)	60	75	87	99	114	125	137	152	163
Sokna (oppstrøms Litlå)	139	174	202	230	265	291	318	354	380
Sokna (nedstrøms Litlå)	192	239	279	316	365	401	438	487	524

5.4 Kalibreringsdata til hydraulisk modell

Til kalibrering av den hydrauliske modellen for nedre del av Sokna foreligger vannlinjer fra flommen i desember 1992 og fra en forholdsvis lav vannføring i september 1997. Basert på observasjoner fra de to hydrometriske stasjonene i vassdraget er vannføringen anslått i disse to situasjoner for nedre del av Sokna.

5.4.1 1992

For flommen i begynnelsen av desember 1992 finnes observerte data både for Litle Rosseland og Refsvatn. For målestasjonene ved Refsvatn finnes timesverdier for vannføring under flomepisoden, for Litle Rosseland finnes kun døgnmiddelverdi. Ved begge målestasjonene kulminerte flommen i løpet av døgnet den 3. desember. Ved Refsvatn kulminerte flommen ved fem-tiden om morgenen.

Døgnmiddelvannføringen ved Litle Rosseland og Refsvatn var på henholdsvis 28,8 m^3/s og 41,7 m^3/s den 3. desember. Uavhengige frekvensanalyser for de to målestasjonene viser at dette tilsvarte en flom med gjentaksintervall på nest inntil 10 år.

Observert kulminasjonsvannføring ved Refsvatn er 56 m^3/s, Frekvensanalysen for Refsvatn viser at dette tilsvarte en flom med gjentaksintervall et sted mellom 5 og 10 (men noe nærmere 10 år enn 5 år), se tabell 3.

Tabell 7 viser at kulminasjonsvannføringer nederst i Litlå er beregnet til 72 m^3/s for en 10-års flom. I Sokna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Litlå er en flom med 10 års gjentaksintervall beregnet til henholdsvis 169 m^3/s og 232 m^3/s (tabell 7).

For 1992-flommen reduseres disse kulminasjonsvannføringene noe, siden den flommen hadde noe lavere gjentaksintervall enn 10 år.

Ut fra det ovenstående anslås kulminasjonsvannføringen den 3. desember til:

Litlå oppstrøms samløpet med Sokna:	70 m^3/s
Sokna oppstrøms samløpet med Litlå:	165 m^3/s
Sokna nedstrøms samløpet med Litlå:	225 m^3/s

5.4.2 1997

Vannivåer ble registrert under en episode med økende vannføring i slutten av september 1997. Det finnes observerte data for denne episoden både ved Refsvatn (døgnmiddel og timesverdier) og ved Litle Rosseland (kun døgnverdier).

Den 17. september kulminerte vannføringen ved Refsvatn på 26,1 m^3/s (492 $l/s \cdot km^2$). Døgnmiddelverdien var 20,9 m^3/s ved Refsvatn og 15,6 m^3/s ved Litle Rosseland. Dette er godt under middelflom (se tabell 3). Det er dermed vanskelig å estimere kulminasjonsvannføringer i Sokna under denne episoden, siden vannføringsverdiene er for lave til at de inngår i frekvensanalysen.

Et estimat på kulminasjonsvannføringene under denne flommen er allikevel utført på følgende måte:

Det benyttes samme spesifikke døgnmiddelvannføring i de umålte feltene Ålgårdselvvassdraget og Sokna ovenfor Rosslandsåna som ved Refsvatn stasjon (394 $l/s \cdot km^2$). Samme døgnmiddelvannføring benyttes også nederst i Litlå før samløpet med Sokna. For Rosslandsåna benyttes døgnmiddelvannføring observert ved Litle Rosseland (148 $l/s \cdot km^2$). Videre er døgnmiddelvannføringen i de tre punktene som skal beregnes estimert ved å summere absolutte døgnmiddelvannføringer i ovenfor liggende vassdrag.

Ved Refsvatn var det observerte forholdet mellom kulminasjonsvannføringen og døgnmiddelvannføringen (Q_{mom}/Q_{mid}) den 17. september 1,25, altså mindre enn under større observerte flomepisoder, se tabell 6. Forholdstallet, se kapitel 5.2, er lavere i Sokndalsvassdraget sammenlignet i Litlå. Forholdstallet velges for denne flomepisoden til 1,2 for Sokna og 1,25 for Litlå.

Ut fra det ovenstående anslås kulminasjonsvannføringen den 17. september til:

Litlå oppstrøms samløpet med Sokna:	28 m^3/s
Sokna oppstrøms samløpet med Litlå:	79 m^3/s
Sokna nedstrøms samløpet med Litlå:	107 m^3/s

6 Observerte flommer

De fem største flommene (døgnmidler) som er registrert ved målestasjonene 26.12 Litle Rosseland og 26.29 Refsvatn er gitt i tabell 9. For Refsvatn er også de fem største kulminasjonsvannføringene gitt, se tabell 9.

Vannføringen ved Litle Rosseland ble tidligere registrert en gang pr døgn. Slike daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmiddelet. Ved de nyere målingene, er registrerende utstyr tatt i bruk, slik at her er det reelle døgnmidler som er oppgitt.

Den største kulminerende vannføringen som er registrert ved målestasjon Refsvatn (Litlåvassdraget) er på 71,2 m³/s, den 7 oktober 2010. Dette gir et gjentaksintervall på mellom 20 – 50 år for denne flommen (kap. 4).

De største registrerte døgnmiddelflommene er på 42,5 m³/s ved Litle Rosseland (Råsslandsåa), den 13. september 1967 og 52,7 m³/s ved Refsvatn, den 28 mai 1984 (Litlåvassdraget). Dette tilsvarer et gjentaksintervall på 100-år ved Litle Rosseland og 20 – 50 år ved Refsatn.

Tabell 9. De fem største flommene (døgnmidler) ved 26. 12 Litle Rosseland og (døgnmidler og kulminasjonsverdier) ved 26. 29 Refsland.

