NVE

RAPPORT NR. 8 / 2024

Flomberegning for Hallingdalsvassdraget (012.CZ)

SKREVET AV Elise Trondsen og Erik Holmqvist

NVE Rapport nr. 8/2024
Flomberegning for Hallingdalsvassdraget (012.CZ).
Del 1: Rukkedøla, Trøimsåni, Ruståni, Liaåni, Todøla og bekk gjennom Bromma
Del 2: Hallingdalselva, Hemsil, Grøndøla og Mørkdøla (012.CZ)

Utgitt av:	Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere:	Elise Trondsen og Erik Holmqvist
Omslagsfoto:	Hallingdalselva gjennom Nesbyen under ekstremværet «Hans», 8. august 2023. Foto: Thomas Mørch

ISBN:	978-82-410-2392-7
ISSN:	2704-0305
Saksnummer:	202409217

Sammendrag: Det er utført flomberegninger som grunnlag for oppdatering av flomsonekart i Hallingdalsvass-draget. Det er anbefalt å benytte 20 % klimapåslag på de fleste beregna flomstørrelsene, for enkelte mindre sideelver er 40 % påslag anbefalt. Det er også anslått hvor stor flommen i 1860 var i Hallingdalselva ved Bergheim sør for Nesbyen. Og det er estimert hva flomvannføringen ville vært ved Bergheim, hvis vassdraget hadde vært uregulert under ekstremværet «Hans» i august 2023. Ut fra beregningene i denne rapporten kan «Hans» karakteriseres som en 100-årsflom ved Bergheim.

Emneord: Flomberegning, Hallingdalselva, Hemsil, Rukkedøla

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Mai 2024

Innhold

Forord **5**

Sammendrag del 1 ..... **6**

Sammendrag del 2 ..... **8**

1 Beskrivelse av oppgaven og vassdraget – del 1 ..... **11**

1.1 Definering av oppgaven 11
1.2 Beskrivelse av vassdraget 12
1.2.1 Reguleringer 13

2 Datagrunnlag **15**

2.1 Målestasjoner 15
2.2 «Hans» i Rukkedøla og Ruståni 18

3 Resultater **20**

3.1 Grunnlag for døgnmiddelvannføring 20
3.1.1 Flomfrekvensanalyser 20
3.1.2 Regional flomfrekvensanalyse fra formelverket RFFA-2018 22
3.1.3 Vekstkurver 23
3.2 Valg av døgnmiddelflom og vekstkurver for hvert beregningspunkt 24
3.2.1 Rukkedøla diskusjon og valg 24
3.2.2 Trøimsåni diskusjon og valg 26
3.2.3 Ruståni diskusjon og valg 27
3.2.4 Liaåni og Todøla diskusjon og valg 28
3.2.5 Bekk gjennom Bromma diskusjon og valg 28
3.3 Endelige døgnverdier 29
3.4 Kulminasjonsvannføring 30
3.4.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier 30
3.4.2 Flomfrekvensanalyser på findata 34

4 Endelig valg av flomverdier **36**

4.1 Endelig flomverdier Rukkedøla 36
4.2 Endelige flomverdier Trøimsåni 39
4.3 Endelige flomverdier Ruståni 40
4.4 Endelig flomverdier Liaåni og Todøla 41
4.5 Endelig flomverdier bekk gjennom Bromma 43
4.6 Endelige kulminasjonsverdier 44

5 Vurdering av flomverdier **45**

5.1 Sammenligning med tidligere beregninger 45
5.2 Usikkerhet 50
5.3 Klassifisering av datagrunnlaget 51

6 Klimapåslag **52**

7 Beskrivelse av oppgaven og vassdraget – del 2 ..... **53**

7.1 Definering av oppgaven 53
7.2 Beskrivelse av vassdraget 54
7.2.1 Reguleringer 57

8 Datagrunnlag **59**

8.1 Målestasjoner ... 59
8.1.1 Bergheim ... 60
8.2 «Hans» ved målestasjoner i området ... 62

9 Resultater ... 64

9.1 Uregulert flomvannføring, døgnmidler ... 64
9.1.1 Regional flomfrekvensanalyse fra formelverket RFFA-2018 ... 64
9.1.2 Uregulert middelflom ... 67
9.1.3 Flomfrekvensanalyser av observerte data ... 70
9.1.4 Uregulerte døgnmiddelflommer ... 74
9.2 Uregulert flomvannføring, kulminasjonsverdier ... 76
9.2.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier ... 76

10 Flomreduksjon grunnet regulering ... 80

10.1 Analyse av regulerte flomdata Bergheim. ... 80
10.2 Virkningen av kraftverkene Nes og Hemsil I ... 82
10.3 Flomreduksjon i Hemsil og i Hallingdalselva vest for samløp ... 82
10.4 Flomreduksjon for de ulike beregningspunktene ... 84

11 Endelige flomverdier ... 85

12 Vurdering av flomverdier ... 87

12.1 Sammenligning med tidligere beregninger ... 87
12.1.1 Flomberegninger for flomsonekart ... 87
12.1.2 Flomberegninger for damsikkerhet ... 89
12.2 Usikkerhet ... 90
12.3 Klassifisering av datagrunnlaget ... 91

13 Klimapåslag ... 92

14 Referanser ... 95

15 Vedlegg ... 96

15.1 Vedlegg 1: Beregning av tilsig. ... 96
15.2 Vedlegg 2: Hvor store ville flommene i 2004, 2007 og «Hans» i 2023 vært ved Bergheim i et uregulert vassdrag? ... 98
15.3 Vedlegg 3: Beregning av flomvannføring ved Bergheim i 1860. ... 108
15.4 Vedlegg 4: Nevina-rapporter ... 111

Forord

Rapporten har to deler. I del 1 er det gjort beregninger for en rekke mindre sideelver i Hallingdalselva og Hemsil. I del 2 er det gjort beregninger for hovedelvene og to litt større sideelver til Hemsil. Beregningene er en oppdatering av flomberegninger utført i årene 2004 - 2011 i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekninger i Hallingdalsvassdraget.

Utvalgte flommer med gjentaksintervall opptil 1000 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til ventede klimaendringer.

Elise Trondsen og Erik Holmqvist har utført beregningene, del 1 er kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist og del 2 av Thomas Væringstad.

Oslo, mai 2024

Seija Stenius
fung. seksjonssjef
Seksjon for vannbalanse
Hydrologisk avdeling

Elise Trondsen og
hydrolog
Seksjon for vannbalanse
Hydrologisk avdeling

Erik Holmqvist
hydrolog
Seksjon for vannbalanse
Hydrologisk avdeling

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Sammendrag del 1

Det ble utarbeidet flomberegninger for Hallingdalsvassdraget i 2004 (Holmqvist, 2004) som grunnlag for flomsonekartlegging. Dette omfattet blant annet Rukkedøla, Todøla og Trøymsåni. I 2011 ble beregningene utvidet med 1000-årsflom (saksnr. 201001267-2). Flomberegningene skal nå revideres.

Flomberegningen omfatter følgende sideelver til Hallingdalselva og Hemsil, Rukkedøla, Trøimsåni, Ruståni, Liåni, Todøla, samt en bekk som renner gjennom Bromma sentrum.

I Hallingdal kan store flommer forekomme hele året, men de største flommene er oftest snøsmelteflommer om våren. Det er likevel flere eksempler på rene regnflommer, sånn som «Hans» i 2023.

Rukkedøla og Ruståni har fraført vann som antas å påvirke flomregimet.

Flomberegningen er basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i vassdraget, representative målestasjoner fra nabovassdragene og regionale flomformler.

Kulminasjonsvannføring for gjentaksintervall opp til Q_{1000} er presentert i tabell 1 a. I tabell 1 b er kulminasjonsvannføringer med anbefalt klimapåslag presentert.

Tabell 1a. Flomverdier i Hallingdalsvassdraget for aktuelle beregningspunkt, kulminasjonsvannføringer. Rukkedøla og Ruståni viser verdier inkludert regulering.

Beregningspunkt	Q_M m³/s	Q_5 m³/	Q_{10} m³/s	Q_{20} m³/	Q_{50} m³/s	Q_{100} m³/s	Q_{200} m³/s	Q_{500} m³/s	Q_{1000} m³/s
Rukkedøla v Hallingdalselva	69	99	126	146	179	199	218	245	266
Trøimsåni v Hemsil	15	19	22	26	32	36	40	45	48
Ruståni v Hallingdalselva	14	23	33	42	55	60	65	75	80
Liåni v Hallingdalselva	24	33	39	45	52	58	64	72	78
Todøla v Hallingdalselva	31	42	50	57	67	74	82	92	100
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	3.5	4.5	5.3	6.2	7.2	8.0	8.9	10.0	10.8

Tabell 1b. Flomverdier inkl. anbefalt klimapåslag for Hallingdalsvassdraget, kulminasjonsvannføringer. Påslaget er 40% for Trøimsåni og bekk gjennom Bromma og 20 % for øvrige. Rukkedøla og Ruståni viser verdier inkludert regulering.

Beregningspunkt	Q_M m^3/s	Q_5 $m^3/$	Q_{10} m^3/s	Q_{20} $m^3/$	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
Rukkedøla v Hallingdalselva	86	129	152	183	214	238	262	294	319
Trøimsåni v Hemsil	22	27	31	37	44	51	56	63	67
Ruståni v Hallingdalselva	19	35	41	57	66	72	78	90	96
Liåni v Hallingdalselva	29	39	46	54	63	70	77	86	94
Todøla v Hallingdalselva	37	51	60	68	80	89	98	110	120
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	4.9	6.3	7.5	8.6	10.1	11.3	12.4	14.0	15.1

Det er målinger i noen av elvene, men ingen av god kvalitet. Se mer om dette i kap. 2.1. For elvegreina Todøla og bekken gjennom Bromma, er det ingen lokale data eller sammenligningsstasjoner som representerer feltene godt.

I NVE veileder 1/2022 er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. Datagrunnlaget for flomberegning for Rukkedøla, Trøimsåni, Ruståni, Liåni, Todøla og bekk gjennom Bromma vurderes å være i klasse 4, «Begrenset hydrologisk datagrunnlag».

Sammendrag del 2

Det ble utarbeidet flomberegninger for Hallingdalselva og Hemsil i 2004 (Holmqvist, 2004) som grunnlag for flomsonekartlegging. Beregningene for nedre del av Hemsil og sideelvene Mørkdøla og Grøndøla ble revidert i 2009 og 2010 (saksnr. 200704573-6 og 201001267-1). I 2011 ble beregningene utvidet med 1000-årsflom (saksnr. 201001267-2). Flomberegningene skal nå revideres.

Beregningene omfatter totalt 13 punkter i Hallingdalselva fra utløp Strandefjorden og ned til Bergheim. I tillegg er det gjort beregninger for 5 punkter i Hemsil ovenfor samløpet med Hallingdalselva, og for to av de større sideelvene til Hemsil, Grøndøla og Mørkdøla.

I Hallingdal kan store flommer forekomme hele året, men de største flommene er oftest snøsmelteflommer om våren. Det er likevel flere eksempler på rene regnflommer, sånn som «Hans» i 2023.

Flomvannføringene i både Hemsil og Hallingdalselva er påvirket av reguleringene i vassdraget. For 500- og 1000-års flom er det antatt at vassdraget er som uregulert.

Flomberegningene er basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i vassdraget, representative målestasjoner fra nabovassdragene og regionale flomformler.

Kulminasjonsvannføring for gjentaksintervall opp til Q_{1000} er presentert i tabell 2 a. I tabell 2 b er kulminasjonsvannføringer med anbefalt klimapåslag presentert.

Det er målinger blant annet i Hallingdalselva ved Bergheim litt sør for Nesbyen. Her er det observert vannføring siden 1920. Vassdraget har vært påvirket av regulering siden 1941, noe som har ført til reduserte flomvannføringer. Den største observerte flommen er likevel fra ekstremværet «Hans» i august 2023. Ved denne flommen kom det svært lite vann fra magasinområdene. Flomtoppen ble drøyt 1400 m^3/s. Uten regulering er det antatt at flomtoppen ville vært omkring 1750 m^3/s (vedlegg 3).

Tidsserien for Bergheim er også utvidet ved å ta i bruk historisk flominformasjon fra den forrige storflommen i 1860 (vedlegg 4). Det er betydelig usikkerhet knyttet til både hvor stor flommen i 2023 ville vært uten regulering og hvor stor flommen i 1860 var, dette er kommentert i vedleggene.

I NVE veileder 1/2022 er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. For Hallingdalselva fra utløp Strandafjorden til Bergheim vurderes datagrunnlaget å være i klasse 2, brukbart hydrologisk datagrunnlag med observasjoner i eller nært vassdraget. For Hemsil og Mørkdøla vurderes datagrunnlaget å være i klasse 3, brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store spesifikke gradienter i flomstørrelser i området. For Grøndøla vurderes datagrunnlaget å være i klasse 4, begrenset hydrologisk datagrunnlag.

Tabell 2a. Flomverdier i Hallingdalsvassdraget for aktuelle beregningspunkt, kulminasjonsvannføringer.

Beregningspunkt	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
Hallingdalselva ved									
Utløp Strandafj. ndf Kulu	127	188	252	318	406	632	704	951	1025
Moen	222	317	407	498	633	913	1009	1290	1391
Ndf samløp Hemsil	415	554	670	782	940	1270	1376	1699	1799
Ovf Rusteåni	415	556	671	783	941	1271	1378	1701	1801
Ndf Rusteåni	423	564	681	794	954	1284	1392	1716	1817
Ovf Liaåni	423	565	681	795	955	1285	1393	1717	1819
Ndf Liaåni	430	574	692	806	967	1299	1407	1733	1835
Ovf Dokkelvi	433	577	695	810	971	1303	1412	1738	1841
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	483	628	748	863	1012	1317	1426	1753	1857
Ndf Rukkedøla	505	657	780	899	1052	1359	1472	1803	1910
Ovf Todøla	507	658	782	901	1055	1362	1475	1806	1913
Ndf Todøla	516	670	795	915	1071	1379	1494	1826	1934
Bergheim	530	687	814	937	1095	1405	1521	1857	1966
Hemsil ved									
Grøndøla	83	106	127	146	173	201	222	258	282
Mørkdøla	73	100	127	154	192	260	291	366	400
Hemsedal skisenter	161	213	261	310	375	472	526	638	698
Ovf Trøymsåni	164	217	265	314	381	478	532	646	706
Ndf Trøymsåni	175	230	282	333	402	502	559	676	739
Dokki	181	239	291	344	415	517	575	694	759
samløp med Hallingdalselva	216	282	341	400	480	581	647	775	848

Tabell 2b. Flomverdier inkl. anbefalt klimapåslag (20%) for Hallingdalsvassdraget, kulminasjonsvannføringer.

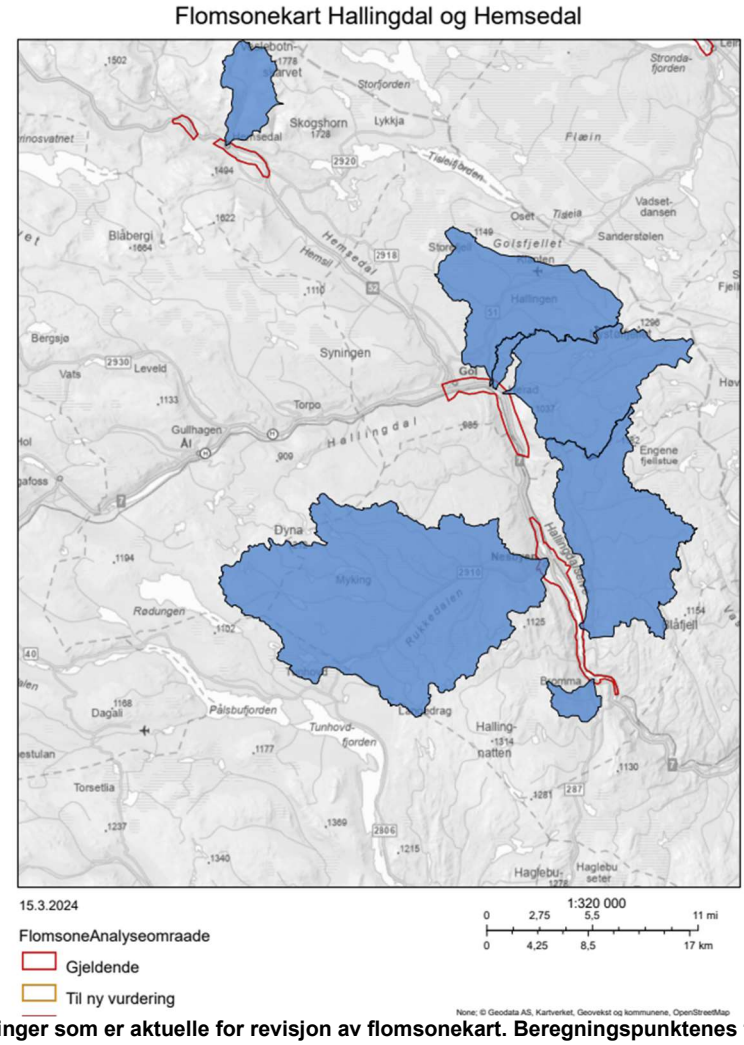
Beregningspunkt	Q_M m^3/s	Q_5 m^3/s	Q_{10} m^3/s	Q_{20} m^3/s	Q_{50} m^3/s	Q_{100} m^3/s	Q_{200} m^3/s	Q_{500} m^3/s	Q_{1000} m^3/s
Hallingdalselva ved									
Utløp Strandafj. ndf Kulu	169	272	355	597	708	943	1028	1141	1231
Moen	291	435	564	865	1015	1280	1394	1548	1670
Ndf samløp Hemsil	526	731	892	1259	1438	1754	1880	2038	2159
Ovf Rusteåni	527	733	894	1261	1440	1756	1882	2041	2161
Ndf Rusteåni	536	743	906	1274	1454	1772	1899	2059	2181
Ovf Liaåni	537	744	907	1275	1455	1773	1900	2061	2182
Ndf Liaåni	545	754	919	1288	1470	1790	1918	2080	2202
Ovf Dokkelvi	548	758	923	1293	1475	1795	1923	2086	2209
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	599	811	964	1306	1490	1811	1940	2104	2228
Ndf Rukkedøla	627	845	1002	1348	1538	1862	1995	2164	2292
Ovf Todøla	629	847	1004	1351	1541	1865	1999	2167	2295
Ndf Todøla	640	861	1020	1368	1560	1886	2021	2192	2321
Bergheim	656	882	1043	1394	1589	1917	2054	2228	2359
Hemsil ved									
Grøndøla	100	130	154	185	217	248	274	310	339
Mørkdøla	92	131	165	237	283	351	388	439	480
Hemsedal skisenter	198	269	328	433	513	613	677	766	838
Ovf Trøymsåni	202	272	333	438	519	620	685	775	847
Ndf Trøymsåni	215	289	352	461	545	649	717	811	887
Dokki	223	299	364	474	561	666	736	833	911
samløp med Hallingdalselva	264	350	422	534	630	744	822	930	1017

1 Beskrivelse av oppgaven og vassdraget – del 1

1.1 Definering av oppgaven

I 2004 gjorde NVE en flomberegning (Holmqvist, 2004) som la grunnlag for tre flomsonekartlegginger av henholdsvis Hemsedal (Jespersen, 2014), Gol (Stokseth, 2006) og Nesbyen (Larsen, 2002). Fordi man har tilgang på lengre måleserier og det er gjort revisjoner av vannføringskurver på noen sentrale målestasjoner skal flomberegningen revideres.

Som grunnlag for vannlinjeberegningene skal normalvannføring (se tabell 3), middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år beregnes. Kart med flomsoner og beregningsfelt er vist i Figur 1.



Figur 1 Strekninger som er aktuelle for revisjon av flomsonekart. Beregningspunktenes felter er vist i blått.

1.2 Beskrivelse av vassdraget

Hallingdalsvassdraget er ca. 4230 km^2 stort og strekker seg fra vannskillet mot Numedal og Vestlandet i vest og vestre Slidre og Begnadalen i øst, ned til Hallingdalselva løper ut i Krøderen. Den vestligste greina går fra de nordligste delene av Hardangervidda, via magasinene Ørteren og Ustevatn og gjennom Geilo. Rett oppstrøms Strandafjorden møter den greina som kommer fra Hallingskarvet, Strandavatnet og magasinene Djupsvatnet, Rødungen og Bergsjø.

Ut fra Strandafjorden renner Hallingdalselva gjennom Ål og ned til Gol sentrum, hvor elva møter sidegreina Hemsil. Hemsil-greina inkluderer magasinene Gyrinosvatnet, Flævatn og Vavatn og sideelva Trøimsåni løper inn i Hemsil i Hemsedal sentrum. Sideelvene Ruståni og Liaåni renner inn i Hallingdalselva rett nedenfor Gol sentrum. Fra Gol renner Hallingdalselva videre ned Hallingdal, gjennom Nesbyen, hvor sideelva Rukkedøla renner inn. Litt lengre sør renner først sideelva Todøla inn fra øst og siden renner bekken som går gjennom Bromma fra vest. Hallingdalselva renner derfra ned til Krøderen.

NVEs avrenningskart gir en naturlig spesifikk årlig avrenning i Hallingdalsvassdraget som varierer fra omkring 300 mm/ år i de lavereliggende områdene i øst til over 3000 mm/ år fra Hardangerjøkulen i vest (1991-2020). Det er en gradient i avrenningen fra de våtere, høyereliggende områdene til de mye tørrere delene nede i dalen (tabell 3).

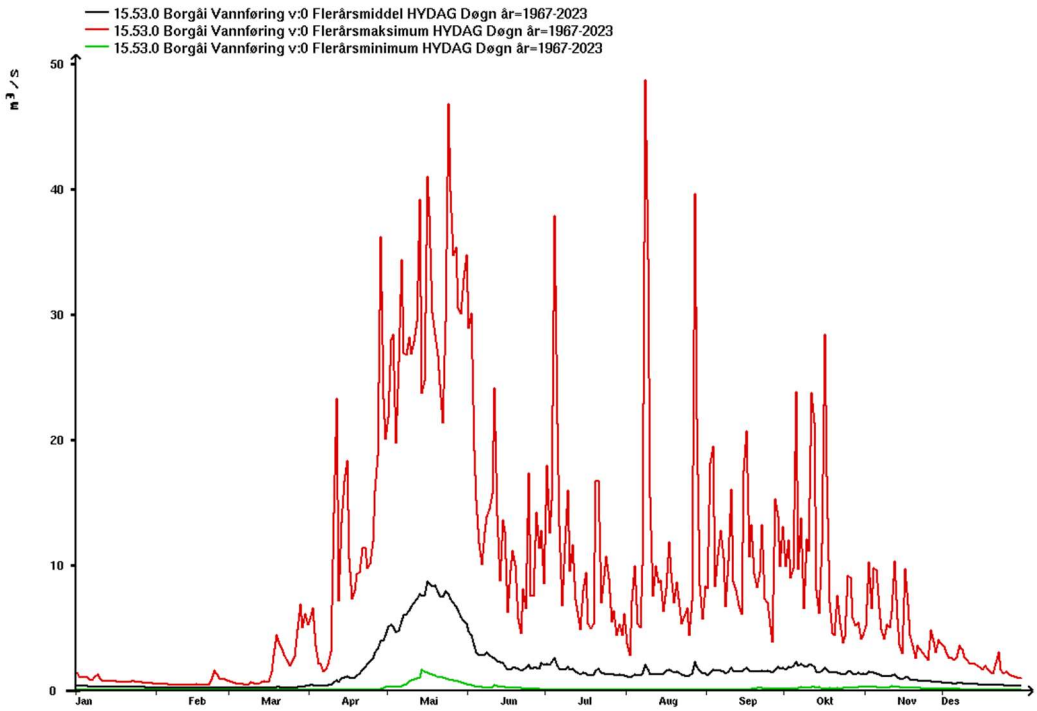
Tabell 3. Feltparametere for utvalgte punkter i Hallingdalsvassdraget.

Beregningspunkter	Feltareal (km^2)	Eff. sjø (%)	Q_N* (l/s/km^2)	H_{50} (moh.)	Snaufjell (%)
Rukkedøla v Hallingdalselva	300	0.18	13	959	7
Trøimsåni v Hemsil	28	0.06	30	1436	87
Ruståni v Hallingdalselva	95	0.10	16	818	9
Liåni v Hallingdalselva	96	0.25	17	923	9
Todøla v Hallingdalselva	124	0.06	16	861	2
Bekk gjennom Bromma v	10	0	15	722	5

* Avrenning er beregnet fra NVEs avrenningskart for perioden 1961-1990.

De karakteristiske vannføringene varierer litt internt i vassdraget på grunn av ulik eksponering for nedbør, høyde i feltet og graden av dempning fra ovenforliggende

innsjøer. Hallingdalsvassdraget ligger høyt og med betydelig snølagring gjennom vinteren. Det er hyppigst flom på våren og sjeldnere flom på sommer og høst. De aller største flommene forekommer oftest på våren, men flere av de store forekommer også sommer og høst.



Figur 2 Flerårsstatistikk for 15.53 Borgåi for perioden 1967-2023. Figuren viser observerte min, median og maksvannføring over et døgn for hver enkelt dag i året for år med komplette data.

Figur 2 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året for perioden 1980-2001 for en nærliggende, representativ målestasjon 15.53 Borgåi. Øverste kurve (maksimum) i diagrammene viser største observerte vannføring og nederste kurve (minimum) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. Den midterste kurven er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne. Figuren bekrefter at flommer forekommer oftest på våren, men at det også kan være store flommer gjennom sommeren og høsten.

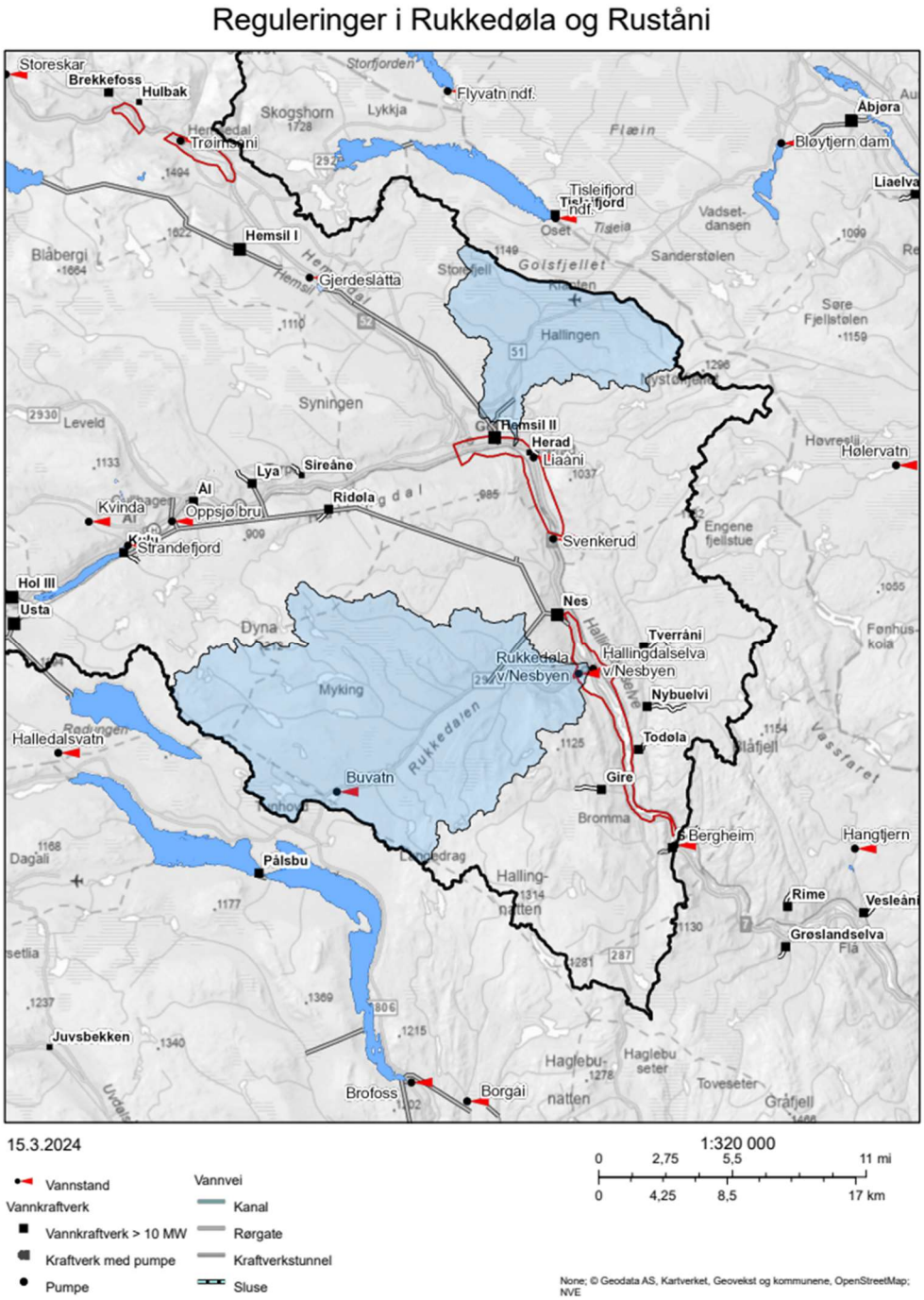
1.2.1 Reguleringer

Det er utført flomberegning for Dam Rukkedøla (Rognstad, 2021) og Ruståni (Nilsen, 2012). NVE forsøker å harmonisere flomberegninger for ulike formål (NVE rapport 33/2022). Dette diskuteres nærmere i kapittel 5.1.

Det er et bekkeinntak fra Rukkedøla ved Brusletten som føres sammen med overføringer fra lenger nord i Hallingdal til Nes kraftverk, til sammen 204 km^2 som utgjør knappe ¾ av totalfeltet til Rukkedøla, se Figur 3. Bekkeinntaket ved Dam Rukkedøla, bygget i 1968-1969, kan overføre inntil 14m^3/s til Nes kraftverk. Ved siste store flom, «Hans» i august 2023, gikk inntaket helt tett. I denne beregningen

forutsetter vi derfor at inntaket er tett fra 50-årsflom og oppover og regner vassdraget som helt uregulert.

Det er en overføring fra Dam Ruståni til kraftverket Hemsil II. Inntaket i Ruståni har maksimal kapasitet på 11 m^3/s. Erfaringen fra «Hans» var at noe ble overført, men ikke spesifisert hvor mye. I Multiconsults beregning for Hemsil II forutsettes ingen overføring fra Ruståni. I tillegg fins det tre små kraftverk uten magasin i feltet til Todøla. Alle tre har både inntak og utløp innenfor feltet og vil ikke påvirke flomstørrelsene.



Figur 3 Reguleringer Rukkedøla og Ruståni. De to feltene er markert i lyseblått. Fra NVE Temakart.

2 Datagrunnlag

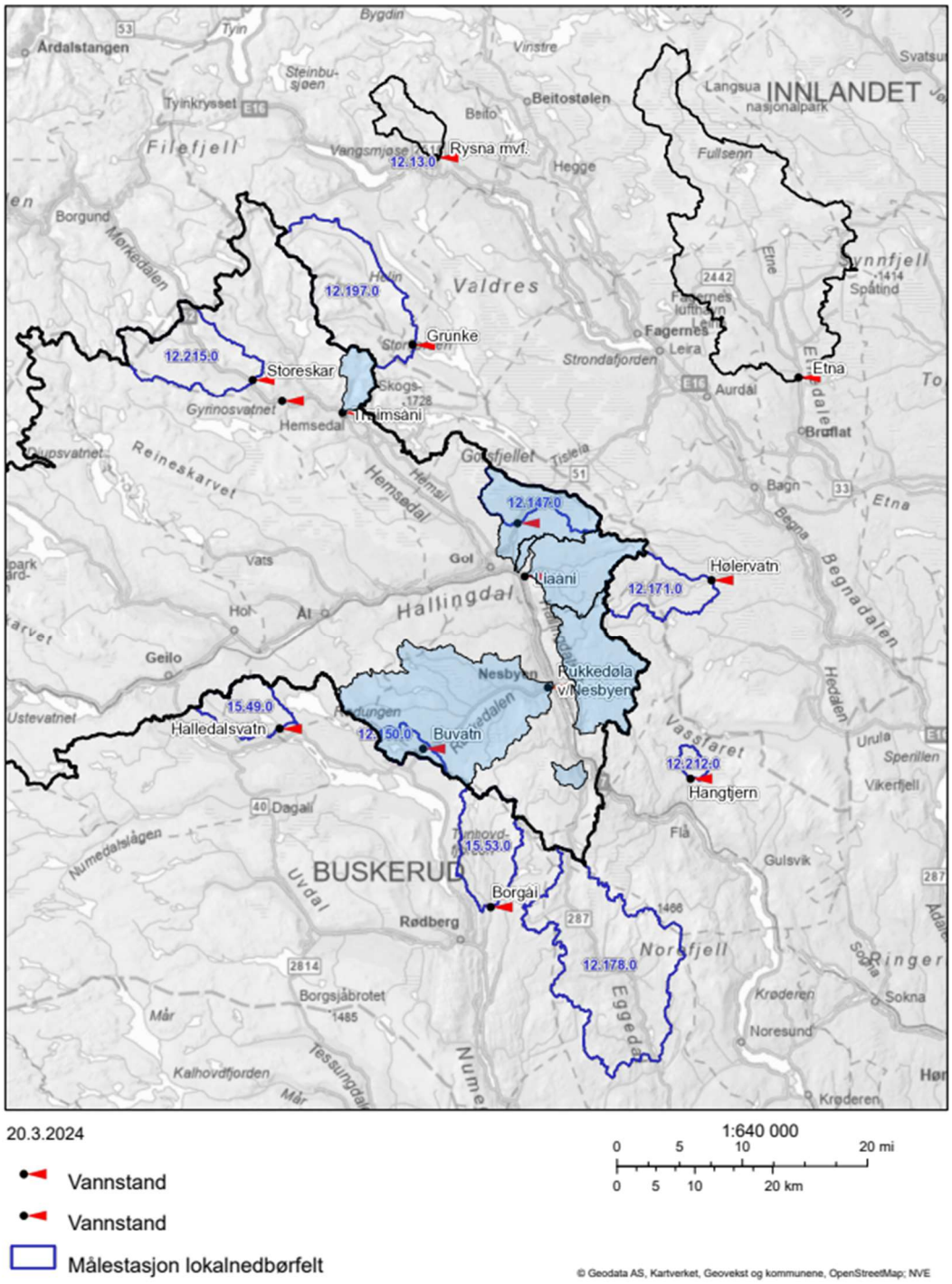
2.1 Målestasjoner

En oversikt over aktuelle sammenligningsstasjoner for beregningspunktene, er gitt i tabell 4. Beliggenhet og feltgrenser er vist i Figur 4.

Tabell 4. Feltkarakteristika for aktuelle sammenligningsstasjoner.

Stasjon	**Måle-periode**	**Felt-areal** (km^2)	**$Q^*_{N\ 61\text{-}90}$** (l/s/km)	**Snaufjell** (%)	**Eff. sjø** (%)	**Median-høyde** moh.
15.53 Borgåi	**1966-d.d.**	94	14,5	29	0,4	897
15.49 Halldalsvatn	**1962-d.d.**	59	14,5	19	2,2	478
12.178 Eggedal	**1972-d.d.**	312	20,8	29	0,6	847
12.171 Hølervatn	**1968-d.d.**	79	16,5	8	2,3	897
12.197 Grunke	**1977-d.d.**	185	29,7	78	0,3	1306
12.215 Storeskar	**1987-d.d.**	119	30,1	79	0,4	1346
12.13 Rysna	**1974-d.d.**	50	25,1	77	3,9	1372
12.70 Etna	**1919-d.d.**	568	12,8	12	0,3	935
12.150 Buvatn	**1963-d.d.**	25	11,5	0	4,8	932
12.212 Hangtjern	**1985-d.d.**	11	14,5	4	0,7	793
12.147 Brautemotjern	**1957-1982**	58	16,8	12	0,2	877

Q_N årsmiddelavrenningen for perioden er beregnet fra NVEs avrenningskart.



Figur 4 Nedbørfelt til sammenligningsstasjoner for beregningspunktene. Felt til beregningspunkter er markert i lyseblått. Kartet kan sees med mulighet for å zoome her: https://temakart.nve.no/prosjekt/D593D14F-E5CC-4F3B-9143-70574D946512

Målestasjonen **12.150 Buvatn** har observasjoner siden 1966. Målestasjonen ligger knappe to mil fra Nesbyen sentrum og feltarealet er bare 1/12 av det totale feltet til Rukkedøla ved utløpet i Hallingdalselva. Måledata herfra er usikre på grunn av usikkert høydegrunnlag.

Hafslund E-CO har en vannføringsstasjon ved **Dam Rukkedøla**. Denne har bare målinger av vannstand i inntaksbasseng og av dette avledes vannføring til tunell og overløp. NVE har tilgang til data fra 2013 til i dag. Datakvaliteten er ikke kjent.

NVE har en målestasjon, **12.607 Rukkedøla v/Nesbyen** som bare måler vannstand umiddelbart oppstrøms bru over Alfarveien. Stasjonen har fem år med data, målestart var 2018. Vi kan bruke den til å vurdere tidspunkt og varigheter for flomtopper, men fordi det ikke måles vannføring der, kan vi ikke bruke den til å gjøre frekvensanalysene for flomvannføringer.

NVE har også målestasjonen**12.611 Trøimsåni**, som bare måler vannstand umiddelbart oppstrøms samløpet med Hemsil. Serien er kort, målestart er i 2017. Vi kan bruke den til å vurdere tidspunkt og varigheter for flomtopper, men fordi det ikke måles vannføring der, kan vi ikke bruke den til å gjøre frekvensanalysene for flomvannføringer.

NVE har en tredje vannstandsstasjon, **12.606 Liaåni** som har målt bare vannstand siden 2019. Den ligger nær samløpet med Hallingdalselva. Sensoren ligger så høyt at den ikke måler vannstand til vanlig, men den dokumenterer flomhøyder og tidspunkt godt. Den kan heller ikke ikke brukes til frekvensanalysene for flomvannføringer.

Målestasjonen **15.53 Borgåi** har data fra 1966. Stasjonen ligger tre mil sør-sørvest for Rukkedøla. Feltet er ca. 1/3 av Rukkedølas. Både forhold for vannstandsregistrering og vannføringsmålinger er middels for flom. Stasjonen har stabilt fjellprofil. Vannføringskurven har middels kvalitet på høye vannføringer.

15.49 Halldalsvatn ligger sørøst for Geilo, oppstrøms Pålsbufjorden, øverst i Numedalslågen. Feltet er 59 km^2. Stasjonen ligger umiddelbart nedstrøms et vann. Det er gode forhold for flommålinger, og vannføringskurven er godt oppmålt på flom.

Målestasjonen **12.178 Eggedal** har data fra 1975. Stasjonen ligger fem mil sør for Nesbyen. Feltet til Eggedal er på størrelse med Rukkedøla og har ellers også ganske like feltparametre. 12.178 Eggedal har også stabilt fjellprofil, og på flom er det gode forhold både for vannstandsregistrering og vannføringsmålinger.

12.171 Hølervatn ligger på østsida av Hallingdal. Feltet er 79 km^2. Stasjonen ligger i utløpet av et vann og vannføringene her er betydelig dempet. Stasjonen ligger ca. 2 mil øst av Hallingdalselva og ca. 5 km fra de øvre delene av Liåni sitt felt. Profilet er stabilt, og vannføringskurven er av god kvalitet.

Målestasjonen **12.215 Storeskar** ligger øverst i Hemsil. Stasjonen ble etablert i 1978 til erstatning for 12.154 Lio. Stasjonene er koblet sammen med en enkel arealskalering av Lio. Begge stasjonene er uregulerte. Merk at det for Lio trolig har vært så vanskelige avlesningsforhold for vannstand under stor flom at vannstandene er kraftig avrundet. Storeskar har stabilt fjellprofil og flomdata av god kvalitet. Feltet er omtrent fire ganger så stort som Trøimsåni sitt og stasjonen ligger 12 km lenger nordvest.

Målestasjonen **12.197 Grunke** ligger i Åbjøra og er etablert i 1977. Stasjonen ligger ca 5 km fra de øvre delene av Trøimsåni sitt nedbørsfelt. Feltet er over seks ganger så stort som Trøimsåni sitt. Det er stabilt fjellprofil og vannføringskurven er god på flom.

12.13 Rysna ligger rundt 3 mil nordøst for Trøimsåni. Elva er en sideelv til Storåni som renner ut av Vangsmjøsa. Feltet er dobbelt så stort og har vesentlig høyere effektiv sjøprosent. Vannføringskurven er god på flom, men presis vannstandsregistrering på flom er vanskelig. Stasjonen er regulert etter 2022, men vi har tatt med 2023-verdien også i analysene under antagelsen at lite av vannet gikk til produksjon.

Den lengste måleserien er fra målestasjonen **12.70 Etna** i Etnedal, over 4 mil nordvest fra Gol. Stasjonen er opprettet i 1919, har stabilt profil og gode flomdata. På grunn av fløting kan data før 1969 ha for store flommer. Feltet er vesentlig større enn de andre sammenligningsstasjonene og feltene til beregningspunktene.