26. 12 Litle Rosseland		26.29 Refsvatn			
Dato	**Døgnmiddel** (m³/s)	**Dato**	**Døgnmiddel (m³/s)**	**Dato**	**Kulm.** (m³/s)
13/9-57	42,5	28/5-84	52,7	7/10/10	71.2
1/1-79	41,7	06/6-14	46,3	11/12/06	62.6
31/12-78	37,6	19/5-10	46,2	20/11/09	60.9
20/1-54	31,2	23/5-13	44,3	04/11/79	58.9
31/12-51	30,2	12/6-05	41,7	1511/05	56.8

7 Sammenligning av resultater

7.1 Sammenligning med tidligere beregninger

Det er blitt utført en sammenligning av resultater, kulminasjonsverdier, fra 1999 (Drageset, 1999) og med resultater i denne rapporten (2017), se tabell 10. Resultater fra 1999 er presentert i tabell 11 og resultater fra 2017 i tabell 12.

Resultatene viser at flomverdiene for Sokndalsvassdraget er mye høyere for 2017 sammenlignet med 1999. Avviket er størst for 500-år flommen, over +170 % for Sokna oppstrøms Litlå, sammenlignet med i 1999. For Litlåvassdraget er avvikene mindre, men avviket er fremdeles størst for 500-års flommen.

Tabell 10. Sammenligning av resultater. Prosentuell endring fra 1999 til 2017, kulminasjonsverdier.

Stasjon	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
Litlå (oppstrøms Sokna)	122 %	125 %	126 %	128 %	129 %	131 %	132 %
Sokna (oppstrøms Litlå)	164 %	165 %	168 %	170 %	172 %	173 %	176 %
Sokna (nedstrøms Litlå)	152 %	154 %	156 %	158 %	160 %	162 %	164 %

Avvikene skyldes til stor det valget av middelflom som i denne rapporten er noe høyere for Litlå, men mye høyere for Sokndalsvassdraget sammenlignet med 1999. Men det er også valgt brattere vekskurve samt høyere Q_{mom}/Q_{mid} verdi.

At valgene/metoden som ble brukt i denne rapporten skiller seg så mye fra rapporten i 1999 kan også forklares ut fra en eller flere nedenstående faktorer:

- flere år med observerte data ved aktive stasjoner
- nye vannføringskurver
- nye formelverk (NIFS)

Tabell 11. Resulterende flomverdier for Sokna vassdraget, kulminasjonsverdier, fra 1999 (Drageset).

Felt	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
Litlå (oppstrøms Sokna)	41	58	65	74	81	87	96
Sokna (oppstrøms Litlå)	71	102	114	130	141	153	167
Sokna (nedstrøms Litlå)	105	151	169	192	209	226	248

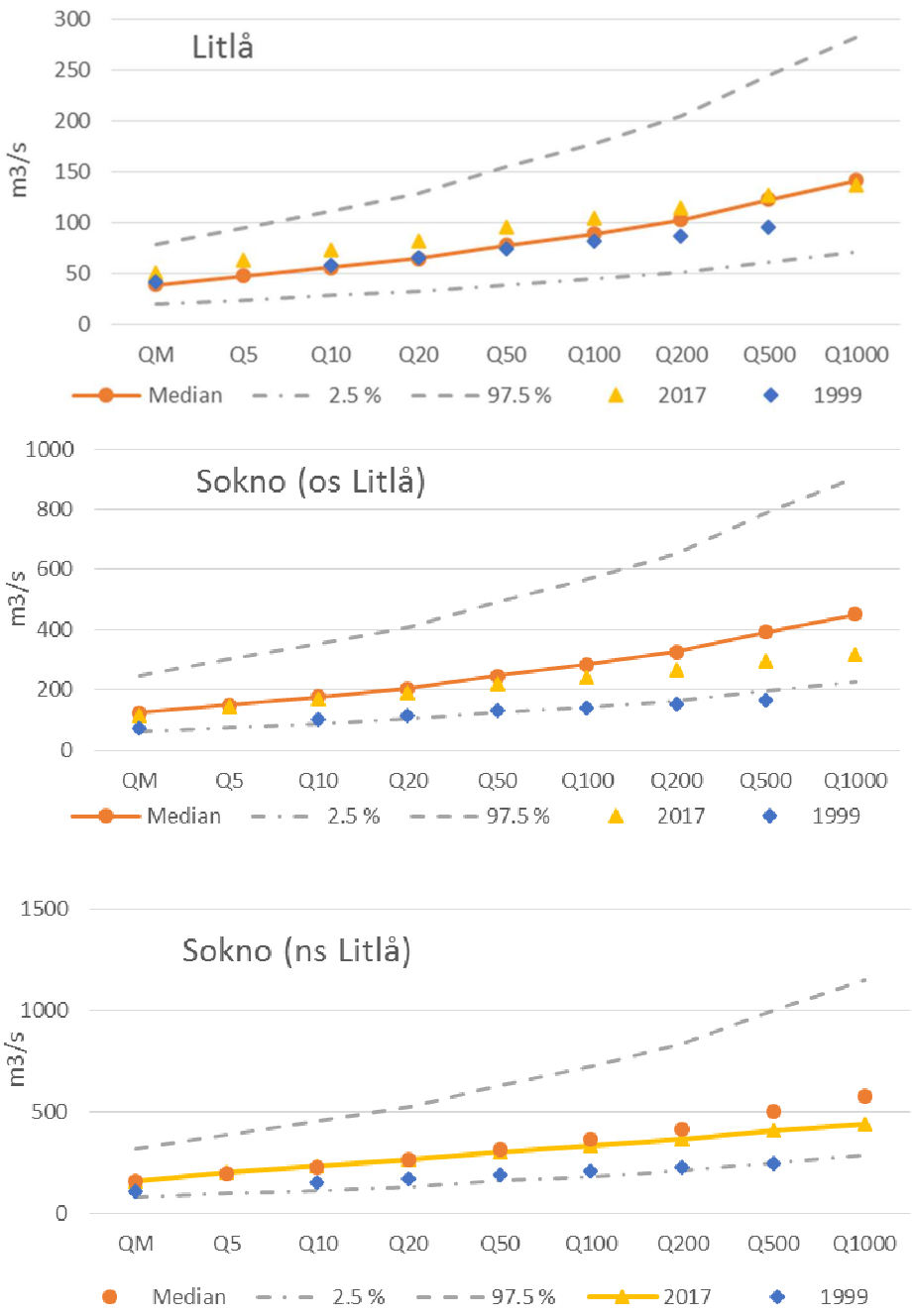
Tabell 12. Resulterende flomverdier for Sokna vassdraget, kulminasjonsverdier, denne rapporten (2017).