Det minste feltet er til målestasjonene **12.212 Hangtjern**, som ligger 4 km fra Hallingdalselva, på østsida mot Vassfaret. Det er fjellprofil, men med to utløp på flom og vanskelige forhold for vannføringsmålinger. Feltet ligger ca 15 km øst for Bromma og feltet er ganske likt i størrelse og høydefordeling, men har noe høyere effektiv sjøprosent enn bekken gjennom Bromma.

I Holmqvist (2004) står det om målestasjonen **12.147 Brautemotjern** i Ruståni: «Renner ut i Hallingdalselva rett nedstrøms samløpet mellom Hemsil og hovedvassdraget. Ruståni er nå tatt inn på tilløpstunnelen til kraftverket Hemsil II. Målestasjonen var i drift fra 1957 til 1982. Høyeste vannføringsmåling er 6,6 m3/s som tilsvarer nesten 60 % av midlerere flom.» Ved gjennomgang av tidsserien viser tidsserien at det i store deler av perioden har vært avlesning av vannstand bare på ukedager. Da er det sannsynlig at noen flomtopper er for lave. Seriens høyeste flomtopp, i august 1981 ser urealistisk ut og består av en enkeltverdi, selv om den er sekundærkontrollert.

2.2 «Hans» i Rukkedøla og Ruståni

I Rukkedøla har Hafslund E-CO gjort beregning av flomstørrelsen under Hans basert på manuelt observert vannstand ved tilsyn. Deres målestasjon hadde utfall fra kl. 22 den 8. august 2023. Fra Ruståni, på andre siden av Hallingdalen, er flomtoppen målt til å ha vært natt til 9. august. Trolig hadde også Rukkedøla flomtopp seinere enn ved utfallet.

Tilsynet er gjort 14. august. Her finner de at inntaksrister i praksis er helt tettet, slik at alt vann renner i overløpet. Overløpet ser ikke ut til å ha hatt noen tilstoppinger. Høyeste vannstand er «avlesbar» i form av kvist og barnåler rundt inntaksbassenget. Fra flere nivelleringspunkter bestemmes vannstanden å ha vært mellom 464,60 og 464,65. Fra vannføringskurve for Dam Rukkedøla uten tilstopping tilsvarer dette vannføring på 125-130 m^3/s, som er tett på en 200-årsflom ifølge samme flomberegning (SWECO, 2021). Hvis vannføringen arealskaleres til beregningspunkt ved utløp i Hallingdalselva, tilsvarer det en vannføring der på 185-190 m^3/s. Det er tett på en 100-årsflom ut fra analysene i denne rapporten.

Vi er usikre på hvor sikre beregningen av kulminasjonsvannføring under Hans er og hvor overførbar den er mellom Dam Rukkedøla og Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva. Blant annet ser vi at målingen nær utløpet har flomtopp seks timer (kl 15:30) før flomtoppen ved Dam Rukkedøla. Normalt forventer vi at den nederste stasjonen i vassdraget skal kulminere sist.

Også for Ruståni har vi fått informasjon om sannsynlig maksimalvannføring under «Hans» fra E-CO. Vannføringen er beregnet til å ha vært ca. 53 – 55 m^3/s i overløp, med noe vann i inntaket blir sum tilsig om lag 60 m^3/s. Også dette er basert på observert vannstand ved tilsyn i etterkant av flommen og omregning via overløpsformler. Ruståni har et nedbørfelt ved inntaket på 88 km^2, og ved samløp med Hallingdalselva på 100 km^2. Arealskalering gir en vannføring ved samløp på ca. 68 m^3/s.

Ut fra beregningene i denne rapporten tilsvarer det omkring en 200-årsflom. I henhold til beregninger utført for damsikkerhet (se også kapittel 5.1), tilsvarer imidlertid denne vannføringen omkring en 20-årsflom. Dette er en indikasjon på noe av usikkerheten som ligger i slike beregninger, uten at man kan si at den ene verdien er mer korrekt enn den andre.

For målestasjoner i nærheten er gjentaksintervallene under «Hans» beregnet til å ha vært fra omkring 10-årsflom til opp mot 200-årsflom. Høyest gjentaksintervall er funnet for Storeskar i Hemsedal med 100- 200-årsflom. Ved målestasjonen Eggedal i Simoa, som ligger litt sør for dette området, ble det registrert i underkant av en 10-årsflom under «Hans». Ved en rekke andre målestasjoner ble det registrert flomstørrelser med gjentaksintervall fra 20 til 100 år. Dette blir ytterligere kommentert i en oppdatert flomberegning for Hallingdalselva som er under arbeid.

Ut fra en sammenligning med observasjoner ved uregulerte nabostasjoner, er derfor gjentaksintervall på omkring 100 år i Rukkedøla og 200 år i Ruståni under «Hans» rimelige.

3 Resultater

Det er ingen av målepunktene som har måleserier som kan brukes direkte i flomberegningene, enten fordi de ikke ligger ved beregningspunktene eller fordi de ikke har vannføringsmålinger. Det er derfor gjort bruk av sammenligningsstasjoner for frekvensanalyser og formelverk. I hele dette kapitellet regner vi på uregulert vannføring, selv om det i virkeligheten er overføringer i feltene til både Rukkedøla og Ruståni. Hvordan vannføringene påvirkes av regulering og dermed hva de endelige flomverdiene diskuteres i kap. 4.

3.1 Grunnlag for døgnmiddelvannføring

Dette kapitlet kommer bare til å ta for seg beregning av uregulert døgnmiddelvannføring. Det betyr at vi ikke hensyntar overføring ut av feltene for beregningspunktene Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva og Ruståni ved utløp Hallingdalselva. Dette håndteres under endelig valg av flomverdier i kapittel 0.

3.1.1 Flomfrekvensanalyser

Frekvensanalysene er gjort etter gjeldene anbefalinger i Veileder for flomberegninger (NVE-veileder nr. 1/2022).

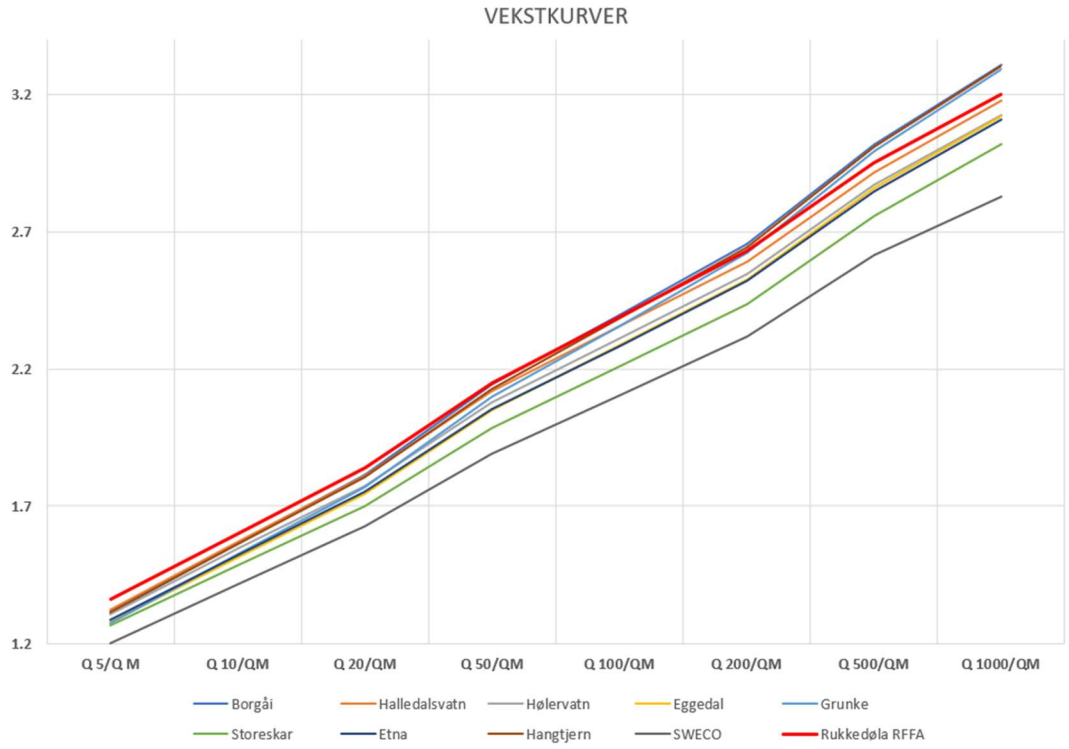
Resultater fra flomfrekvensanalyser for døgnmidler fra ulike sammenligningsstasjoner er presentert i tabell 5. Tabellen viser midlere flom (Q_M) i absolutte og spesifikke verdier og flommer med forskjellige gjentaksintervall (Q_T) som en faktor i forhold til midlere flom (vekstkurve). Vekstkurven for sammenligningsstasjonene samt verdiene fra formelverk for Rukkedøla, er også presentert grafisk i Figur 5.

Fordelingsfunksjonene som er brukt for målestasjonene er kombinasjon av lokal og regional analyse, GEV (lokal+regional) i tråd med NVE Veilder 1/2022.

Tabell 5 Flomfrekvensanalyser på døgnmiddelverdier (årsflommer) for aktuelle målestasjoner. Tabellen viser middelflom (QM) og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall, QT/QM). *enkelte år mangler, **utført på ny vannføringskurve fra 2023.

Stasjon	Periode	Ant. År	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
			l/s/km²	m³/s								
15.53 Borgåi	1967-2023*	56	**247**	23	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3
15.49 Halldalsvatn	1963-2023	55	**181**	11	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2
12.178 Eggedal	1975-2023	49	**260**	83	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5	2.9	3.1
12.171 Hølervatn	1969-2023	57	**182**	14	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1
12.197 Grunke	1978-2023*	42	**320**	59	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.6	3.0	3.3
12.215 Storeskar	1988-2023	36	**324**	39	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
12.70 Etna	1969-2023	54	**188**	107	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5	2.9	3.1
12.150 Buvatn	1963-2023*	54	**139**	3	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
12.212 Hangtjern	1987-2023	37	**228**	3	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	3.0	3.3
Gjennomsnitt**			**236**	**-**	**1.3**	**1.5**	**1.8**	**2.1**	**2.3**	**2.6**	**2.9**	**3.2**

*Mangler enkelte år ** Gjennomsnitt uten Hangtjern.



Figur 5 Flomfrekvenskurver for aktuelle målestasjoner.

I Figur 5 ser vi at de åtte vekstkurvene er ganske like, hvor den slakeste kurven er den SWECO bruker for å representere Rukkedøla i sin flomberegning fra 2021. SWECO

legger i sin rapport (kap 5.4) vekstkurve fra RFFA-2018 til grunn, men denne skiller seg fra RFFA2018-verdiene vi får. Det skyldes sannsynligvis noen mindre feil i parameterestimeringen i første versjon av formelverket RFFA2018, dette er nå rettet opp (pers. med. Thomas Væringstad, NVE-HV). RFFA2018-verdiene (se kap. 3.1.2) ser ut til å gi litt høyere forholdstall for de laveste gjentaksintervallene enn frekvens-analysene for sammenligningsstasjonene.

3.1.2 Regional flomfrekvensanalyse fra formelverket RFFA-2018

Det er gjort beregninger med formelverk, RFFA-2018 og RFFA-NIFS i NEVINA (Engeland mfl., 2020). Resultatene er presentert i tabell 6.

Tabell 6. Flomverdier estimert med formelverk, RFFA 2018 (Engeland mfl., 2020), i NEVINA. Tabellen viser middelflom (QM), i spesifikke og absolutte verdier, og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall, QT/QM). *Ruståni ser ut til å ha to utløp, her er bare det nordligste tatt med.

Beregnings pkt.	Areal (km^2)	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
		l/s/km^2	m^3/s								
Rukkedøla v/utløp Hallingdalselva	300	171	51	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Trøimsåni v/utløp Hemsil	**28**	**346**	**9.7**	**1.3**	**1.5**	**1.7**	**2.0**	**2.2**	**2.4**	**2.7**	**2.9**
Ruståni v/utløp Hallingdalselva*	95	197	19	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Liaåni v/utløp Hallingdalselva	96	196	19	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
Todøla v/utløp Hallindalselva	124	178	22	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Bekk gjennom Bromma v/utløp Hallingdalselva	10	190	1.9	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1
Sammenligningsstasjoner:											
15.53 Borgåi	94	220	21	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
15.49 Halldalsvatn	59	192	11	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	2.9	3.2
12.171 Hølervatn	79	191	15	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.2
12.178 Eggedal	312	198	62	1.3	1.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.8	3.0
12.197 Grunke	185	307	57	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
12.215 Storeskar	119	303	36	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
12.13 Rysna	50	278	14	1.3	1.5	1.7	2.0	2.1	2.3	2.6	2.8
12.70 Etna	568	155	88	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1
12.150 Buvatn	25	156	3.9	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Rukkedøla v Dam	204	184	38	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.2
12.212 Hangtjern	11	236	2.6	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3

3.1.3 Vekstkurver

I tabell 7 viser vi vekstkurver ved ulike fordelingsfunksjoner, metoder og steder. Videre valg av vekstkurve for de enkelte beregningspunktene gjøres i kapittel 3.2.

Tabell 7. Vekstkurver ved ulike fordelingsfunksjoner, metoder og steder.

Beregnings pkt.	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
Rukkedøla v/ Dam Rukkedøla RFFA-2018, gjort av SWECO 2021	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9
Rukkedøla v/ Dam Rukkedøla RFFA-2018, gjort av NVE 2023	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
15.53 Borgåi Gumbel-fordeling, gjort av NVE 2023 med data til 2023	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2
15.53 Borgåi GEV-fordeling, gjort av NVE 2023 med data til 2023	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
15.53 Borgåi full lokal + regional, gjort av NVE 2023 med data til 2023	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3
12.178 Eggedal full lokal + regional	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5	2.9	3.1
12.178 Eggedal, NEVINA	1.3	1.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.8	3.0
Rukkedøla v/ utløp Hallingdalselva RFFA-2018, gjort av NVE 2023	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2

3.2 Valg av døgnmiddelflom og vekstkurver for hvert beregningspunkt

For å kunne bestemme døgnverdier må vi først bestemme døgnmiddelflommer og vekstkurver for beregningspunktene.

3.2.1 Rukkedøla diskusjon og valg

Det finnes en målestasjon for vannføring i Rukkedøla- feltet, 12.150 Buvatn. I tillegg har Hafslund E-CO en målestasjon for vannføring ved Dam Rukkedøla og NVE har en målestasjon som bare måler vannstand ved sikringstiltakene som er utført oppstrøms Alfarveien, 12.607 Rukkedøla v/Nesbyen. Når vi ikke har lokale vannføringsdata for beregningspunktet Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, er NVEs anbefaling å sammenligne resultater fra formelverk og sammenligningsstasjoner.

RFFA-2018 gir en spesifikk middelflom på 171 l/s per km^2. For sammenlignings-stasjonene ser vi i tabell 5 at verdiene varierer fra ca. 180 til 320 l/s per km^2. Stasjonen 12.150 Buvatn som ligger i Rukkedølas felt gir lavere verdier enn dette, med spesifikk middelflom på ca. 140 l/s per km^2, men fordi data herfra er av uviss kvalitet velger vi å ikke vektlegge denne.

Sammenligningsstasjonen som anses å ligne mest er 15.53 Borgåi, som ligger ganske nært, i omtrent samme høydespenn, men med et feltareal på bare 1/3. Feltet er vesentlig mindre bratt ned mot stasjonen enn hva Rukkedøla er ned mot Hallingdalselva. Frekvensanalysen gir spesifikk middelvannføring for 15.53 Borgåi på ca 250 l/s per km^2. Et mindre felt vil ofte ha en høyere verdi, mens et slakere felt vil ha en lavere verdi, så det kan tenkes at disse to effektene vil utligne hverandre. SWECO bruker spesifikk middelflom for 15.53 Borgåi for å representere Rukkedøla i sin flombereging fra 2021, riktignok for et felt med likere feltstørrelse og gradient. Ulikheta i NEVINA-verdier mellom Borgåi og Rukkedøla.

Både 15.49 Halldalsvatn og 12.171 Hølervatn har spesifikk middelflom på ca 180 l/s per km^2. Begge stasjonen ligger i utløp av vann og bør ha vesentlig mer demping enn Rukkedøla.

Stasjonene 12.197 Grunke og 12.215 Storeskar har begge spesifikke middelverdier på rundt 320 l/s per km^2. Stasjonene ligger vesentlig lenger nord og vest enn Rukkedøla og i et område som får betydelig mer nedbør enn Rukkedøla. Verdiene anses derfor å være for høye til å representere Rukkedøla.

Hafslund E-COs stasjon ved Dam Rukkedøla gir middelflom basert på årene 2015-2023 på 54.5 m^3/s, som tilsvarer spesifikk vannføring på 267 l/s per km^2. Tallene fra Hafslund E-CO inkluderer 14 m^3/s som er antatt tatt inn på inntaket. Det betyr at ved middelflom antas ca 40 m^3/s å renne forbi inntaket. Under Hans har vi trukket 14m^3/s fra de oppgitte tallene, fordi inntaket var tett. Gitt helt tett inntak også ved alle de andre flommene ville middelflommen blitt drøyt 200 l/s per km^2. Ut fra dette er middelflom ved Dam Rukkedøla antatt å være mellom ca. 200 og 270 l/s per km^2.

Endelig verdi for spesifikk middelflom bør derfor være høyere enn RFFA-2018 verdien (171 l/s per km^2), høyere enn de mest dempede stasjonene, men betydelig lavere enn stasjonene i de mer nedbørrike delene.

Vi har også beregnet spesifikk middelflom for Rukkedøla og de to nabostasjonene 15.53 Borgåi og 12.178 Eggedal ved bruk av NEVINA. Deretter har vi skalert NEVINA-verdien for Rukkedøla med forholdet mellom observert og NEVINA-beregnet middelflom for de to stasjonene. Skalering av Eggedal gir en døgnmiddelflom for Rukkedøla på ca. 230 l/s per km^2, mens skalering av Borgåi gir ca. 190 l/s per km^2.

Vi velger å bruke spesifikk middelflom på 231 l/s per km^2 for Rukkedøla. Vi velger en verdi som er vesentlig høyere enn RFFA2018-verdien fordi sammenligningsstasjonene har vesentlig høyere verdier fra frekvensanalyser enn fra RFFA2018 og fordi Hafslund E-COs målinger ved Dam Rukkedøla indikerer en middelflom i denne størrelsesorden.

Flomfrekvensanalysene viser god overenstemmelse i vekstkurvene mellom de ulike sammenligningsstasjonene. Kurven SWECO bruker i sin flomberegning fra 2021 skiller seg ut, den er mindre bratt (figur 5). Det skyldes, som nevnt i kapittel 3.1.1, sannsynligvis noen mindre feil i parameterestimeringen i første versjon av formelverket RFFA2018. Vi har derfor valgt å se bort SWECOs vekstkurve fra 2021.

NVEs veileder for flomberegninger utkom i 2022, etter at SWECOs beregninger ble gjort. NVEs anbefalinger ville vært å bruke GEV-fordeling til en serie som er så lang som Borgåi sin for lokale analyser. NVEs hovedanbefaling er å bruke full lokal og regional frekvensfordeling. I tabell 7 viser vi vekstkurver tatt ut for ulike fordelinger, metoder for Rukkedøla og nabostasjonene Borgåi og Eggedal.

Vi velger å bruke å bruke vekstkurve fra RFFA-2018 for Rukkedøla. Denne ligner kurvene for 15.53 Borgåi og 12.178 Eggedal både for frekvensanalyser og RFFA.

3.2.2 Trøimsåni diskusjon og valg

Vi har ikke lokale vannføringsdata for Trøimsåni. Det fins en kort, lokal vannstandstandsserie like ved beregningspunktet, men vi har ikke kunne omarbeide denne til vannføring. Også her er NVEs anbefaling å sammenligne formelverk med sammenligningsstasjoner.

De nærmeste stasjonene er Storeskar og Grunke. Begge stasjonen tilhører felt som er mange ganger så store som Trøimsåni sitt. For sammenligningens del er det også gjort analyser på data fra 12.13 Rysna. Feltet er dobbelt så stort som Trøimsåni sitt, men har lavere effektiv sjøprosent.

Det ser ut som om RFFA2018 gir litt lave verdier, både for middelflom og vekstkurve. Som valg for døgnvannføring for Trøimsåni velger vi derfor å skalere RFFA2018 for Trøimsåni med forholdstallet mellom full lokal + regional frekvensanalyse og RFFA2018 for 12.215 Storeskar. Forholdstallet er 1,07 og det gir en spesifikk middelflom på 367 l/s per km^2. Tilsvarende for Rysna ville vært 1,06 og for Grunke 1,04.

Tabell 8 Flomverdier estimert med formelverk, RFFA 2018 (Engeland mfl., 2020), i NEVINA. Tabellen viser middelflom (QM), i spesifikke og absolutte verdier, og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall, QT/QM). *Ruståni ser ut til å ha to utløp, her er bare det nordligste tatt med.

	Areal (km^2)	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
		l/s/km^2	m^3/s								
Trøimsåni v/utløp Hemsil-RFFA2018	28	346	9.7	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
12.197 Grunke – **RFFA2018**	185	307	57	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
12.215 Storeskar – **RFFA2018**	119	303	36	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
12.13 Rysna – RFFA2018	50	278	14	1.3	1.5	1.7	2.0	2.1	2.3	2.6	2.8
12.197 Grunke – **full lokal + regional**	185	320	59	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.6	3.0	3.3
12.215 Storeskar **- full lokal + regional**	119	324	39	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
12.13 Rysna - **full lokal + regional**	50	294	15	1.2	1.5	1.6	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8
Trøimsåni v/utløp Hemsil-valgte verdier	**28**	**367**	**10**	**1.3**	**1.5**	**1.7**	**2.0**	**2.2**	**2.4**	**2.7**	**2.9**

3.2.3 Ruståni diskusjon og valg

Her diskuterer vi uregulert flom for Ruståni. Hvordan feltet påvirkes av regulering beskrives først under endelig valg av flomstørrelser i kapittel 4.3.

Det vi har av data fra feltet til Ruståni er målestasjonen 12.147 Brautemotjern, som var i drift fra 1957 til 1982. Vi tror ikke flomverdiene her er høye nok, blant annet fordi data bare er lest av manuelt på ukedager for store deler av perioden. Den nærmeste målestasjonen ligger i nabofeltet østover: 12.171 Hølervatn. Det er et litt mindre felt med høyere effektiv sjøprosent og har gode flomdata. I tillegg anses 15.53 Borgåi å være en god sammenligningsstasjon, se beskrivelse under 3.2.1.

For Ruståni må vi merke oss at elva deler seg før den renner inn i Hallingdalselva. Vi kjenner ikke fordelingen av vann mellom elvestrengene i flom. For å være på den sikre siden, kan en ta høyde for at alt vannet kan renne i begge elveløp. Vi legger de to feltenes arealer sammen for å finne totalvannføringen, totalfeltet er 100 km^2.

Fra tabell 9 ser vi at RFFA2018-formelverket gir høyere verdier enn analyse på lokale data for Hølervatn og for lave verdier sammenlignet med lokal analyse for Borgåi. Brautemotjern bruker vi bare som en indikasjon på at avrenningen bør være minst på dette nivået. Endelig valg for Ruståni er å bruke RFFA2018-verdier for både middelflom og vekstkurve.

Tabell 9. Flomstørrelser og vekstkurver for beregningspunkt og sammenligningsstasjoner ved ulike metoder.

	Areal (km^2)	**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**
		l/s/km^2	**m^3/s**								
Ruståni ovf delingspunkt* - **RFFA2018**	95	197	19	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Ruståni ekstrafelt – **RFFA-2018**	5.2	158	0.7	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2
15.53 Borgåi **full lokal + regional**	94	247	23	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3
15.53 Borgåi – **RFFA2018**	94	220	21	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
12.171Hølerv. **full lokal + reg.**	79	182	14	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1
12.171 Hølerv. **RFFA2018**	79	191	15	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.2
12.147 Brautemotjern **full lokal + reg.**	58	170	10	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	3.0	3.3
Ruståni hele feltet, valgte verdier	**100**	**197**	**20**	**1.4**	**1.6**	**1.9**	**2.2**	**2.4**	**2.6**	**3.0**	**3.2**

3.2.4 Liaåni og Todøla diskusjon og valg

Vi har ikke lokale vannsføringsdata for Liaåni. Det fins en kort, lokal vannstandstandsserie like ved beregningspunktet, men vi har ikke kunne omarbeide denne til vannføring. For Todøla har vi ingen lokale data. For disse er NVEs anbefaling å sammenligne formelverk med sammenligningsstasjoner.

Sammenlingningsstasjoner og metode for Liaåni blir den samme som for nabofeltet i nord, Ruståni. Vi velger altså å bruke formelverket RFFA2018 for å bestemme døgnmiddelflom og vekstkurve for feltet. Liaåni er Todølas nabofelt i nord og vi velger samme metode her, vist i tabell 10.

Tabell 10. Valgte døgnverdier for middelflom og vekstkurver for beregningspunktene.

	Areal (km^2)	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
		l/s/km²	m³/s								
Liaåni v/utløp Hallingdalselva – RFFA2018 valgte verdier	96	196	19	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
Todøla v/utløp Hallindalselva - RFFA2018 valgte verdier	124	178	22	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2

3.2.5 Bekk gjennom Bromma diskusjon og valg

Bekken gjennom Bromma skiller seg fra de øvrige beregningspunktene ved at feltet er betydelig mindre. Det er ikke målinger i feltet, men det er en stasjon med ganske lik størrelse og høydefordeling, men med noe høyere effektiv sjøprosent. Stasjonen 12.212 Hangtjern, ligger 15 km øst for Bromma. Med et så lite felt er det av begrenset interesse å se på døgndata.

Hvis vi likevel gjør det ser det ut til at RFFA2018 overestimerer noe (forholdtall mellom full lokal + regional frekvensanalyse og RFFA2018 er på 1,04), men kvaliteten på flomdata fra Hangtjern er ikke veldig gode, så vi velger å ikke vektlegge disse spesielt høyt. Derfor velger vi for bekk gjennom Bromma RFFA-verdier for både middelflom og vekstkurve.

Tabell 11. Valgte døgnverdier for middelflom og vekstkurver for beregningspunktene.

	Areal (km^2)	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
		l/s/km²	m³/s								
Bekk gjennom Bromma v/utløp Hallingdalselva – RFFA2018	**10**	**190**	**1.9**	**1.4**	**1.6**	**1.8**	**2.1**	**2.3**	**2.6**	**2.9**	**3.1**
Hangtjern – RFFA2021	11	236	2.6	1.3	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
Hangtjern – full lokal + regional	11	228	2.5	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	3.0	3.3

3.3 Endelige døgnverdier

I tabell 12 vises de valgte verdiene for middelflom og vekstkurve, og i tabell 13 vises de resulterende døgnmiddelflommene for ulike gjentaksintervall for beregningspunktene.

Tabell 12. Valgt uregulert middelflom og vekstkurve for beregningspunktene.

Beregnings pkt.	Areal (km^2)	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
		l/s/km²	m³/s								
Rukkedøla v utløp Hallingdalselva	300	231	69	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Trøimsåni v utløp Hallingdalselva	28	367	10	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
Ruståni v Hallingdalselva	100	197	20	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Liåni v Hallingdalselva	96	196	19	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
Todøla v Hallingdalselva	124	178	22	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	10	190	1.9	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1

Tabell 13. Uregulerte døgnmiddelflommer for beregningspunktene.

Beregnings pkt.	Areal (km^2)	Q_M		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)
		l/s/km²	m³/s								
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva	300	231	69	94	111	127	149	165	182	204	222
Trøimsåni v Hemsil	28	367	10	13	15	17	19	21	22	24	25
Ruståni v Hallingdalselva	100	197	20	27	31	37	43	47	51	59	63
Liåni v Hallingdalselva	96	196	19	26	30	35	41	46	50	57	62
Todøla v Hallingdalselva	124	178	22	30	35	41	48	53	58	65	71
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	10	190	1.9	2.6	3.0	3.4	4.0	4.4	4.9	5.5	5.9

3.4 Kulminasjonsvannføring

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmidler. Kulminasjonsvannføringen (momentanvannføringen) kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen.

Kulminasjonsvannføringen kan fås direkte ved å gjøre en lokal flomfrekvensanalyse (FFA) på kulminasjonsdata, eller via en flomfrekvensanalyse på døgndata sammen med et forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnvannføring.

Forholdstallet kan beregnes ut fra formler (RFFA 2018) eller observert kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring for én eller flere av de største flommene ved målestasjoner i vassdraget eller representative målestasjoner, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier).

I de neste to delkapitler beregnes kulminasjonsvannføringen på ulike måter:

Alternativ 1: Kulminasjonsvannføring via døgnmiddelvannføring og forholdstall Q_{mom} /Q_m.

Alternativ 2: Kulminasjonsvannføring via lokal flomfrekvensanalyse direkte på kulminasjonsvannføringer.

3.4.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier

De største observerte flommene på målestasjonene 15.53 Borgåi, 12.178 Eggedal og 12.215 Storeskar samt forholdstallene deres, $Q_{mom}/Q_{døgn,}$ er vist i tabell 14.

Tabell 14. Observerte flommer for tre av sammenligningsstasjonene med kulminasjonsflom, døgnflom og forholdstall.

Stasjon	År	Dato	Kulminasjons-vannføring, m^3/s	Døgnmiddel-vannføring, m^3/s	Forholdstall, Kulm/Døgn
15.53 Borgåi	2023	08/08	66	49	1,35
	2023	27/08	56	39	1,44
	2013	16/05	60	42	1,43
	2007	04/07	49	38	1,29
	1978	23/05	50	39	1,28
	1979	25/05	48	41	1,17
	1981	12/05	44	32	1,38
	2000	12/10	42	33	1,27
Gjennomsnitt					**1,33**
12.178 Eggedal	1983	11/05	152	134	1,13
	1987	16/05	176	142	1,24
	2000	12/10	165	142	1,16
	2004	06/05	139	131	1,06
	2007	04/07	197	186	1,06
	2013	17/05	194	141	1,38
	2015	15/09	162	111	1,46
	2023	08/08	139	121	1,15
	2023	27/08	125	98	1,28
Gjennomsnitt					**1,21**
12.215 Storeskar	1989	01/07	75	52	1,44
	2004	07/05	70	65	1,08
	2007	04/07	68	63	1,08
	2010	06/10	68	42	1,62
	2011	9 og 10/6	76	62	1,23
	2019	23/05	67	48	1,40
	2020	21/06	61	47	1,30
	2023	08/08	117	70	1,67
Gjennomsnitt					**1,35**

Vurdering av forholdstall for Rukkedøla:

Fra NEVINA får vi et forholdstall mellom kulminasjon og døgnvannføring beregnet med RFFA-2018 på 1,12. Dette er lavere enn forholdstallet som vi finner for flommer i det mer enn 10 ganger så store feltet i Hallingdalselva ved 12.97 Bergheim.

Vi vurderer flommer for de to sammenligningsstasjonene som ligner mest på Rukkedøla, 15.53 Borgåi i nabovassdraget og 12.178 Eggedal som ligger litt lengre sør for å få et bedre bilde av hva forholdstall under flom kan være for Rukkedøla. For 15.53 Borgåi varierer forholdstallet mellom 1,17 og 1,44. For Eggedal er variasjonen mellom 1,06 og 1,46. Det ser ut som om forholdstallet øker jo større flommene er, selv om det fins unntak fra dette.

Forrige flomberegning fra NVE (Holmqvist, 2004) bruker 1,3 som forholdstall for vårflommer og 1,5 for høstflommer for Rukkedøla og Todøla.

Det er vanskelig å vurdere hvilket forholdstall SWECO bruker i sin beregning fra 2021, men gitt at de bruker kulminasjonsvannføring middelflom på 56,1 m^3/s (SWECO 2021, tabell 13) og baserer seg på Gumbel-analyser av 15.53 Borgåi med spesifikk middelflom på 231 l/s per km^2(SWECO 2021, tabell 4) får vi et forholdstall på 1,2.

Vi velger å bruke 1,20 som forholdstall. Det er tilsvarende det vi finner ved å se på de store flommene på den likeste stasjonen, 12.178 Eggedal. Verdien fra RFFA-2018 mener vi er for lav. Resulterende flomverdier vises i tabell 15.

Vurdering av forholdstall for Trøymsåni:

Den nærmeste stasjonen, Storeskar, har forholdstall for de åtte største flommene siden 1980 som varierer mellom 1,08 og 1,67, med snitt på 1,35. Det største forholdstallet er fra «Hans» i 2023. Feltet til Storeskar er mye større og av den grunn antatt treigere.

Forholdstall fra RFFA2018 er på 1,49. Vi velger å bruke RFFA2018 avrundet til 1,5. Men feltet er lite og for sjeldne flommer kan det tenkes at forholdstallet er for lavt. I kapittel 4.2 har vi derfor valgt resultater som i større grad bygger direkte på analyse av findata.

Vurdering av forholdstall for Ruståni, Liaåni og Todøla:

Forholdstall fra RFFA2018 er henholdsvis 1.20, 1.19 og 1.21. Her velger vi forholdstall som for Rukkedøla, altså 1.20.

Vurdering av forholdstall for bekk gjennom Bromma:

Forholdstall fra RFFA2018 er 1.44. Vi har lite annet å gå ut ifra og velger 1.5. Fordi feltet er så lite, vil vi vektlegge formelverk og analyser direkte på findata høyere.

Tabell 15. Uregulerte kulminasjonsverdier for beregningspunktene ved bruk av resultater for døgnflommer og de valgte forholdstallene (Qmom/Qdøgn). Verdiene er i m^3/s.

Beregnings pkt.	Forh. tall	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva	1.2	83	113	133	153	179	199	218	245	266
Trøimsåni v Hemsil	1.5	15	20	23	25	29	31	33	36	38
Ruståni v Hallingdalselva	1.2	24	32	37	45	52	57	61	71	76
Liåni v Hallingdalselva	1.2	23	31	37	42	49	55	61	68	74
Todøla v Hallingdalselva	1.2	27	36	42	49	57	63	70	78	85
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	1.4	2.7	3.6	4.2	4.8	5.6	6.2	6.8	7.6	8.3

3.4.2 Flomfrekvensanalyser på findata

Det er utført frekvensanalyse på findata fra sammenligningsstasjonene. Disse stasjonene har fra drøyt 20 til omkring 60 år med findata. For disse er resulterende middel kulminasjonsflom og vekstkurve presentert i tabell 16. Disse analysene er sammenlignet med bruk av formelverk for de aktuelle bekkene.

Tabell 16 Flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier (årsflommer) for sammenligningsstasjoner. Tabellen viser antall år som er brukt i analysen, middelflom (QM) og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall, QT/QM). Det er brukt Gumbel(Bayesiansk) fordeling.

Stasjon	Periode	Ant. År	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
			l/s/km²	m³/s								
15.53 Borgåi	2000-2023	24	316	30	1.4	1.6	1.9	2.3	2.6	2.8	3.2	3.5
15.49 Halldalsvatn*	1963-2023	61	198	12	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.2	3.6
12.178 Eggedal**	1972-2023	49	316	99	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	3.0	3.2
12.171 Hølervatn*	1969-2023	55	206	16	1.4	1.7	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	3.5
12.197 Grunke	1978-2023	46	391	72	1.3	1.6	1.8	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
12.215 Storeskar	1988-2023	36	405	48	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0
12.70 Etna*	1969-2023	55	208	118	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.3	3.7
12.212 Hangtjern	1987-2023	37	339	3.7	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5	2.8	3.1
Gjennomsnitt u Hangtjern			**291**		**1.3**	**1.6**	**1.9**	**2.2**	**2.4**	**2.7**	**3.1**	**3.4**
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva	RFFA-2018				1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Trøimsåni v Hemsil	RFFA-NIFS		555		1.2	1.5	1.7	2.1	2.4	2.7		
Ruståni v Hallingdalselva	RFFA-2018				1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Liåni v Hallingdalselva	RFFA-2018				1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
Todøla v Hallingdalselva	RFFA-2018				1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	RFFA-NIFS		360		1.3	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9		

*GEV-fordeling **mangler enkelte år

Vurdering av analyser på findata for Rukkedøla:

Spesifikk middelflom for de to beste sammenlingsstasjonene, Eggedal og Borgåi, er identisk. Det vil være et nærliggende valg å bruke denne, samt vekstkurven fra RFFA2018 for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva. Vekstkurven for Rukkedøla er for øvrig nær identisk vekstkurven fra frekvensanalyse for findata for Eggedal. Vekstkurven for Borgåi er også rimelig nær. Det fins ikke verdier fra formelverket RFFA-NIFS for Rukkedøla fordi feltet er for stort.

Ved å skalere findata på samme måte som vi gjorde for døgndata i kapittel 3.2, altså ved å bruke middelflom fra flomfrekvensanalyse for 12.178 Eggedal (Gumbel), med vekstkurve fra RFFA2018 for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva og skalere med ulikhetene i RFFA2018-verdier for de to feltene, får vi verdier som er en del lavere.

Vurdering av analyser på findata for Trøymsåni:

Her ligger spesifikke verdier for frekvensanalyser på findata fra Storeskar og Grunke nære hverandre, mens verdien fra RFFA-NIFS for Trøimsåni er betydelig høyere. Feltet er mye mindre, så vi mener det er rimelig at verdien skal være så høy. Vi velger derfor spesifikk middelflom på 550 l/s per km^2. Vekstkurven fra RFFA-NIFS ligner på verdiene vi får fra sammenligningsstasjonene, men det er anbefalt å bruke NIFS-vekstkurven kun opp til 200 års gjentaksintervall. For Q_{500}/ Q_M og Q_{1000}/ Q_M velger vi gjennomsnittet fra Storeskar og Grunke, altså 2.9 og 3.1.

Vurdering av analyser på findata for Ruståni, Liaåni og Todøla:

Spesifikk middelflom for de to av de gode sammenlingsstasjonene, Eggedal og Borgåi, er identisk (316 l/s per km^2), mens stasjonen som ligger nærmest, Hølervatn, har vesentlig lavere verdier (206 l/s per km^2). Vi velger 250 l/s per km^2 som spesifikk middelflom for alle tre beregningspunktene, samt vekstkurven fra RFFA2018 for de respektive stasjonene. Det fins ikke verdier for kulminasjonsvannføringer fra formelverk, fordi feltene er for store til å kunne bruke RFFA-NIFS.

Vurdering av analyser på findata for bekk gjennom Bromma:

Her har vi bare verdiene fra Hangtjern å støtte oss på i tillegg til formelverket RFFA-NIFS. Her ligner verdiene hverandre så pass godt opp til nivået når formelverket ikke lenger er gyldig og dermed velger snittet for spesifikk middelflom på 350 l/s per km^2, samt vekstkurve for Hangtjern.

I tabell 17 vises kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervaller for beregningspunktene gitt ved valgene beskrevet i dette kapitlet.

Tabell 17. Uregulerte kulminasjonsflommer for beregningspunktene.

	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	l/s/km²	m³/s								
Rukkedøla Spefikk avrenning fra Eggedal/Borgåi, vekstkurve RFFA	316	95	129	152	174	204	226	249	280	303
Rukkedøla Skalert fra frekvensanalyse kulm. 12.178 Eggedal	273	82	111	131	151	176	196	215	241	262
Trøimsåni v Hemsil	550	15	19	22	26	32	36	40	45	48
Ruståni v Hallingdalselva	250	25	34	39	48	55	60	65	75	80
Liåni v Hallingdalselva	250	24	33	39	45	52	58	64	72	78
Todøla v Hallingdalselva	250	31	42	50	57	67	74	82	92	100
Bekk gjennom Bromma v Hallingdalselva	350	4.6	5.9	7.0	8.1	9.5	10.6	11.6	11.0	12.0

4 Endelig valg av flomverdier

Tabell 18 til tabell 30 i dette kapitelet viser uregulerte flomverdier for beregningspunktene utregnet med to ulike metoder:

Alternativ 1 som er $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$: skalert frekvensanalyse på døgnmiddelverdier (se kap 3.2.5), og forholdstall $Q_{mom}/Q_{døgn}$ (se 3.1.2).

Alternativ 2 som er FFA_{kulm}: kulminasjonsvannføring fra sammenligningsstasjoner eller RFFA-NIFS formelverk fra tabell 16.

Her diskuterer vi hvilken som velges og årsak, i tillegg til å oppsummere hva endelige verdier blir for både døgn og kulminasjonsvannføring, med og uten regulering.

4.1 Endelig flomverdier Rukkedøla

Det ble i kapittel 3.2 valgt verdier for uregulert døgnmiddelflom for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, vist i tabell 13. Den valgte middelflommen var en verdi fra et godt sammenlignbart felt, 12.178 Eggedal, som trolig får mer nedbør enn Rukkedøla og av den grunn skalert med forskjellen i RFFA2018-verdier mellom de to feltene.