Felt	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
Litlå (oppstrøms Sokna)	50	72	82	95	104	114	127
Sokna (oppstrøms Litlå)	116	169	191	221	243	265	295
Sokna (nedstrøms Litlå)	160	232	263	304	334	365	406

7.2 Sammenligning med formelverk for små felt

Det er også blitt brukt et formelverk som er utviklet til å estimere flommer direkte som kulminasjonsverdier i små felt, < 50 km^2 (Glad mfl., 2015). Resultatene er vist i figur 6 sammen med de valgte kulminasjonsverdiene fra tabell 7 og verdiene fra 1999 (tabell 13). Det viser seg å være et relativt godt samsvar med de valgte verdiene fra 2017 (denne rapporten) og verdiene utledet med formelverket for små felt.

I følge Glad mfl. (2015) fås usikkerheten ved bruk av formelverket for små felt for lave (< 100 år) respektive høye gjentaksintervall (> 100 år) ved å multiplisere eller dividere med ca. 1,8 respektive ca. 2,0 med et 95 % konfidensintervall. For Litlå og Sokna blir da flomestimatene med tilhørende 95 % konfidensintervall som vist i figur 6.



Figur 6. Valgte kulminerende flomverdier for Litlå og Sokna, denne rapporten (2017), sammen med verdier utledet fra formelverk for små felt (Glad mfl., 2015) med tilhørende usikkerhets bånd (95 % konfidensintervall) og verdier fra Drageset (1999).

8 Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Sokna kan karakteriseres som noe tynt. Størst usikkerhet ligger det i at det ikke foreligger noen observasjoner på selve strekningen som skal flomsonekartlegges. Strekningen har tilførsel av vann fra fire ulike delvassdrag. I to av disse finnes målestasjoner for vannstand/vannføring. Den ene av disse, Litle Rosseland i Rosslandsåna, har lang observasjonsperiode, men er regulert. Reguleringen har antagelig

relativt liten innvirkning på flomvannføringer med store gjentaksintervall (reguleringsprosent er 10 %).

Det er betydelig usikkerhet i de beregnede flomverdiene. Dette gjelder både ved beregning av middelflom, i frekvenskurvene og ved omregning fra døgnmidler til kulminasjonsverdier.

Usikkerheten skyldes en rekke forhold. For det første er det usikkerhet knyttet til ”observert vannføring”. Vannstander observeres, deretter omregnes disse ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring ute i elven. Ofte er de største flomvannføringene beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer.

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 flom-vannføringer 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.

Det er også knyttet usikkerheter til valg av statistisk fordelingsfunksjon ved frekvensanalyser og ved beregning av forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsvannføring.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Hvis disse flomberegningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil disse gis klasse 2.

Referanser

Drageset, T.A.. 1999. Flomberegning for Sokna. Oppdragsrapport, dokument nr. 19-1999.

Glad. P. A., Reitan. T. og Stenius. S. 2015: Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE Rapport nr. 8-15. www.nve.no.

Lawrence, D., (2016). Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.

Lawrence, D., (2015). Klimapåslag for flomsonekart 2015. Internt notat 15.12.2015.

Prosjekthåndbok – flomsonekartprosjektet. 5 B: Retningslinjer for flomberegninger. NVE, 2013.

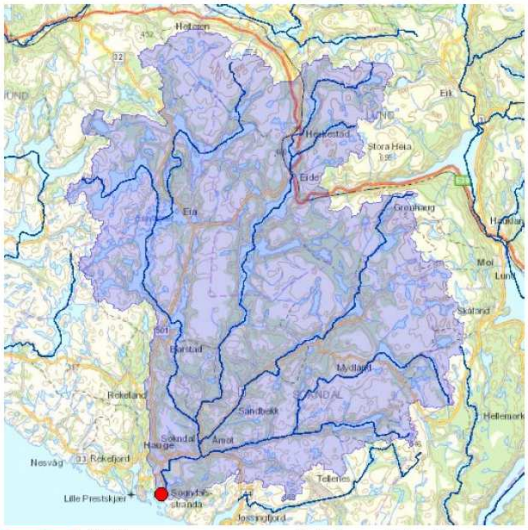
Stenius, S., Glad, P.A., Wang, T. K., Væringstad T. (2015): Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE Veileder 7-2015. www.nve.no.

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

Vedlegg 1 – Feltkarakteristika for Sokndalsvassdraget

Feltkarakteristika for Sokndalsvassdraget og de ulike delfeltene. Alle feltkarakteristika er beregnet ved hjelp av NVEs kartapplikasjon NEINA (http://nevina.nve.no/).

Sokndalsvassdraget ved utløpet i fjorden:



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4A0
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	SOKNO

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	54.9 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	11.6 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	11.2 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	13.3 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	9.5 l/(s*km²)
Base flow	22.5 l/(s*km²)
BFI	0.4

Klima		
Klimaregion		Sor
Årsnedbør	1948	mm
Sommernedbør	718	mm
Vinternedbør	1231	mm
Årstemperatur	6.0	°C
Sommertemperatur	11.0	°C
Vintertemperatur	2.5	°C
Temperatur Juli	12.5	°C
Temperatur August	12.9	°C

Feltparametere	
Areal (A)	305.9 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	1.2 %
Elvelengde (E_L)	32.0 km
Elvegradient (E_G)	17.5 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	7.6 m/km
Feltlengde(F_L)	24.7 km
H_{min}	3 moh.
H_{10}	140 moh.
H_{20}	166 moh.
H_{30}	191 moh.
H_{40}	222 moh.
H_{50}	260 moh.
H_{60}	303 moh.
H_{70}	343 moh.
H_{80}	384 moh.
H_{90}	441 moh.
H_{max}	650 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	2.8 %
Myr	1.3 %
Sjø	12.1 %
Skog	31.9 %
Snaufjell	43.5 %
Urban	0.4 %