Verdien ligger godt mellom de antatte minimum og maksimumsverdiene fra øvrige sammenligningsstasjoner og metoder. Valgt verdi for uregulert vannføring er 69 m^3/s, som gir spesifikk døgmiddelflom på 231 l/s per km^2. Vekstkurven vi har valgt er RFFA2018, som også ligger nære kurvene til sammenligningsstasjonene. Flomberegningen til SWECO fra 2021 bruker også vekstkurven fra RFFA2018, men for et annet beregningspunkt i Rukkedøla. Disse verdiene avviker vesentlig fra de vi finner; både for NVEs og SWECOs beregningspunkt.

Tabell 18. Flomverdier for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, kulminasjonsvannføringer, i m^3/s. Forholdstallet Qmom/Qdøgn er satt til 1,20 ved beregning fra frekvensanalyser på døgnverdier til kulminasjonsverdier.

Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva	Q_M l/s per 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_{1000} m^3/s
Alt. 1: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$	**277**	**83**	**113**	**133**	**153**	**179**	**199**	**218**	**245**	**266**
Alt. 2: FFA_{kulm} sammenligningsstasjoner	273	82	111	131	151	176	196	215	241	262

Valgte verdier for uregulert kulminasjonsflom for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva gis i tabell 18. Vi velger alternativ 1, frekvensanalyse på døgn og forholdstall, men resultatene er svært like om vi hadde valgt alternativ 2 med RFFA2018-skalering. Metoden gir uregulert middelflom for kulminasjonsvannføring på 83 m^3/s, som tilsvarer 277 l/s per km^2. Dette er nær verdiene fra forrige flomberegning (SWECO, 2021), hvor middelflommen for kulminasjonsvannføring ble beregnet til 275 l/s per km^2. Merk at avviket for høyere gjentaksintervall er større fordi vi bruker en brattere vekstkurve.

Endelige verdier må hensynta overføringen av vann ut av vassdraget til Nes kraftverk, se kap 1.2.1. Vi regner i denne beregningen vassdraget som helt uregulert fra 50-årsflom, grunnet mulig tetting av inntak. For middelflom og 5-årsflom antar vi at inntaket er åpent og trekker 14m^3/s fra flomstørrelsen. For 10-årsflom og 20-årsflom velger vi å anta at det er halvveis tett og trekker 7 m^3/s fra flomverdiene.

Resulterende døgnmidler for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva blir presentert i tabell 19 og kulminasjonsverdier blir presentert i tabell 20. Tabell 21 viser resulterende flomverdier i spesifikke tall.

Tabell 19. Resulterende døgnmiddelflomverdier for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva.

Beregningspunkt	Areal (km^2)	Q_M		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)	Q1000 (m3/s)
		l/s/km^2	m^3/s								
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **uregulert**	300	231	69	94	111	127	149	165	182	204	222
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **regulert**	300	-	55	80	104	120	149	165	182	204	222

Tabell 20. Resulterende kulminasjonsflomverdier ved Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva.

Beregningspunkt	Areal (km^2)	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}/	Q_{500}/	Q_{1000}
		l/s/km^2	m^3/s	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **uregulert**	300	277	83	113	133	153	179	199	218	245	266
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **regulert**	300	-	69	99	126	146	179	199	218	245	266

Tabell 21. Resulterende døgnmiddelflomverdier og kulminasjonsverdier for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva presentert i spesifikke tall (l/s per km2) både for regulert og uregulert vannføring.

Stasjon	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	l/s/km^2
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **døgn uregulert**	231	314	369	425	496	551	607	681	738
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **døgn regulert**	184	267	346	401	496	551	607	681	738
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon uregulert**	277	377	443	509	595	662	728	817	886
Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon regulert**	230	330	420	486	595	662	728	817	886

For strekningen som har flomsonekart, Rukkedøla gjennom Nesbyen sentrum og områdene i Hallingdalselva, både oppstrøms og nedstrøms Rukkedølas utløp, vil vannstand og flomsoner påvirkes av samtidig vannføring i Hallingdalselva.

Vi har undersøkt tidsforskjellen i flomtopper ved samtidige flommer fra 12.607 Rukkedøla v/Nesbyen og Hallingdalselva ved 12.97 Bergheim. Her finner vi for de ti største flommene fra 2019 at tidsforskjellen i flomtopp varierer mellom pluss 21 og minus 14 timer, med et gjennomsnitt på 8 timer tidligere kulminasjon for Rukkedøla. De to nærmeste i tid treffer med fire og seks timers tidsforskjell. Av dette kan vi ikke utelukke at flommene treffer samtidig, men det er lite sansynlig. Fra flommen «Hans» i 2023 ser vi at 12.97 Bergheim har en vannføring på omtrent sitt maksimale døgnmiddel når Rukkedøla har sin flomtopp. Vi anbefaler å teste samtidig maksimalvannføring for begge elvestrengene i tillegg til å bruke døgnvannføring for Bergheim på Rukkedølas maksimalvannføringer for å se hvilket utfallsrom det gir.

4.2 Endelige flomverdier Trøimsåni

Vi har ikke noen særlig gode sammenligningsstasjoner for feltet, da de som ligger nære har for store felt. De to metodene, vist i kapittel 3.41 og 3.4.2, som vi velger mellom for findata har lik spesifikk middelflom, men noe ulike vekstkurver. Vi velger alternativ 2, som innebærer formelverket RFFA-NIFS, med støtte fra sammenligningsstasjonene for den delen av vekstkurven hvor RFFA-NIFS ikke gjelder mer.

Tabell 22 Flomverdier for Trøimsåni ved utløp Hemsil, kulminasjonsvannføringer, i m³/s. Forholdstallet Qmom/Qdøgn er satt til 1,50 ved beregning fra frekvensanalyser på døgnverdier til kulminasjonsverdier.

Trøimsåni ved utløp Hemsil	**Q_M l/s per km²**	**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**
Alt. 1: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$	551	15	20	23	25	29	31	33	36	38
Alt. 2: FFA_{kulm} sammenligningsstasjoner	550	15	19	22	26	32	36	40	45	48

Beregningspunkt	**Q_M**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{20}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{500}**	**Q_{1000}**
	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²
Trøimsåni ved utløp Hemsil, **døgn**	367	440	550	623	770	880	990	1063	1137
Trøimsåni ved utløp Hemsil, **kulminasjon**	550	660	825	935	1155	1320	1485	1595	1705

4.3 Endelige flomverdier Ruståni

For uregulerte flomverdier for Ruståni mente vi i kap. 3.2.3 at det beste var å bruke RFFA2018 for både middelflom og vekstkurve. For findata fra sammenlignings-stasjoner valgte vi å bruke en verdi som lå mellom Eggedal, Borgåi og Halldalsvatn og den egne RFFA2018 vekstkurven.

De to metodene omtalt i kapittel 3.4.1 og 3.4.2 gir ganske like verdier for Ruståni. Verdiene er vist i tabell 23. Vi velger alternativ 2 med bruk av findata direkte som endelige verdier for uregulert vannføring i Ruståni.

Tabell 23. Flomverdier for Ruståni ved utløp Hallingdalselva, kulminasjonsvannføringer, i m3/s. Forholdstallet Qmom/Qdøgn er satt til 1,20 ved beregning fra frekvensanalyser på døgnverdier til kulminasjonsverdier.

Ruståni ved utløp Hallingdalselva	**Q_M l/s per km²**	**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**
Alt. 1: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$	236	24	32	37	45	52	57	61	71	76
Alt. 2: FFA_{kulm} sammenligningsstasjoner	**250**	**25**	**34**	**39**	**48**	**55**	**60**	**65**	**75**	**80**

Som for Rukkedøla må endelige verdier for Ruståni hensynta overføringen av vann ut av vassdraget, se kap 1.2.1. Vi regner i denne beregningen vassdraget som helt uregulert fra 50-årsflom, grunnet mulig tetting av inntak. For middelflom og 5-årsflom antar vi at inntaket er åpent og trekker maksimal overføringskapasitet på 11m³/s fra flomstørrelsen. For 10-årsflom og 20-årsflom velger vi å anta at det er halvveis tett og trekker 6 m³/s fra flomverdiene.

Resulterende døgnmidler for Ruståni ved utløp Hallingdalselva blir presentert i tabell 24 og kulminasjonsverdier blir presentert i tabell 25. Tabell 26 viser resulterende flomverdier i spesifikke tall.

Tabell 24. Resulterende døgnmiddelflomverdier for Ruståni ved utløp Hallingdalselva.

Beregningspunkt	**Areal (km²)**	**Q_M**		**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)	**Q1000** (m3/s)
		l/s/km²	m³/s								
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **uregulert**	100	197	20	27	31	37	43	47	51	59	63
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **regulert**	100	-	9	16	25	31	43	47	51	59	63

Tabell 25. Resulterende kulminasjonsflomverdier ved Ruståni ved utløp Hallingdalselva.

Beregningspunkt	Areal (km^2)	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}/	Q_{500}/	Q_{1000}
		l/s/km²	m³/s	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **uregulert**	100	250	25	34	39	48	55	60	65	75	80
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **regulert**	100	-	14	23	33	42	55	60	65	75	80

Tabell 26. Resulterende døgnmiddelflomverdier og kulminasjonsverdier for Ruståni ved utløp Hallingdalselva presentert i spesifikke tall (l/s per km2) både for regulert og uregulert vannføring.

Beregningspunkt	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **døgn uregulert**	197	268	309	374	433	473	512	591	630
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **døgn regulert**	87	208	256	314	433	473	512	591	630
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon uregulert**	250	340	393	475	550	600	650	750	800
Ruståni ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon regulert**	140	230	333	415	550	600	650	750	800

4.4 Endelig flomverdier Liaåni og Todøla

For uregulerte flomverdier for Ruståni mente vi i kap 3.2.3 at det beste var å bruke RFFA2018 for både middelflom og vekstkurve. For findata fra sammenligningsstasjoner valgte vi å bruke en verdi som lå mellom Eggedal, Borgåi og Halldalsvatn og den egne RFFA2018 vekstkurven. Verdiene vi får er vist i tabell 27 og 28. De er ganske like og vi velger alternativ 2 med bruk av findata direkte som endelige verdier for Liaåni og Todøla.

I tabell 28 vises både døgn og kulminasjonsflommer som spesifikke verdier.

Tabell 27. Flomverdier for Liåanåi ved utløp Hallingdalselva, kulminasjonsvannføringer, i m³/s. Forholdstallet Qmom/Qdøgn er satt til 1,20 ved beregning fra frekvensanalyser på døgnverdier til kulminasjonsverdier.

Lianåi ved utløp Hallingdalselva	**Q_M l/s per km²**	**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**
Alt. 1: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$	236	23	31	37	42	49	55	61	68	74
Alt. 2: FFA_{kulm} sammenligningsstasjoner	**250**	**24**	**33**	**39**	**45**	**52**	**58**	**64**	**72**	**78**

Tabell 28. Flomverdier for Todøla ved utløp Hallingdalselva, kulminasjonsvannføringer, i m3/s. Forholdstallet Qmom/Qdøgn er satt til 1,20 ved beregning fra frekvensanalyser på døgnverdier til kulminasjonsverdier.

Todøla	**Q_M l/s per km²**	**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**
Alt. 1: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$	214	27	36	42	49	57	63	70	78	85
Alt. 2: FFA_{kulm} sammenligningsstasjoner	**250**	**31**	**42**	**50**	**57**	**67**	**74**	**82**	**92**	**100**

Tabell 29. Resulterende døgnmiddelflomverdier og kulminasjonsverdier for Liaåni og Todøla ved utløp Hallingdalselva presentert i spesifikke tall (l/s per km²)

Beregningspunkt	**Q_M**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{20}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{500}**	**Q_{1000}**
	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²
Liaåni ved utløp Hallingdalselva, **døgn**	196	275	316	365	428	475	524	589	640
Todøla ved utløp Hallingdalselva, **døgn**	178	242	285	328	383	426	471	528	574
Liaåni ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon**	250	343	403	465	545	605	668	750	815
Todøla ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon**	250	340	400	460	538	598	660	740	805

4.5 Endelig flomverdier bekk gjennom Bromma

Verdiene for kulminasjonsflom for bekken gjennom Bromma er gitt i tabell 30. For et felt som er så lite som nedbørfeltet til bekken gjennom Bromma mener vi det er naturlig å bruke analysene på findata, ikke gå via døgnflommer og forholdstall. De valgte verdiene er basert på en avrundet middelflom fra RFFA-NIFS, samt vekstkurven fra Hangtjern.

Tabell 30. Flomverdier for bekk gjennom Bromma ved utløp Hallingdalselva, kulminasjonsvannføringer, i m^3/s. Forholdstallet Qmom/Qdøgn er satt til 1,20 ved beregning fra frekvensanalyser på døgnverdier til kulminasjonsverdier.

Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva	**Q_M l/s per km²**	**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**
Alt. 1: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$	266	2.7	3.6	4.2	4.8	5.6	6.2	6.8	7.6	8.3
Alt. 2: FFA_{kulm} sammenligningsstasjoner	**350**	**3.5**	**4.5**	**5.3**	**6.2**	**7.2**	**8.0**	**8.9**	**10.0**	**10.8**

Stasjon	**Q_M**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{20}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{500}**	**Q_{1000}**
	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²	l/s/km²
Bekk gjennom Bromma ved utløp Hallingdalselva, **døgn**	190	258	298	342	399	443	486	545	593
Bekk gjennom Bromma ved utløp Hallingdalselva, **kulminasjon**	350	451	534	616	722	804	886	996	1082

4.6 Endelige kulminasjonsverdier

Tabell 31. Uregulerte kulminasjonsflommer for beregningspunktene.

Punkt i vassdraget	**Areal** km²	**Q_M** m³/	**Q_5** m³/	**Q_{10}** m³/s	**Q_{20}** m³/	**Q_{50}** m³/s	**Q_{100}** m³/s	**Q_{200}** m³/s	**Q_{500}** m³/s	**Q_{1000}** m³/s
Rukkedøla ved utløp Hallin.	300	83	113	133	153	179	199	218	245	266
Trøimsåni v Hemsil	28	15	19	22	26	32	36	40	45	48
Ruståni v Hallingdalselva	100	25	34	39	48	55	60	65	75	80
Liåni v Hallingdalselva	96	24	33	39	45	52	58	64	72	78
Todøla v Hallingdalselva	124	31	42	50	57	67	74	82	92	100
Bekk gjennom Bromma v	10	3.5	4.5	5.3	6.2	7.2	8.0	8.9	10.0	10.8

Tabell 32. Regulerte kulminasjonsflommer for beregningspunktene som har regulert vannføring.

Punkt i vassdraget	**Areal** km²	**Q_M** m³/	**Q_5** m³/	**Q_{10}** m³/s	**Q_{20}** m³/	**Q_{50}** m³/s	**Q_{100}** m³/s	**Q_{200}** m³/s	**Q_{500}** m³/s	**Q_{1000}** m³/s
Rukkedøla ved utløp Hallin.	300	69	99	126	146	179	199	218	245	266
Ruståni ved Hallingdalselva	100	14	23	33	42	55	60	65	75	80

5 Vurdering av flomverdier

5.1 Sammenligning med tidligere beregninger

Verdier for døgnmiddelflommer og kulminasjonsflommer fra NVEs flomberegning fra 2004 (Holmqvist, 2004), Multiconsults flomberegning fra 2012 og SWECOs flomberegning fra 2021, for Rukkedøla, Ruståni og Todøla er gitt i henholdsvis tabell 33 og 34.

Tabell 33. Flomverdier (døgnmiddel) fra tidligere flomberegninger. Verdier i fet skrift er de som kan leses ut av rapportene, øvrige er beregnet.

	Kilde	QM m3/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
Rukkdøla utløp	NVE 2004	**57**	**71**	**82**	**94**	**105**	**113**	**122**	**133**	**-**
Rukkedøla Dam Rukkedøla	SWECO 2021	**47**	57	67	77	89	99	109	123	133
Rukkedøla utløp*	SWECO 2021	69	83	98	113	131	146	161	181	196
Rukkedøla Dam Rukkedøla	Multicon-sult 2012	-	-	-	-	-	-	-	**190**	-
Rukkedøla utløp*	Multicon-sult 2012	-	-	-	-	-	-	-	279	-
Trøimsåni	NVE 2004	**10**	**12**	**15**	**17**	**20**	**23**	**26**	**30**	**-**
Ruståni bekkeinntak Ruståni	Muliticons ult 2012	**26**	**34**	**40**	**46**	**53**	**59**	**67**	**72**	**77**
Ruståni utløp*	Muliticons ult 2012	30	39	45	52	60	67	76	82	88
Todøla	NVE 2004	**27**	**34**	**40**	**45**	**51**	**55**	**59**	**64**	**-**

Tabell 34. Flomverdier (kulminasjonsverdier) fra tidligere flomberegninger. Verdier i fet skrift er de som kan leses ut av rapportene, øvrige er beregnet.

	Kilde	QM m3/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
Rukkdøla utløp	NVE 2004	**85**	**106**	**123**	**140**	**157**	**170**	**183**	**200**	**-**
Rukkedøla Dam Rukkedøla	SWECO 2021	**56**	**68**	**80**	**92**	**107**	**119**	**131**	**148**	**160**
Rukkedøla utløp*	SWECO 2021	82	100	118	135	157	175	193	218	235
Trøimsåni	NVE 2004	**15**	**18**	**22**	**26**	**30**	**35**	**38**	**44**	**-**
Ruståni bekkeinntak Ruståni	Muliticonsult 2012	**34**	**44**	**52**	**59**	**69**	**76**	**84**	**93**	**100**
Ruståni utløp*	Muliticonsult 2012	39	50	59	67	78	86	95	106	114
Todøla	NVE 2004	**41**	**51**	**60**	**68**	**76**	**82**	**88**	**96**	**-**

Tabell 35 viser forskjellene for beregningspunktet Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva. Flomberegningen vi gjør i 2024 har lavere middel- og 5-årsflom, og noe høyere verdier fra gjentaksintervall 10 år og oppover. Sammenlignet med SWECOs beregning fra 2021 er prosentvis økning i vår beregning ca. 5 - 15 % for disse gjentaksintervallene, mens middelflommen er 15-20 % lavere.

For beregningspunktet Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva så er forskjellen i beregningen:

- Lavere middelflommer enn i tidligere beregninger. Det skyldes i noen grad at vi trekker fra hele kapasieteten til inntaket ved Dam Rukkdøla for middelflom og 5-årsflom.
- Vekstkurve fra samme metode som i 2021, men RFFA2018 gir nå en noe brattere vekstkurve for gjentaksintervall mellom 50 og 200 år enn tidligere
- Lavere forholdstall, Q_{kulm}/Q_{mid} i 2024 enn i 2004, likt som i 2021.

I retningslinjer for flomberegninger viser erfaringstall at for vassdrag mindre enn 500 km^2 på Østlandet kan man vente døgnmiddelverdier for Q_{1000} på mellom 350 og 1100 l/s per km^2, med de største verdiene lengst vest i området. Sammenligner man de spesifikke døgnverdiene med de regionale formelverkene og erfaringstall fra regionen, virker beregnet Q_{1000}-døgnverdi (738 l/s per km^2) for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva rimelig, gitt at vi her er ganske langt vest i området.

Tabell 35. Sammenligning av verdier for Rukkedøla fra flomberegning i 2021 og 2004, kulminasjonsvannføring.

Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva	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
Døgnmiddel 2024	55	80	104	120	149	165	182	204	222
Døgnmiddel 2021*	69	83	98	113	131	146	161	181	196
Forskjell: 2024/2021	80 %	96 %	106 %	106 %	114 %	113 %	113 %	113 %	113 %
Kulminasjon 2024	69	99	126	146	179	199	218	245	266
Kulminasjon 2021**	82	100	118	135	157	175	193	218	235
Kulminasjon 2004	85	106	123	140	157	170	183	200	-
Forskjell: 2024/2021	84 %	99 %	107 %	108 %	114 %	114 %	113 %	112 %	113 %
Forskjell: 2024/2004	81 %	93 %	102 %	104 %	114 %	117 %	119 %	123 %	-

**skalert med 1,2 forholdstall QM/QT og arealskalert til utløp Hallingdalselva*
*** arealskalert til utløp Hallingdalselva*

Tabell 36 viser forskjellene for beregningspunktet Ruståni ved utløp Hallingdalselva. Flomberegningen vi gjør i 2024 viser lavere verdier både for døgn og kulminasjonsvannføring, for alle gjentaksintervall. I Multiconsults beregning for Hemsil II forutsettes ingen overføring fra Ruståni og vi sammenligner derfor med våre verdier for uregulert vannføring. Sammenlignet med Multiconsults beregning fra 2012 er prosentvis nedgang i vår beregning mellom 30 og 35 %.

Årsaken skyldes først og fremst at vi har anslått en lavere midlere uregulert døgnflom for Ruståni (ca. 200 l/s/km^2) enn det Multiconsult gjorde i 2012 (ca. 300 l/s/km^2). Vårt estimat er basert på bruk av et nytt beregningsverktøy NEVINA sammen med en vurdering av flomstørrelser ved nabostasjonene 15.53 Borgåi og 12.171 Hølervatn. Multiconsult la vekt på observasjoner fra stasjonen 12.215 Storeskar, som ligger i et noe mer nedbørrikt område lenger vest, i sine beregninger. Forskjellene illustrerer noe av usikkerheten en må regne med i felt uten målinger.

Tabell 36. Sammenligning av verdier for Ruståni fra flomberegning i 2024 og 2012.

Ruståni ved utløp Hallingdalselva	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
Døgnmiddel 2024	20	27	31	37	43	47	51	59	63
Døgnmiddel 2012*	27	34	40	45	51	55	59	64	-
Forskjell: 2024/2012	67 %	69 %	69 %	71 %	72 %	70 %	67 %	72 %	72 %
Kulminasjon 2024	25	34	39	48	55	60	65	75	80
Kulminasjon 2012*	39	50	59	67	78	86	95	106	114
Forskjell: 2024/2012	64 %	68 %	66 %	72 %	71 %	70 %	68 %	71 %	70 %
** arealskalert til utløp Hallingdalselva*									

I sin beregning av flomverdier for bekkeinntaket i Ruståni bruker Multiconsult Storeskar som representativ målestasjon. Med EV1 som valgt fordeling og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnflom på 1,3.

Sammenligner man de spesifikke døgnverdiene med de regionale formelverkene og erfaringstall fra regionen, virker beregnet Q_{1000}-døgnverdi (630 l/s per km²) for Ruståni ved utløp Hallingdalselva rimelig.

Tabell 37 viser forskjellene for beregningspunktet Todøla ved utløp Hallingdalselva. Flomberegningen vi gjør i 2024 viser lavere verdier både for lave gjentaksintervall, men er så å si like for 500-årsflom. Sammenlignet med NVE 2004-beregningen er vår beregning for middelflom 20 % lavere.

Sammenligner man de spesifikke døgnverdiene med de regionale formelverkene og erfaringstall fra regionen, er en Q_{1000}-døgnverdi på drøyt 570 l/s per km² for Todøla ved utløp Hallingdalselva også innenfor den usikkerheten en må påregne i slike beregninger.

Tabell 37 Sammenligning av verdier for Todøla fra flomberegning i 2024 og 2004.

Todøla ved utløp Hallingdalselva	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
Døgnmiddel 2024	22	30	35	41	48	53	58	65	71
Døgnmiddel 2004	27	34	40	45	51	55	59	64	-
Forskjell: 2024/2004	81 %	88 %	88 %	91 %	94 %	96 %	98 %	102 %	-
Kulminasjon 2024	31	42	50	57	67	74	82	92	100
Kulminasjon 2004	41	51	60	68	76	82	88	96	-
Forskjell: 2024/2004	76 %	82 %	83 %	84 %	88 %	90 %	93 %	96 %	

Beregningene i denne rapporten gir q1000-døgnmidler for de analyserte bekkene som varierer fra omkring 570 til 1140 l/s per km^2, mens kulminasjonsverdiene varierer fra omkring 800 til 1700 l/s per km^2. Det er en stor variasjon, den største verdien finner vi naturlig nok for Trøimsåni som er et lite felt i et nedbørrikt område vest i Hemsedal. Det er viktig å huske at det er betydelig usikkerhet i de beregnede flomvannføringene. Dette er ytterligere kommentert i neste avsnitt, kapittel 5.2 om usikkerhet.

5.2 Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning for Rukkedøla, Trøimsåni, Ruståni, Liaåni, Todøla og bekk gjennom Bromma kan karakteriseres som begrenset hydrologisk grunnlag.

Rukkedøla har bare en relativt kort tidsserie med data av ukjent kvalitet fra 2/3 av feltet, en veldig kort vannstandsserie for omtrent hele feltet og en lang serie, men med kvalitetsutfordringer som dekker i underkant av 1/10 av feltet. Det fins to ganske gode sammenligningsstasjon i nærliggende vassdrag med relativt like feltegenskaper, begge med over 50 år med data, stabile profiler og relativt gode flomdata.

Datagrunnlaget for Trøimsåni er bare sammenligningsstasjoner for vannføring med ulike feltkarakteristika. For Ruståni fins det en serie i feltet, men den har ikke gode flomdata. Liaåni og Todøla har ingen målinger i feltet og sprik i verdier fra sammenligningsstasjoner. Bekk gjennom Bromma har en noenlunde lik sammenligningsstasjon i nærheta, men den har heller ikke gode flomdata.

I tillegg til begrensningene i datagrunnlag er det en hel del usikkerheter knyttet til flomberegninger. Usikkerheten skyldes en rekke forhold:

- Usikkerhet i «observert vannføring» og i vannføringskurven. Det er vannstanden som observeres. Vannstanden regnes om til vannføring via en vannføringskurve, som ofte er ekstrapolert for de største vannføringene/vannstandene.

- Usikkerhet knyttet til kvaliteten på tidsseriene: forhold for vannstandsregisteringer, driftsutfordringer, kompletthet osv.

- Usikkerhet i tidsseriene i Hydrologisk avdelings database (Hydra II):

    - Døgnmiddelverdier basert på kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, siden største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

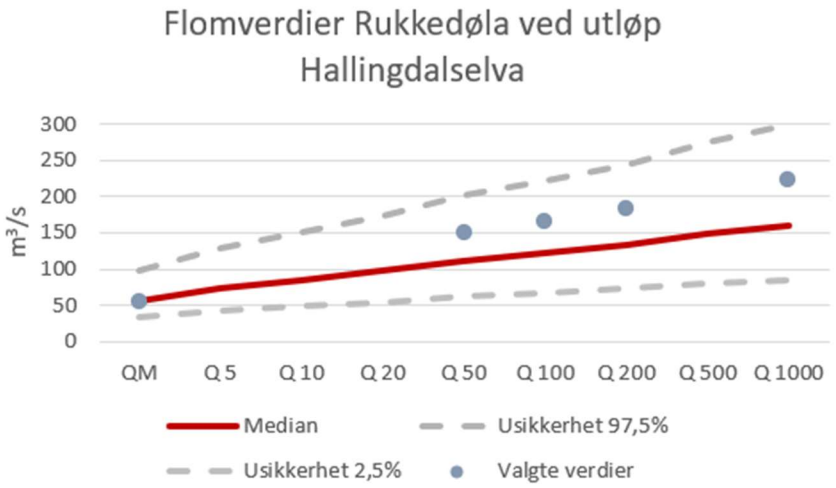
    - De eldste dataene i databasen er basert på én daglig observasjon av vannstand, inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmidlet.

    - Data med fin tidsoppløsning er ikke kontrollert på samme måte som døgndata, og er ikke kompletterte ved observasjonsbrudd.

- Usikkerhet knyttet til valg av statistisk fordeling, f.eks. Gumbel eller GEV, ved frekvensanalyser.

- Usikkerhet knyttet til beregning av forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsvannføring.

- Mangel på representative tidsserier.
- Mange tidsserier er for korte for å gi gode estimat på ekstreme flommer.
- Flere tidsserier mangler observasjoner av ekstreme hendelser. Ekstreme, lokale hendelser kan lett havne utenfor stasjonsnettet.



Figur 6. Flomverdier (døgn) fra RFFA-2018 med usikkerhetsbånd og flomverdiene som velges i denne rapporten

Ved bruk av regionalt formelverk kan man tallfeste usikkerheten til flomestimatene. Figur 6 viser flomverdier for døgn for Rukkedøla ved utløp Hallingdalselva fra regionalt formelverk med usikkerhetsbånd, med de endelig valgte verdiene i denne rapporten plottet inn. Figuren illustrerer godt at i felt med ingen eller usikre målinger er usikkerheten i flomestimatene svært stor, det vil si at for eksempel beregnet 1000-årsflom kan være opp mot det dobbelte eller ned mot det halve av det formelverket gir. Dette er også illustrert i NEVINA-rapportene for de ulike bekkene i vedlegg 1.

5.3 Klassifisering av datagrunnlaget

I NVE veileder 01/2022 er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 4 «Begrenset hydrologisk datagrunnlag, med store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området».

6 Klimapåslag

I henhold til NVEs klimastrategi (Hamarsland mfl., 2015) skal det tas hensyn til et endret klima for tiltak med lang levetid. For eksempel ved å ta hensyn til endringer i flomstørrelser ved arealplanlegging og bygging/ombygging av viktig infrastruktur.

I NVE-rapport 81-2016 «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall.

Her er det anbefalt å benytte et klimapåslag på 20 % både for Hallingdalselva ved Nesbyen og Rukkedøla. Da Ruståni, Liåni og Todøla ligner på Rukkedøla velger vi også 20% klimapåslag for disse. NVEs nye uoffisielle beta-kart gir imidlertid 40 % klimapåslag for både Ruståni, Liaåni og de de to små raske feltene, Trøimsåni og bekk gjennom Bromma. For disse to siste velger vi 40 % klimapåslag.

Ut fra erfaringene under «Hans» i 2023, og det faktum at det også har vært andre store regnflommer som har rammet Hallingdalsvassdraget (juli 2007, september 1934 og september 1938), virker dette rimelig. Flommer med henholdsvis 20 % og 40 % klimapåslag er gitt i tabell 38. Med økte flomvannføringer, antas inntakene i Rukkedøla og Ruståni å gå tette fra omkring 10 – 20 årsflom, det vil si å være som uregulert for flommer større enn dette (tabell 39).

Tabell 38. Beregningspunkter med klimapåslag, uregulerte kulminasjonsvannføringer.

Punkt i vassdraget	Klima-påslag %	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
Rukkedøla ved utløp	20	100	136	159	183	214	238	262	294	319
Trøimsåni v Hemsil	40	22	27	31	37	44	51	56	63	67
Ruståni v Hall.elva	20*	30	41	47	57	66	72	78	90	96
Liåni v Hallingdalselva	20*	29	39	46	54	63	70	77	86	94
Todøla v Hallingdalselva	20	37	51	60	68	80	89	98	110	120
Bekk gjennom Bromma v. Hallingdalselva	40	4.9	6.3	7.5	8.6	10.1	11.3	12.4	14.0	15.1

* anbefaler 40% i NVEs beta-kart

Tabell 39. Beregningspunkter med klimapåslag, regulerte kulminasjonsvannføringer.

Punkt i vassdraget	Klima-påslag %	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
Rukkedøla ved utløp	20	86	129	152	183	214	238	262	294	319
Ruståni v Hall.elva	20*	19	35	41	57	66	72	78	90	96

* anbefaler 40% i NVEs beta-kart

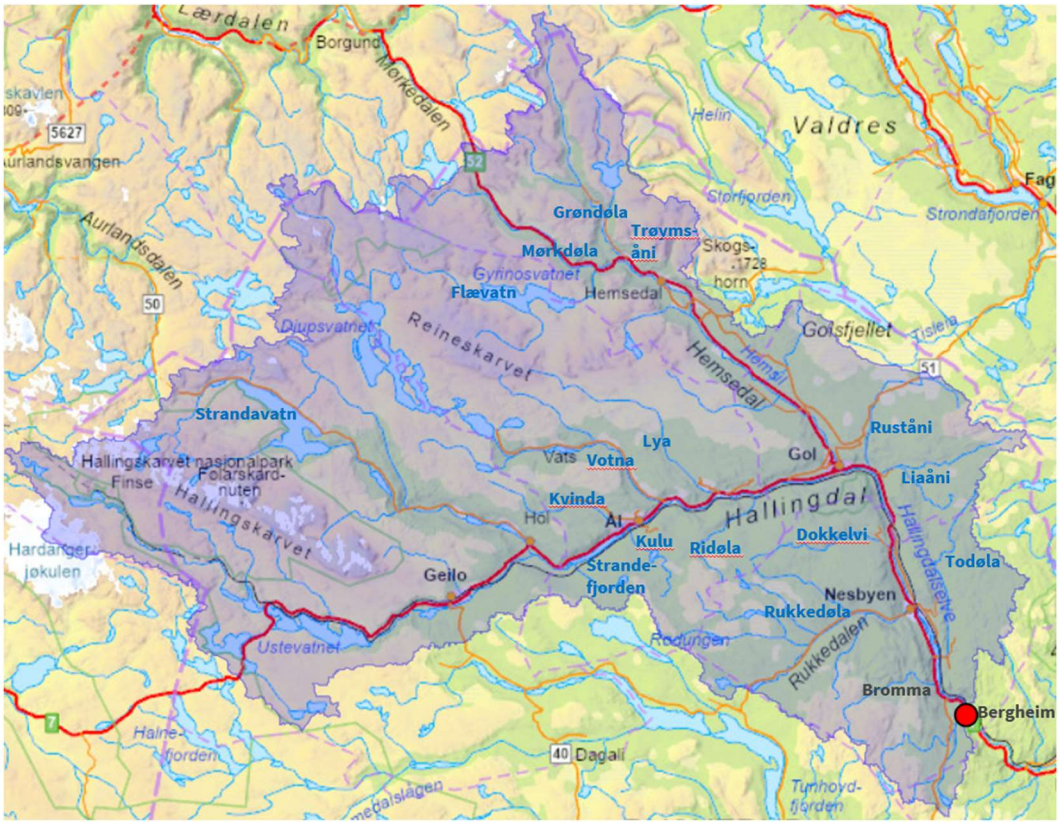
7 Beskrivelse av oppgaven og vassdraget – del 2

7.1 Definering av oppgaven

NVE utarbeidet flomberegninger som grunnlag for flomsonekart i Hallingdal og Hemsedal i 2004 med noen tillegg i årene fram til 2011 (Holmqvist, 2004 og interne notater 200704573-6, 201001267-1 og 201001267-2). Flomberegningene er nå revidert, fordi måleseriene er blitt lengre og vannføringskurver for noen sentrale målestasjoner er blitt revidert.

Beregningene i del 2 av denne rapporten omfatter tretten punkter i Hallingdalselva fra utløp av Strandefjorden og ned til Bergheim. I tillegg er det gjort beregninger for fem punkter i Hemsil ovenfor samløpet med Hallingdalselva, og for to av de større sideelvene til Hemsil, Grøndøla og Mørkdøla. Kart over det aktuelle området er vist figur 7.

Som grunnlag for vannlinjeberegningene skal middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år beregnes.



Figur 7. Strekningene det er utført flomberegninger for strekker seg fra Hallingdalselva ved Ål/ utløp av Strandefjorden i vest til Bergheim nedstrøms Nesbyen i sør. I Hemsedal er det gjort beregninger fra Mørkdøla og Grøndøla i nord til samløp med Hallingdalselva ved Gol i sør.

7.2 Beskrivelse av vassdraget

Ned til Bergheim sør for Nesbyen er Hallingdalsvassdraget 4233 km^2. Vassdraget strekker seg fra vannskillet mot Numedal og Vestlandet i vest og vestre Slidre og Begnadalen i øst. Den vestligste greina går fra de nordligste delene av Hardangervidda, via magasinene Ørteren og Ustevatn og gjennom Geilo. Rett oppstrøms Strandafjorden møter den greina som kommer fra Hallingskarvet, Strandavatnet og magasinene Djupsvatnet, Rødungen og Bergsjø.

Ut fra Strandafjorden renner Hallingdalselva gjennom Ål og ned til Gol sentrum, hvor elva møter sidegreina Hemsil. Hemsil-greina inkluderer magasinene Gyrinosvatnet, Flævatn og Vavatn. Sideelva Trøimsåni løper inn i Hemsil i Hemsedal sentrum. Sideelvene Ruståni og Liaåni renner inn i Hallingdalselva rett nedenfor Gol sentrum. Fra Gol renner Hallingdalselva videre ned Hallingdal, gjennom Nesbyen, hvor sideelva Rukkedøla renner inn. Litt lengre sør renner først sideelva Todøla inn fra øst og siden renner bekken som går gjennom Bromma fra vest. Hallingdalselva renner derfra ned til Krøderen.

NVEs avrenningskart gir en naturlig spesifikk årlig avrenning for beregningspunktene i Hemsil og Hallingdalselva som varierer fra ca. 24 til 30 $l/s/km^2$ (tabell 40), tilsvarende en årlig avrenning på 750 til 950 mm/år (1961-1990). For mindre delfelt er variasjonen mye større. Høyest avrenning er det fra Hardangerjøkulen i vest med over 3000 mm/år, mens for eksempel Rukkedøla i øst har en årlig avrenning på omkring 400 mm.

Tabell 40. Feltparametere for utvalgte punkter i Hallingdalsvassdraget.

Beregningspunkter	Feltareal (km^2)	Eff. sjø (%)	Q_N* ($l/s/km^2$)	H_{50} (moh.)	Snaufjell (%)
Hallingdalselva ved					
Utløp Strandafjorden, ndf Kulu	1704	0.90	30.2	1336	63
Moen	2312	0.53	27.2	1133	54
Ndf samløp Hemsil	3254	0.28	26.5	1144	55
Ovf Rusteåni	3267	0.28	26.4	1143	55
Ndf Rusteåni	3362	0.26	26.1	1133	53
Ovf Liaåni	3369	0.26	26.1	1132	53
Ndf Liaåni	3467	0.25	25.8	1124	52
Ovf Dokkelvi	3498	0.24	25.8	1120	51
Utløp Nes kraftverk, ndf Dokkelvi	3593	0.23	25.3	1111	50
Ndf Rukkedøla	3902	0.20	24.3	1091	47
Ovf Todøla	3921	0.20	24.2	1091	46
Ndf Todøla	4045	0.18	24.0	1079	45
Bergheim	4233	0.17	23.7	1071	44
Hemsil ved					
Grøndøla	240	0.41	27.5	1272	71
Mørkdøla	368	0.83	29.5	1308	76
Hemsedal skisenter	617	0.36	28.6	1290	74
Ovf Trøymsåni	624	0.35	28.5	1288	73
Ndf Trøymsåni	653	0.32	28.5	1296	74
Dokki	671	0.30	28.2	1288	72
samløp med Hallingdalselva	936	0.17	24.9	1181	57

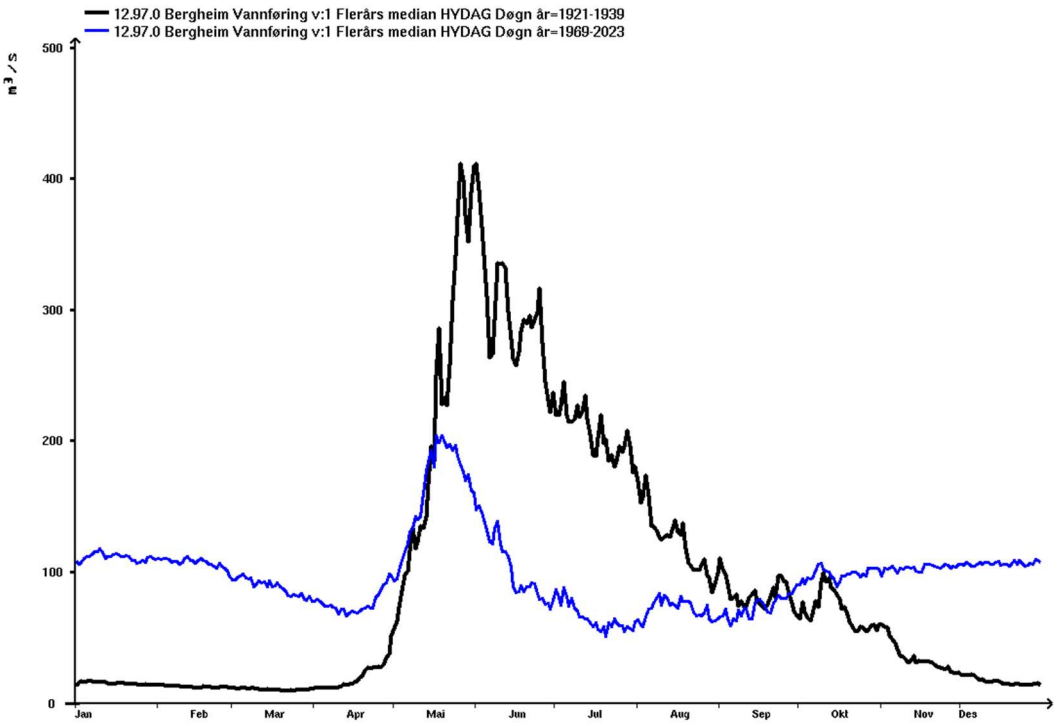
* Avrenning er beregnet fra NVEs avrenningskart for perioden 1961-1990.