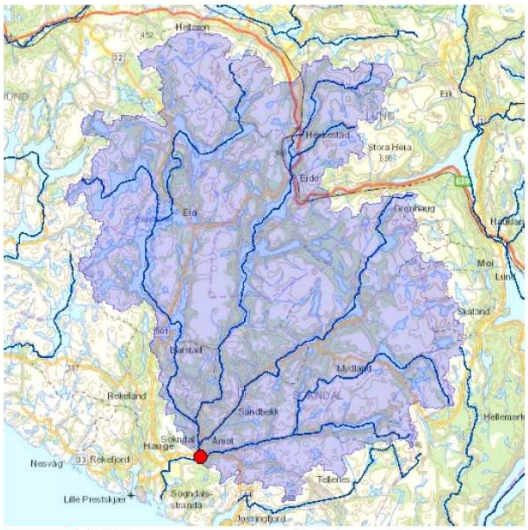
1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

3/28/2017 4:10:14 PM © nevina.nve.no

Sokna nedstrøms samløpet med Litlå:



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4A0
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	SOKNO

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	55.5 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	11.7 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	11.4 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	13.4 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	9.7 l/(s*km²)
Base flow	22.8 l/(s*km²)
BFI	0.4

Klima		
Klimaregion		Sor
Årsnedbør	1961	mm
Sommernedbør	721	mm
Vinternedbør	1240	mm
Årstemperatur	6.0	°C
Sommertemperatur	10.9	°C
Vintertemperatur	2.5	°C
Temperatur Juli	12.5	°C
Temperatur August	12.8	°C

Feltparametere	
Areal (A)	293.8 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	1.3 %
Elvelengde (E_L)	28.0 km
Elvegradient (E_G)	20.0 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	7.8 m/km
Feltlengde(F_L)	22.1 km
H_{min}	6 moh.
H_{10}	151 moh.
H_{20}	174 moh.
H_{30}	198 moh.
H_{40}	233 moh.
H_{50}	269 moh.
H_{60}	310 moh.
H_{70}	348 moh.
H_{80}	388 moh.
H_{90}	444 moh.
H_{max}	650 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	2.5 %
Myr	1.3 %
Sjø	12.5 %
Skog	31.2 %
Snaufjell	45.1 %
Urban	0.1 %

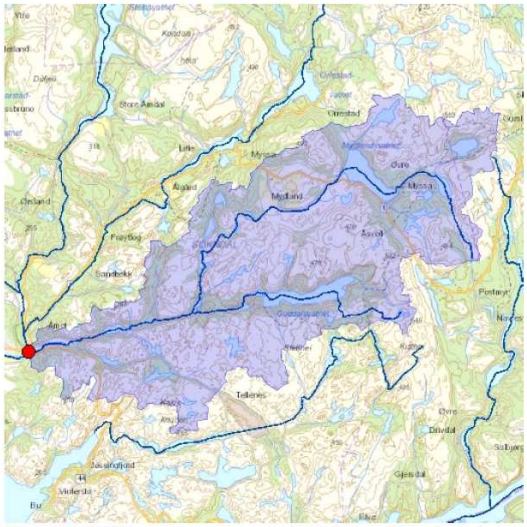
1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

5/4/2017 2:55:25 PM © nevina.nve.no

Litlå:



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4AA2
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	LITLA-MYDLANDSÅNA

Vannføringsindeks, se merknader		
Middelvannføring (61-90)	57.3	l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	7.9	l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	8.2	l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	8.5	l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	7.0	l/(s*km²)
Base flow	22.3	l/(s*km²)
BFI	0.4	

Klima		
Klimaregion		Sor
Årsnedbør	1901	mm
Sommernedbør	701	mm
Vinternedbør	1200	mm
Årstemperatur	5.9	°C
Sommertemperatur	10.8	°C
Vintertemperatur	2.4	°C
Temperatur Juli	12.5	°C
Temperatur August	12.8	°C

Feltparametere	
Areal (A)	57.9 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	1.6 %
Elvelengde (E_L)	18.9 km
Elvegradient (E_G)	19.2 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	17.6 m/km
Feltlengde(F_L)	14.9 km
H_{min}	6 moh.
H_{10}	163 moh.
H_{20}	199 moh.
H_{30}	234 moh.
H_{40}	252 moh.
H_{50}	285 moh.
H_{60}	317 moh.
H_{70}	348 moh.
H_{80}	380 moh.
H_{90}	422 moh.
H_{max}	544 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	1.8 %
Myr	1.0 %
Sjø	8.8 %
Skog	23.7 %
Snaufjell	57.0 %
Urban	0.4 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

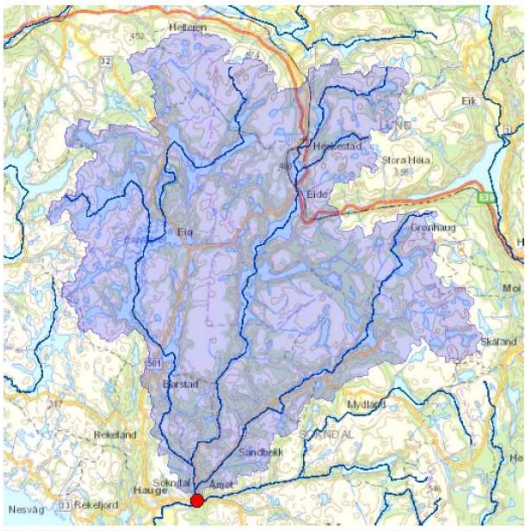
Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

3/28/2017 2:59:34 PM © nevina.nve.no

Sokna oppstrøms samløpet med Litlå:



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4B21
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	SOKNO

Vannføringsindeks, se merknader		
Middelvannføring (61-90)	55.1	l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	11.1	l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	10.9	l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	12.1	l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	10.0	l/(s*km²)
Base flow	23.1	l/(s*km²)
BFI	0.4	

Klima		
Klimaregion		Sor
Årsnedbør	1976	mm
Sommernedbør	726	mm
Vinternedbør	1250	mm
Årstemperatur	6.0	°C
Sommertemperatur	10.9	°C
Vintertemperatur	2.5	°C
Temperatur Juli	12.5	°C
Temperatur August	12.8	°C

Feltparametere	
Areal (A)	236.3 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	1.9 %
Elvelengde (E_L)	27.8 km
Elvegradient (E_G)	20.1 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	8.0 m/km
Feltlengde(F_L)	22.0 km
H_{min}	9 moh.
H_{10}	151 moh.
H_{20}	171 moh.
H_{30}	193 moh.
H_{40}	220 moh.
H_{50}	263 moh.
H_{60}	308 moh.
H_{70}	348 moh.
H_{80}	390 moh.
H_{90}	452 moh.
H_{max}	650 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	2.7 %
Myr	1.3 %
Sjø	13.4 %
Skog	33.0 %
Snaufjell	42.3 %
Urban	0.1 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

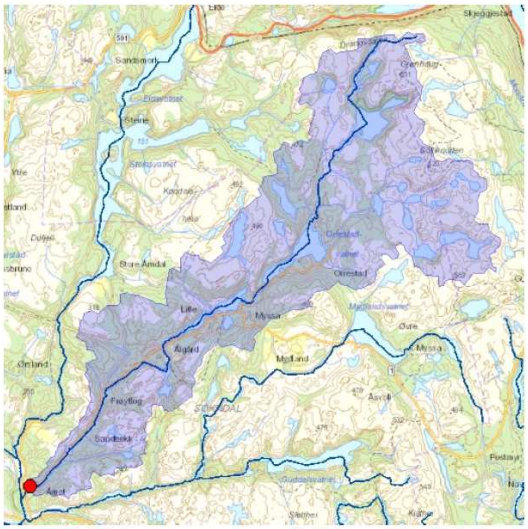
Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

3/28/2017 3:12:26 PM © nevina.nve.no

Ålgårdselv (Linborgåa):



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4B1Z
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	LINBORGÅA

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	57.9 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	6.5 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	7.0 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	6.2 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	7.7 l/(s*km²)
Base flow	22.6 l/(s*km²)
BFI	0.4

Klima		
Klimaregion		Sør
Årsnedbør	1984	mm
Sommernedbør	723	mm
Vinternedbør	1261	mm
Årstemperatur	5.8	°C
Sommertemperatur	10.7	°C
Vintertemperatur	2.3	°C
Temperatur Juli	12.3	°C
Temperatur August	12.6	°C

Feltparametere	
Areal (A)	50.9 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	2.4 %
Elvelengde (E_L)	20.4 km
Elvegradient (E_G)	25.6 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	19.8 m/km
Feltlengde(F_L)	16.5 km
H_{min}	18 moh.
H_{10}	156 moh.
H_{20}	189 moh.
H_{30}	229 moh.
H_{40}	270 moh.
H_{50}	310 moh.
H_{60}	345 moh.
H_{70}	385 moh.
H_{80}	427 moh.
H_{90}	495 moh.
H_{max}	624 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	1.2 %
Myr	1.2 %
Sjø	9.8 %
Skog	37.6 %
Snaufjell	43.0 %
Urban	0.1 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

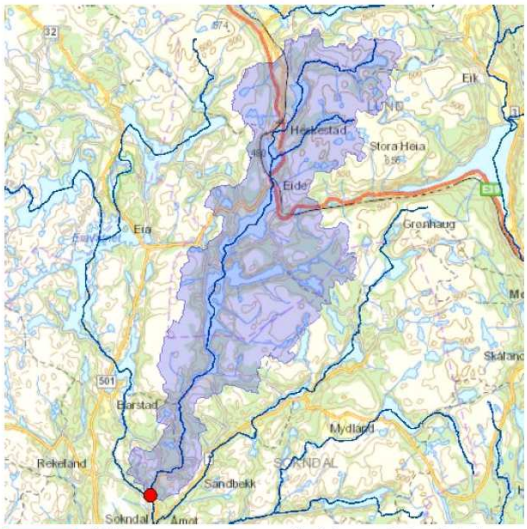
Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

3/28/2017 4:01:23 PM © nevina.nve.no

Sokna oppstrøms samløpet med Rosslandåa:



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4C
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	SOKNO

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	57.0 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	7.5 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	7.7 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	7.0 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	10.1 l/(s*km²)
Base flow	22.8 l/(s*km²)
BFI	0.4

Klima		
Klimaregion		Sør
Årsnedbør	2033	mm
Sommernedbør	741	mm
Vinternedbør	1292	mm
Årstemperatur	5.8	°C
Sommertemperatur	10.7	°C
Vintertemperatur	2.2	°C
Temperatur Juli	12.3	°C
Temperatur August	12.6	°C

Feltparametere	
Areal (A)	76.8 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	4.8 %
Elvelengde (E_L)	26.0 km
Elvegradient (E_G)	21.3 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	7.0 m/km
Feltlengde(F_L)	20.5 km
H_{min}	16 moh.
H_{10}	153 moh.
H_{20}	189 moh.
H_{30}	222 moh.
H_{40}	273 moh.
H_{50}	309 moh.
H_{60}	342 moh.
H_{70}	376 moh.
H_{80}	418 moh.
H_{90}	474 moh.
H_{max}	650 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	3.8 %
Myr	1.0 %
Sjø	11.7 %
Skog	39.7 %
Snaufjell	37.3 %
Urban	0.0 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

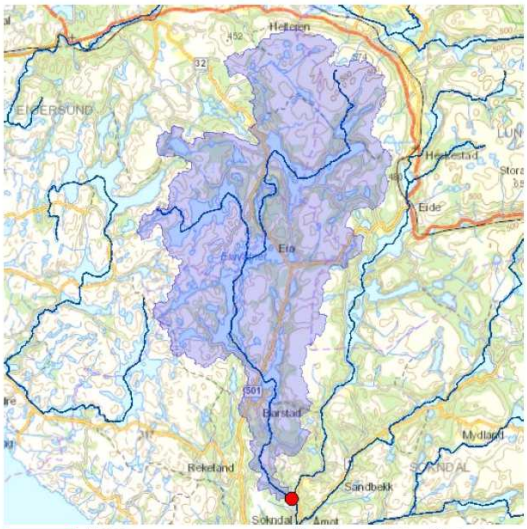
Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

3/28/2017 3:48:47 PM © nevina.nve.no

Rosslandåa:



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	026.4BA1
Kommune:	Sokndal
Fylke:	Rogaland
Vassdrag:	ROSSLANDSÅA

Vannføringsindeks, se merknader		
Middelvannføring (61-90)	52.6	l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	11.5	l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	11.0	l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	11.5	l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	13.7	l/(s*km²)
Base flow	23.7	l/(s*km²)
BFI	0.5	