Hallingdalsvassdraget ligger høyt og med betydelig snølagring gjennom vinteren. Det er hyppigst flom på våren og sjeldnere flom på sommer og høst. De aller største flommene forekommer oftest på våren, men flere av de store forekommer også sommer og høst. I figur 8 er median vannføring i Hallingdalselva fra årene før og etter vassdraget ble regulert sammenlignet. Figuren viser at reguleringene i vassdraget generelt har medført økte vannføringer i vinterhalvåret og reduserte vannføringer i sommerhalvåret. Det skyldes åpenbart magasinering av vann spesielt i forbindelse med snøsmelting på våren og forsommeren, og tapping av magasinvann gjennom vinteren til kraftproduksjon.

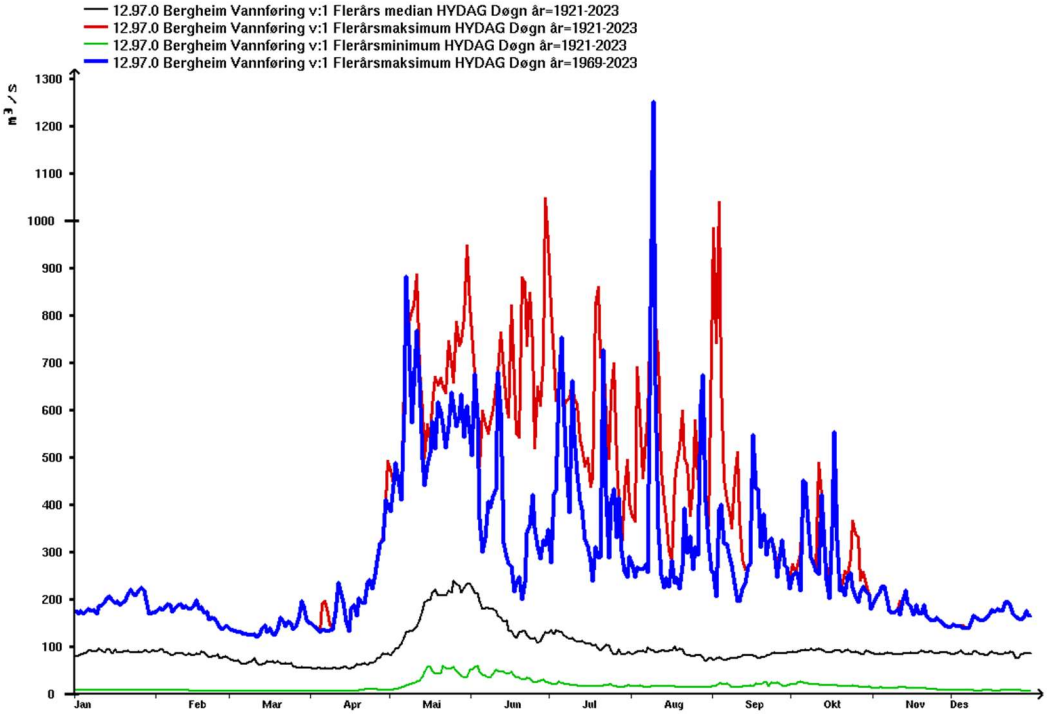
Figur 9 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året for perioden 1921-2023 for målestasjonen 12.97 Bergheim i Hallingdalselva. Figuren viser at flommer har forekommet i alle måneder fra overgangen april/ mai til oktober. Figuren illustrerer også at det etter regulering av vassdraget har forekommet store flommer.

Den største observerte flommen, i denne over 100 år lange tidsserien, er fra ekstremværet «Hans» i august 2023.

Noe overraskende kan det være at det også på våren har vært observert enkelte like store vannføringer som før regulering. Det skyldes sannsynligvis dels at tidsserien fra før regulering er relativt kort (20 år), men også at det de senere årene har vært flere relativt store flommer i vassdraget på tross av at det har kommet lite eller ikke noe vann fra magasinområdene.



Figur 8. Flerårsmedian for 12.97 Bergheim for periodene 1921-1939 (svart strek, uregulert vassdrag) og 1969 – 2023 (blå strek, regulert vassdrag).



Figur 9. Flerårsstatistikk for 12.97 Bergheim for perioden 1921-2023. Grønn og svart strek viser observerte min og median vannføring over et døgn for hele perioden. Rød og blå strek viser største observerte døgnvannføringer i henholdsvis hele perioden og for årene etter regulering (1969- 2023).

7.2.1 Reguleringer

I områdene som omfattes av disse flomberegningene ligger blant annet kraftverkene Nes, Hemsil I og Hemsil II. Kraftverkene har en maksimal slukeevne på henholdsvis 110, 16 og 31 m^3/s (NVE Vannkraftmodell 2023.12.22).

Nes kraftverk har inntak i Strandefjorden, kraftverket har utløp i Hallingdalselva noen kilometer ovenfor Nesbyen. Elven Kulu, som ligger rett nedenfor Strandefjorden, er overført til magasinet ved en kanal. Kulu er derfor innregnet i nedbørfeltet til Hallingdalselva ved utløp av Strandefjorden. På tilløpstunnelen til kraftverket er det tatt inn fem bekker/ sideelver, blant annet Rukkedøla.

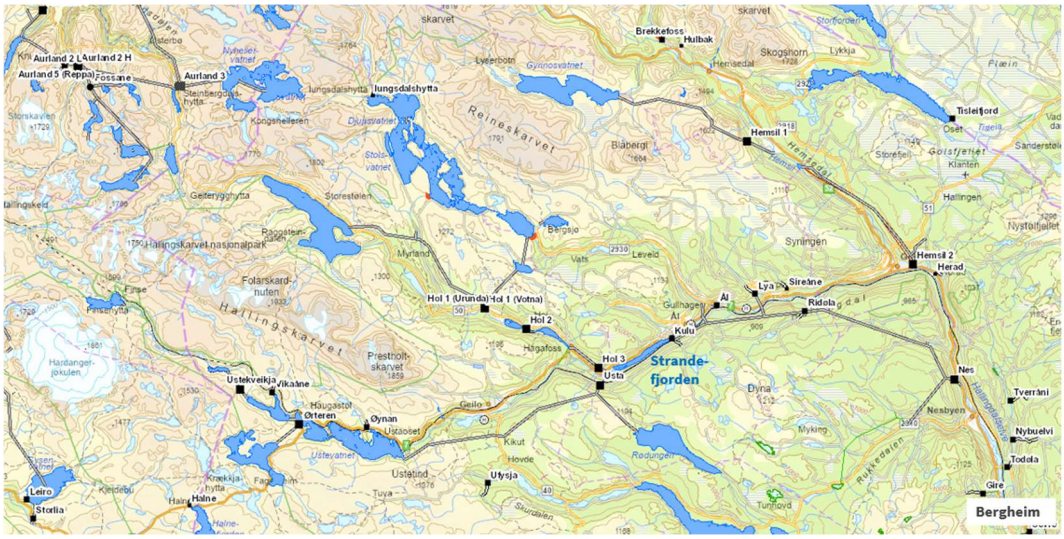
Under ekstremværet «Hans» ble driftsvannføringen i Nes kraftverk redusert fra ca. 75 til 50 m^3/s ved en vannføringsøkning ved Bergheim fra ca. 900 til 1100 m^3/s. Kraftverket ble stanset ved en vannføring i elva på ca. 1300 m^3/s. 900 og 1100 m^3/s er rundt nivåene for beregnet 20- og 50-årsflom ved Bergheim (se senere avsnitt). Ut fra dette antas en driftsvannføring i Nes kraftverk på 75 m^3/s for vannføringer opp til og med 20-årsflom og 50 m^3/s ved 50-årsflom. Kraftverket antas å være ute av drift for flommer med gjentaksintervall på 100 år eller mer.

Ved flom er det antatt at driftsvannføringen i Nes kraftverk kommer fra bekkeinntakene og at hvert inntak sluker en andel som tilsvarer forholdet mellom midlere årstilsig til inntaket og sum årstilsig til alle inntakene. Det betyr for eksempel at ved 50-årsflom er det antatt at 29 av 50 m^3/s til Nes kraftverk kommer fra inntakene i

Votna, Lya og Ridøla. Ved mindre flommer er 43 av 75 m^3/s antatt å komme fra disse inntakene. Dette reduserer flomvannføringene i Hallingdalselva nedenfor inntaket av Ridøla og ned til og med utløpet av Dokkelvi (også omtalt som Hallingdalselva ved Velti), med 29 m^3/s for 50-årsflom og 43 m^3/s for flomvannføringer opp til og med 20-årsflom.

Hemsil I har inntak i Flævatn, men tar også inn vann fra to bekkeinntak i Fagerdøla og Dyrja. Under flom er det antatt at driftsvannføringen kommer fra disse inntakene, fordelt etter årstilsig med henholdsvis ca. 40 og 60 % på Fagerdøla og Dyrja. Som for Nes kraftverk antas inntakene å være stengt/ tilstoppet fra 100-årsflom. Inntaket i Fagerdøla reduserer dermed flomvannføringene i Mørkdøla og Hemsil på strekningen ned til Dokki med 6 m^3/s. Inntaket i Dyrja påvirker kun forholdene i Hemsil nedstrøms Dokki og ned til utløpet av kraftverket Hemsil I rett oppstrøms Eikredammen, og får dermed ingen virkning i disse beregningene. Som for Nes kraftverk antas Hemsil I å stå/ inntakene å være tilstoppet fra 100-årsflom.

Hemsil II har inntak ved Eikredammen. samtidig som det tas inn vann fra en sidebekk i Hemsedal og Rusteåni, som naturlig drenerer til Hallingdalselva. Det er noe forenklet antatt at dette kraftverket står under flom. På denne strekningen er det kun beregnet flomvannføring for Hemsil ved samløp med Hallingdalselva. Hemsil II har utløp i Hallingdalselva rett øst for samløpet.



Figur 10. Reguleringer i Hallingdalsvassdraget. Fra NVE Temakart.

I tillegg er det antatt at magasinene i Hallingdalsvassdraget også medfører en betydelig reduksjon av flomvannføringer i det regulerte vassdraget for flommer opp til og med 200-årsflom, for sjeldnere flommer er det antatt flomforhold som for et uregulert vassdrag.

I sum er det antatt at flomvannføringene (døgnverdier) ved utløp at Strandefjorden, vest i beregningsområdet, er redusert med i ca. 230 – 275 m^3/s for middelflom til 50-årsflom, og omkring 135 m^3/s for 100- og 200-årsflom som følge av magasinering av vann. Tilsvarende er det regnet med en reduksjon på ca. 50 – 65 m^3/s i Hemsil for middelflom til 50-årsflom og drøyt 30 m^3/s ved 100- og 200-årsflom.

I forhold til et uregulert vassdrag gir dette en reduksjon av flomvannføringer i Hallingdalselva ved Bergheim på 285 m^3/s ved middelflom, økende til drøyt 340 m^3/s ved 50-årsflom. Ved 100- og 200-årsflom er det antatt en reduksjon på ca. 170 m^3/s.

Disse antagelsene er basert på analyse av flomvannføringer fra både perioder med og uten regulering og ved routing av flommer gjennom det regulerte vassdraget. Dette er nærmere diskutert i kapittel 10 og vedlegg 2 og 3.

8 Datagrunnlag

8.1 Målestasjoner

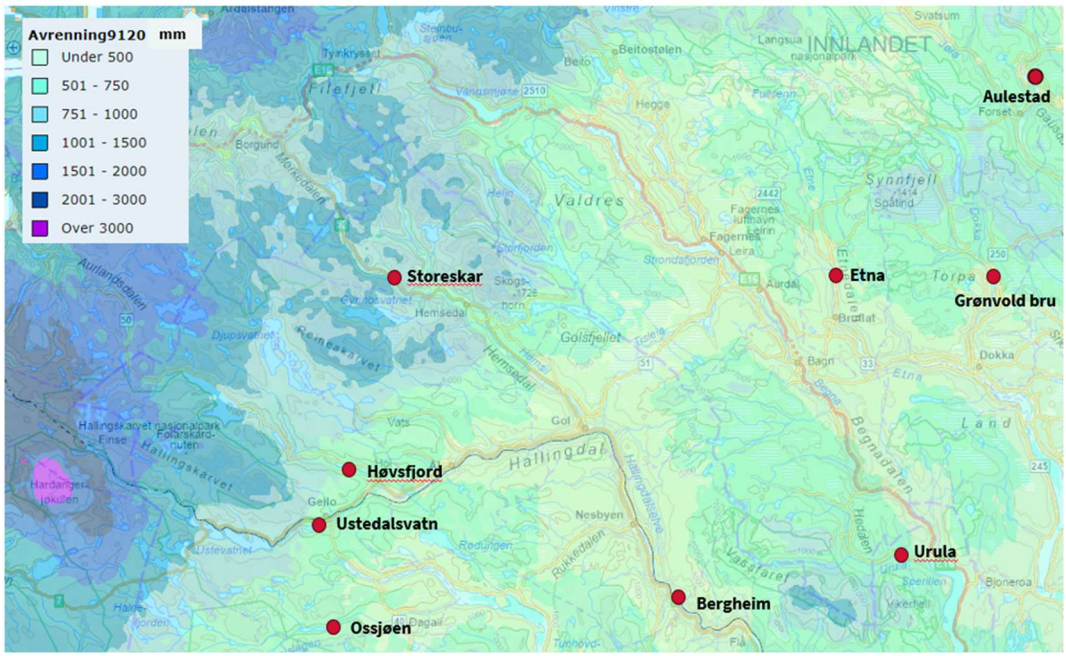
I tillegg til målestasjonene gitt i tabell 4 i del 1 av denne rapporten, er det benyttet flere stasjoner i hovedvassdraget og enkelte stasjoner fra litt større nabovassdrag. En oversikt over aktuelle sammenligningsstasjoner for beregningspunktene, er gitt i tabell 41.Beliggenhet og feltgrenser er vist i figur 11.

Av stasjonene er 12.97 Bergheim i Hallingdalselva og 12.215 Storeskar i Hemsil de viktigste for flomanalysene i denne rapporten. Storeskar er nærmere omtalt i del 1 av rapporten (kapittel 2.1). Bergheim er nærmere omtalt i kapittel 9.1.1.

Tabell 41. Feltkarakteristika for aktuelle sammenligningsstasjoner.

Stasjon	Måle-periode	Felt-areal (km^2)	$Q_{N\ 61\text{-}90\ (91\text{-}20)}$ (l/s/km)	Snaufjell (%)	Eff. sjø (%)	Median-høyde moh.
12.97 Bergheim	1920-dd	4232	24 (26)	44	0,17	1071
2.28 Aulestad	1930-dd	870	18 (19)	8	0,05	850
12.209 Urula	1985-dd	554	21 (22)	18	0,4	844
12.8 Grønvold bru	1964-87	934	19 (20)	19	0,7	925
12.70 Etna	1919-d.d.	568	17 (18)	12	0,3	935
12.7 Høvsfjord	1919-28	795	31	72	1,6	1273
12.95 Ustedalsvatn	1909-65	569	36	74	3,6	1246
12.215 Storeskar	1987-d.d.	119	29 (32)	79	0,3	1346
15.79 Ossjøen	1956-dd	1178	27 (27)	75	1,7	1229

Q_N årsmiddelavrenningen for perioden er fra Beldring 2022 (NVE-rapport 36-2022).



Figur 11. Stasjoner som er benyttet til flomfrekvensanalyse. Bakgrunnskartet viser avrenning i mm/ år for normalperioden 1991-2020 (fra NVE – NEVINA).

8.1.1 Bergheim

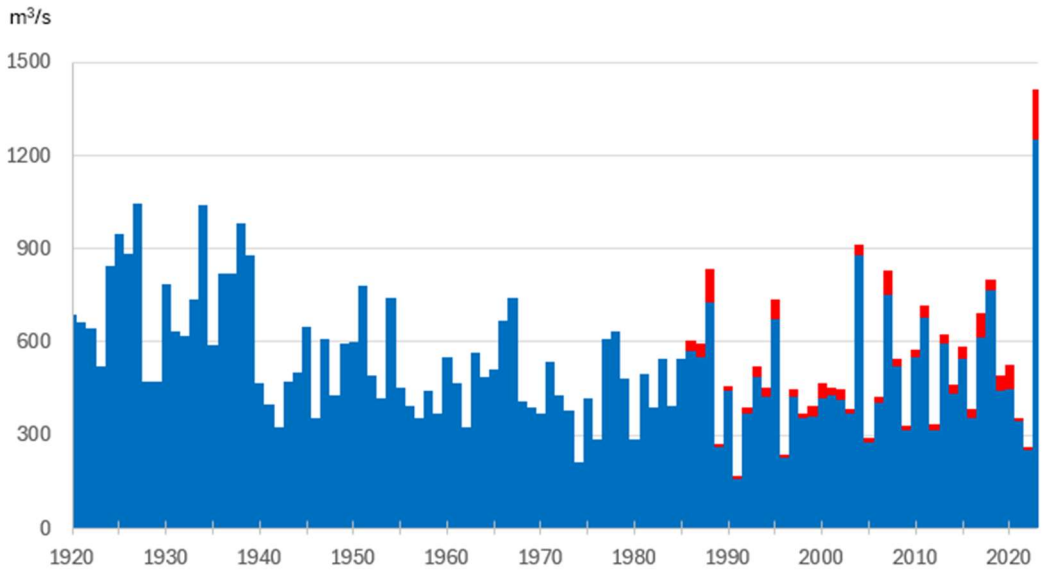
Det er observert vannføring i Hallingdalselva ved målestasjonen 12.97 Bergheim siden 1920. Nedbørfeltet til målestasjonen er 4233 km^2. Det fins data med fin tidsoppløsning fra og med 1986. I årene 1920 – 1985 er det døgndata, det vil si vannstand/ vannføring ble avlest en gang pr døgn og antas å representere et døgnmiddel.

Vassdraget har vært påvirket av regulering siden 1941. I årene 1941-1968 ble det etablert en rekke vannkraftmagasiner. Hallingdalselva ved Bergheim har reguleringsgrad-magasin (sum magasinvolum dividert med normalavløpet i det naturlige nedbørfeltet) på ca. 40 %.

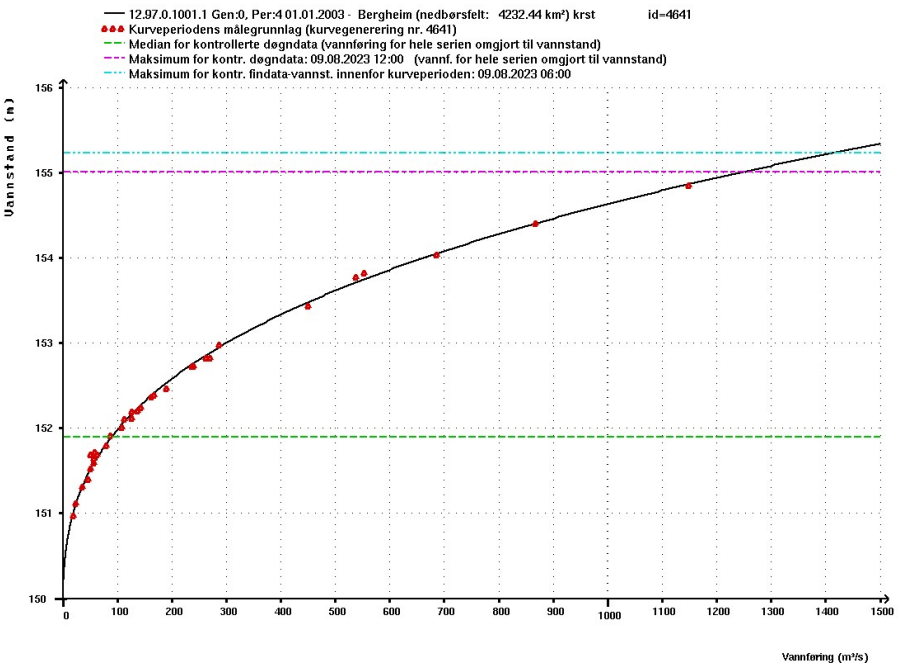
Flomanalysene for Hallingdalselva ved Bergheim er i stor grad basert på observasjonene ved målestasjonen. Figur 12 viser årlige flomverdier ved stasjonen siden 1920. Den største observerte flommen er fra ekstremværet «Hans» i august 2023. Ved denne flommen kom det svært lite vann fra magasinområdene, likevel ble flomtoppen drøyt 1400 m^3/s, mens døgnmidlet var ca. 1250 m^3/s. De tidligere største observerte flommene er fra tiden før regulering. I juni 1927 og september 1934 var det flommer med døgnmidler omkring 1040 m^3/s.

Tidsserien for Bergheim er også utvidet ved å ta i bruk historisk flominformasjon. Det er utført analyser både for å beregne hvor stor flommen «Hans» i 2023 ville vært uten regulering i vassdraget, og hvor stor den forrige storflommen i 1860 var. Det er usikkerhet knyttet til slike estimater. Ut fra vurderinger i vedlegg 2 og 3 er det rimelig å anta at begge disse flommene ville vært i intervallet 1450 - 1800 m^3/s som døgnmiddel. I frekvensanalysene for Bergheim er det antatt at disse flommene hadde en uregulert døgnmiddelvannføring på 1600 m^3/s. Hvordan vi har kommet frem til de historiske flomverdiene er nærmere omtalt i vedlegg 2 og 3.

Vannføringskurven ved stasjonen er vurdert til å være «bra» ved store vannføringer. Under flommen «Hans» ble det utført vannføringsmåling ved ca. 1150 m^3/s, mens på 1920-tallet ble det gjort målinger for vannføringer opp til ca. 730 m^3/s. Gjeldende vannføringskurve for Bergheim er vist i figur 13.



Figur 12. Blå søyler viser årlig maksimal døgnmiddelvannføring ved 12.97 Bergheim (1920-2023), røde søyler kulminasjonsverdier (findata f.o.m 1987).



Figur 13. Vannføringskurve (svart strek) for 12.97 Bergheim for årene 2003-dd. Røde punkter viser vannføringsmålinger i perioden. Grønn og lilla horisontal strek viser median og maksimal vannstand for kontrollerte døgndata, mens blå horisontal strek viser maksimal vannstand for kontrollerte findata.

8.2 «Hans» ved målestasjoner i området

I tabell 42 er det gitt en oversikt over observerte vannføringer ved enkelte målestasjoner i Hallingdal, Hemsedal og noen nabovassdrag. Beregnede gjentaksintervall er for kulminasjonsvannføringer og er basert på analyser i denne rapporten.

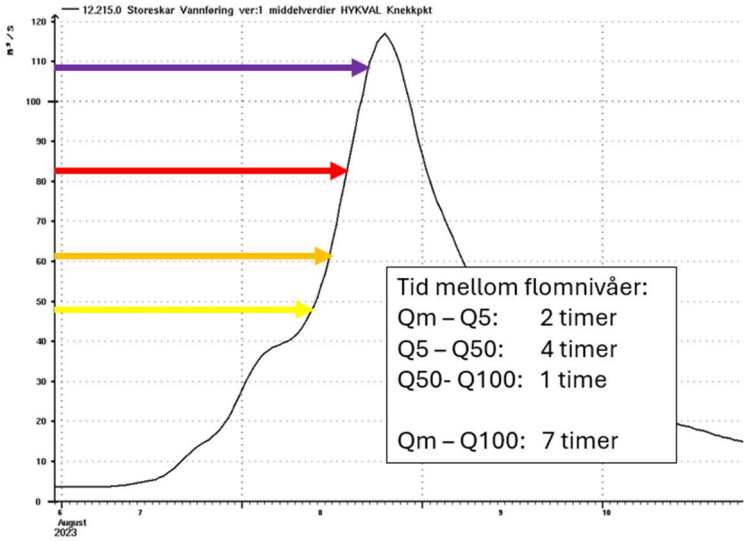
Tabell 42. Kulminasjonsvannføringer under ekstremværet «Hans» i august 2023 for målestasjoner i og nær Hallingdalsvassdraget. Gjentaksintervall er beregnet fra analyser i denne rapporten.

Målestasjon	Areal (km^2)	Kulm. (m^3/s)	Kulm ($l/s/km^2$)	Reg grad mag. %	Gj.int
12.215 Storeskar	120	117	977	0	Q100-Q200
12.212 Hangtjern	11	8,0	726	0	Q50
12.150 Buvatn	25	7,8	311	0	Q20-Q50
12.9 Oppsjø bru	1716	283	165	65 %	Q10-Q20
12.97 Bergheim	4232	1414	334	45 %	Q100
Nabovassdrag					
12.171 Hølervatn	79	41	510	0	Q100
12.197 Grunke	185	170	919	0	Q100
12.178 Eggedal	312	139	446	0	Q5-Q10
12.70 Etna	569	237	416	0	Q20-Q50
15.53 Borgåi	94	66	703	0	Q20-Q50
15.49 Halledalsvatn	59	25	426	0	Q50

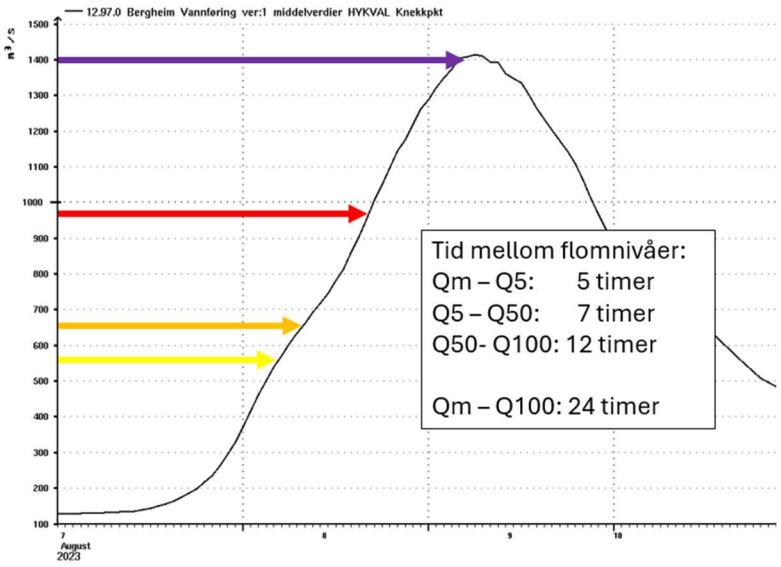
Ut fra observasjoner under «Hans» og analyser i denne rapporten var flomvannføringen ut av Strandafjorden mellom en 10- og 20-årsflom, mens det i øvre del av Hemsil ved målestasjonen 12.215 Storeskar var mellom en 100 og 200-årsflom. Ved Bergheim hadde «Hans» et gjentaksintervall på omkring 100 år ut ifra beregningene i denne rapporten. For øvrige målestasjoner i nærheten varierte gjentaksintervallene under «Hans» fra ca. 10 til 100 år.

I figur 14 og 15 er flomforløpet under «Hans» ved målestasjonene Storeskar og Bergheim vist. Ved Storeskar, som har et nedbørfelt på drøyt 100 km^2, tok det 7 timer fra middelflom til 100-årsflom ble passert. Ved Bergheim, som har et nedbørfelt på

over 4200 km², økte flommen fra middel- til 50-årsflom i løpet av 12 timer og til 100-årsflom i løpet av et døgn.



Figur 14. Flomforløp ved 12.215 Storeskar i Hemsedal under «Hans» i august 2023. Nivåer for middel- 5-, 50 og 100-årsflom er markert med gul, oransj, rød og lilla horisontal strek.



Figur 15. Flomforløp ved 12.215 Storeskar i Hemsedal under «Hans» i august 2023. Nivåer for middel- 5-, 50 og 100-årsflom er markert med gul, oransj, rød og lilla horisontal strek.

9 Resultater

Det er utført flomanalyser for å beregne flomstørrelser i både et uregulert og regulert Hallingdalsvassdrag. I første del av dette kapitlet presenteres beregninger for et uregulert vassdrag både ved bruk av NEVINA og ved flomfrekvensanalyse av stasjoner i vassdraget og i nabovassdrag.

Deretter er det utført analyser for å bestemme flomvannføringer i det regulerte vassdraget, og hvor stor flomreduksjon det er rimelig å regne med i de ulike grenene av vassdraget.

9.1 Uregulert flomvannføring, døgnmidler

9.1.1 Regional flomfrekvensanalyse fra formelverket RFFA-2018

Det er gjort beregninger med formelverket RFFA-2018 (Engeland mfl., 2020) i NEVINA for diverse punkter langs Hallingdalsvassdraget. Resultatene er presentert i tabell 43. Et utdrag av resultatene er vist i figur 16.

NEVINA gir en spesifikk medianflom (døgn) i øvre del av Hemsil, inklusive sideelvene Mørkdøla og Grøndøla på ca. 270 l/s/km^2 avtagende til 205 l/s /km^2 ved samløp med Hallingdalselva. Det virker rimelig at verdiene er høyere i de vestlige mer nedbørrike delene av vassdraget enn i de østlige delene. I tillegg avtar ofte spesifikke flomverdier med økende feltareal, fordi nedbørintensitet midlet over et stort område er mindre enn det en kan ha lokalt. Observasjonene i området (se neste kapittel) gir imidlertid noe høyere verdier enn det NEVINA gir.

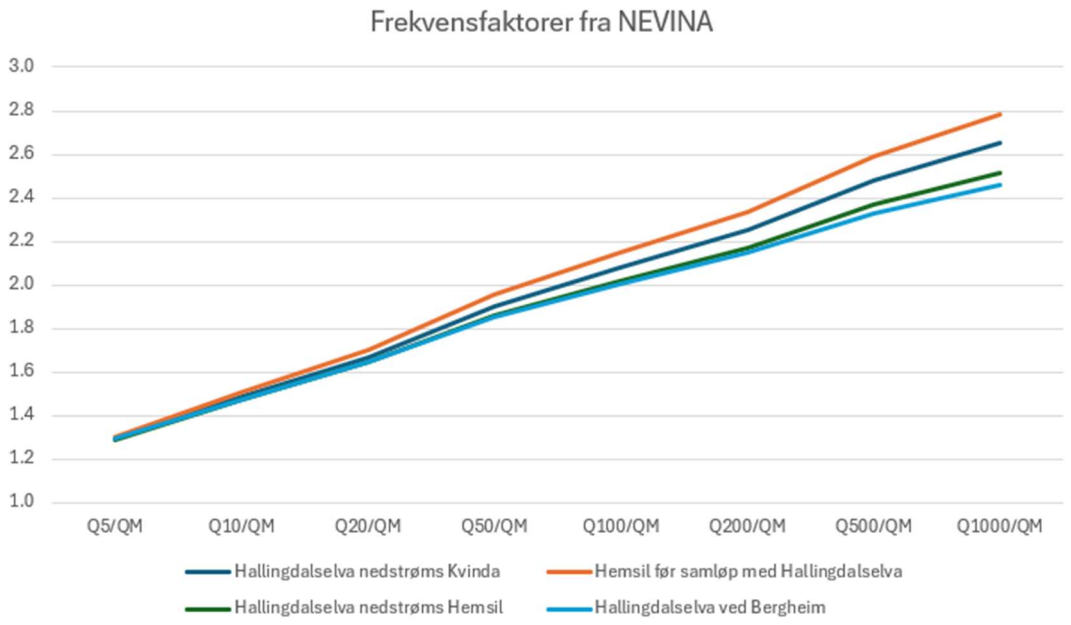
Vest i Hallingdalselva, ved utløp av Høvsfjorden, Strondafjorden og Ustevatn gir NEVINA ca. 240, 250 og 280 l/s/km^2 som medianflom. Ved samløp med Hemsil gir NEVINA 210 l/s/km^2 og lenger sør ved Bergheim 169 l/s/km^2. Også her virker det rimelig at spesifikke flomverdier er høyere i de vestlige mer nedbørrike delene av vassdraget enn i de østlige delene. I denne delen av Hallingdalsvassdraget er imidlertid beregnet medianflom i NEVINA noen steder lavere, andre steder høyere enn observert middelflom.

Det er ellers verdt å legge merke til at for enkelte punkter i Hallingdalselva reduseres medianflommen i m^3/s med økende feltareal (tabell 43). Dette gjelder for eksempel for Hallingdalselva ovenfor Todøla hvor beregnet medianflom er 13 m^3/s mindre enn ved Hallingdalselva nedenfor for Rukkedøla. Dette til tross for at nedbørfeltet er 21 km^2 større. Dette skyldes sannsynligvis generell usikkerhet knyttet til formelverket hvor de viktigste parameterne for beregning av medianflom er normalavløp, elvelengde og effektiv sjøprosent (Engeland m.fl., 2020).

Tabell 43. Flomverdier estimert med formelverk, RFFA 2018 (Engeland mfl., 2020), i NEVINA. Tabellen viser medianflom (QM), i spesifikke og absolutte verdier, og vekstkurve (forholdstall mellom medianflom og flommer med høyere gjentaksintervall, QT/QM).

Beregnings pkt.	Areal (km^2)	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
		l/s/km²	m³/s								
Hallingdalselva ved											
Utløp Strandafj. ndf Kulu	1704	250	426	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7
Moen	2312	210	486	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6
Ndf samløp Hemsil	3254	208	677	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ovf Rusteåni	3267	205	671	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ndf Rusteåni	3362	203	683	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ovf Liaåni	3369	202	682	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ndf Liaåni	3467	201	695	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ovf Dokkelvi	3498	193	676	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	3593	188	675	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ndf Rukkedøla	3902	181	707	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ovf Todøla	3921	177	694	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
Ndf Todøla	4045	175	707	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.2	2.3	2.5
Bergheim	4233	169	715	1.3	1.5	1.6	1.9	2.0	2.1	2.3	2.5
Hemsil ved											
Grøndøla	240	266	64	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9
Mørkdøla	368	273	101	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
Hemsedal skisenter	617	271	167	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
Ovf Trøymsåni	624	267	167	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
Ndf Trøymsåni	653	267	175	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
Dokki	671	257	173	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.3	2.6	2.8
samløp med Hallingdalselva	936	205	192	1.3	1.5	1.7	2.0	2.1	2.3	2.6	2.8

NEVINA gir litt brattere vekstkurver for Hemsil enn for Hallingdalselva, og også noe brattere kurver i Hallingdalselva vest for samløp med Hemsil enn nedstrøms samløpet. Dette harmonerer godt med effektiv sjøprosent som i Hemsil er 0, 2 - 0,4 % for de aktuelle strekningene, mens vest i Hallingdalselva er effektiv sjøprosent ca. 1 %. Ved samløp er effektiv sjøprosent i Hallingdalselva ca. 0,5 % og lenger ned i vassdraget ved Bergheim ca. 0,2 %. Forholdet mellom 200-årsflom og medianflom er i NEVINA beregnet til 2,3 – 2,4 i Hemsil, og 2,2 – 2,3 i Hallingdalselva.



Figur 16. Flomfrekvenskurver beregnet med NEVINA for aktuelle punkter langs Hallingdalsvassdraget.

9.1.2 Uregulert middelflom

NEVINA gir medianflommer som avviker med inntil ca. 20 % fra observerte spesifikke middelflommer ved uregulerte målestasjoner i Hallingdalsvassdraget og nabovassdrag (tabell 44). Noe skyldes at en median-verdi (gjentaksintervall 2 år) som regel er noe mindre enn en middelverdi (gjentaksintervall ca. 2,3 år). I tillegg vil observert middelflom variere avhengig av både hvor mange og hvilke år en har målinger fra.

Ved valg av middelflom for de ulike beregningspunktene er det lagt vekt på både observasjonene i vassdraget, hvor lange tidsserier en har og variasjonen formelverket NEVINA gir mellom de ulike grenene i vassdraget.

Tabell 44. Observert og beregnet spesifikk middel- / medianflom ved bruk av NEVINA.

Stasjon	Måle-periode	Felt-areal (km^2)	Obser-vert ($l/s/km^2$)	NEVINA ($l/s/km^2$)	Obs i % av NEVINA
12.97 Bergheim	1920-dd	4232	178	169	105 %
12.7/12.102 Høvsfjord	1919-28, 1933-39	804	261	244	107 %
12.9 Oppsjø	1918-1931	1716	196	251	78 %
12.95 Ustedalsvatn	1909-65	569	238	284	84 %
12.137 Gjerdeslåtten	1952-56	771	241	239	101 %
12.130 Flævatn	1947-58	183	306	268	114 %
12.215 Storeskar	1987-d.d.	119	324	303	107 %
12.197 Grunke			320	307	104 %
12.70 Etna	1969-d.d.	568	188	155	121 %

Middelflom Hemsil
Ved målestasjonen 12.215 Storeskar, som er et relativt lite felt i sideelven Mørkdøla vest i Hemsedalvassdraget, gir observasjonene en middelflom som er 7 % større enn NEVINA-verdien, henholdsvis 324 og 303 l/s/km^2. Ved utløp av Flævatn, som ligger i sideelven Mørkdøla, har en observasjoner fra årene 1947-1958 før regulering. Disse gir en spesifikk middelflom på 306 l/s/km^2, mens NEVINA gir 268 l/s/km^2, eller en forskjell på 14 %. Nedbørfeltene til Storeskar og Flævatn utgjør drøyt 80 % av nedbørfeltet til Mørkdøla. Ved stasjonen 12.197 Grunke, som ligger i en naboelv øst for Grøndøla, er observert middelflom 320 l/s/km^2. Også her gir NEVINA noe lavere verdi (307 l/s/km^2).

Nedbørfeltet til Grøndøla og Mørkdøla er noe større enn for sammenlignings-stasjonene (Storeskar, Flævatn og Grunke). For disse to elvene velges derfor en spesifikk middelflom på 300 l/s/km^2, dette er drøyt 10 % mer enn det NEVINA gir. Denne verdien benyttes også for øvre del av Hemsil, der disse to elvene møtes, dvs. for Hemsil ned til Dokki.

Ved stasjonen 12.137 Gjerdeslåtten, som ligger i Hemsil omkring 15 km vest for samløp med Hallingdalselva, har en fem år med uregulerte observasjoner fra 1950-tallet. Her er nedbørfeltet til Hemsil ca. 100 km^2 større enn ved Dokki. Her gir observasjonene og NEVINA omtrent samme verdi for indeksflommen (ca. 240 l/s/km^2), men data fra stasjonene 12.207 Vindeelv, 12.70 Etna og 12.130 Flævatn tyder på at flomvannføring-ene disse fem årene var relativt lave. Ved Gjerdeslåtten antas derfor ca. 260 l/s/km^2 å være en representativ spesifikk middelflom.

Fra Gjerdeslåtten til samløp med Hallingdalselva øker nedbørfeltet til Hemsil med ca. 160 km^2. Her er det valgt en spesifikk middelflom på 250 l/s/km^2, som er ca. 20 % større enn det NEVINA gir.

Middelflom Hallingdalselva
Vest i Hallingdalselva lå stasjonen 12.102 Høvsfjord som har et nedbørfelt på ca. 800 km^2. Her er det registrert uregulerte vannføringer i årene 1919-28 og 1933-39 som gir en midlere flom på 261 l/s/km^2. Observasjonene gir 7 % større verdi enn NEVINA.

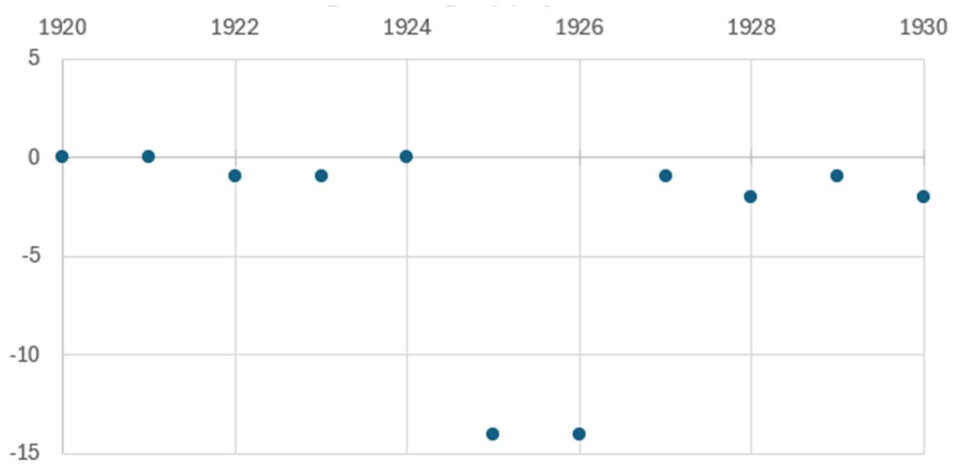
Noe lenger øst, nedstrøms Strondafjorden lå målestasjonen 12.96 Oppsjø som senere er erstattet av 12.9 Oppsjø bru. Her har en uregulerte vannføringsobservasjoner fra 1918 – 1930 fra et nedbørfelt på ca. 1700 km^2. Disse gir en midlere flom på 196 l/s/km^2. I den sørlige grenen av vassdraget, som går mot Finse, lå målestasjonen 12.95 Ustedalsvatn. Her er det uregulerte observasjoner fra årene 1909-1965, som gir en spesifikk middelflom på 238 l/s/km^2. Både observasjonene ved Oppsjø og Ustedalsvatn gir flomverdier som er omkring 20 % mindre enn det NEVINA gir.

For Hallingdalselva nedenfor utløpet av Strondafjorden er 200 l/s/km^2 valgt som spesifikk middelflom. Det er omtrent som observasjonene ved Oppsjø gir. Ifølge beregningene i NEVINA reduseres spesifikk medianflom med 10 – 15 % på strekningen ned til samløp med Hemsil. På dette strekket får Hallingdalselva tilsig fra sideelvene Votna, Lya og Ridøla. I disse sideelvene er det få innsjøer og liten naturlig

flomdempning. Ned til samløp med Hemsil er det derfor antatt at spesifikk middelflom er uendret på 200 l/s/km^2 og ikke avtar slik NEVINA indikerer. For Hallingdalselva rett etter samløp med Hemsil, er det valgt en midlere flom som omtrent tilsvarer summen av middelflom i de to grenene. Det gir 212 l/s/km^2, eller 2 % mer enn det NEVINA antyder.

Ved 12.97 Bergheim, hvor nedbørfeltet er drøyt 4200 km^2, har en uregulerte vannføringsobservasjoner i årene 1920 – 1939. De gir en middelflom på 178 l/s/km^2, eller omkring 5 % høyere verdi enn NEVINA. For Bergheim legges observert middelflom til grunn for videre analyser.

Dette resulterer i en midlere uregulert flomvannføring (døgn) i Hallingdalselva og Hemsil rett oppstrøms samløp mellom disse elven på henholdsvis 462 m^3/s og 234 m^3/s. Mens midlere flom nedstrøms samløpet blir 690 m^3/s økende til 754 m^3/s ved Bergheim.



Figur 17. Antall dager mellom flomtopp ved målestasjonen 12.96 Oppsjø bru øst for Ål og 12.97 Bergheim sør for Nesbyen i årene 1920 – 1930.

Midlere flom nedstrøms samløpet er litt mindre enn summen av midlere flom i de to grenene. Det skyldes at flomtoppen ofte er til noe forskjellig tid i de to grenene. Samtidige observasjoner fra Oppsjø og Bergheim fra 1920-tallet, viser at flomtoppen ofte var 1-2 dager tidligere ved Bergheim enn ved Oppsjø. Det skyldes at det er flere innsjøer i Hallingdals- enn Hemsedalsgrenen av vassdraget, noe som vanligvis forsinker og demper flomforløpet mer i Hallingdals- enn Hemsedalsgrenen. Det fins imidlertid eksempler på flomtopp samme dag eller forskjøvet så mye som 14 dager i de to grenene også (figur 17).

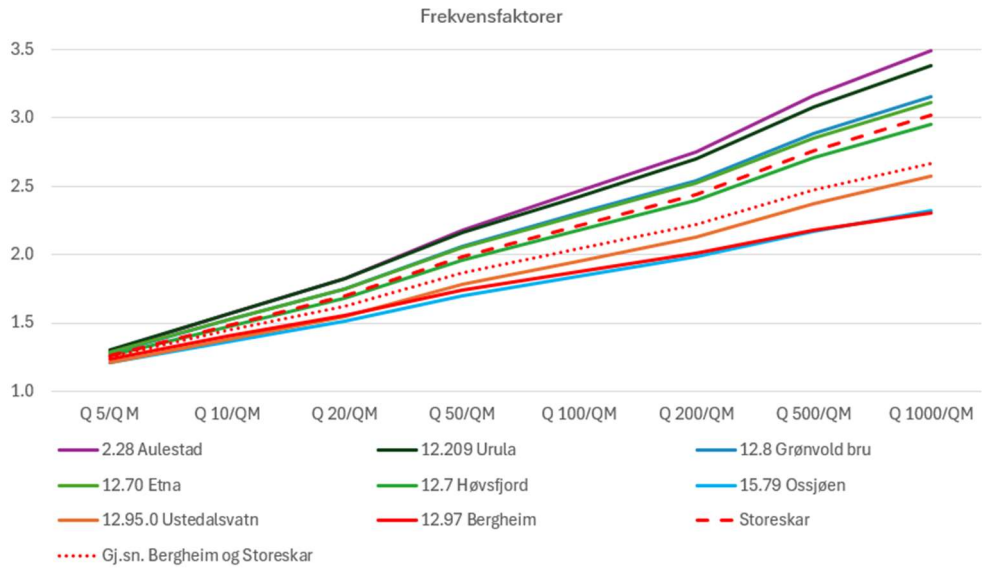
Midlere flom for beregningspunktene mellom samløp av Hallingdalselva og Hemsil og ned til Bergheim, er beregnet ved lineær skalering med hensyn på areal. Nedbørfeltet øker fra 3254 km^2 nedenfor samløpet til 4233 km^2 ved Bergheim. Midlere flom øker med 64 m^3/s, som tilsvarer et tilsig fra lokalfeltene på 66 l/s/km^2. Dette representerer på ingen måte nivået for spesifikk middelflom i sidebekkene i området. Den er vesentlig høyere. Årsaken er at det ikke nødvendigvis er flom til samme tid i de ulike grenene av vassdraget, slik som beskrevet ovenfor.

9.1.3 Flomfrekvensanalyser av observerte data

I analysene er det benyttet en kombinasjon av lokal og regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018) i tråd med NVE Veilder 1/2022. Det er utført analyser av uregulerte flomvannføringer fra stasjoner både i Hallingdalsvassdraget og enkelte nabovassdrag. Resultatene er presentert i tabell 45 og figur 18.

Tabell 45. Flomfrekvensanalyser på døgnmiddelverdier (årsflommer) for aktuelle målestasjoner. Tabellen viser middelflom (QM) og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall, QT/QM). Det er benyttet full lokal + regional analyse (RFFA-2018) ved beregningene.

Stasjon	Periode	Ant. År	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
			l/s/km²	m³/s								
12.97 Bergheim	1920-39, (1860, 2023)	20 (+)	178	754	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
2.28 Aulestad	1930-2023	94	205	178	1.3	1.6	1.8	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5
12.209 Urula	1985-2023	38	212	117	1.3	1.6	1.8	2.2	2.4	2.7	3.1	3.4
12.8 Grønvold bru	1964-87 (eks. 76-78)	20	208	195	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1
12.70 Etna	1969-2023	54	188	107	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5	2.9	3.1
12.7 Høvsfjord	1919-28	10	264	210	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
12.95 Ustedalsvatn	1909-65	57	239	136	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.4	2.6
12.215 Storeskar	1988-2023	36	324	39	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
15.79 Ossjøen	1956-2023	67	176	208	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.3
Gj.snitt Bergheim og Storeskar					1.3	1.4	1.6	1.9	2.0	2.2	2.5	2.7

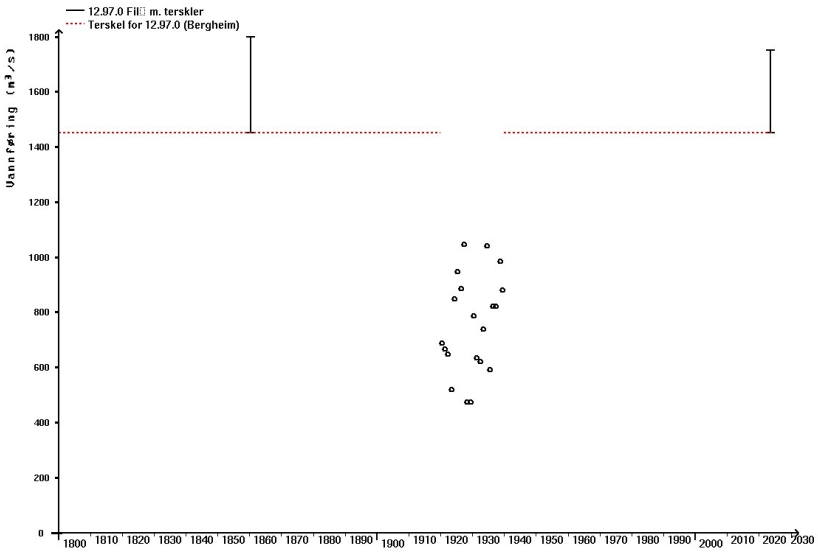


Figur 18. Flomfrekvenskurver for aktuelle målestasjoner.

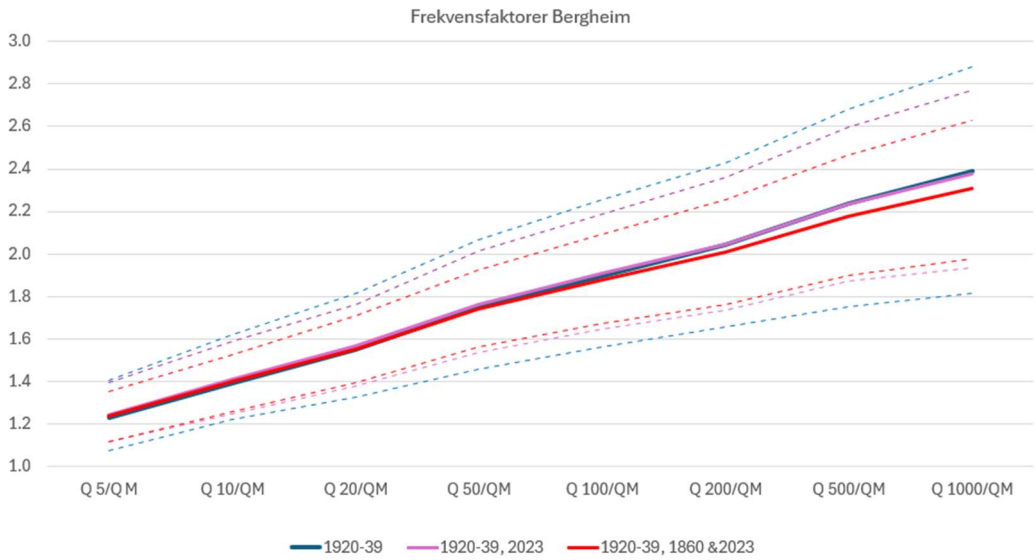
Ved Bergheim er det som nevnt i kapittel 9.1.1 uregulerte observasjoner fra 1920 til 1939. Denne tidsserien er utvidet ved bruk av historisk informasjon om flommen i 1860 og et estimat av hva flommen i 2023 ville vært i et uregulert vassdrag. Det er benyttet en terskelverdi på 1450 m^3/s for periodene 1800 – 1919 og 1940 – 2023 (figur 19). Terskelverdien er bestemt ut fra at det er lite sannsynlig at det har eller ville vært andre enn disse to flommene større enn terskelverdien i løpet av disse årene i et uregulert vassdrag (se også vedlegg 1 - 3). Det vil si at analysegrunnlaget for Bergheim spenner over et tidsrom på drøyt 200 år.

Figur 20 viser at ved å inkludere historisk informasjon i analysene, reduseres den statistiske usikkerheten knyttet til utvalget av data. For eksempel er utfallsrommet for forholdet mellom 200-årsflom og middelflom snevret inn fra 1,7–2,4 til 1,8–2,3 ved å benytte historisk informasjon. Analysen gir et forholdstall på ca. 2,0 mellom 200-årsflom og middelflom. Vekstkurven er noe slakere enn beregnet av NEVINA, hvor Q200/Qm er beregnet til 2,15. Det antas at et størst mulig datagrunnlag gir de beste estimatene. For Hallingdalselva ved Bergheim legges derfor analyse av den lange tidsserien for Bergheim til grunn.

Hallingdalselva nedstrøms samløpet utgjør nesten 80 % av nedbørfeltet ved Bergheim. Det antas derfor at vekstkurven fra Bergheim også er representativ for Hallingdalselva opp til samløpet med Hemsil.



Figur 19. Observerte flommer ved 12.97 Bergheim i årene 1920-1939 (før regulering) er markert med svarte sirkler. Beregnet flomvannføring i 1860 og i 2023 gitt et uregulert vassdrag er markert med vertikale svarte streker. Disse er antatt å ha et minste og største estimat på ca. 1450 m^3/s og 1750-1800 m^3/s. Det er antatt at ingen andre flommer i tidsrommet 1800 – 2023 har vært, eller i et uregulert vassdrag ville vært, større enn 1450 m^3/s. Denne verdien er benyttet som terskelnivå i frekvensanalysen (rød stiplet linje).



Figur 20. Flomfrekvenskurver for Bergheim med og uten bruk av historiske data. Stiplede kurver viser troverdighetsintervallet (95-persentiler) for de beregnede fordelingene. Blå linjer benytter data fra 1920-39, lilla med tillegg av 2023-flommen og rød med tillegg av både 2023- og 1860-flommen.

12.215 Storeskar, som ligger i øvre del av Hemsedal, gir et forholdstall på ca. 2,4 mellom 200-årsflom og middelflom. Denne stasjonen har et nedbørfelt på drøyt 100 km^2 og en effektiv sjøprosent på 0,34 %. Vekstkurven stemmer godt overens med både NEVINA-beregningene for Hemsedal og beregninger for stasjonen 12.70 Etna som ligger noe lenger øst. Etna har en 54 år lang tidsserie, et nedbørfelt på 569 km^2 og en effektiv sjøprosent på 0,3 %. Effektiv sjøprosent går fra ca. 0,4 til 0,2 % fra øvre til nedre deler av Hemsil. Ut fra dette antas vekstkurven fra Storeskar å være representativ for hele Hemsedal-grenen.

Hallingdalselva oppstrøms samløpet med Hemsil har et nedbørfelt som er omkring det dobbelte av Hemsil-feltet og omkring 30 % av feltet til Bergheim. Det tilsier at vekstkurven her bør ligge mellom dem som er funnet for Hemsil og Hallingdalselva ved Bergheim, slik også NEVINA-beregningene gir. Fra denne delen av vassdraget er det også utført frekvensanalyser på flomvannføringer fra Ustevatn, hvor en har drøyt 50 år med uregulerte data. Disse gir et forholdstall på ca. 2,1 mellom 200-årsflom og middelflom. Effektiv sjøprosent for Ustevatn er vesentlig høyere enn for hele den vestlige delen av Hallingdalsvassdraget, det virker derfor rimelig å benytte en vekstkurve som er noe brattere enn denne. Det er derfor valgt å benytte forholdstall som ligger midt mellom de som er beregnet ut fra observerte data ved Bergheim og Storeskar (figur 18).

Frekvensanalyse av andre stasjoner i rimelig nærhet viser at forholdstallet mellom 200-årsflom og middelflom varierer mellom ca. 2,0 og 2,8. Av disse er det 2.28 Aulestad som har det høyeste forholdstallet. Det skyldes sannsynligvis at feltet har få innsjøer som virker flomdempende. 15.79 Ossjøen har det laveste forholdstallet. I dette feltet er det en rekke innsjøer som virker flomdempende, i tillegg er det et vannkraftmagasin vest i feltet (Halnefjorden) som også kan påvirke resultatene noe.

9.1.4 Uregulerte døgnmiddelflommer

I tabell 46 vises valgte verdier for middelflom og vekstkurve, og i tabell 47 vises de resulterende døgnmiddelflommene for ulike gjentaksintervall for alle beregningspunktene.

Tabell 46. Valgt uregulert middelflom og vekstkurve for beregningspunktene.

Beregningspunkt	Areal (km^2)	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
		l/s/km^2	m^3/s								
Hallingdalselva ved											
Utløp Strandafj. ndf Kulu	1704	200	341	1.3	1.4	1.6	1.9	2.0	2.2	2.5	2.7
Moen	2312	200	462	1.3	1.4	1.6	1.9	2.0	2.2	2.5	2.7
Ndf samløp Hemsil	3254	212	690	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ovf Rusteåni	3267	211	691	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ndf Rusteåni	3362	207	697	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ovf Liaåni	3369	207	697	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ndf Liaåni	3467	203	704	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ovf Dokkelvi	3498	202	706	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	3593	198	712	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ndf Rukkedøla	3902	188	732	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ovf Todøla	3921	187	734	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Ndf Todøla	4045	183	742	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Bergheim	4233	178	754	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3
Hemsil ved											
Grøndøla	240	300	72	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
Mørkdøla	368	300	110	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
Hemsedal skisenter	617	300	185	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
Ovf Trøymsåni	624	300	187	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
Ndf Trøymsåni	653	300	196	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
Dokki	671	300	201	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0
samløp med Hallingdalselva	936	250	234	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.8	3.0

Tabell 47. Uregulerte døgnmiddelflommer for beregningspunktene.

Beregningspunkt	Areal (km^2)	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
		$l/s/km^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Hallingdalselva ved											
Utløp Strandafj. ndf Kulu	1704	200	341	426	491	554	635	696	758	841	907
Moen	2312	200	462	578	667	751	861	944	1028	1142	1231
Ndf samløp Hemsil	3254	212	690	853	966	1070	1201	1294	1386	1503	1592
Ovf Rusteåni	3267	211	691	854	967	1072	1203	1295	1388	1505	1594
Ndf Rusteåni	3362	207	697	861	976	1081	1214	1307	1400	1519	1608
Ovf Liaåni	3369	207	697	862	977	1082	1214	1308	1401	1520	1609
Ndf Liaåni	3467	203	704	870	986	1092	1226	1320	1414	1534	1624
Ovf Dokkelvi	3498	202	706	872	989	1095	1229	1324	1418	1538	1629
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	3593	198	712	880	997	1105	1240	1335	1431	1552	1643
Ndf Rukkedøla	3902	188	732	905	1026	1136	1275	1373	1471	1596	1690
Ovf Todøla	3921	187	734	907	1027	1138	1277	1376	1474	1598	1693
Ndf Todøla	4045	183	742	917	1039	1151	1292	1391	1490	1616	1712
Bergheim	4233	178	754	932	1056	1170	1313	1414	1515	1643	1740
Hemsil ved											
Grøndøla	240	300	72	91	107	122	143	159	176	199	217
Mørkdøla	368	300	110	140	164	187	219	244	269	305	333
Hemsedal skisenter	617	300	185	234	275	314	367	409	451	511	559
Ovf Trøymsåni	624	300	187	237	278	318	371	413	456	516	565
Ndf Trøymsåni	653	300	196	248	291	333	389	433	478	541	592
Dokki	671	300	201	254	299	342	399	444	491	555	608
samløp med Hallingdalselva	936	250	234	296	347	397	464	517	571	646	706

9.2 Uregulert flomvannføring, kulminasjonsverdier

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmidler. Kulminasjonsvannføringen (momentanvannføringen) kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen.

Kulminasjonsvannføringen kan fås direkte ved å gjøre en lokal flomfrekvensanalyse (FFA) på kulminasjonsdata, eller via en flomfrekvensanalyse på døgndata sammen med et forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnvannføring. Forholdstallet kan beregnes ut fra formler (RFFA 2018) eller observert kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring for én eller flere av de største flommene ved målestasjoner i vassdraget eller representative målestasjoner, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier).

Her er i hovedsak kulminasjonsvannføring beregnet via døgnmiddelvannføring og forholdstall Q_{mom} /Q_m som dels er bestemt fra formelverk, dels fra observasjoner.

Det er ikke beregnet kulminasjonsvannføringer via lokal flomfrekvensanalyse på data med fin tidsoppløsning, da uregulerte data fra Hallingdalsvassdraget, med unntak av Storeskar i Hemsedal, i stor grad er fra perioden hvor en kun registrerte en verdi pr døgn. For Storeskar gir analyse av findata, som er presentert i del 1 av rapporten, en vektskurve som er svært lik den en får ved analyse av døgndata.

9.2.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier

NEVINA gir forholdstall mellom momentan- og døgnmiddelflom som varierer fra 1,06 i Hallingdalselva oppstrøms samløp med Hemsil til 1,15 i Grøndøla, en av sideelvene til Hemsil. Ved Bergheim gir NEVINA et forholdstall på 1,07. Det antas at NEVINA gir et realistisk bilde av forskjeller i forholdstall mellom de ulike grenene i Hallingdals-vassdraget, men observasjoner antyder at forholdstallene er litt lave.

Ved målestasjonen 12.215 Storeskar fins det målinger med fin tidsoppløsning tilbake til 1987. Her har forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn,}$ variert fra ca. 1,05 – 1,7 og med et middel på 1,35 (se også tabell 14 i del 1 av rapporten). Her gir NEVINA et forholdstall på 1,22. Ved de fem største flommene har forholdstallene variert fra 1,08 – 1,65. Ekstremværet «Hans» i august 2023 ga både den største observerte flommen og det høyeste forholdstallet ved målestasjonen.

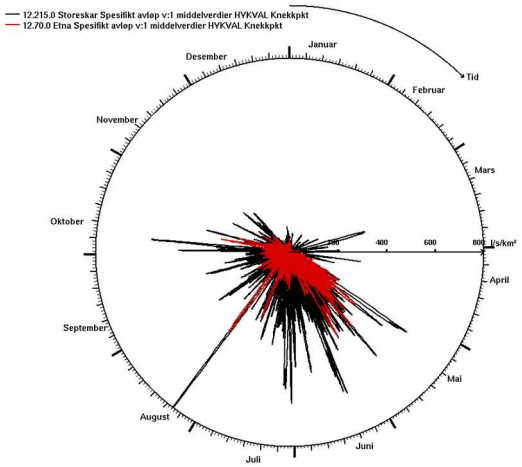
Lenger ned i Hemsil ligger målestasjonen 12.137 Gjerdeslåtten. Her fins data med fin tidsoppløsning siden 1986. Forholdstallene varierer mellom ca. 1,0 og 1,6 og med et gjennomsnitt på 1,2.Her gir NEVINA ca. 1,1. Ved de fem største flommene har forholdstallene variert fra 1,03 – 1,18. Ved Gjerdeslåtten er den største registrerte flommen fra mai 2004, under denne flommen var forholdstallet 1,05. Under flommen «Hans» er registreringene ved Gjerdeslåtten mangelfulle. Selv om flomvannføringene ved Gjerdeslåtten kan være usikre og er påvirket av regulering, kan de gi noe støtte til valg av forholdet mellom momentan- og døgnmiddelvannføring i Hemsil.

Grøndøla har et nedbørfelt som er dobbelt så stort som feltet til 12.215 Storeskar, men heller ikke i Grøndøla er det noen flomdempende innsjøer av betydning. For Grøndøla

benyttes derfor et forholdstall på 1,3 mellom kulminasjons- og døgnflom. Dette er høyere enn det NEVINA gir for Grøndøla (1,15), men noe lavere enn observert middelverdi ved Storeskar (1,35). For Mørkdøla som har et noe større felt, men viktigere Flævatn i nedbørfeltet, er det valgt et forholdstall på 1,2, her gir NEVINA 1,1.

For de øvre delene av Hemsil er det valgt et forholdstall på 1,25, som ligger midt mellom gjennomsnittet fra observasjonene ved Storeskar og Gjerdeslåtten. For Hemsil ved samløp med Hallingdalselva er det valgt et forholdstall på 1,2, mens NEVINA her gir 1,11.

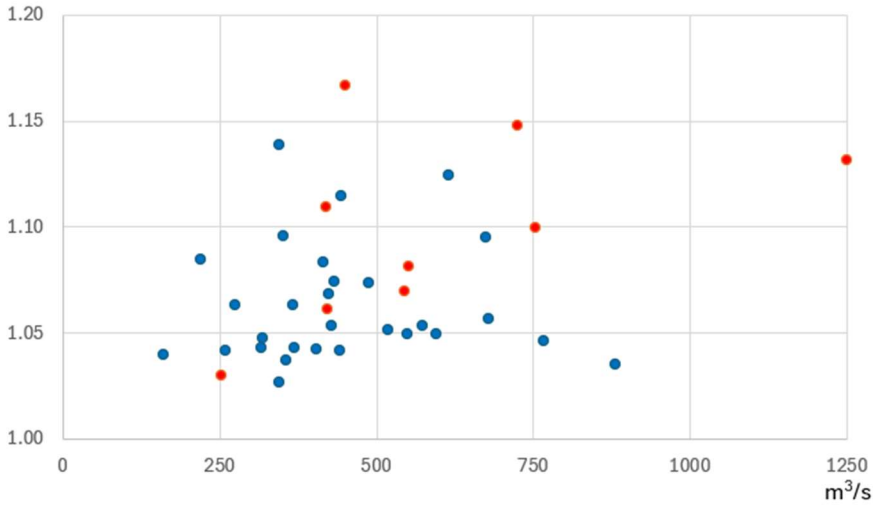
Til sammenligning gir observasjoner (1984-2023) ved målestasjonen 12.70 Etna, som også har en relativt lav effektiv sjøprosent og et nedbørfelt på 570 km^2, forholdstall som varierer fra 1,02 til 1,34 og med et gjennomsnitt på 1,11. Her gir NEVINA et beregnet forholdstall på 1,08. I Etna er de fleste flommene i mai (snøsmelting), selv om enkelte flommer også forekommer senere på året. I Hemsedal-feltet Storeskar forekommer flommer relativt hyppig i hele perioden mai – juli, samtidig som det er innslag av flere regnflommer fra august – oktober enn det en finner i Etnas felt (figur 21). Regnflommer gir som regel spissere flomforløp enn smelteflommer, og det virker derfor rimelig å benytte et høyere forholdstall for Hemsedal-feltene enn det som er beregnet for Etna.



Figur 21. Spesifikk vannføring gjennom året ved 12.215 Storeskar i Hemsedal (svart kurve) og 12.70 Etna (rød kurve).

For Hallingdalselva oppstrøms samløp med Hemsil er vannføringen i elva sterkt påvirket av regulering. Ved stasjonen 12.9 Oppsjø bru varierer observerte forholdstall $Q_{mom}/Q_{døgn}$ fra 1,0 til 2,6. Ved de fem største flommene har forholdstallene variert fra ca. 1,0 til 1,3. Under «Hans» ble det registrert et forholdstall på 1,28. De relativt høye forholdstallene skyldes at «flomvannføringene» i stor grad består av avrenning fra lokalfeltene nedenfor magasinene, i disse områdene er det liten dempning. Selv under «Hans», var det lite/ ikke noe bidrag fra magasinområdene da flommen kulminerte. Ved beregning av forholdstall for et uregulert vassdrag, som inkluderer avrenning fra magasinområdene, gir disse observasjonene for høye verdier.

Ved Bergheim har en data med fin tidsoppløsning tilbake til 1986. Her har forholdstallet variert fra 1,03 – 1,17 i løpet av disse 38 årene, og med et middel på 1,07. Ved de fem største flommene har forholdstallene variert fra 1,04 – 1,15. Under ekstremværet «Hans» ble det registrert et forholdstall på 1,13. Dette tilsvarer også gjennomsnittlig forholdstall for de tre største regndominerte flommene ved Bergheim de siste årene. Det er valgt å benytte 1,13 som representativt for hele Hallingdalselva nedstrøms Strandefjorden.



Figur 22. Forholdet mellom kulminasjons- og døgnmidelvannføring for flommer ved Bergheim fra 1986-2023. Flommer i månedene mai og juni er markert med blått og i månedene juli – oktober med rødt.

Resultatene er gitt i tabell 48. Dette gir for eksempel en uregulert 200-årsflom i Hallingdalselva og Hemsil ved samløp på henholdsvis 1162 og 685 m^3/s. Nedenfor samløpet og i Hallingdalselva ved Bergheim blir 200-års uregulert flom henholdsvis 1566 og 1712 m^3/s. Vannføringen nedstrøms samløpet er mindre enn summen av vannføringene fra de to greinene. Det skyldes at vannføringen ikke nødvendigvis kulminerer til samme, ei heller har samme gjentaksintervall i både Hemsil og Hallingdalselva vest for samløp.

Tabell 48. Uregulerte kulminasjonsverdier for beregningspunktene ved bruk av resultater for døgnflommer og de valgte forholdstallene (Qmom/Qdøgn).

Beregningspunkt	Forholdstall	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
Hallingdalselva ved										
Utløp Strandafj. ndf Kulu	1.13	385	481	555	626	717	786	856	951	1025
Moen	1.13	523	653	753	849	973	1067	1162	1290	1391
Ndf samløp Hemsil	1.13	780	964	1092	1210	1357	1462	1566	1699	1799
Ovf Rusteåni	1.13	780	965	1093	1211	1359	1464	1568	1701	1801
Ndf Rusteåni	1.13	788	973	1103	1222	1371	1477	1582	1716	1817
Ovf Liaåni	1.13	788	974	1104	1223	1372	1478	1583	1717	1819
Ndf Liaåni	1.13	795	983	1114	1234	1385	1491	1598	1733	1835
Ovf Dokkelvi	1.13	798	986	1117	1238	1389	1496	1603	1738	1841
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	1.13	805	995	1127	1249	1401	1509	1617	1753	1857
Ndf Rukkedøla	1.13	827	1023	1159	1284	1441	1552	1663	1803	1910
Ovf Todøla	1.13	829	1025	1161	1286	1443	1554	1665	1806	1913
Ndf Todøla	1.13	838	1036	1174	1301	1459	1572	1684	1826	1934
Bergheim	1.13	852	1053	1193	1322	1484	1598	1712	1857	1966
Hemsil ved										
Grøndøla	1.3	94	118	139	159	186	207	228	258	282
Mørkdøla	1.2	132	167	196	225	263	292	323	366	400
Hemsedal skisenter	1.25	231	292	343	393	459	511	564	638	698
Ovf Trøymsåni	1.25	234	296	347	397	464	516	570	646	706
Ndf Trøymsåni	1.25	245	310	363	416	486	541	597	676	739
Dokki	1.25	252	318	373	427	499	555	613	694	759
samløp med Hallingdalselva	1.20	281	355	417	477	557	620	685	775	848

10 Flomreduksjon grunnet regulering

For å vurdere hvor mye reguleringene har påvirket flomvannføringene i Hallingdals- og Hemsedalsvassdraget er det utført analyser på observerte vannføringsdata etter regulering. I tillegg er tilsigsdata fra de største flommene de siste årene rutet gjennom de største magasinene i øvre del av vassdraget. Dette for å vurdere effekten av magasinene på disse flommene.

Under flommen i august 2023 kom det lite vann fra magasinområdene til Hallingdalselva da flommen var på sitt største. Det var derimot betydelig flomtap ved bekkeinntak, som for eksempel i Rukkedøla hvor inntaket gikk tett. Ved mindre flommer er det rimelig å anta at bekkeinntakene i større grad er i funksjon, mens for større flommer enn «Hans» er det rimelig å anta at en også vil få overløp fra magasinområdene.

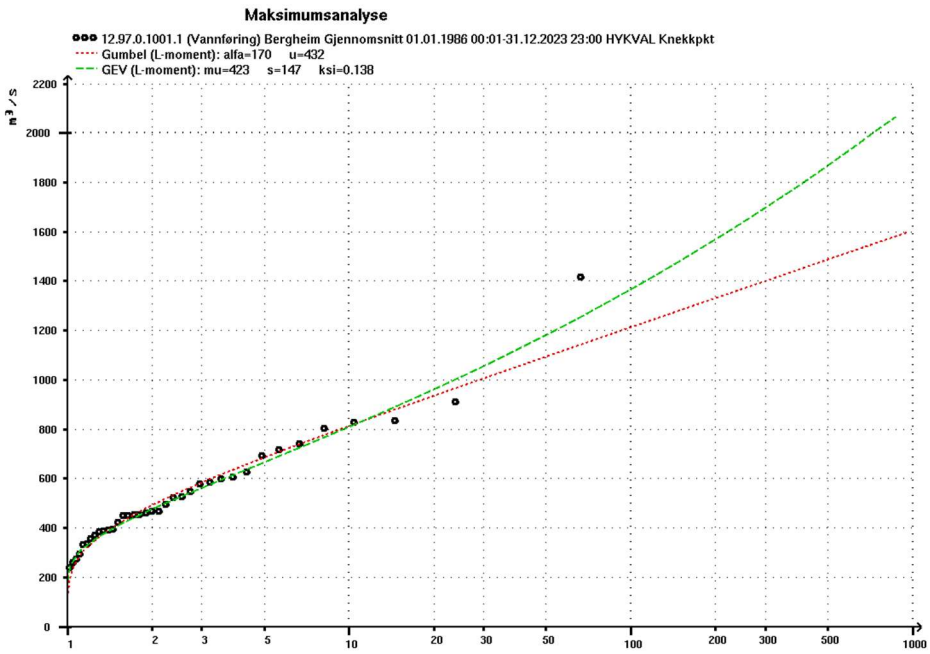
I denne rapporten er det lagt til grunn at for flommer opp til 50 års gjentaksintervall er observasjonene ved Bergheim etter regulering representative. Videre er det antatt at vassdraget er omtrent som uregulert ved 500- og 1000-årsflom. For 100- og 200-årsflom er flomverdier som ligger midt mellom de som er beregnet for et regulert og et uregulert vassdrag antatt å være representative.

10.1 Analyse av regulerte flomdata Bergheim.

For bestemmelse av middel- til 50-årsflom er det benyttet data med fin tidsoppløsning fra 12.97 Bergheim for årene 1986 – 2023. Reguleringsvolumet har vært stabilt i perioden. Året 1991 er utelatt fra analysen. En ser av figur 12 (kap. 8.1.1) at 1991 var «året uten flom». Det kan skyldes observasjonsbrudd en ukes tid under snøsmeltingen i juni dette året. Det gir 37 år tilgjengelig for analyse.

For serier med mindre enn 50 år med data, anbefales det i NVE-veileder 1-2022 (Veileder for flomberegninger), å benytte Gumbel-fordelingen ved frekvensanalyse. I figur 23 er bruk av både denne fordelingen og GEV-fordelingen vist. GEV-fordelingen anbefales for tidsserier som er lengre enn 50 år. Figuren antyder at flere år med data, og dermed et skifte fra Gumbel- til GEV-fordeling, vil kunne gi noe høyere flomverdier, for eksempel for en 50-årsflom. Dette vil selvfølgelig også være avhengig av flomstørrelsene de neste 10 – 20 årene.

Resultatene med bruk av Gumbel-fordelingen (L-moment) er gitt i tabell 49. Ved bruk av Gumbel-Bayesiansk analyse er maksimalt og minimalt estimat for de ulike flomstørrelsene beregnet med et troverdighetsintervall på 95 %. Ut fra disse analysene er beregnet 50-årsflom 1095 m^3/s, med et største og minste estimat på omkring 900 og 1280 m^3/s.



Figur 23. Frekvensanalyse av data med fin tidsoppløsning fra målestasjonen 12.97 Bergheim for perioden 1986 – 2023. Året 1991 er utelatt pga observasjonsbrudd i deler av året. Rød strek viser resultatet med bruk av Gumbel-fordelingen (anbefalt metode for tidsserie som er kortere enn 50 år), grønn strek med bruk av GEV-fordelingen.

Tabell 49. Beregnede flomvannføringer (kulminasjonsverdier, Gumbel-fordeling), basert på data med fin tidsoppløsning fra årene 1986-2023. Største og minste estimerte flomvannføringer med et troverdighetsintervall på 95 % er beregnet ved bruk av Gumbel Bayesiansk analyse. Vassdraget har vært regulert i hele analyseperioden.

QM (m^3/s)	Q5 (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q20 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Q100 (m^3/s)	Q200 (m^3/s)	Q500 (m^3/s)	Q1000 (m^3/s)	Metode
530	687	814	937	1095	1213	1331	1487	1605	Gumbel L-moment
	780 600	930 690	1080 780	1280 900	1430 990	1570 1080	1760 1200	1910 1280	Maks og min 95 % troverdigh.int. (Gumbel-Bay)

I forhold til et uregulert vassdrag (se tabell 48 i kapittel 9.2.1), er regulert middelflom ca. 320 m^3/s mindre. Flommer med høyere gjentaksintervall er ifølge disse analysene redusert med 360 – 390 m^3/s (kulminasjonsverdier).

Det gir valgt flomreduksjonen ved Bergheim for 100- og 200-årsflom på ca. 190 m^3/s. Samme reduksjon benyttes på strekningen opp til utløpet av Nes kraftverk.

10.2 Virkningen av kraftverkene Nes og Hemsil I

Under ekstremværet «Hans» ble driftsvannføringen i Nes kraftverk redusert fra ca. 75 m^3/s til 50 m^3/s ved en vannføringsøkning ved Bergheim fra ca. 900 m^3/s til 1100 m^3/s. Ved ca. 1300 m^3/s ble kraftverket stanset. 900 og 1100 m^3/s er rundt nivåene for 20- og 50-årsflom ved Bergheim. Ut fra dette antas en driftsvannføring i Nes kraftverk på 75 m^3/s for vannføringer opp til og med 20-årsflom, 50 m^3/s ved 50-årsflom. Kraftverket antas å være ute av drift for flommer med gjentaksintervall på 100 år eller mer.

Det er 5 bekkeinntak på tilløpstunnelen til Nes kraftverk i tillegg til inntaket i Strandefjorden. Ved flom er det antatt at alt vannet kommer via bekkeinntakene. For å fordele vannmengdene mellom de ulike inntakene, er det antatt at hvert inntak sluker en andel av driftsvannføringen som tilsvarer forholdet mellom midlere årstilsig til hvert inntak og sum årstilsig til alle inntakene. Det betyr for eksempel at ved 50-årsflom er det antatt at 29 av 50 m^3/s til Nes kraftverk kommer fra inntakene i Votna, Lya og Ridøla. Ved mindre flommer er 43 av 75 m^3/s antatt å komme fra disse inntakene.

Dette reduserer flomvannføringene i Hallingdalselva nedenfor inntaket av Ridøla og ned til og med utløpet av Dokkelvi, eller Hallingdalselva ved Velti, med ytterligere 29 m^3/s for 50-årsflom og 43 m^3/s for flomvannføringer opp til og med 20-årsflom. Fra Velti og opp til samløp med Hemsil gir dette en total flomreduksjon på ca. 370 – 430 m^3/s for middel til 50-årsflom.

Flomvannføringen i deler av Hemsil vil kunne reduseres noe på grunn av driftsvannføring i Hemsil I. Maksimal kapasitet for kraftverket er 16 m^3/s. På tilløpstunnelen blir det tatt inn to bekker, Fagerdøla og Dyrja. Disse har nedbørfelt på henholdsvis 16 og 25 km^2. En forholdsmessig fordeling etter areal gir ca. 40 % av driftsvannføringen fra Fagerdøla (6 m^3/s) og ca. 60 % fra Dyrja (10 m^3/s). Som for Nes kraftverk antas inntakene å være stengt/ tilstoppet fra 100-årsflom.

Inntaket i Fagerdøla påvirker flomvannføringene i Mørkdøla og Hemsil på strekningen ned til Dokki. Driftsvannføring i Hemsil I gir en antatt flomreduksjon på 6 m^3/s i Mørkdøla. Inntaket i Dyrja påvirker forholdene i Hemsil nedstrøms Dokki og ned til utløpet av kraftverket Hemsil I ved Eikredammen, og får dermed ingen virkning i disse beregningene.

10.3 Flomreduksjon i Hemsil og i Hallingdalselva vest for samløp

For å vurdere hvor stor andel av flomreduksjonen i Hallingdalselva ved Bergheim som skyldes reguleringene i Hemsedal contra de vestlige delene av Hallingdalsvassdraget, er observasjoner ved målestasjonene 12.9 Oppsjø bru og 12.137 Gjerdeslåtten analysert. Oppsjø bru ligger i Hallingdalselva rett vest for Ål, mens Gjerdeslåtten ligger i Hemsil mellom utløpet av kraftverket Hemsil I og inntaket til kraftverket Hemsil II.

Data fra disse to målestasjonene indikerer at døgnmiddelflommen er redusert med omkring 250 m^3/s i Hallingdalselva ved Oppsjø bru og omkring 50 m^3/s i Hemsil, eller totalt ca. 300 m^3/s.

Tabell 50. Midlere flom for en periode før og etter regulering ved målestasjonene 12.96/9 Oppsjø bru i Hallingdalselva og 12.137 Gjerdeslåtten i Hemsil.

	Areal km^2	Måleperiode	Middelflom m^3/s
12.96/ 9 Oppsjø	1716	1918-31	336
		1967-2023	86
Endring			-250
12.137 Gjerdeslåtten	771	1952-56	186
		1957-2023	135
Endring			-51

Dette harmonerer godt med beregningene for Hallingdalselva ved Bergheim, på tross av at de ulike middelflommene er beregnet fra forskjellige år. Ved Bergheim gir beregningene en reduksjon av døgnmiddelflommen på 285 m^3/s og midlere momentan flom med ca. 320 m^3/s.

Ut fra dette antas 20 % av flomreduksjonen ved Bergheim å være forårsaket av reguleringene i Hemsil og 80 % av reguleringene i den vestlige delen av Hallingdalselva. For middel- til 50-årsflom gir det en flomreduksjon på ca. 60 - 80 m^3/s fra Hemsil-grenen og ca. 300 – 350 m^3/s fra Hallingdalsgrenen ved samløpet.

I Hallingdalselva ovenfor inntaket av Ridøla, blir reduksjonen noe mindre. Ved for eksempel utløpet av Strandafjorden blir reduksjonen ca. 260 – 310 m^3/s for flommer med gjentaksintervall opp til 50 år.

Det antas at flomreduksjonen i Hemsil i stor grad skyldes at vann holdes igjen i magasinet Flævatn. Dette harmonerer godt med ruting-beregninger av beregnede flomforløp fra tre større flommer de siste årene, i mai 2004, juli 2007 og august 2023. Ved disse flommene er det beregnet at om Flævatn hadde ligget på HRV ved flommens start, ville avløpet fra Flævatn vært i størrelsesorden 70 – 90 m^3/s.