Klima		
Klimaregion		Sor
Årsnedbør	1936	mm
Sommernedbør	718	mm
Vinternedbør	1218	mm
Årstemperatur	6.3	°C
Sommertemperatur	11.2	°C
Vintertemperatur	2.8	°C
Temperatur Juli	12.7	°C
Temperatur August	13.0	°C

Feltparametere	
Areal (A)	106.5 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	6.2 %
Elvelengde (E_L)	27.7 km
Elvegradient (E_G)	17.8 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	2.1 m/km
Feltlengde(F_L)	19.9 km
H_{min}	19 moh.
H_{10}	146 moh.
H_{20}	161 moh.
H_{30}	177 moh.
H_{40}	194 moh.
H_{50}	215 moh.
H_{60}	250 moh.
H_{70}	296 moh.
H_{80}	348 moh.
H_{90}	403 moh.
H_{max}	568 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	2.6 %
Myr	1.6 %
Sjø	16.7 %
Skog	25.5 %
Snaufjell	46.2 %
Urban	0.0 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

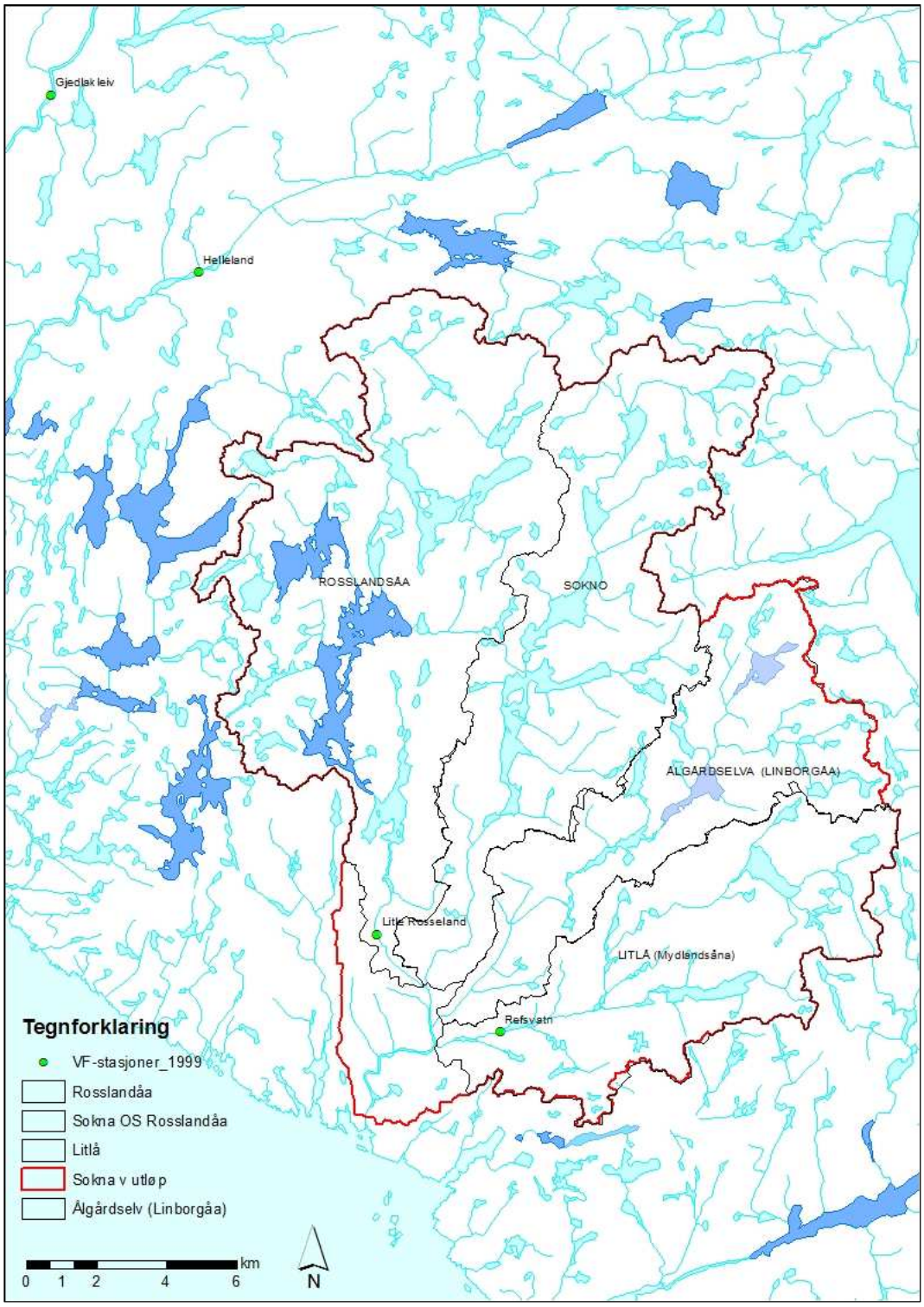
Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