Det er sannsynlig at det vil være noe flomreduksjon på grunn av ledig magasin-kapasitet også i Vavatn. Nedbørfeltet til Vavatn er ca. 20 % av størrelsen på feltet til Flævatn. I internt NVE-notat (201001267-1) ble det for to flommer i 2004 og 2007 anslått at omkring 15 % av flomreduksjonen i Hemsil kom i Grøndøla (Vavatn) og 85 % i Mørkdøla. Samme fordeling er benyttet nå.

I vedlegg 2 er det estimert at flommene i 2007 og 2004 ved Bergheim ble redusert med ca. 450 m^3/s og flommen i 2023 med ca. 350 m^3/s som følge av reguleringene i vassdraget. Dette er av samme størrelsesorden som lagt til grunn ovenfor.

Ut fra beregningene i denne rapporten, hadde flommene i 2004 og 2007 gjentaksintervall på omkring 10 – 20 år, mens flommen i 2023 hadde et gjentaksintervall på omkring 100 år.

10.4 Flomreduksjon for de ulike beregningspunktene

Resulterende flomreduksjon på grunn av reguleringene for de ulike punktene i Hallingdalsvassdraget er gitt i tabell 51. Det betyr for eksempel at det i disse beregningene er antatt en reduksjon av en 50-årsflom med i størrelsesorden 80 m^3/s i Hemsil og 340 m^3/s i Hallingdalselva ovenfor samløp med Hemsil, økende til ca. 420 m^3/s nedstrøms samløpet, før reduksjonen blir noe mindre nedenfor utløpet av Nes kraftverk (ca. 390 m^3/s).

Tabell 51. Antatt flomreduksjon i Hallingdalsvassdraget som følge av reguleringene.

Beregningspunkt	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
Hallingdalselva ved									
Utløp Strandafj. ndf Kulu	258	293	303	308	311	154	152	0	0
Moen	301	336	346	351	340	154	152	0	0
Ndf samløp Hemsil	365	409	422	428	418	192	190	0	0
Ovf Rusteåni	365	409	422	428	418	192	190	0	0
Ndf Rusteåni	365	409	422	428	418	192	190	0	0
Ovf Liaåni	365	409	422	428	418	192	190	0	0
Ndf Liaåni	365	409	422	428	418	192	190	0	0
Ovf Dokkelvi	365	409	422	428	418	192	190	0	0
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	322	366	379	385	389	192	190	0	0
Ndf Rukkedøla	322	366	379	385	389	192	190	0	0
Ovf Todøla	322	366	379	385	389	192	190	0	0
Ndf Todøla	322	366	379	385	389	192	190	0	0
Bergheim	322	366	379	385	389	192	190	0	0
Hemsil ved									
Grøndøla	11	12	12	12	13	6	6	0	0
Mørkdøla	60	67	70	71	71	33	32	0	0
Hemsedal skisenter	70	79	82	83	84	38	38	0	0
Ovf Trøymsåni	70	79	82	83	84	38	38	0	0
Ndf Trøymsåni	70	79	82	83	84	38	38	0	0
Dokki	70	79	82	83	84	38	38	0	0
samløp med Hallingdalselva	64	73	76	77	78	38	38	0	0

11 Endelige flomverdier

Differansen mellom uregulert flom beregnet i kapittel 9 og flomreduksjon som følge av vannkraftreguleringene beregnet i kapittel 10 gir de endelige flomverdiene for Hallingdalsvassdraget. Resultatene er gitt i tabell 52.

Tabell 52. Regulerte kulminasjonsverdier for beregningspunktene.

Beregningspunkt	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
Hallingdalselva ved									
Utløp Strandafj. ndf Kulu	127	188	252	318	406	632	704	951	1025
Moen	222	317	407	498	633	913	1009	1290	1391
Ndf samløp Hemsil	415	554	670	782	940	1270	1376	1699	1799
Ovf Rusteåni	415	556	671	783	941	1271	1378	1701	1801
Ndf Rusteåni	423	564	681	794	954	1284	1392	1716	1817
Ovf Liaåni	423	565	681	795	955	1285	1393	1717	1819
Ndf Liaåni	430	574	692	806	967	1299	1407	1733	1835
Ovf Dokkelvi	433	577	695	810	971	1303	1412	1738	1841
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	483	628	748	863	1012	1317	1426	1753	1857
Ndf Rukkedøla	505	657	780	899	1052	1359	1472	1803	1910
Ovf Todøla	507	658	782	901	1055	1362	1475	1806	1913
Ndf Todøla	516	670	795	915	1071	1379	1494	1826	1934
Bergheim	530	687	814	937	1095	1405	1521	1857	1966
Hemsil ved									
Grøndøla	83	106	127	146	173	201	222	258	282
Mørkdøla	73	100	127	154	192	260	291	366	400
Hemsedal skisenter	161	213	261	310	375	472	526	638	698
Ovf Trøymsåni	164	217	265	314	381	478	532	646	706
Ndf Trøymsåni	175	230	282	333	402	502	559	676	739
Dokki	181	239	291	344	415	517	575	694	759
samløp med Hallingdalselva	216	282	341	400	480	581	647	775	848

Det er antatt at vassdraget er som uregulert ved 500- og 1000-årsflom, mens flomvannføringene i Hallingdalselva er redusert med i størrelsesorden 150 – 190 m³/s ved 100- og 200-årsflom og 260 – 430 m³/s ved middel til 50-årsflom. Største reduksjon

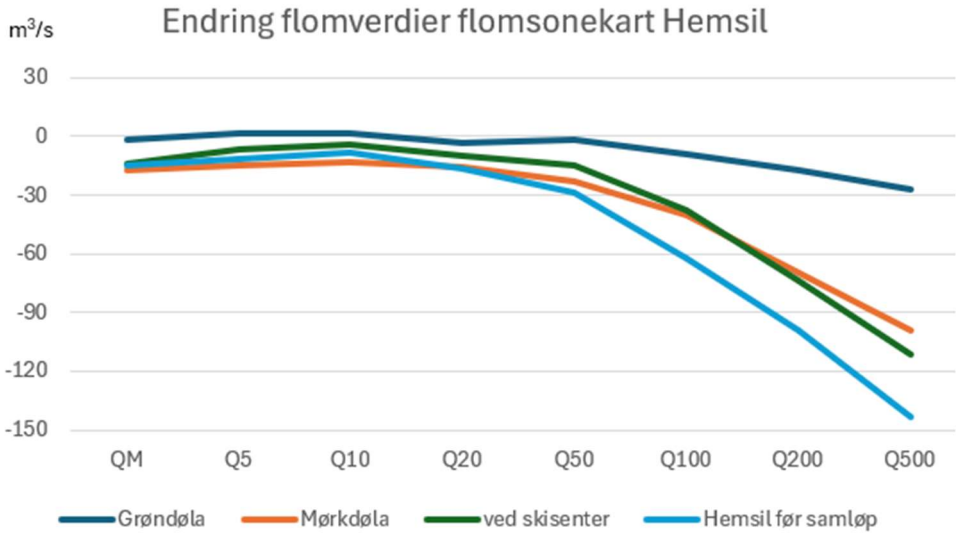
er det i områdene oppstrøms utløpet av Nes kraftverk, hvor både driftsvannføring gjennom kraftverket og magasinering av vann i øvre del av vassdraget bidrar til redusert flomvannføring. I Hemsil er det regnet med en reduksjon på snaut 40 m^3/s ved 100 og 200-årsflom, økende til ca. 60 – 80 m^3/s ved middel til 50-årsflom. I Hemsil er det antatt at flomreduksjonen i hovedsak skyldes lagring av vann i Flævatn.

12 Vurdering av flomverdier

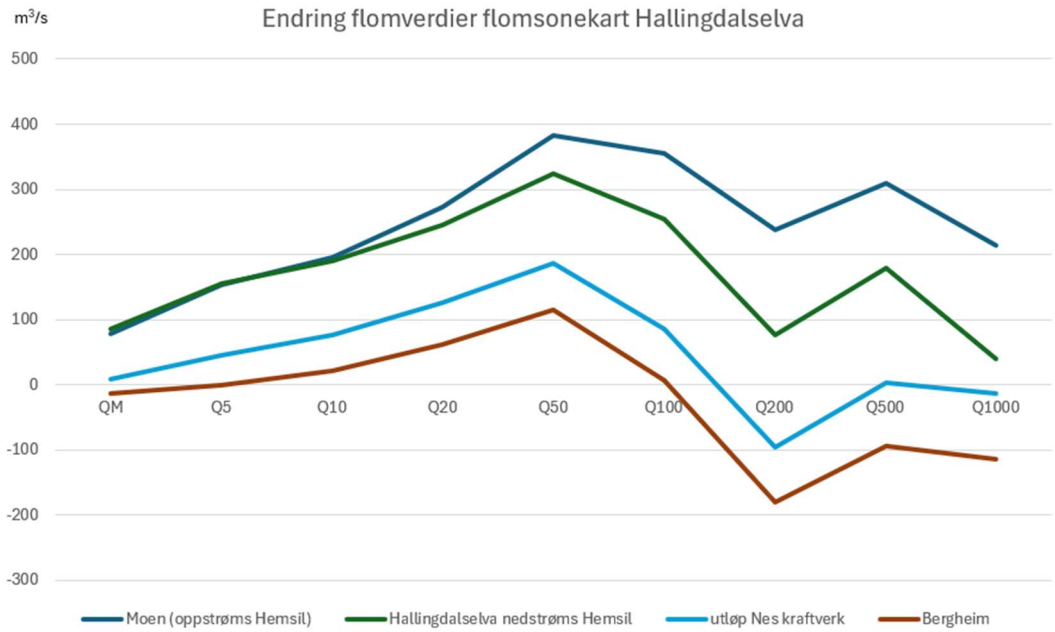
12.1 Sammenligning med tidligere beregninger

12.1.1 Flomberegninger for flomsonekart

I figur 24 og 25 er differansen mellom flomverdier beregnet i 2024 og i perioden 2004-2011 som grunnlag for flomsonekart i Hemsedal og Hallingdal vist.



Figur 24. Endring av flomvannføringer (m^3/s) i Hemsedal mellom beregninger utført i 2024 og i årene 2004-2011.



Figur 25. Endring av flomvannføringer (m^3/s) i Hallingdal mellom beregninger utført i 2024 og i årene 2004-2011.

Figur 24 viser at i Hemsil er flomverdiene i hovedsak blitt noe mindre enn beregnet i årene 2004 – 2011. Årsakene er flere. For det første gir lengre dataserier og flomfrekvensanalyser hvor en kombinerer lokale data og bruk av regionalt formelverk (RFFA-2018) slakere vekstkurver enn det som ble lagt til grunn tidligere. For eksempel er forholdstallet mellom 500-årsflom og middelflom nå 2,8, mens det tidligere ble beregnet til 3,0. Videre ble det tidligere benyttet et forholdstall mellom momentan- og døgnmiddelflom i Hemsil på 1,3. Nå benyttes forholdstall som varierer fra 1,2 – 1,3 for ulike steder i Hemsil.

Tidligere ble det antatt at reguleringene i Hemsil reduserte flomvannføringene med opp mot 120 m^3/s for 20 – 50-årsflommer. Ut fra analyser i denne rapporten er dette reduksjonen antatt å være ca. 80 m^3/s. Det gjør at de relative endringene for middel- til 50-årsflom er mindre enn for de mer sjeldne flommene, hvor det som tidligere er antatt at vassdraget er som uregulert ved 500-og 1000-årsflom.

Figur 25 viser at for Hallingdalselva vest for samløp med Hemsil (Hallingdalselva ved Moen) er flomvannføringene økt i forhold til beregningene fra årene 2004-2011. For eksempel er beregnet 200-årsflom for Hallingdalselva ved Moen økt med ca. 240 m^3/s, fra 771 til 1009 m^3/s. Eller en økning på ca. 30 %.

Økningen skyldes flere forhold. For det første ble det i 2004 antatt at midlere spesifikk flom i Hallingdalselva ved Moen og Bergheim var av samme størrelse. Regionalt flomformelverk (RFFA-2018), antyder at midlere flom øker med drøyt 20 % på denne strekningen. I denne rapporten er det valgt en spesifikk middelflom ved Moen som er 12 % høyere enn ved Bergheim, det vil si vesentlig høyere enn i 2004, men noe mindre enn det NEVINA gir. Dernest ble det i 2004 antatt at Nes kraftverk var i full drift også ved en 200-årsflom, noe som bidro til at det ble regnet med en flomreduksjon på 210 m^3/s (døgnverdi) ved Moen på grunn av reguleringene i vassdraget. Ut fra erfaringene under «Hans» er det nå lagt til grunn at kraftverket står for flommer på nivå med 100-årsflom eller mer. Det betyr en flomreduksjon ved Moen i disse beregningene på omkring 140 m^3/s ved 200-årsflom.

Det er i 2024 også valgt en noe brattere frekvenskurve enn i 2004 for den vestlige delen av Hallingdalsvassdraget. Her er for eksempel forholdstallet mellom 200- og middelflom økt fra 2,35 i 2004 til 2,44 i 2024. Også her skyldes det lengre dataserier og at det nå er benyttet en kombinasjon av bruk av lokale data sammen med det regionale formelverket RFFA2018 ved frekvensanalysene.

I Hallingdalselva ved Bergheim er beregnet vannføring ved 20- og 50-årsflom økt i forhold til beregningene i 2004-2011, mens beregnet 200-, 500- og 1000-årsflom er blitt mindre. Det er flere årsaker til endringene. For det første har en nå flere år til analyse etter regulering, og det har vært flere store flommer etter 2004 og med flommen «Hans» i 2023 som den aller største. Det har stor betydning for beregnet 20- og 50-årsflom i det regulerte vassdraget.

Det kan være overraskende at 200- til 1000-årsflom har blitt mindre ved Bergheim enn tidligere på tross av at det nylig har vært en rekordstor flom i Hallingdalselva. Årsaken

er først og fremst at det tidligere ble benyttet brattere vekstkurver enn i 2024. Beregningene i 2004 var basert på en regional kurve utarbeidet i 1997. Denne ga et forholdstall på 2,35 mellom 500-årsflom og middelflom. I 2011 ble forholdstallet justert noe ned (til 2,24) ut fra en vurdering av blant annet en lang tilsigsserie for Krøderen. Bruk av den nye regionale vekstkurven (RFFA2018) i kombinasjon med lokale og historiske flomdata fra Bergheim, som nå dekker et tidsspenn på over 200 år, blir tilsvarende forholdstall 2,18. Bruk av den sistnevnte kurven er i tråd med anbefalingene gitt i NVE-veileder 1/2022.

12.1.2 Flomberegninger for damsikkerhet

Vest i Hallingdalselva ved utløp av Strandefjorden (1704 km^2) har Norconsult beregnet Q1000 til 991 m^3/s (ref. Stranden 2023). I denne rapporten er 1000-årsflom fra Strandefjorden beregnet til 1025 m^3/s, eller 3 % større enn Norconsults beregning.

I beregningen for damsikkerhet er det lagt til grunn at det er noe ledig magasinkapasitet i Ustevatn og Strandevatn, som ligger oppstrøms Strandefjorden, ved starten av flomforløpet. Hvis disse hadde vært på HRV ved flommens start, ville beregnet 1000-årsflom økt med omkring 150 m^3/s, til ca. 1140 m^3/s. Beregningene som er utført i denne rapporten er basert på at vassdraget er tilnærmet uregulert ved 500- og 1000-årsflom.

Det er god overensstemmelse mellom beregnet 1000-årsflom for Strandefjorden i Norconsults rapport fra 2023 og vår rapport fra 2024, selv om metodikken som er benyttet er noe forskjellig. Ut fra Norconsults tall skulle 1000-årsflom i et uregulert vassdrag vært ca. 10 % høyere. Dette illustrerer noe av usikkerheten som ligger i slike beregninger, spesielt for høye gjentaksintervall.

Ved Bergheim er 1000-årsflom beregnet til 1970 m^3/s. Det er 3 % mindre enn beregnet av Multiconsult i en flomberegning for Nes i 2014 (2036 m^3/s) (Brox Nilsen 2014). Også her er det god overensstemmelse mellom tallene.

Multiconsult har også utført flomberegninger for magasinene i Hemsedal. Disse er dokumentert i en rapport fra 2012 (Brox Nilsen 2012). 1000-års avløpsflom ved dam Eikrebekken er beregnet til 789 m^3/s. Her er nedbørfeltet 782 km^2, noe som gir en spesifikk vannføring på 1009 $l/s/km^2$.

I denne flomberegningen er 1000-årsflom i Hemsil ved Dokki og ved samløp Hallingdalselva, beregnet til 759 og 780 m^3/s. Nedbørfeltene er 671 og 936 km^2, som gir spesifikke vannføringer på ca. 1130 og 830 $l/s/km^2$. Dette harmonerer også godt med beregningene til Multiconsult for dam Eikrebekken.

Beregningene i del 2 av denne rapporten gir q1000-døgnmidler som varierer fra omkring 410 til drøyt 900 $l/s/km^2$, mens kulminasjonsverdiene varierer fra ca. 460 til opp mot 1200 $l/s/km^2$. De største verdiene finner vi naturlig nok vest i Hemsedal, og de minste for Hallingdalselva ved Bergheim. Det er viktig å huske at det er betydelig usikkerhet i de beregnede flomvannføringene. Dette er ytterligere kommentert i neste avsnitt, kapittel 12.2 om usikkerhet.

12.2 Usikkerhet

For Hallingdalselva ved Bergheim er det et godt datagrunnlag. Til tross for dette, er det betydelig usikkerheter knyttet til flomberegninger.

Usikkerheten skyldes blant annet:

- Usikkerhet i «observert vannføring» og i vannføringskurven. Det er vannstanden som observeres. Vannstanden regnes om til vannføring via en vannføringskurve, som ofte er ekstrapolert for de største vannføringene/vannstandene.
- Usikkerhet knyttet til kvaliteten på tidsseriene: forhold for vannstandsregisteringer, driftsutfordringer, kompletthet osv.
- Usikkerhet knyttet til beregning av forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsvannføring.
- Usikkerhet i tidsseriene i Hydrologisk avdelings database (Hydra II):
    - Døgnmiddelverdier basert på kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, siden største 24-timesmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.
    - De eldste dataene i databasen er 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 reelle døgnmidlet.
    - Data med fin tidsoppløsning er ikke kontrollert på samme måte som døgndata, og er ikke kompletterte ved observasjonsbrudd.
- Usikkerhet knyttet til valg av statistisk fordeling, f.eks. Gumbel eller GEV, ved frekvensanalyser.
- Mangel på representative tidsserier.
- Mange tidsserier er for korte for å gi gode estimat på ekstreme flommer.
- Flere tidsserier mangler observasjoner av ekstreme hendelser. Ekstreme, lokale hendelser kan lett havne utenfor stasjonsnettet.

Ved bruk av regionalt formelverk (RFFA-2018) i kombinasjon med lokale data får en beregnet flomverdier med troverdighetsintervall på 95 %. Dette er illustrert i figur 20 i kapittel 9.1.3 hvor den uregulerte dataserien for Bergheim er analysert med tillegg av

historisk informasjon fra flommene i 1860 og 2023. Analysene antyder at usikkerheten knyttet til kun den statistiske analysen er omkring +/- 10 % for flommer med gjentaksintervall opp til 50 år økende til 12 % ved 200-årsflom og 14 % for 1000-årsflom. Det betyr for eksempel at 1000-års døgnflom, som ved Bergheim er beregnet til 1740 m^3/s, med 95 % sannsynlighet er mellom ca. 1500 og 2000 m^3/s. En ren skalering av dette til å gjelde 1000-års kulminasjonsflom, tilsier at den ligger mellom ca. 1700 og 2250 m^3/s (middelestimat ca. 1970 m^3/s).

Men som nevnt over er det også andre usikkerheter, blant annet knyttet til omregning fra døgn til kulminasjonsvannføring, slik at den reelle usikkerheten i flomestimatene er større.

12.3 Klassifisering av datagrunnlaget

I NVE veileder 01/2022 er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst.

For Hallingdalselva vurderes datagrunnlaget å være i klasse 2, brukbart hydrologisk datagrunnlag med observasjoner i eller nært vassdraget. Datagrunnlaget i området ved Bergheim ligger på grensen til klasse 1, men det er relativt få år med observasjoner fra før vassdraget ble regulert, og det er også usikkerhet knyttet til både historiske flomvannføringer og reguleringenes virkning på flomforholdene. Klasse 2 vurderes derfor som riktigere for Hallingdalselva fra utløp Strandafjorden til Bergheim.

For Hemsil og Mørkdøla vurderes datagrunnlaget å være i klasse 3, brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store spesifikke gradienter i flomstørrelser i området.

For Grøndøla vurderes datagrunnlaget å være i klasse 4, begrenset hydrologisk datagrunnlag.

13 Klimapåslag

I henhold til NVEs klimastrategi (Hamarsland mfl., 2015) skal det tas hensyn til et endret klima for tiltak med lang levetid. For eksempel ved å ta hensyn til endringer i flomstørrelser ved arealplanlegging og bygging/ombygging av viktig infrastruktur.

I NVE-rapport 81-2016 «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall.

Her er det anbefalt å benytte et klimapåslag på 20 % for blant annet Hallingdalselva ved Nesbyen. NVEs nye uoffisielle beta-kart gir 20 % klimapåslag også for Grøndøla og Mørkdøla i Hemsedal og for flere av de større sideelvene til Hallingdalselva.

Ut fra erfaringene under blant annet «Hans» er det derfor valgt å benytte et klimapåslag på 20 % for alle beregningspunktene i både Hallingdalselva, Hemsil og Mørk- og Grøndøla.

Ved å legge 20 % på de beregnede uregulerte flomvannføringene ved for eksempel Bergheim, får de tidligere beregnede flomvannføringene lavere gjentaksintervall. Det vil si at ved for eksempel Bergheim, hvor 500-årsflom tidligere er beregnet til 1857 m^3/s tilsvarer det en klimajustert flomverdi med et gjentaksintervall på ca. 100 år (Q100 med 20 % klimapåslag gir en vannføring på 1917 m^3/s).

Ut fra dette er reguleringenes flomdempende effekt ved de ulike gjentaksintervallene justert. Det betyr at med klimapåslag er vassdraget antatt som uregulert fra en 100-årsflom, og at det for eksempel ved middelflom med klimapåslag benyttes en flomreduksjon som tilsvarer den som ble benyttet ved 5-årsflom uten klimapåslag. I tabell 53 er det gitt en oversikt over den flomreduksjon som er antatt ved Bergheim for flommer med klimapåslag.

Tabell 53. Flomreduksjon ved Bergheim som følge av reguleringene i vassdraget. I øverste linje er reduksjon ved ulike flomstørrelser med klimapåslag gitt, i nederste linje reduksjon uten klimapåslag (samme verdier som gitt ved Bergheim i tabell 51).

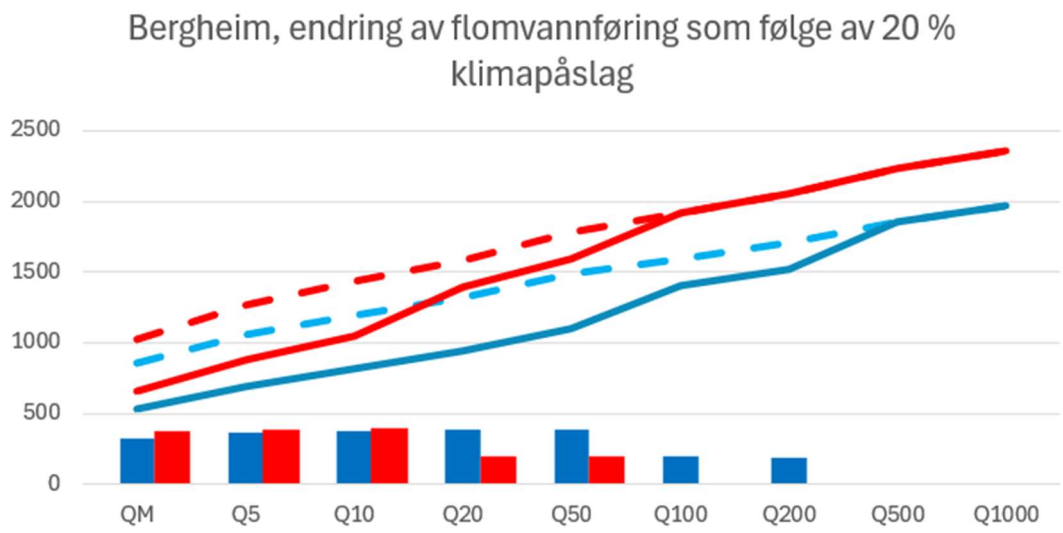
Flomreduksjon	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
Bergheim (med klimapåslag)	366	382	389	192	191	0	0	0	0
Bergheim (uten klimapåslag)	322	366	379	385	389	192	190	0	0

Resulterende flomvannføringer med klimapåslag for de ulike beregningspunktene i Hallingdalsvassdraget er gitt i tabell 54.

Tabell 54. Regulerte kulminasjonsverdier, flomverdier med 20 % klimapåslag.

Beregningspunkt	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
Hallingdalselva ved									
Utløp Strandafj. ndf Kulu	169	272	355	597	708	943	1028	1141	1231
Moen	291	435	564	865	1015	1280	1394	1548	1670
Ndf samløp Hemsil	526	731	892	1259	1438	1754	1880	2038	2159
Ovf Rusteåni	527	733	894	1261	1440	1756	1882	2041	2161
Ndf Rusteåni	536	743	906	1274	1454	1772	1899	2059	2181
Ovf Liaåni	537	744	907	1275	1455	1773	1900	2061	2182
Ndf Liaåni	545	754	919	1288	1470	1790	1918	2080	2202
Ovf Dokkelvi	548	758	923	1293	1475	1795	1923	2086	2209
Utløp Nes kr.v., ndf Dokkelvi	599	811	964	1306	1490	1811	1940	2104	2228
Ndf Rukkedøla	627	845	1002	1348	1538	1862	1995	2164	2292
Ovf Todøla	629	847	1004	1351	1541	1865	1999	2167	2295
Ndf Todøla	640	861	1020	1368	1560	1886	2021	2192	2321
Bergheim	656	882	1043	1394	1589	1917	2054	2228	2359
Hemsil ved									
Grøndøla	100	130	154	185	217	248	274	310	339
Mørkdøla	92	131	165	237	283	351	388	439	480
Hemsedal skisenter	198	269	328	433	513	613	677	766	838
Ovf Trøymsåni	202	272	333	438	519	620	685	775	847
Ndf Trøymsåni	215	289	352	461	545	649	717	811	887
Dokki	223	299	364	474	561	666	736	833	911
samløp med Hallingdalselva	264	350	422	534	630	744	822	930	1017

I figur 26 er det illustrert hvilke endringer dette gir ved Bergheim i forhold til flomverdier uten klimapåslag.



Figur 26. Flomvannføringer i m³/s ved Bergheim, kulminasjonsverdier. Rødt er benyttet for flomverdier med klimapåslag og blått uten klimapåslag. Stipla og heltrukne linjer viser uregulerte og regulerte flomvannføringer. Søylene viser antatt flomreduksjon som følge av reguleringene i vassdraget.

Dette medfører at ved en økning av uregulerte flomvannføringer med 20 %, vil 20- og 50-årsflom øke med 40 - 50 %. Det skyldes at reguleringenes flomdempende virkning er antatt å bli mindre ved disse gjentaksintervallene. Det er åpenbart usikkerhet knyttet til dette.

14 Referanser

Beldring, S. m.fl., 2022: Avrenningskart for Norge 1991-2020. NVE Rapport nr. 36-2022. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Engeland, K., mfl., 2020: Lokal og regional flomfrekvensanalyse. NVE Rapport nr. 10 – 2020. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Glad, P. A., mfl., 2022: Veileder for flomberegninger. NVE Veileder nr. 1 – 2022. Norges Norges vassdrags- og energidirektorat.

Holmqvist, E., 2004: Flomberegninger i Hallingdalsvassdraget, Hemsedal, Gol og Nesbyen. NVE Rapport nr. 12-2004. Norges vassdrag- og energidirektorat.

Jespersen, M., m.fl., 2014. Flomsonekartprosjektet – Delprosjekt Hemsedal. NVE Rapport nr. 45-2014. Norges vassdrag- og energidirektorat.

Larsen, C. K., 2002. Flomsonekart – Delprosjekt Nesbyen. NVE Rapport nr. 10-2002. Norges vassdrag- og energidirektorat.

Lawrence, D., 2016: Klimaendring og fremtidige flommer i Norge, NVE Rapport nr. 81–2016. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Nilsen I. B., 2012: Flomberegning Hemsil 2. Multiconsult for E-CO Energi AS.

Roald, L.A., 2013: Flom i Norge. Tom & Tom.

Rognstad, A.J., 2021: Flomberegning for dam Rukkedøla. SWECO for Hafslund E-CO Vannkraft AS.

Stokseth, S og C. K. Larsen: Flomsonekart – Delprosjekt Gol. NVE Rapport 12-2006. Norges vassdrag- og energidirektorat.

Multiconsult 2012. Irene Brox Nilsen. Flomberegninger Hallingdal, flomberegning Hemsil 2. Rapport for E-CO Energi AS. 16. april 2012.

Multiconsult 2014. Irene Brox Nilsen og Ole Magnus Tønsberg. Flomberegninger Hallingdal, flomberegning Nes. Rapport for E-CO Energi AS. 31. oktober 2014.

Norconsult 2023. Jon Olav Stranden. Flomberegninger for dam Strandefjorden. Rapport for Hafslund Eco vannkraft AS.

15 Vedlegg

15.1 Vedlegg 1: Beregning av tilsig.

Det er beregnet en tilsigsserie for Bergheim hvor det er korrigert for magasinendringene i magasinene oppstrøms målestasjonen. Tilsigsserien dekker perioden 1920 – 2023 og er lagret i NVEs database Hydra II som en arbeidsserie med nummeret 12.97.0.1050.14. Serien har døgnoppløsning, og er i notatet omtalt som en «tradisjonell tilsigsserie».

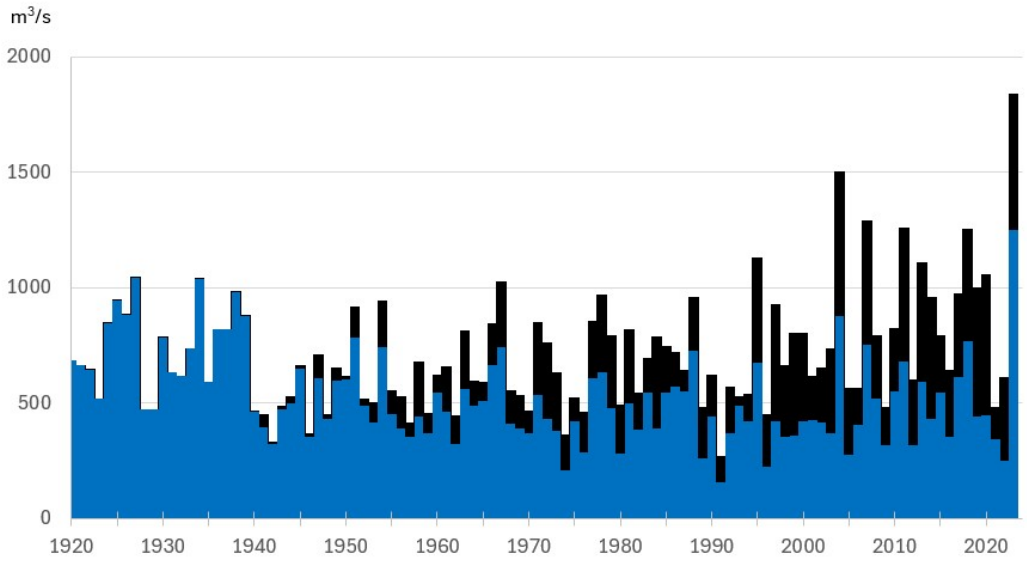
Det er benyttet usentrerte differanser ved beregning av volumendringer i magasinene. *Usentrerte differanser betyr at volumendringer er beregnet som differansen mellom to påfølgende dager. Sentrerte differanser gir mindre «støy» i tilsigsserien sammenlignet med bruk av usentrerte differanser, men bruk av sentrerte differanser vil underestimere flomtoppene* (NVE-Veileder 1-2022, Veileder for flomberegninger). Det er ikke lagt inn gangtid mellom magasinene og Bergheim i beregningen, også dette bidrar til økt maksimaltilsig. Største døgntilsig hvert år er vist i figur V1-1 sammen med årlig største observerte vannføring.

Det største beregna tilsiget er fra flommen «Hans» i august 2023. Noe overraskende er det at alle de fem største tilsigene er beregnet i løpet av de siste 20 årene. Det skyldes ikke bare at det har vært flere store flommer de siste årene, men også dataene tilsigsserien er laget på bakgrunn av.

I årene frem til 1940 var vassdraget uregulert, da blir tilsigsserien lik den observerte vannførings-serien. Det vil si at vassdragets naturlige flomdempning i innsjøene som senere ble regulert, er inkludert i årene 1920 – 1940. I årene 1941 – 1968 ble vassdraget gradvis utbygd, noe som tilsier at beregna tilsigsflommer i denne perioden kan ventes å øke, og at de i gjennomsnitt bør bli større etter 1968 enn tidligere.

Fram til og med 1993 hadde de fleste observerte magasinvannstandene i Hallingdals-vassdraget ukesoppløsning. Det medfører en systematisk underestimering av tilsigsflommer. I løpet av årene 1994-2002 fikk magasinene vannstandsdata med døgnoppløsning. Det betyr at de mest homogene tilsigsdataene med tanke på flom er

fra og med 2003. Dette forklarer at det er i denne perioden en finner de største beregna tilsigsflommene.



Figur V1-1. Blå og svarte søyler viser årlig maksimale døgnmiddelvannføringer og døgntilsig ved 12.97 Bergheim (1920-2023). Før regulering (1940) er seriene identiske. Etter 2003 har alle magasiner døgnoppløsning på vannstandsdata, tidligere hadde enkelte magasin ukesdata.

15.2 Vedlegg 2: Hvor store ville flommene i 2004, 2007 og «Hans» i 2023 vært ved Bergheim i et uregulert vassdrag?

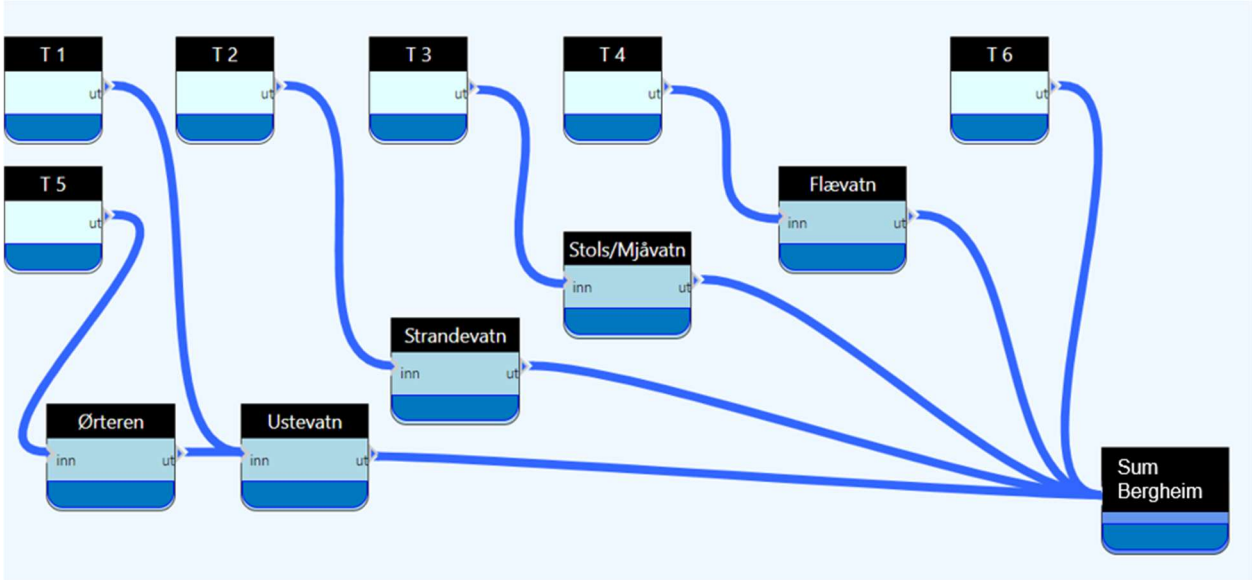
Hvor stor ville flommen «Hans» vært ved Bergheim i et uregulert vassdrag?
Vannføringen i Hallingdalselva under «Hans» var rekordstor. Ved målestasjonen 12.97 Bergheim var flomtoppen på 1414 m^3/s 9. august kl. 06, mens største døgnverdi var 1249 m^3/s. Da flomtoppen passerte Nesbyen (og Bergheim) var det ubetydelig bidrag fra magasinområdene lenger nord i Hallingdal. Vannstanden i alle de større magasinene var noe under HRV da flommen kulminerte, og det ble heller ikke tappet av betydning fra magasinene, verken gjennom luker eller kraftverk.

For å vurdere hvor stor flommen under «Hans» ville vært uten reguleringer i vassdraget, er det utført følgende beregninger:

1. Tilsig til Bergheim er beregnet ut fra observert vannføring og sum magasinendringer for alle oppstrøms magasiner. Dette er utført som en tradisjonell tilsigsberegning (Vedlegg 1).
    a. Deretter er timestilsig beregnet ved å anta at forholdet mellom høyeste timesverdi og døgnmiddel harmonerer med det som ble observert ved Bergheim under flommen. Øvrige timesverdier er beregnet ut fra lineær interpolasjon. Totalt tilsigsvolum blir tilnærmet det samme for timeserien som for døgnserien.
    b. Det er satt opp en forenklet routing-modell i PQRUT for øvre del av Hallingdals-vassdraget med følgende moduler (se også figur V2-1):
        i. Flævatn, Strandavatn, Stols-/ Mjåvatn, Ørteren og Ustevatn er skilt ut som egne moduler. Drøyt 90 % av arealene oppstrøms Bergheim som drenerer til et magasin, drenerer til disse fem magasinene. For Flævatn og Strandavatn er henholdsvis to og tre bekkeinntak inkludert i tilsigsarealene. Ved flom vil det være flomtap ved bekkeinntakene. I beregningene er alt tilsig til disse inntakene inkludert i tilsiget til magasinene.
        ii. De resterende ca. 10% av nedbørfeltet til Bergheim som drenerer til et magasin, som for eksempel Vavatn og Varaldsetvatn, er inkludert i lokalfelt Bergheim. Dette "kompenserer" for flomtap fra bekkeinntakene nevnt ovenfor, som ville gått til lokalfelt Bergheim. I sum utgjør lokalfeltet 68 % av totalfeltet til Bergheim.
    c. Beregnet tilsig er fordelt på de ulike modulene både ved å skalere med hensyn på:
        i. feltareal og
        ii. feltenes midlere årsavløp
    d. Ved routing er det forutsatt følgende startvannstander i magasinene:
        i. Vannstand = HRV
        ii. Vannstand > HRV, slik at avløpet fra magasinene tilsvarer arealskalert observert vannføring ved målestasjonen 12.215 Storeskar 8. august om morgenen.

e. Beregnet uregulert vannføring ved Bergheim, blir da sum avløp fra magasinene tillagt beregnet lokaltilsig til Bergheim.

2. Vi har fått oversendt timestilsig beregnet av ECO for de enkelte magasinene for perioden 8. – 10. august 2023.
   a. Routing er gjennomført med samme modelloppsett og forutsetninger som ovenfor.



Figur V2-1. Skisse av routing-modell for Hallingdalsvassdraget oppstrøms Bergheim. T1 – T5 er lokalfeltene til magasinene, mens T6 er lokalfeltet til Bergheim.

I utløpet av Ustevatn, Flævatn og Strandavatn er det både flomluker og overløp. I henhold til flom-beregninger for damsikkerhet har disse flomlukene en avledningskapasitet ved HRV på henholdsvis 214, 169 og 94 m^3/s.

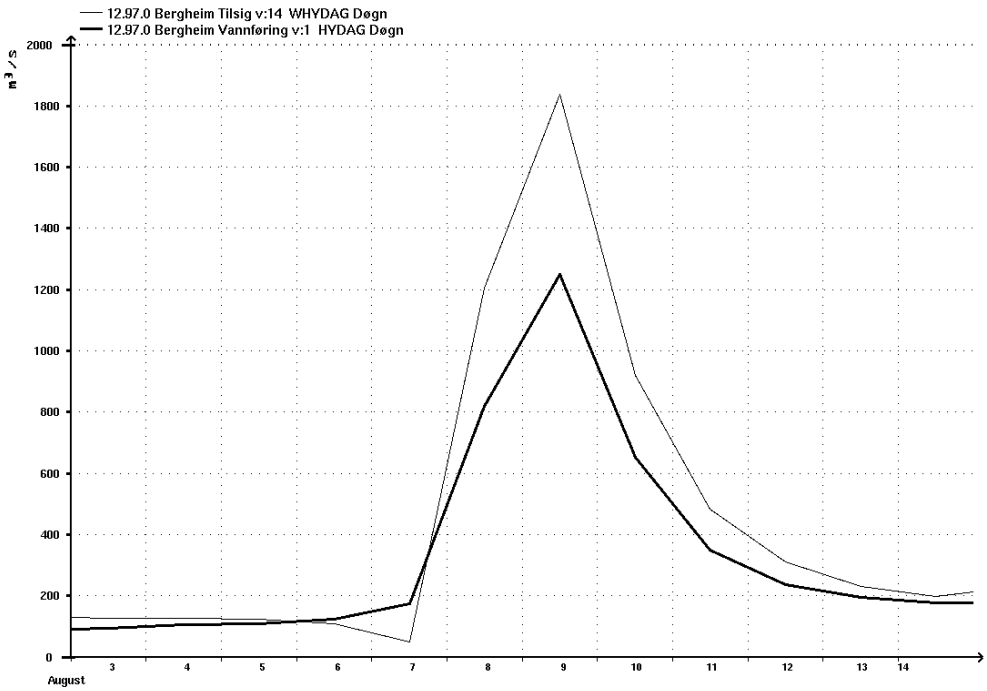
For Usta kraftverk som har inntak i Ustevatn gir ECOs data et maksimalt timestilsig på 278 m^3/s og i løpet av et døgn 194 m^3/s. Gitt at lukene i Ustevatn hadde stått helt åpne, ville en dermed kunne avlede nesten hele tilsiget uten noen flomdempning. For å etterligne et naturlig vassdrag, er det derfor antatt at flomavledning kun skjer via de faste flomoverløpene, ikke bruk av luker.

Oversendte timesdata fra ECO gir et maksimalt timestilsig til Flævatn under "Hans" på 164 m^3/s og i løpet av et døgn 127 m^3/s. Gitt at luka i Flævatn hadde blitt åpnet helt, ville en dermed kunne avlede hele tilsiget uten noen flomdempning. Før regulering var det to innsjøer her Gyrinosvatn og Flævatn, hver med noe naturlig flomdempning. For å etterligne et naturlig vassdrag, er det derfor antatt at flomavledning kun skjer via det faste flomoverløpet, ikke bruk av luker.

Også lukene ut av Strandavatn har relativt stor kapasitet. Her gir timesdata fra ECO et maksimalt timetilsig under "Hans" på 192 m^3/s og over 1 og 3 døgn 145 og 88 m^3/s. Gitt at lukene her hadde stått helt åpne, ville en kunne avlede hele tilsiget i løpet av 3 døgn, mens selve flomtoppen ville blitt noe dempet. Også her antas at det faste

flomoverløpet i større grad å gjenspeile utløpsforholdene slik de var i den naturlige innsjøen før regulering.

Beregnet tilsig Bergheim under «Hans».
Figur V2-2 viser beregnet døgntilsig til Bergheim under Hans sammen med observert avløp. En ser at tilsiget til Bergheim var noe mindre enn observert vannføring dagen før «Hans» satte inn. Det skyldes at ECO forhåndstappet enkelte magasiner. Det bidro til at flomtoppen i Hallingdal ble noe mindre enn den ellers ville blitt.



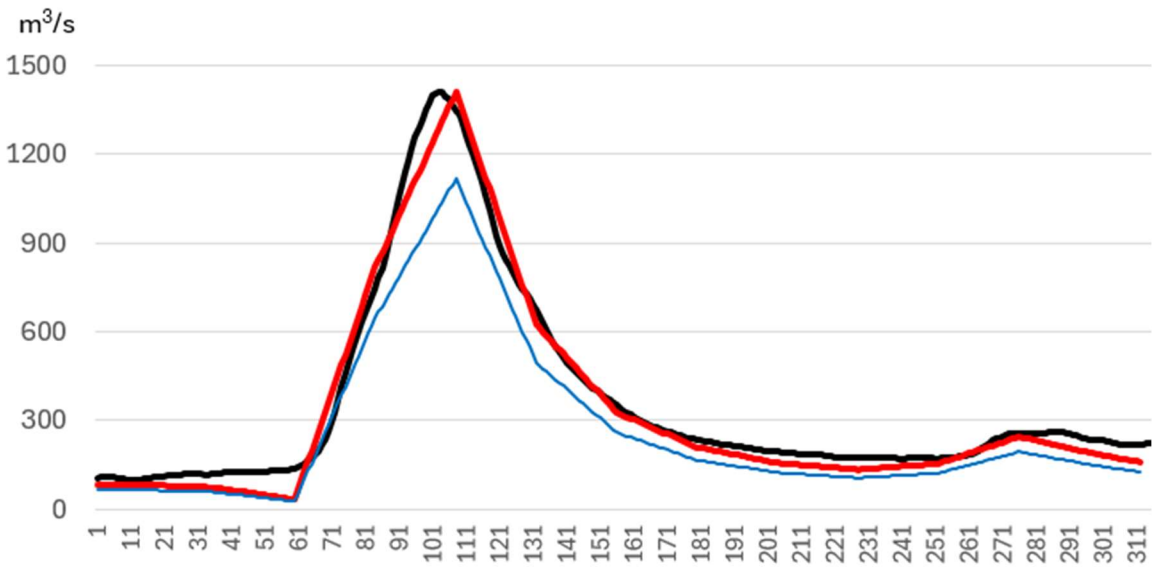
Figur V2-2. Observert vannføring (fet strek) og beregnet tilsig (tynn strek) ved 12.97 Bergheim 3. – 14. august 2023. Det er døgndata som er vist.

Maksimalt døgntilsig for hele Bergheims nedbørfelt er beregnet til ca. 1840 m^3/s. Ved ren areal-skalering gir dette et lokaltilsig fra feltene mellom magasinene og Bergheim på 1249 m^3/s (68 % av 1840 m^3/s). Det er det samme som ble observert ved Bergheim. Ut fra dette blir største døgntilsig til magasinene ca. 600 m^3/s.

Med et antatt forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring på 1,13, som tilsvarer observert forholdstall ved Bergheim under flommen, blir maksimalt timestilsig for hele feltet til Bergheim ca. 2080 m^3/s. Det fordeler seg med ca. 1410 m^3/s på lokafeltet til Bergheim og 670 m^3/s til magasinene. Over tre døgn er midlere magasintilsig beregnet til 428 m^3/s.

Hvis beregnet tilsig skaleres med hensyn på midlere årsavløp i stedet for areal, reduseres beregnet lokaltilsig til Bergheim vesentlig (figur V2-3), mens tilsiget til

magasinene øker tilsvarende. Siden arealskalering gir verdier for lokalfeltet til Bergheim som stemmer svært godt med det som ble observert, og det var lite vann som kom fra magasinområdene til Bergheim under flommen, antas denne skaleringsmetoden å være best egna under «Hans».

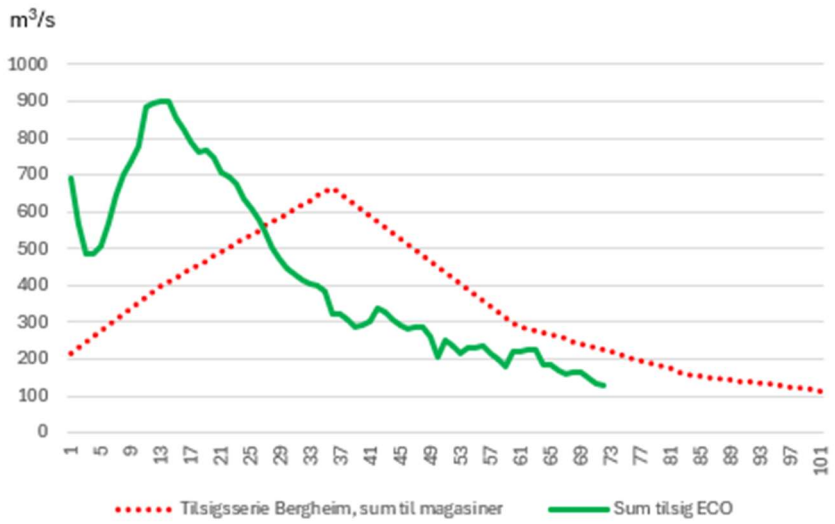


Figur V2-3. Observert vannføring ved 12.97 Bergheim (svart strek) og beregnet tilsig til Bergheims lokalfelt ved henholdsvis arealskalering (rød strek) og skalering med hensyn på årsavløp (blå strek) fra 5. – 13. august 2023. Det er timesdata som er vist.

Sammenligning av timestilsig fra ECO med egenberegnet tilsig

Til sammenligning gir timesdataene fra ECO tilsig til magasinene i løpet av en time, ett og tre døgn på henholdsvis 901 m^3/s, 717 m^3/s og 432 m^3/s. De mer detaljerte dataene fra ECO gir omtrent samme volum over tre døgn som arealskalering av den beregna tilsigsserien, men gir høyere verdier over ett døgn og en time.

ECOs timesdata viser at maksimalt tilsig til magasinene var mellom kl. 11 og 15 den 8. august. Samtidig viser data fra Bergheim at maksimal vannføring her ble observert kl. 06 den 9. august. Det vil si at tilsiget til magasinene kulminerte 15 – 19 timer tidligere enn vannføringen ved Bergheim. Ved den «tradisjonelle tilsigsberegningen» basert på døgndata, er tilsiget blitt forskjøvet i tid. Dette er illustrert i figur V2-4.



Figur V2-4. Beregnet timestilsig under «Hans» til magasinene i Hallingdal. Grønn kurve er basert på timesdata fra hvert enkelt magasin, beregningene er utført av ECO for perioden 8 – 10 august. Rød stiplet kurve er beregnet ved med bakgrunn i en tradisjonell tilsigsberegning for Bergheim på døgndata. Høyeste timesverdi er satt til 1,13 x største døgnmiddel (observert forholdstall ved Bergheim under «Hans»).

Gangtid fra magasinene til Bergheim

Det er en elvestrekning på ca. 55 km fra målestasjonen 12.215 Storeskar i Hemsedal til 12.167 Svenkerud i Hallingdal og ytterligere ca. 23 km videre til 12.97 Bergheim. Observasjoner under «Hans» viser at flomtoppen passerte ca. 8 timer tidligere ved Storeskar enn Svenkerud og ca. 3 timer tidligere ved Svenkerud enn Bergheim. Det betyr at flomtoppen beveget seg med en hastighet på ca. 2 m/s på hele strekningen Storeskar - Svenkerud - Bergheim. Det antas å være en rimelig vannhastighet ved stor flom i Hallingdalsvassdraget. Fra magasinene i Hallingdal og ned til Bergheim er det elvestrekninger på ca. 75 – 95 km, det gir da en gangtid på ca. 10 – 13 timer.

Dette er grovt sett av samme størrelsesorden som tidsforskyvningen mellom tilsiget til magasinene og Bergheim, nevnt ovenfor. For å kompensere for denne, er det derfor ved routing med den «tradisjonelle tilsigsserien» antatt ingen gangtid mellom magasinene og Bergheim. Mens ved routing med ECOs beregna timetilsig under Hans» for hvert enkelt magasin, er det lagt inn en gangtid på 10 – 13 timer fra magasinene ned til Bergheim.

Routing av «Hans», beregnet flomtopp ved Bergheim i et «uregulert» vassdrag.

For å finne hvor stor vannføring en ville hatt i et «uregulert» vassdrag, er de beregna tilsigsflommene routet gjennom magasinene med følgende forutsetninger:

- Vannstand = HRV i alle magasin
- Vannstand > HRV i alle magasin, slik at avløpet fra magasinene tilsvarer arealskalert observert vannføring ved målestasjonen 12.215 Storeskar 8. august om morgenen.

- Alt avløp fra magasinene går i de faste flomoverløpene, ingen bruk av luker

I tabell V2.1 er det gitt noen resultater fra disse routingberegningene.

Tabell V2.1. Maksimalt beregnet timestilsig til magasinene oppstrøms Bergheim og resulterende flomtopp ved Bergheim gitt startmagasin på HRV eller startmagasin > HRV.

Tilsigsserie	Starttilstand	Maksimalt tilsig mag.	Maksimalt avløp mag.	Beregnet flomtopp Bergheim	Økning Bergheim
ECO, timetilsig	HRV	901 m^3/s	298 m^3/s	1614 m^3/s	201 m^3/s
	>HRV	901 m^3/s	399 m^3/s	1748 m^3/s	335 m^3/s
Tradisjonell tilsigsserie NVE	HRV	666 m^3/s	323 m^3/s	1620 m^3/s	210 m^3/s
	>HRV	666 m^3/s	392 m^3/s	1724 m^3/s	314 m^3/s

Routing-beregningene viser for det første at avløpet fra magasinene er langt mindre enn beregnet tilsig/ tilløp. Det skyldes flomdempning som følge av at vannstanden i magasinene øker under flommen. Ved en kortvarig flomhendelse som «Hans», er denne flomdempningen betydelig.

Videre viser beregningene at med startmagasin på HRV, ville vannføringen ved Bergheim vært omkring 200 m^3/s større enn observert under «Hans» (1413 m^3/s).

Ved naturlige forhold ville imidlertid ikke avløpet fra magasinområdene vært «null» ved flommens start. Observasjoner fra stasjonene 12.215 Storeskar i Hemsedal, 72.5 Brekke bru og 50.38 Leiro, som ligger vest og sørvest for vårt område, viser at disse har omtrent samme spesifikke vannføring i forkant av «Hans». Ut fra dette er det rimelig å anta at i «naturtilstand» ville vannføringen fra magasinområdene i forkant av «Hans» også vært på omtrent samme nivå. Det gir initialvannstander noe over HRV i magasinene. Dette gir en flomtopp ved Bergheim som er 335 og 314 m^3/s større enn observert under «Hans» ved bruk av henholdsvis ECOs timesdata og den mer tradisjonelle tilsigsserien. ECOs tilsigsdata er mest detaljert, og antas å gi det beste estimatet.

En ser og at bruk av ECOs timesverdier gir både høyere maksimalt tilsig til og avløp fra magasinene enn det beregninger med den mer tradisjonelle tilsigsserien gir. Samtidig blir beregnet flomtopp ved Bergheim nesten lik ved de to metodene. Det skyldes at i ECO-beregningen er det lagt inn gangtid mellom magasinene og Bergheim, mens i den mer «tradisjonelle metoden» er denne gangtiden «nullet ut» ved beregning av selve tilsiget (se tidligere avsnitt). Igjen er det ECOs beskrivelse av tilsiget som antas å være det mest korrekte.

Under «Hans» er det derfor rimelig å anta at flomtoppen ville vært omkring 1750 m^3/s hvis vassdraget hadde vært uregulert, mens største døgnmiddel basert på ECOS tilsigsdata blir ca. 1600 m^3/s.

Avløp fra magasinene via faste overløp eller fra innsjøenes naturlige utløp
I noen av dagens magasiner i Hallingdal var det tidligere en målestasjon som registrerte vannføring ut av den uregulerte innsjøen. Det gjelder stasjonene 12.130 Flævatn, 12.100 Strandavatn og 12. 64 Haugastøl som lå i Sløddfjorden vest i dagens magasin Ustevatn. Disse ble nedlagt da innsjøene ble regulert.

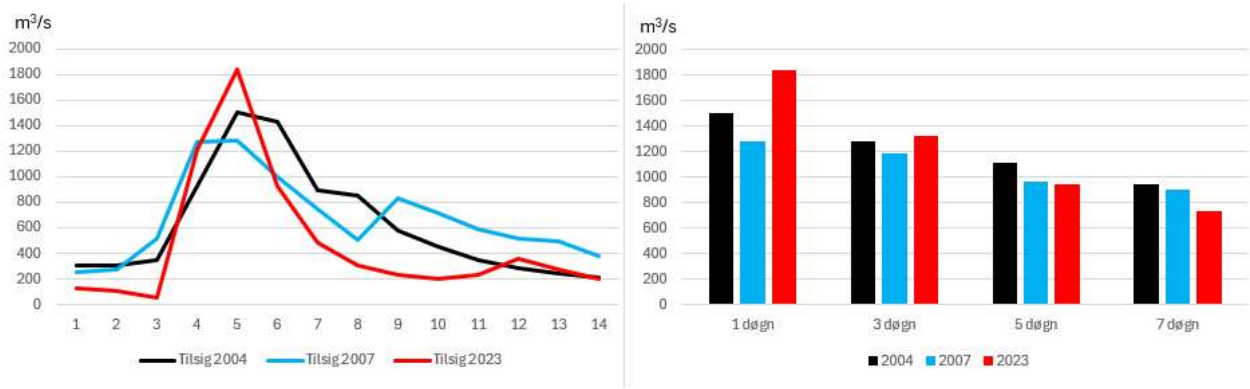
For magasinene Ustevatn, Strandavatn og Flævatn er det derfor foretatt en alternativ routing av flommen i 2023 hvor avløpskapasiteten er gitt av vannføringskurvene fra de tidligere innsjøene. Det er benyttet samme magasinvolum for de tre innsjøene som for dagens magasiner. Innsjøene var sannsynligvis noe mindre enn magasinene, og beregningene vil derfor kunne gi litt for stor flomdempning.

Tilsigsflommene beregnet av ECO for det enkelte magasin er benyttet ved routingen. Initialvannstand i innsjøene er satt slik at de tilsvarer observert vannføring ved Storeskar i forkant av flommen. I forhold til tilsvarende beregninger som ble utført med bruk av faste overløp gir dette noe mindre avløpsflom fra Ustevatn og Strandavatn, mens for Flævatn er det tilnærmet ingen endring. I sum ved Bergheim blir flommen redusert med 40 – 50 m^3/s, men som nevnt over er dette estimatet sannsynligvis for høyt.

Et stort magasin hvor det ikke fins noen data fra før regulering er Stolsvatn/ Mjåvatn. Her er det 12 – 14 mindre innsjøer som er demmet opp til et sammenhengende magasin. Oppdemming gir en større innsjøflate, noe som tilsier at flomdempningen er økt i forhold til før regulering. Men samtidig er avstanden fra vannskillet til magasinet kortere enn fra vannskillet til de enkelte innsjøene, noe som kan gi kjappere flomrespons (elvelengdene blir kortere). Hvordan dette totalt sett har slått ut i vassdraget er usikkert.

Hvor store ville flommene ved Bergheim i 2004 og 2007 vært i et uregulert vassdrag.
Det er også utført beregninger for to andre store flommer de senere årene. Det er flommene i
mai 2004 og juli 2007. Under flommen i mai 2004 ble det observert en vannføring på 880 m^3/s (døgnmiddel) ved Bergheim, mens maksimalt døgntilsig er beregnet til 1500 m^3/s. Ved flommen i juli 2007 er tilsvarende verdier 753 og 1289 m^3/s. Disse er de nest og tredje største beregna tilsigs-flommene ved Bergheim siden 2003.

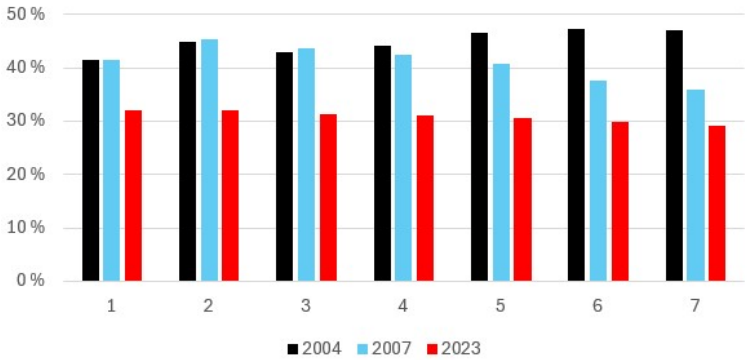
En ser av figur V3-1 at over 3 døgn er beregnet tilsig i 2004 av samme størrelsesorden som i 2023, og over 7 døgn er beregnet tilsig større i både 2004 og 2007 enn det var under «Hans» i 2023. Flommen i 2004 var en kombinert regn- og snøsmelteflom, og også ved flommen i juli 2007 er det utfra data i SeNorge sannsynlig at det var noe snø igjen i høyfjellsområdene nord og vest for Bergheim.



Figur V3-1. Beregnet tilsig til Bergheim i mai 2004, juli 2007 og august 2023. Daglige verdier til venstre, tilsig midlet over 1, 3, 5 og 7 døgn til høyre.

Routingberegning av flommene i 2004 og 2007, er fordelt på de ulike delfeltene etter midlere årsavløp og ikke som flommen i 2023 som er fordelt etter areal. Dette gir en beregnet flomtopp for lokalfeltet til Bergheim som harmonerer best med observasjonene ved Bergheim.

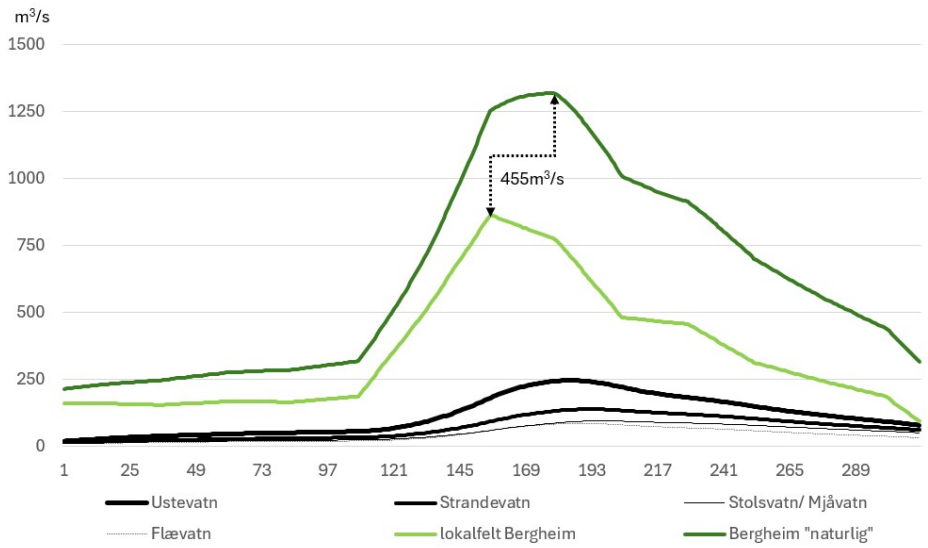
Ved volumskalering (skalering etter midlere årsavløp), flyttes en større andel av tilsiget fra lokalfeltet til Bergheim til magasinområdene. Beregna tilsigsserie og observert vannføring ved Bergheim viser at over 1 – 5 døgn utgjorde tilsiget til magasinområdene ca. 30 % under «Hans» i 2023, mens det var drøyt 40 % i 2004 og 2007 (figur V3-2). Det skyldes at det spesielt i magasinområdene var bidrag fra snøsmelting under disse flommene, noe som bidrar til at volumskalering treffer bedre enn arealskalering for disse hendelsene.



Figur V3-2. Tilsig i magasinområdene i % av totaltilsiget til Bergheim under flommene i mai 2004 (svart), juli 2007 (blå) og august 2023 (rød søyle). Tilsigene er akkumulert over 1 – 7 døgn.

Det er ved routing av de beregna tilsigsflommene i 2004 og 2007 benyttet samme modelloppsett og betingelser som ved routing av tilsigsflommen i 2023 for å anslå hva vannføringen ville vært i et uregulert vassdrag. Det vil si at startvannstanden i magasinene er noe over HRV slik at de har et avløp som tilsvarer observert vannføring ved Storeskar i forkant av disse flommene. Videre er det antatt at all flomavledning

skjer via de faste flomløpene, det vil si ingen bruk av luker. Resultatet av routing av flommen i mai 2004 er vist i figur V3-3. En ser av figuren at ved denne flommen gir disse beregningene en flomvannføring ved Bergheim som er 455 m^3/s større enn det Bergheims lokalfelt gir alene. Dette skyldes avløp fra magasinene. Tilsvarende beregning for flommen i juli 2007 gir et bidrag på 439 m^3/s fra magasinområdene til vannføringen ved Bergheim.



Figur V3-3. Beregnet flomvannføring i mai 2004 fra Bergheims lokalfelt (lys grønn strek) og ved Bergheim gitt «naturlige» forhold (mørk grønn strek). Avløp fra de ulike magasinene er vist med svarte streker. Avløpet er beregnet ved routing av tilsigsflommer (se tekst for flere detaljer). Forskjellen mellom beregnet flomtopp ved «naturlig» vannføring og kun for Bergheims lokalfelt er angitt med stiplet strek. Denne forskjellen tilsvarer reguleringens beregnede flomdempende effekt.

Det betyr at reguleringene ga en flomreduksjon på ca. 450 m^3/s ved begge disse hendelsene. Beregna reduksjon er større enn det analysene for «Hans» ga. Det skyldes dels at disse flommene har et større volum over flere døgn enn «Hans», men også at en større andel av totaltilsiget til Bergheim kom i magasinområdene enn det som var tilfelle under «Hans».

Oppsummering og usikkerhet knyttet til beregningene

Det er diverse usikkerheter knyttet til beregning av hvor store dagens regulerte flommer ville vært i et uregulert vassdrag. Dette skyldes blant annet:

- Usikkert om magasiner med flomoverløp oppfører seg tilnærmet likt en uregulert innsjø
    - For eksempel er det nå benyttet et overløp for Ustevatn med en lengde på drøyt 60 meter, hvor en vannføringsøkning fra 30 til 130 m^3/s gir en vannstandsøkning på 60 cm i magasinet. Vannføringskurven for målestasjonen 12.64 Haugastøl, som lå i vestenden av dagens magasin, gir med tilsvarende vannføringsøkning en økt vannstand på 1m. Det gir en redusert flomdempning etter regulering i forhold til

situasjonen før regulering. Samtidig er sjøarealet økt i forhold til naturlig, noe som virker i motsatt retning, økt flomdempning i forhold til naturlig.

- Noen av magasinene bestod av en serie av uregulerte innsjøer, det er ikke åpenbart hvordan dette har påvirket flomdempning og gangtid i vassdraget.
- Usikkerhet knyttet til hva som er korrekt startvannstand i magasinene for å simulere tilnærmet uregulerte forhold.
- Usikkerhet knyttet til gangtid mellom magasinene og Bergheim
- Usikkerhet knyttet til fordeling av tilsig mellom de ulike delfeltene. Dette vil variere fra hendelse til hendelse.
    - For eksempel under «Hans» i august 2023 kom det mer nedbør i Hemsedal enn i områdene nærmere Finse. Og ved flommene i mai 2004 og juli 2007 kom en større andel av tilsiget i magasinområdene enn i lokalfeltet til Bergheim enn det som var tilfellet under «Hans».

Ut fra dette antas at avløpskapasiteter gitt fra magasinenes faste overløp gir et rimelig estimat på forholdene også for et uregulert vassdrag. De estimerte verdiene av endring av flomstørrelser på grunn av reguleringsinngrep har uansett en betydelig usikkerhet.

Ved for eksempel å endre litt på timingen mellom lokaltilsiget til Bergheim og avløpet fra magasinene, vil maksimalvannføringen ved Bergheim endres med flere 10-talls m^3/s. Ut fra en grov vurdering antas en usikkerhet på 100 - 150 m^3/s i estimatene for beregnet «uregulert» flom i 2023 (her er det gode data fra ECO på fordeling mellom de ulike delfeltene). For de tidligere flommene, i 2004 og 2007, er sannsynligvis usikkerheten noe større, anslagsvis 150 – 200 m^3/s. I tabell v3-1 er det gitt resulterende flomestimater for Bergheim i et tenkt uregulert vassdrag.

Tabell V3-1. Estimerte uregulerte flomvannføringer og observerte regulerte flomvannføringer ved Bergheim for årene 2004, 2007 og 2023.

	Estimert flomtopp	**Døgn**	Obs. flomtopp	**Obs. døgn**	Reduksjon pga regulering
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
2023	1750 +/- 150	1600	1414	1249	Ca. 350
2007	1250 +/- 200	1200	828	753	Ca. 450
2004	1350 +/- 200	1300	911	880	Ca. 450

Vi er kjent med at Multiconsult har fått et oppdrag fra Hafslund ECO AS, hvor de blant annet skal gjøre beregninger av hva vannføringen ville vært i Hallingdalselva ved Bergheim under «Hans» uten reguleringer i vassdraget. Deres foreløpige resultater gir verdier av samme størrelsesorden som de vi har funnet her (pers. med. Kristine Lilleeng, Multiconsult).

15.3 Vedlegg 3: Beregning av flomvannføring ved Bergheim i 1860.

I NVE-veileder 1/2022 er det anbefalt å ta i bruk historisk flominformasjon, da dette kan gi merverdi for flomanalysene. *For å kunne bruke historisk informasjon i ekstremverdianalyser, må en kjenne til alle flommer som overskrider en høy terkselverdi over en gitt periode.*

Ved målestasjonen Bergheim har en systematiske data fra før regulering fra årene 1920 – 1939. For å utvide datagrunnlaget er det derfor gjort forsøk på å beregne hvor store flommer det ville vært i et uregulert vassdrag under «Hans» og to andre store flommer de siste årene (vedlegg 2 og 3). I vedlegg 4 er flomvannføringen ved Bergheim under storflommen i 1860 forsøkt estimert.

I boken «Flom i Norge» (Roald, 2013) er flomvannføringen ut av Krøderen i juni 1860 anslått til ca. 1400 m^3/s. Til sammenligning var flomtoppen her noe mindre enn 1000 m^3/s under «Hans».
Flommen i 1860 var forårsaket av snøsmelting og regn.

Før regulering var det flere store flommer (i 1916, 1917, 1926, 1927 og 1934) med vannføringer på 1000 – 1100 m^3/s ut av Krøderen. Disse ble registrert ved målestasjonen 12.98 Krøderen. Fra årene 1927 og 1934 fins det samtidige observasjoner ved 12.97 Bergheim. Ved både flommen i 1927 og 1934 var største vannføring ved Bergheim i underkant av 1050 m^3/s. Flommen i 1927 var forårsaket av regn og snøsmelting i slutten av juni, mens flommen i 1934 skyldtes regnvær i starten av september.

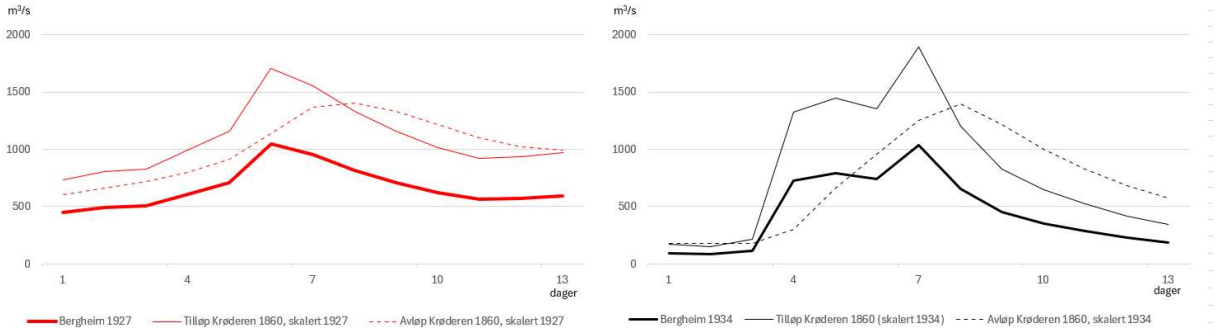
Nedbørfeltet til Krøderen er 5091 km^2 og til Hallingdalselva ved Bergheim 4232 km^2 (83 % av Krøderens felt). Mens midlere årsavløp ved Bergheim er ca. 100 m^3/s og 117 m^3/s ut av Krøderen. Bergheim bidrar dermed med ca. 86 % av årsavløpet fra Krøderen.

Det er satt opp en enkel routingmodell for Krøderen, hvor avløpskapasiteten fra Krøderen er gitt av vannføringskurven for den uregulerte innsjøen på 1920- og 30-tallet. Det er videre antatt at magasin-kurven (eller innsjøkurven), som gir forholdet mellom vannstands og lagret vannvolum, er uendret som følge av reguleringen.

Deretter er de observerte vannføringene i 1927 og 1934 ved Bergheim, skalert opp og routet gjennom Krøderen slik at avløpet blir ca. 1400 m^3/s, det vil si av samme størrelse som anslått av Roald for 1860-flommen. Beregningene er utført på døgndata. 1927- og 1934-flommen må skaleres med 1,63 og 1,83 for å få en avløpsflom som i 1860. Det medfører at maksimalt tilløp til Krøderen blir omkring 1700 m^3/s og 1900 m^3/s med de to flomforløpene.

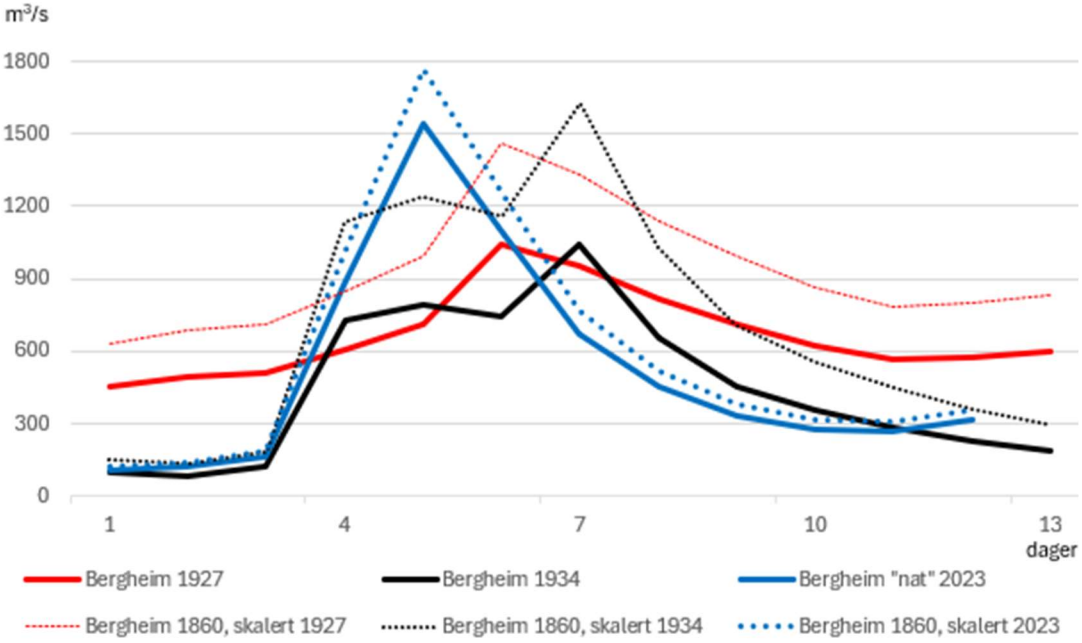
Det er også gjort et forsøk på å skalere opp flommen «Hans» til å gi et avløp fra Krøderen i naturtilstand på 1400 m^3/s. Tilløpet til Krøderen er da beregnet ut fra «naturlig vannføring» ved Bergheim tillagt et lokaltilsig mellom Bergheim og Krøderen. «Naturlig vannføring» ved Bergheim er basert på routing av tilsigserien 12.97.01050.14 (se vedlegg 2), mens lokaltilløpet til Krøderen er beregnet ved skalering av observert

vannføring ved målestasjonen 12.178 Eggedal. Eggedal har et nedbørfelt på 310 km^2, mens lokalfeltet til Krøderen er 859 km^2. Både tilsigsserien og serien basert på data fra Eggedal er skalert med 1,15 for å få et døgnmiddelavløp fra Krøderen på ca. 1400 m^3/s.



Figur V4-1. Observert vannføring ved Bergheim under flommene i juni 1927 og september 1934 er vist med henholdsvis hel fet rød og svart strek. Disse vannføringene er skalert (tynne streker), slik at routing av disse tilløpene til Krøderen gir avløpsflommer (stiplede streker) på 1400 m^3/s.

Skalering av «Hans» til å gi 1860-flom ut av Krøderen, gir en beregna vannføring ved Bergheim på ca. 1780 m^3/s som døgnmiddel, mens maksimalt døgntilløp til Krøderen blir ca. 2100 m^3/s. Denne flommen var «krappere» enn flommen i 1927, men på mange måter ikke helt ulik flomforløpet i september 1934.



Figur V4-2. Observert vannføring ved Bergheim under flommene i juni 1927 og september 1934 er vist med henholdsvis hel fet rød og svart strek, mens beregnet vannføring for et uregulert vassdrag under «Hans» i 2023 er vist med fet blå strek. Med stiplede streker er vist beregnet vannføring ved Bergheim, ved skalering av disse flomforløpene til å gi en avløpsflom fra Krøderen på 1400 m^3/s, som tilsvarer antatt avløp fra Krøderen ved flommen i 1860.

Ved å skalere med hensyn på årsmiddelvannføring for de ulike feltene gir dette en flomvannføring i 1860 ved Bergheim på ca. 1620 m^3/s ved bruk av 1934-flommen, 1460 m^3/s ved bruk av 1927-flommen og 1770 m^3/s ved bruk av 2023-flommen (figur V4-2). Avhengig av snøfordeling i feltet ovenfor Krøderen i 1860 og hvor det kom mest regn under denne hendelsen, kan vannføringen ved Bergheim ha vært både større eller mindre enn dette. Ut fra skaderapporter fra 1860 er det sannsynlig at «Storeflaumen» i 1860 var større enn det som ble observert under flommen «Hans» i 2023, hvor største døgnmiddel var ca. 1250 m^3/s og flomtoppen drøyt 1400 m^3/s.

Det antas derfor at flommen i 1860 ved Bergheim var minst 1450 m^3/s (døgnmiddel), men at den kan ha vært opp mot 1800 m^3/s. Det antas at et største døgnmiddel på omkring 1600 m^3/s er sannsynlig.