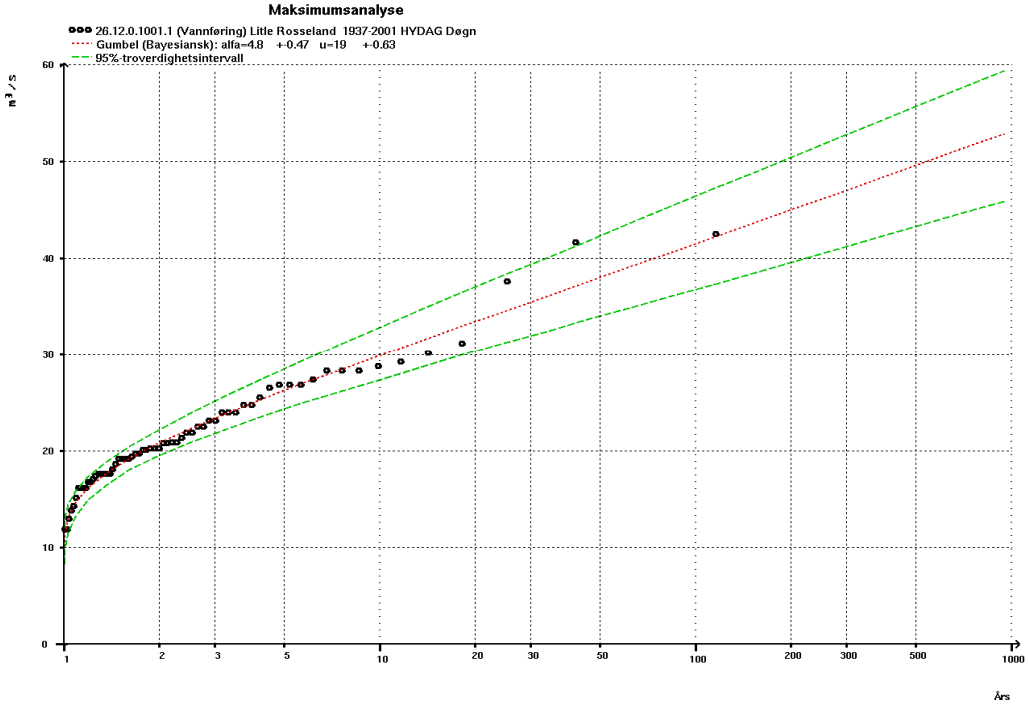
3/28/2017 3:37:21 PM © nevina.nve.no

Vedlegg 2 – Kart med feltgrenser til delvassdragene og plassering av målestasjoner

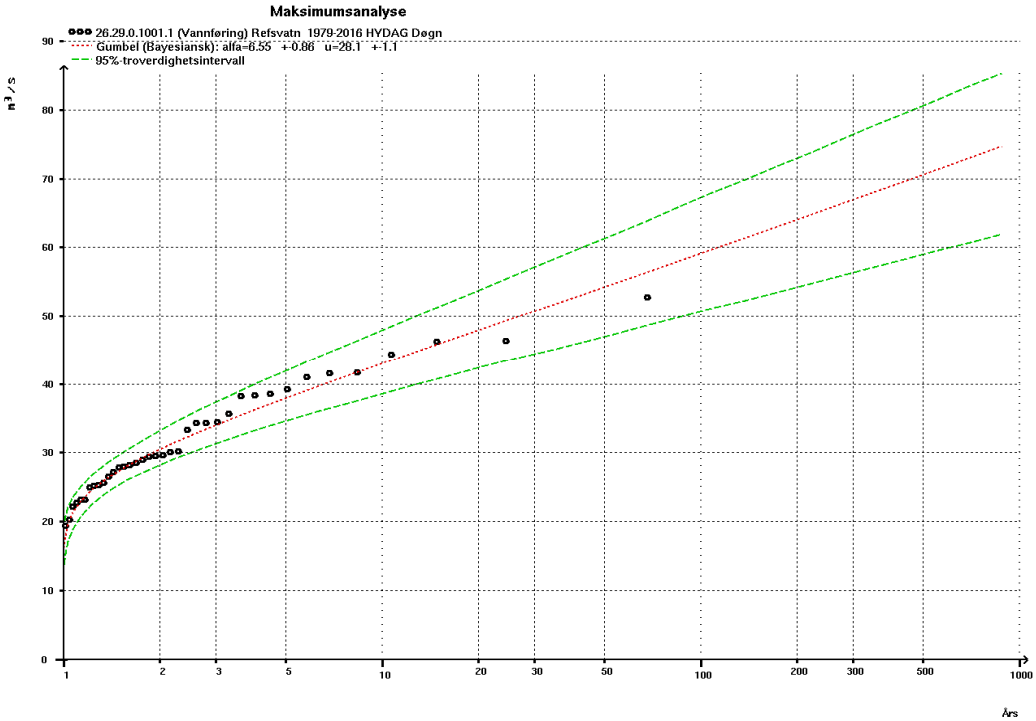


Vedlegg 3 – Flomfrekvensanalyser og fordelingsfunksjoner

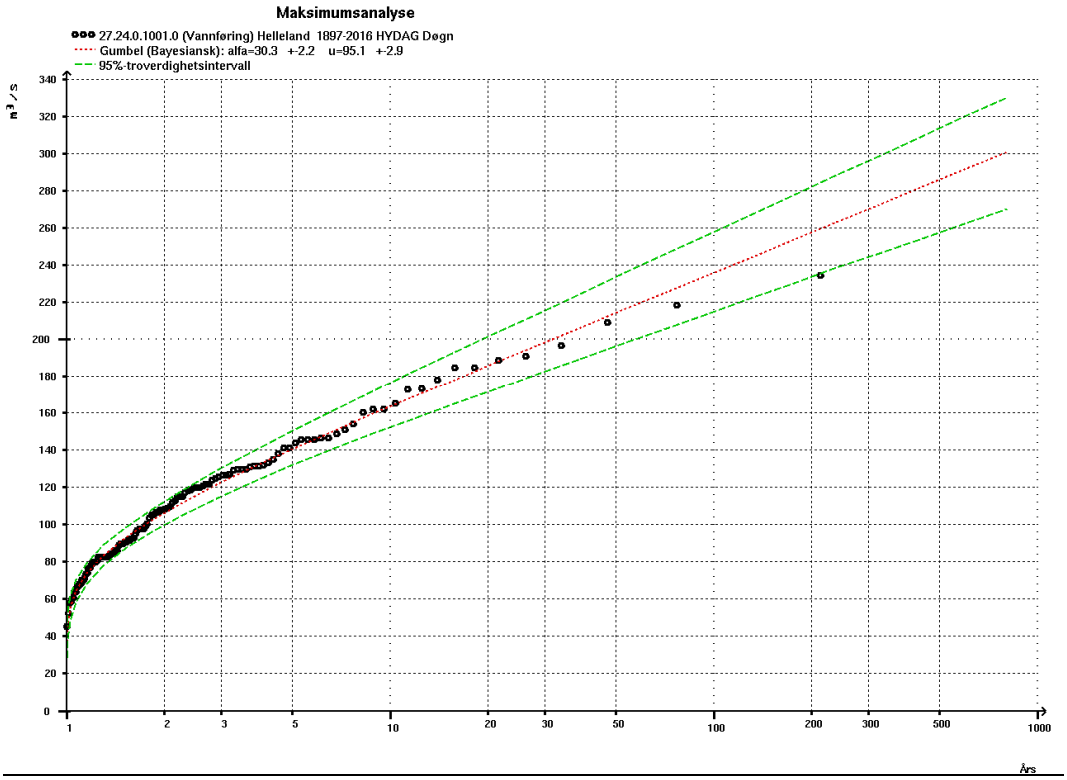
Flomfrekvensanalyse for 26.12 Litle Rosseland.