15.4 Vedlegg 4: Nevina-rapporter

Nedbørfelt med feltkarakteristika og flomindeksrapport for:

- Rukkedøla ved samløp Hallingdalselva, 300 km^2
- dam Rukkedøla, 204 km^2
- Trøymsåni, 28 km^2
- Rusteåni, 95 km^2
- Rusteåni – tilleggsfelt, 5 km^2
- Liaåni, 96 km^2
- Todøla, 124 km^2
- Bromma, 10 km^2
- Grøndøla, 240 km^2
- Mørkdøla, 368 km^2
- Hemsil ved skisenter, 617 km^2
- Hemsil ved samløp Hallingdalselva, 936 km^2
- Hallingdalselva v. utløp Strandefjorden, 1704 km^2
- Hallingdalselva v. Moen, 2312 km^2
- Hallingdalselva nedstrøms samløp Hemsil, 3254 km^2
- Hallingdalselva ved Bergheim, 4233 km^2

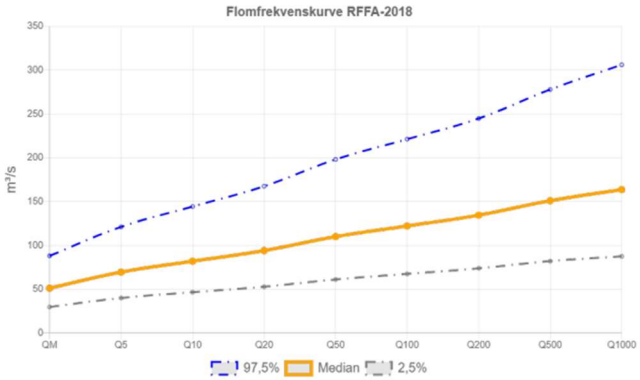
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CCA1**
Kommune.:	**Nesbyen**
Fylke.:	**Viken**
Vassdrag.:	**Rukkedøla**
Nedbørfeltareal:	**300 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

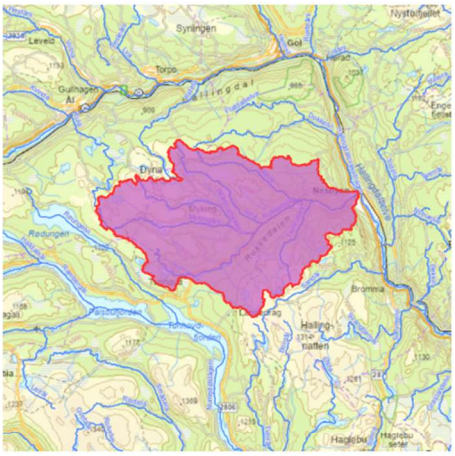


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	171	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.12	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.36	1.60	1.84	2.15	2.39	2.63	2.95	3.20	-
Flomverdier, m³/s	51.2	69.6	82.0	94.1	110	122	135	151	164	161
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	88.1	121	144	168	198	221	245	278	306	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	29.8	40.0	46.6	52.9	61.1	67.5	73.9	82.1	87.5	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 15.11.2023 © nevina.nve.no



Feltparametere		
Areal (A)	300	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.18	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	373.2	km
Elvegradient (E_G)	26.5	m/km
Elvegradient $_{10S5}$ ($E_{G,10S5}$)	25.2	m/km
Helning	7.5	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	27.9	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.4	%
Myr (A_{MYR})	16.7	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	63.1	%
Sjø (A_{SJO})	5.5	%
Snaufjell (A_{SF})	7.0	%
Urban (A_U)	0.2	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	6.2	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	154	m
Høyde $_{10}$	724	m
Høyde $_{25}$	868.5	m
Høyde $_{50}$	959	m
Høyde $_{75}$	1020.5	m
Høyde $_{MAX}$	1209	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	13.3	l/s*km²
Nedbør juni	60	mm
Nedbør juli	75	mm
Regn og snøsmelting mai	210	mm
Regn og snøsmelting juni	72	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	77	mm
Regn og snøsmelting november	9	mm
Temperatur februar	-9	°C
Temperatur mars	-6.5	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	177351 E 6729913 N

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

Rapportdato: 15.11.2023 © nevina.nve.no

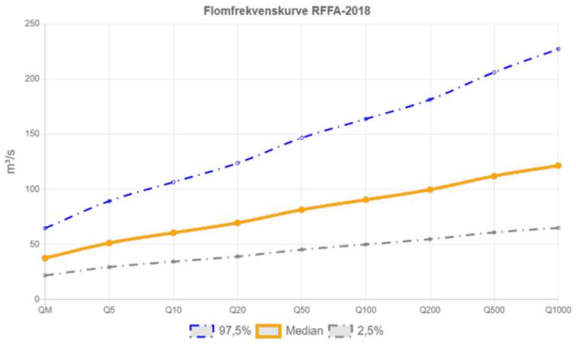
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CCB4**
Kommune.:	**Nesbyen**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Rukkedøla**
Nedbørfeltareal:	**204 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

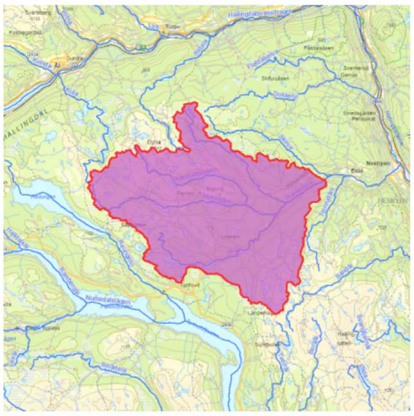


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	184	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.12	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.36	1.61	1.85	2.16	2.41	2.65	2.98	3.23	-
Flomverdier, m³/s	37.6	51.3	60.5	69.5	81.4	90.5	99.7	112	122	120
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	64.7	89.2	107	124	147	164	181	206	227	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	21.9	29.5	34.4	39.1	45.2	50.0	54.8	60.9	65.0	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 26.2.2024 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	170602 E 6728587 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	204	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.37	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	254.8	km
Elvegradient (E_G)	22.7	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	18.7	m/km
Helning	6.1	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.7	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	21.1	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.2	%
Myr (A_{MYR})	17.9	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	58.4	%
Sjø (A_{SJO})	6.8	%
Snaufjell (A_{SF})	7.9	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	7.8	%

Hypsografisk kurve		
Høyde$_{MIN}$	469	m
Høyde$_{10}$	826	m
Høyde$_{25}$	897	m
Høyde$_{50}$	977	m
Høyde$_{75}$	1033.5	m
Høyde$_{MAX}$	1209	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	13.5	l/s*km²
Nedbør juni	61	mm
Nedbør juli	75	mm
Regn og snøsmelting mai	224	mm
Regn og snøsmelting juni	74	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	78	mm
Regn og snøsmelting november	8	mm
Temperatur februar	-9.1	°C
Temperatur mars	-6.7	°C

Rapportdato: 26.2.2024 © nevina.nve.no

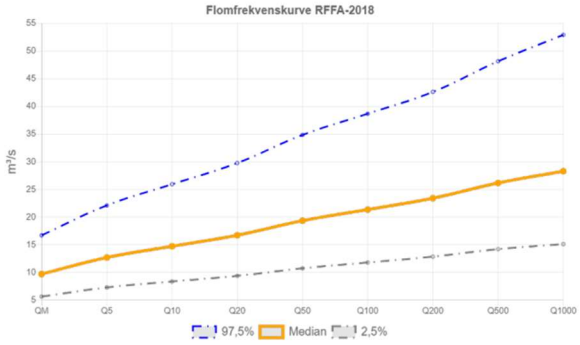
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CDB3Z**
Kommune.:	**Hemsedal**
Fylke.:	**Viken**
Vassdrag.:	**Trøymsåni**
Nedbørfeltareal:	**28.1 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

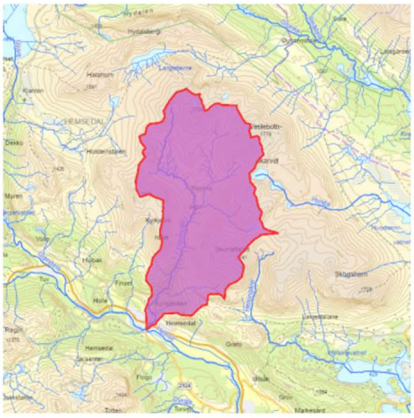


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	346	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.49	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	554	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.31	1.52	1.72	1.99	2.20	2.41	2.69	2.91	-
Flomverdier, m³/s	9.7	12.7	14.7	16.7	19.4	21.4	23.4	26.2	28.3	32.8
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	16.7	22.1	25.9	29.8	34.8	38.7	42.6	48.2	52.9	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	5.7	7.3	8.4	9.4	10.8	11.8	12.9	14.2	15.1	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.24	1.46	1.70	2.06	2.36	2.72	3.26	3.73	-
Flomverdier, m³/s	15.6	19.3	22.8	26.5	32.0	36.8	42.3	50.7	58.1	59.1
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	27.5	35.0	42.1	50.0	62.4	73.6	84.5	101	116	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	8.8	10.7	12.3	14.0	16.4	18.4	21.1	25.3	29.0	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 17.11.2023 © nevina.nve.no



Feltparametere		
Areal (A)	28.1	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.06	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	35.8	km
Elvegradient (E_G)	91.7	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	87.6	m/km
Helning	17.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.3	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	8.9	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.2	%
Myr (A_{MYR})	1.0	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	9.4	%
Sjø (A_{SJO})	0.7	%
Snaufjell (A_{SF})	86.6	%
Urban (A_U)	0.2	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	1.9	%

Hypsografisk kurve		
$Høyde_{MIN}$	621	m
$Høyde_{10}$	1079	m
$Høyde_{25}$	1293.5	m
$Høyde_{50}$	1436	m
$Høyde_{75}$	1556	m
$Høyde_{MAX}$	1772	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	30.4	l/s*km²
Nedbør juni	73	mm
Nedbør juli	81	mm
Regn og snøsmelting mai	196	mm
Regn og snøsmelting juni	296	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	103	mm
Regn og snøsmelting november	3	mm
Temperatur februar	-10.9	°C
Temperatur mars	-9.3	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	150179 E 6764763 N

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

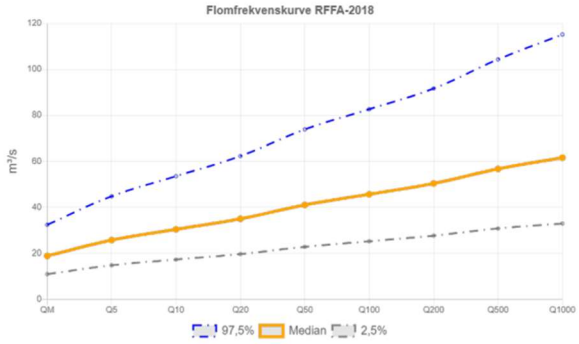
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CD5A**
Kommune.:	**Gol**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Rusteåni**
Nedbørfeltareal:	**95.4 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	197	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.22	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.37	1.61	1.86	2.18	2.42	2.67	3.01	3.27	-
Flomverdier, m³/s	18.8	25.7	30.4	35	41.0	45.7	50.4	56.7	61.6	60.5
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	32.4	44.8	53.5	62.3	73.9	82.7	91.7	104	115	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	11.0	14.8	17.3	19.7	22.8	25.2	27.7	30.8	32.9	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 30.1.2024 © nevina.nve.no

Feltparametere		
Areal (A)	95.4	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.1	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	104.6	km
Elvegradient (E_G)	44.3	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	42.3	m/km
Helning	5.8	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.2	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	13.7	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	3.3	%
Myr (A_{MYR})	19.3	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	63.8	%
Sjø (A_{SJO})	2.1	%
Snaufjell (A_{SF})	8.5	%
Urban (A_U)	0.1	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.0	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	199	m
Høyde $_{10}$	775	m
Høyde $_{25}$	818	m
Høyde $_{50}$	857	m
Høyde $_{75}$	961.5	m
Høyde $_{MAX}$	1284	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	15.7	l/s*km²
Nedbør juni	66	mm
Nedbør juli	78	mm
Regn og snøsmelting mai	218	mm
Regn og snøsmelting juni	76	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	79	mm
Regn og snøsmelting november	10	mm
Temperatur februar	-9.1	°C
Temperatur mars	-6.4	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	172432 E 6744532 N

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

Rapportdato: 30.1.2024 © nevina.nve.no

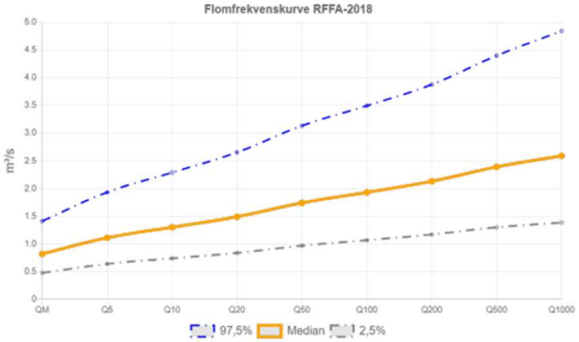
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CD51**
Kommune.:	**Gol**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Hallingdalsvassdraget**
Nedbørfeltareal:	**5.18 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

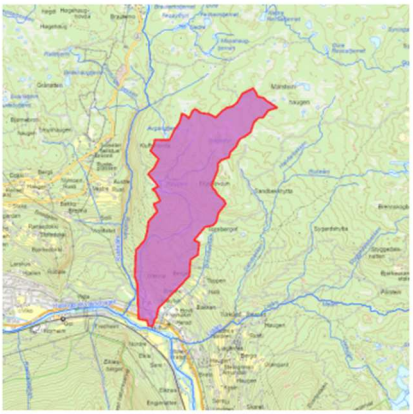


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	158	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.4	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	247	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.35	1.59	1.82	2.12	2.35	2.60	2.91	3.16	-
Flomverdier, m³/s	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	3.0
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1.4	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.29	1.55	1.83	2.24	2.60	3.02	3.66	4.22	-
Flomverdier, m³/s	1.3	1.6	2.0	2.3	2.9	3.3	3.9	4.7	5.4	5.4
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	2.3	3.0	3.7	4.4	5.6	6.7	7.7	9.4	10.8	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.3	2.7	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 30.1.2024 © nevina.nve.no



Feltparametere		
Areal (A)	5.18	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.25	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,NS}$)	6.7	km
Elvegradient (E_G)	101.1	m/km
Elvegradient$_{10S5}$ ($E_{G,10S5}$)	112.7	m/km
Helning	11.1	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.4	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	5.1	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.7	%
Myr (A_{MYR})	7.7	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	88.1	%
Sjø (A_{SJO})	0.8	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0.1	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.7	%

Hypsografisk kurve		
Høyde$_{MIN}$	198	m
Høyde$_{10}$	302	m
Høyde$_{25}$	555	m
Høyde$_{50}$	702	m
Høyde$_{75}$	780	m
Høyde$_{MAX}$	882	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	9.9	l/s*km²
Nedbør juni	63	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	132	mm
Regn og snøsmelting juni	69	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	68	mm
Regn og snøsmelting november	17	mm
Temperatur februar	-8.4	°C
Temperatur mars	-5.0	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	172933 E 6744270 N

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

Rapportdato: 30.1.2024 © nevina.nve.no

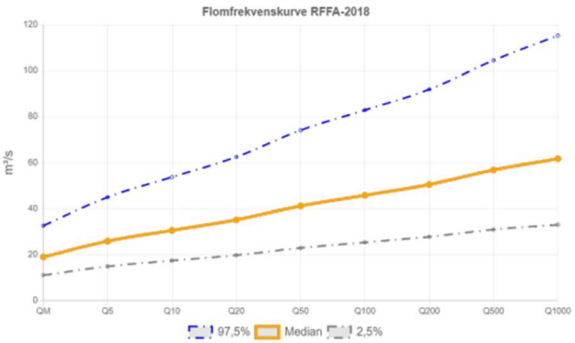
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CD3Z**
Kommune.:	**Gol**
Fylke.:	**Viken**
Vassdrag.:	**Liaåni**
Nedbørfeltareal:	**96.3 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	196	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.19	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.37	1.61	1.86	2.18	2.42	2.67	3.00	3.26	-
Flomverdier, m³/s	18.9	25.8	30.5	35.1	41.2	45.8	50.5	56.8	61.7	70.7
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	32.5	44.9	53.7	62.5	74.1	82.9	91.9	105	115	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	11.0	14.8	17.3	19.7	22.9	25.3	27.7	30.9	33.0	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 17.11.2023 © nevina.nve.no

Feltparametere		
Areal (A)	96.3	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.25	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL/eff}$)	110.8	km
Elvegradient (E_G)	42.7	m/km
Elvegradient $_{1085}$ (E_{G1085})	33.0	m/km
Helning	8.7	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.4	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	16.6	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.4	%
Myr (A_{MYR})	13.2	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	70.2	%
Sjø (A_{SJO})	3.5	%
Snaufjell (A_{SF})	9.1	%
Urban (A_U)	0.0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.6	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	200	m
Høyde $_{10}$	718	m
Høyde $_{25}$	819.5	m
Høyde $_{50}$	923	m
Høyde $_{75}$	1002	m
Høyde $_{MAX}$	1281	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	16.6	l/s*km²
Nedbør juni	62	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	208	mm
Regn og snøsmelting juni	74	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	77	mm
Regn og snøsmelting november	9	mm
Temperatur februar	-9.1	°C
Temperatur mars	-6.5	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	173530 E 6743940 N

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

Rapportdato: 17.11.2023 © nevina.nve.no

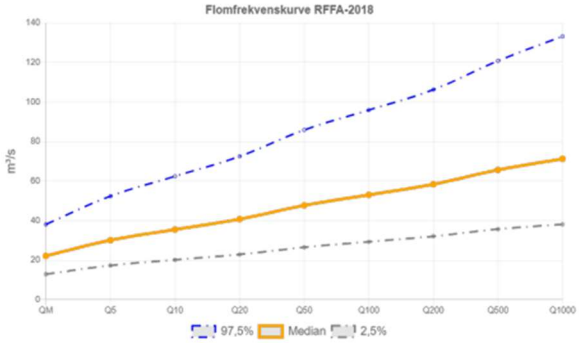
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CC7A11**
Kommune.:	**Nesbyen**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Todøla**
Nedbørfeltareal:	**124 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	179	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.21	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.36	1.60	1.84	2.15	2.39	2.64	2.96	3.22	-
Flomverdier, m³/s	22.1	30.1	35.5	40.7	47.7	53.0	58.4	65.6	71.2	81.7
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	38.1	52.3	62.4	72.5	85.8	95.9	106	121	133	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	12.9	17.3	20.2	22.9	26.5	29.3	32.1	35.7	38.1	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 9.1.2024 © nevina.nve.no

Feltparametere		
Areal (A)	124	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.06	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,NE}$)	164.9	km
Elvegradient (E_G)	34.4	m/km
Elvegradient $_{1085}$ (E_{G1085})	37.1	m/km
Helning	10.6	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	18.9	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.6	%
Myr (A_{MYR})	8.2	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	84.9	%
Sjø (A_{SJO})	2.9	%
Snaufjell (A_{SF})	1.9	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	1.6	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	152	m
Høyde $_{10}$	497	m
Høyde $_{25}$	667.5	m
Høyde $_{50}$	861	m
Høyde $_{75}$	941	m
Høyde $_{MAX}$	1163	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	15.5	l/s*km²
Nedbør juni	61	mm
Nedbør juli	76	mm
Regn og snøsmelting mai	189	mm
Regn og snøsmelting juni	74	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	75	mm
Regn og snøsmelting november	13	mm
Temperatur februar	-8.8	°C
Temperatur mars	-5.8	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	180067 E 6724303 N

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

Rapportdato: 9.1.2024 © nevina.nve.no

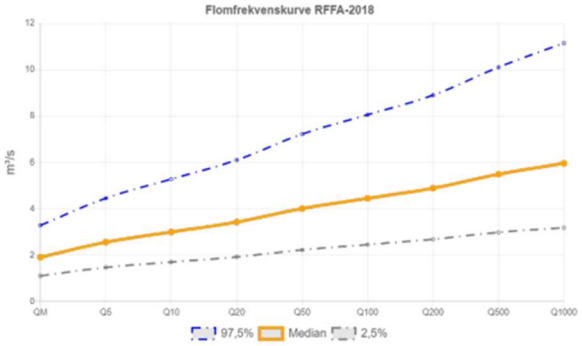
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CC81**
Kommune.:	**Nesbyen**
Fylke.:	**Viken**
Vassdrag.:	**Hallingdalsvassdraget**
Nedbørfeltareal:	**9.92 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	193	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.44	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	365	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200,klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.34	1.57	1.80	2.10	2.33	2.56	2.87	3.12	-
Flomverdier, m³/s	1.9	2.6	3	3.4	4.0	4.5	4.9	5.5	6.0	6.8
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	3.3	4.5	5.3	6.1	7.2	8.1	8.9	10.1	11.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	1.1	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.2	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.27	1.51	1.77	2.17	2.51	2.89	3.49	4.01	-
Flomverdier, m³/s	3.6	4.6	5.5	6.4	7.8	9.1	10.5	12.6	14.5	14.7
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	6.4	8.3	10.1	12.1	15.3	18.1	20.9	25.2	29.0	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	2.0	2.5	3.0	3.4	4.0	4.5	5.2	6.3	7.3	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 21.11.2023 © nevina.nve.no

Feltparametere		
Areal (A)	9.92	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	16.7	km
Elvegradient (E_G)	135.9	m/km
Elvegradient $_{1085}$ (E_{G1085})	149.7	m/km
Helning	13.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.7	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	4.2	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	7.7	%
Myr (A_{MYR})	6.0	%
Leire (A_{LERE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	73.2	%
Sjø (A_{SJO})	0.3	%
Snaufjell (A_{SF})	5.1	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	7.7	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	154	m
Høyde $_{10}$	367	m
Høyde $_{25}$	454	m
Høyde $_{50}$	722	m
Høyde $_{75}$	884	m
Høyde $_{MAX}$	1095	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	14.8	l/s*km²
Nedbør juni	62	mm
Nedbør juli	78	mm
Regn og snøsmelting mai	155	mm
Regn og snøsmelting juni	71	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	72	mm
Regn og snøsmelting november	18	mm
Temperatur februar	-8.4	°C
Temperatur mars	-5.2	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	181192 E 6719798 N

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

Rapportdato: 21.11.2023 © nevina.nve.no

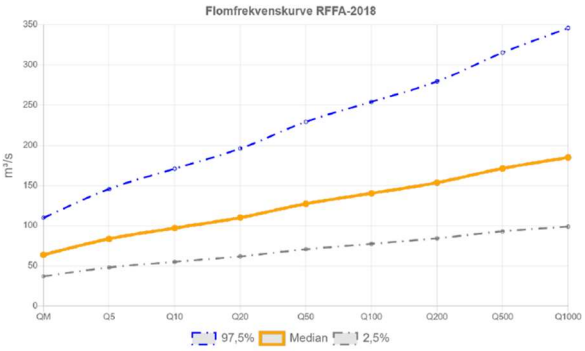
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	012.CDBA1
Kommune.:	Hemsedal
Fylke.:	Buskerud
Vassdrag.:	Grøndøla
Nedbørfeltareal:	240 km²

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

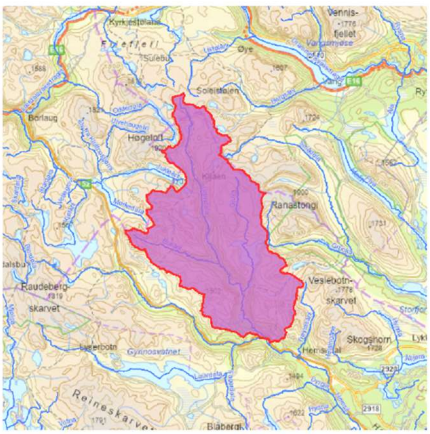


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	266	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.15	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.31	1.52	1.72	1.99	2.20	2.40	2.68	2.89	-
Flomverdier, m³/s	63.9	83.8	97.2	110	127	140	154	171	185	184
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	110	146	171	196	229	254	280	315	346	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	37.2	48.1	55.2	61.9	70.7	77.6	84.4	93.1	98.9	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 12/04/2024 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	147123 E 6766351 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	240	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.41	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	373.0	km
Elvegradient (E_G)	25.1	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	23.3	m/km
Helning	14.2	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.7	km $^{-1}$
Feltlengde (F_L)	28.6	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.2	%
Myr (A_{MYR})	2.7	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	17.5	%
Sjø (A_{SJO})	4.3	%
Snaufjell (A_{SF})	71.4	%
Urban (A_U)	0.0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.8	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	644	m
Høyde $_{10}$	909	m
Høyde $_{25}$	1091	m
Høyde $_{50}$	1272	m
Høyde $_{75}$	1450.5	m
Høyde $_{MAX}$	1828	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	27.5	l/s*km²
Nedbør juni	67	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	226	mm
Regn og snøsmelting juni	225	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	95	mm
Regn og snøsmelting november	6	mm
Temperatur februar	-10.3	°C
Temperatur mars	-8.5	°C

Rapportdato: 12/04/2024 © nevina.nve.no

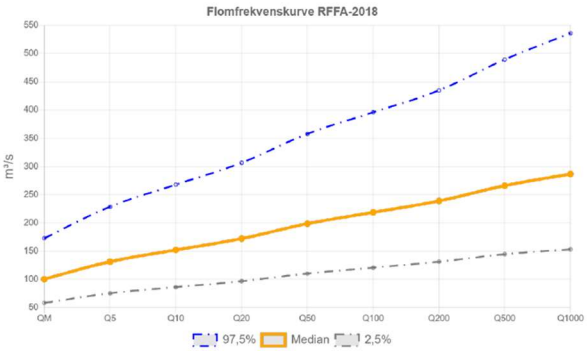
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CDC0**
Kommune.:	**Hemsedal**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Hemsil**
Nedbørfeltareal:	**368 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

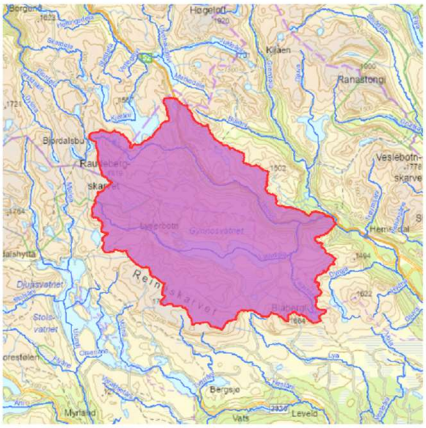


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	273	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.1	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.31	1.51	1.71	1.98	2.18	2.38	2.65	2.85	-
Flomverdier, m³/s	101	131	152	172	199	219	239	266	287	287
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	173	229	268	307	358	396	435	490	536	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	58.5	75.5	86.5	96.8	110	121	131	145	153	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 12/04/2024 © nevina.nve.no



Feltparametere		
Areal (A)	368	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.83	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	548.7	km
Elvegradient (E_G)	25.5	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	23.6	m/km
Helning	11.4	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.8	km $^{-1}$
Feltlengde (F_L)	27.6	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.4	%
Myr (A_{MYR})	5.5	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	9.2	%
Sjø (A_{SJO})	7.3	%
Snaufjell (A_{SF})	75.9	%
Urban (A_U)	0.0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	1.7	%

Hypsografisk kurve		
Høyde$_{MIN}$	648	m
Høyde$_{10}$	1045	m
Høyde$_{25}$	1142	m
Høyde$_{50}$	1308	m
Høyde$_{75}$	1489.5	m
Høyde$_{MAX}$	1814	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	29.5	l/s*km²
Nedbør juni	67	mm
Nedbør juli	76	mm
Regn og snøsmelting mai	213	mm
Regn og snøsmelting juni	256	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	96	mm
Regn og snøsmelting november	5	mm
Temperatur februar	-10.5	°C
Temperatur mars	-8.8	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	147080 E 6765989 N

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

Rapportdato: 12/04/2024 © nevina.nve.no

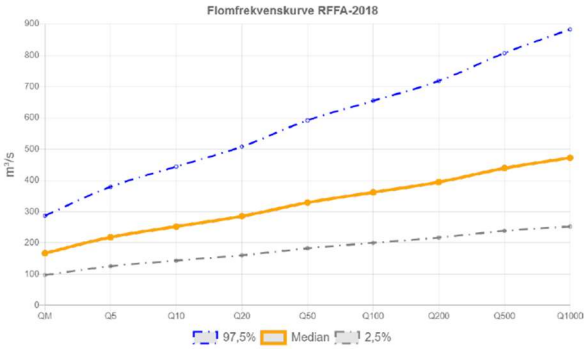
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CDB32**
Kommune.:	**Hemsedal**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Hemsil**
Nedbørfeltareal:	**617 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

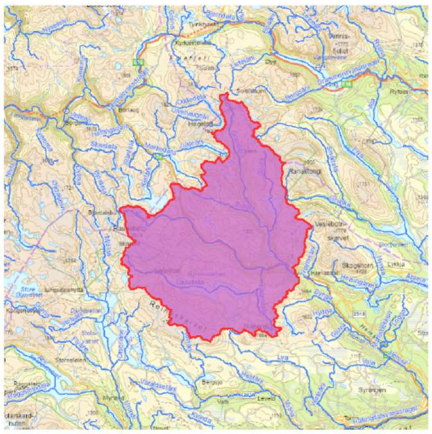


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	271	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.12	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\ klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.31	1.51	1.71	1.97	2.17	2.36	2.63	2.83	-
Flomverdier, m³/s	167	218	252	285	329	362	395	439	472	474
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	287	379	444	508	592	655	718	807	883	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	97.0	125	143	160	183	200	217	238	253	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 5.1.2024 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	148438 E 6765160 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	617	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.36	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	932	km
Elvegradient (E_G)	24.6	m/km
Elvegradient$_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	23.2	m/km
Helning	12.6	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.8	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	30.2	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.8	%
Myr (A_{MYR})	4.4	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	13.0	%
Sjø (A_{SJO})	6.1	%
Snaufjell (A_{SF})	73.5	%
Urban (A_U)	0.0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.3	%

Hypsografisk kurve		
Høyde$_{MIN}$	632	m
Høyde$_{10}$	975	m
Høyde$_{25}$	1129.5	m
Høyde$_{50}$	1290	m
Høyde$_{75}$	1469.5	m
Høyde$_{MAX}$	1828	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	28.6	l/s*km²
Nedbør juni	67	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	219	mm
Regn og snøsmelting juni	242	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	96	mm
Regn og snøsmelting november	6	mm
Temperatur februar	-10.4	°C
Temperatur mars	-8.7	°C

Rapportdato: 5.1.2024 © nevina.nve.no

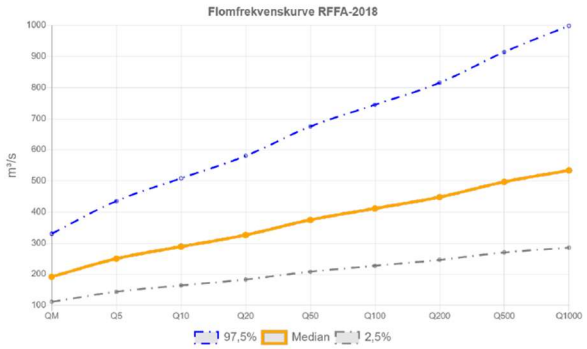
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CDA21**
Kommune.:	**Gol**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Hemsil**
Nedbørfeltareal:	**936 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

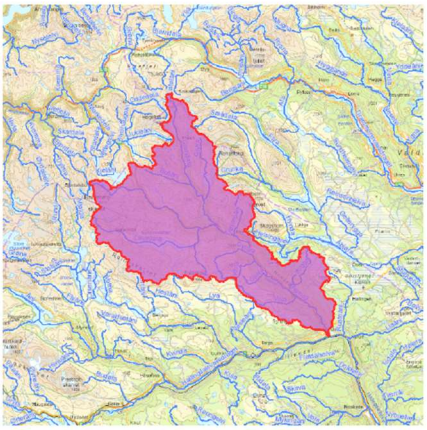


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	205	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.11	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.30	1.50	1.70	1.95	2.14	2.33	2.59	2.78	-
Flomverdier, m³/s	192	250	289	326	375	412	448	497	534	538
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	330	435	508	581	675	745	816	915	999	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	112	144	164	183	208	227	246	270	286	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 01/03/2024 © nevina.nve.no



Feltparametere		
Areal (A)	936	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.17	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	1361.3	km
Elvegradient (E_G)	18.9	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	14.3	m/km
Helning	11.6	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.7	km $^{-1}$
Feltlengde (F_L)	58.7	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	2.1	%
Myr (A_{MYR})	6.4	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	25.6	%
Sjø (A_{SJO})	4.8	%
Snaufjell (A_{SF})	57.2	%
Urban (A_U)	0.1	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.9	%

Hypsografisk kurve		
Høyde$_{MIN}$	210	m
Høyde$_{10}$	722	m
Høyde$_{25}$	947.5	m
Høyde$_{50}$	1181	m
Høyde$_{75}$	1402	m
Høyde$_{MAX}$	1828	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	24.9	l/s*km²
Nedbør juni	68	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	217	mm
Regn og snøsmelting juni	201	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	91	mm
Regn og snøsmelting november	8	mm
Temperatur februar	-10.0	°C
Temperatur mars	-8.0	°C

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	169555 E 6744340 N

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

Rapportdato: 01/03/2024 © nevina.nve.no

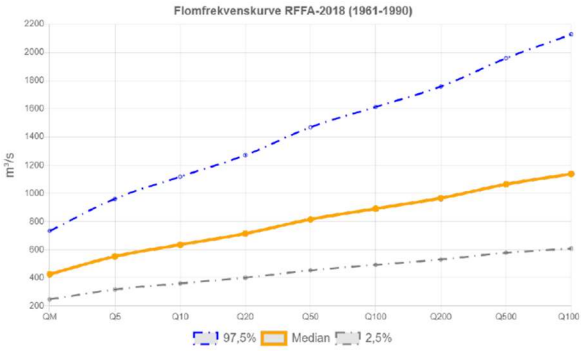
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.:	012.CF31
Kommune.:	Ål
Fylke.:	Buskerud
Vassdrag.:	Hallingdalsvassdraget
Nedbørfeltareal:	1704 km²

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.

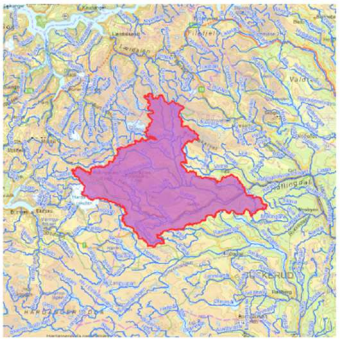


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	250	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.06	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\ klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.30	1.49	1.68	1.91	2.09	2.27	2.50	2.67	-
Flomverdier, m³/s	426	552	635	714	816	892	966	1064	1138	1160
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	733	961	1118	1272	1469	1614	1759	1959	2128	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	248	318	361	401	453	493	531	579	609	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

GUID: 0b3e56ff-7423-486b-b15c-451999c6227e Rapportdato: 23/04/2024 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	146965 E 6738249 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	1704	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.9	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	2248.1	km
Elvegradient (E_G)	16.3	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	17.8	m/km
Helning	9.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.7	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	67.4	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	1.5	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.8	%
Myr (A_{MYR})	3.9	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	18.5	%
Sjø (A_{SJO})	10.3	%
Snaufjell (A_{SF})	62.9	%
Urban (A_U)	0.1	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	440	m
Høyde $_{10}$	966	m
Høyde $_{25}$	1104.5	m
Høyde $_{50}$	1336	m
Høyde $_{75}$	1564	m
Høyde $_{MAX}$	1933	m

Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990		
Årlig middelavrenning 1961-1990 (Q_N)	30.2	l/s*km²
Nedbør juni	63	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	215	mm
Regn og snøsmelting juni	274	mm
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	98	mm
Regn og snøsmelting november	10	mm
Temperatur februar	-9.9	°C
Temperatur mars	-8.3	°C

GUID: 0b3e56ff-7423-486b-b15c-451999c6227e Rapportdato: 23/04/2024 © nevina.nve.no

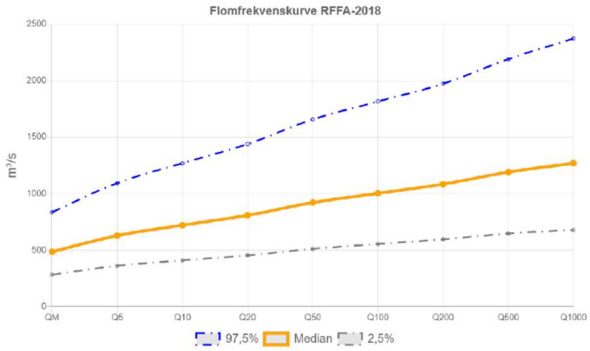
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CE20**
Kommune.:	**Gol**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Hallingdalsvassdraget**
Nedbørfeltareal:	**2312 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

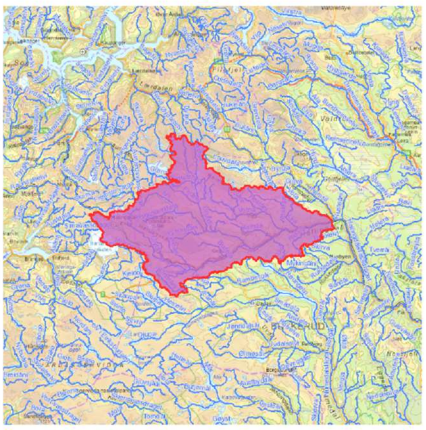


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	210	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.06	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\ klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.29	1.48	1.66	1.89	2.06	2.23	2.45	2.61	-
Flomverdier, m³/s	486	629	721	809	921	1004	1085	1191	1270	1302
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	836	1094	1269	1440	1658	1817	1975	2191	2374	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	283	361	410	455	512	555	596	647	679	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 5.1.2024 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	168658 E 6743982 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	2312	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.53	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	2984.5	km
Elvegradient (E_G)	13.7	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	12.2	m/km
Helning	9.6	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	88.6	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	1.1	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.5	%
Myr (A_{MYR})	5.8	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	25.1	%
Sjø (A_{SJO})	9.0	%
Snaufjell (A_{SF})	53.9	%
Urban (A_U)	0.2	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.5	%

Hypsografisk kurve		
Høyde$_{MIN}$	217	m
Høyde$_{10}$	790	m
Høyde$_{25}$	982	m
Høyde$_{50}$	1133	m
Høyde$_{75}$	1331	m
Høyde$_{MAX}$	1930	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	27.2	l/s*km²
Nedbør juni	64	mm
Nedbør juli	76	mm
Regn og snøsmelting mai	220	mm
Regn og snøsmelting juni	234	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	94	mm
Regn og snøsmelting november	10	mm
Temperatur februar	-9.7	°C
Temperatur mars	-7.9	°C

Rapportdato: 5.1.2024 © nevina.nve.no

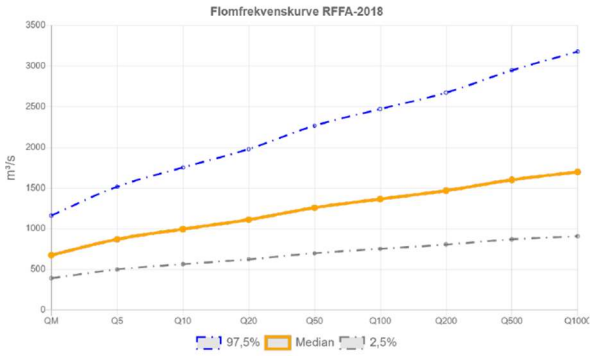
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.CD6**
Kommune.:	**Gol**
Fylke.:	**Buskerud**
Vassdrag.:	**Hallingdalsvassdraget**
Nedbørfeltareal:	**3254 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

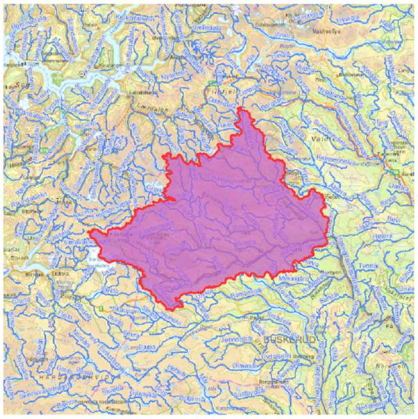


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	208	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.07	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\ klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.29	1.47	1.65	1.86	2.02	2.17	2.37	2.51	-
Flomverdier, m³/s	677	872	997	1113	1260	1366	1470	1602	1700	1764
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1164	1517	1754	1981	2267	2473	2675	2948	3179	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	393	501	566	625	700	755	808	871	909	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 01/03/2024 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	169756 E 6744250 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	3254	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.28	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	4347.4	km
Elvegradient (E_G)	13.6	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	12.0	m/km
Helning	10.2	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	89.7	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0.8	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.7	%
Myr (A_{MYR})	6.0	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	25.3	%
Sjø ($A_{SJØ}$)	7.8	%
Snaufjell (A_{SF})	54.8	%
Urban (A_U)	0.2	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.6	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	209	m
Høyde $_{10}$	767	m
Høyde $_{25}$	972.5	m
Høyde $_{50}$	1144	m
Høyde $_{75}$	1354	m
Høyde $_{MAX}$	1930	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	26.5	l/s*km²
Nedbør juni	65	mm
Nedbør juli	77	mm
Regn og snøsmelting mai	219	mm
Regn og snøsmelting juni	224	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	93	mm
Regn og snøsmelting november	9	mm
Temperatur februar	-9.8	°C
Temperatur mars	-7.9	°C

Rapportdato: 01/03/2024 © nevina.nve.no

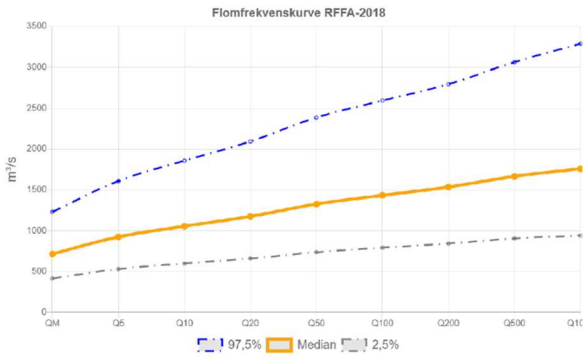
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	012.CC62
Kommune.:	Nesbyen
Fylke.:	Viken
Vassdrag.:	Hallingdalsvassdraget
Nedbørfeltareal:	4233 km²

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

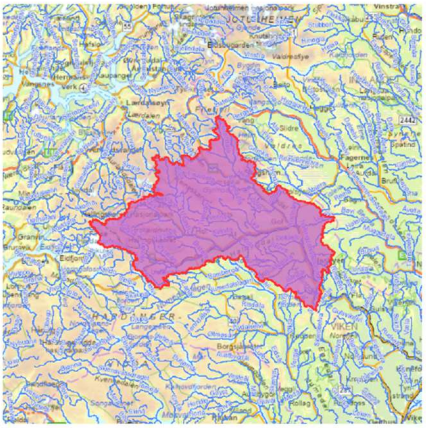


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	169	l/s*km²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	1.07	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\ klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.29	1.47	1.64	1.85	2.00	2.15	2.33	2.46	-
Flomverdier, m³/s	715	924	1055	1176	1325	1432	1535	1665	1759	1535
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1230	1607	1857	2093	2385	2593	2794	3064	3289	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	416	531	599	661	736	791	844	905	941	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 15.11.2023 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	183096 E 6717866 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	4233	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.17	%
Elvleengde uten sjø (E_{TLnet})	5641.3	km
Elvegradient (E_C)	9.8	m/km
Elvegradient$_{1085}$ ($E_{C,1085}$)	9.5	m/km
Helning	10.0	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	106.8	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0.6	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.8	%
Myr (A_{MYR})	7.4	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	35.1	%
Sjø (A_{SJO})	6.9	%
Snaufjell (A_{SF})	44.3	%
Urban (A_U)	0.2	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.8	%

Hypsografisk kurve		
$Høyde_{MIN}$	152	m
$Høyde_{10}$	699	m
$Høyde_{25}$	895	m
$Høyde_{50}$	1071	m
$Høyde_{75}$	1281.5	m
$Høyde_{MAX}$	1930	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q_N)	23.7	l/s*km²
Nedbør juni	64	mm
Nedbør juli	76	mm
Regn og snøsmelting mai	213	mm
Regn og snøsmelting juni	189	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	89	mm
Regn og snøsmelting november	10	mm
Temperatur februar	-9.6	°C
Temperatur mars	-7.5	°C

Rapportdato: 15.11.2023 © nevina.nve.no

NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95