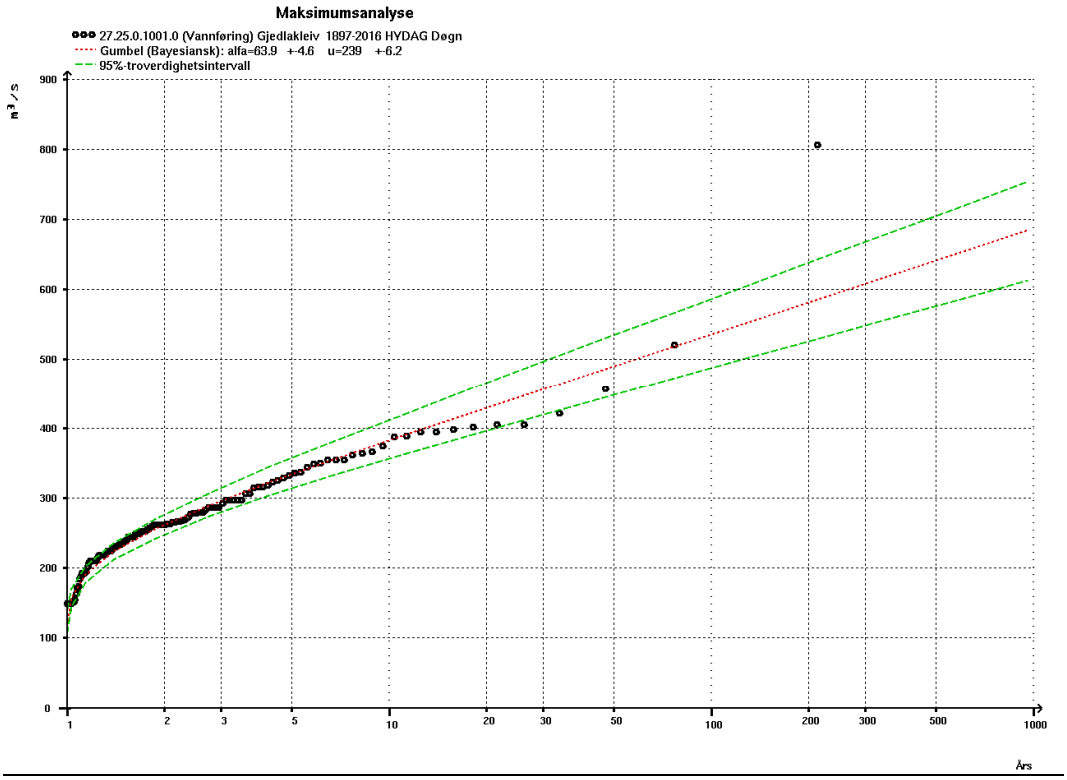
Flomfrekvensanalyse for 26.29 Refsvatn.



Flomfrekvensanalyse for 27.24 Helleland.



Flomfrekvensanalyse for 27.25 Gjedlakleiv.



Vedlegg 4 – Regionale flomformler

De regionale flomformlene for definerte hydrologiske regioner, region V2 og V4 (Sælthun mfl., 1997) er:

Vårflomregioner

V1: $\ln q_M = 0{,}2722 \cdot \ln S_T - 0{,}1406 \cdot \ln A_{SE} + 0{,}1006 \cdot \ln A_{SF} + 0{,}6172 \cdot \ln q_N + 2{,}11$

V2: $\ln q_M = 0{,}0930 \cdot \ln S_T - 0{,}0816 \cdot \ln A_{SE} + 0{,}0281 \cdot \ln A_{SF} + 0{,}5076 \cdot \ln q_N + 3{,}59$

V3: $\ln q_M = 0{,}3066 \cdot \ln S_T - 0{,}0220 \cdot \ln A_{SE} + 0{,}0939 \cdot \ln A_{SF} + 0{,}3252 \cdot \ln q_N + 3{,}09$

V4: $\ln q_M = 0{,}1848 \cdot \ln S_T - 0{,}0137 \cdot \ln A_{SE} + 0{,}0873 \cdot \ln A_{SF} + 0{,}5143 \cdot \ln q_N + 2{,}77$

Høstflomregioner

H1: $\ln q_M = 1{,}2805 \cdot \ln q_N - 0{,}2267 \cdot \ln(A/L_F) - 0{,}0664 \cdot A_{SE} + 0{,}0053 \cdot S_T + 1{,}00$

H2: $\ln q_M = 1{,}2910 \cdot \ln q_N - 0{,}1602 \cdot \ln(A/ L_F) - 0{,}0508 \cdot A_{SE} + 0{,}0065 \cdot S_T + 0{,}65$

H3: $\ln q_M = 1{,}2014 \cdot \ln q_N - 0{,}0819 \cdot \ln(A/ L_F) - 0{,}0268 \cdot A_{SE} + 0{,}0013 \cdot S_T + 1{,}07$

Bre- og årsflomregioner

BRE: $\ln q_M = 0{,}0119 \cdot qN - 0{,}0848 \cdot A_{SE} - 0{,}0165 \cdot L_F + 5{,}81$

K1: $\ln q_M = 1{,}5212 \cdot \ln q_N - 1{,}1516 \cdot \ln P_N - 0{,}0569 \cdot A_{SE} - 0{,}0093 \cdot L_F + 8{,}80$

K2: $\ln q_M = 1{,}1524 \cdot \ln q_N - 0{,}0463 \cdot A_{SE} + 1{,}57$

q_M middelflom [l/s ·km^2]
S_T hovedelvas gradient [m/km]
A_{SE} effektiv sjøprosent [%]
A_{SF} snaufjellprosent [%]
q_N midlere spesifikt årsavløp [l/s ·km^2]
A nedbørfeltets areal [km^2]
L_F feltaksens lengde [km]
S_T hovedelvas gradient [m/km]

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no