



Internt notat

Til: Paul Christen Røhr

Fra: Anne Fleig

Ansvarlig: Sverre Husebye

Dato: 28.08.2014

Saksnr.: 201404480-1

Arkiv:

Kopi:

Flomberegninger for Bæla (002.DD52), Lunde (002.DD52) og Åretta (002.DD51) i Lillehammer

Sammendrag

Det er utført flomberegning for tre vassdrag i Lillehammer før innløpet i Mjøsa: Bæla mellom E6 og Mjøsa nedenfor samløpet med siste sidebekk, Lunde mellom E6 og Mjøsa nedenfor samløpet med siste sidebekk og Åretta mellom jernbanelinjen og Mjøsa. Flommer med gjentaksintervall 10, 50, 100 og 200 år er beregnet samt flommer basert på høyeste observert nedbør på Østlandet og nedbørhendelsen i Lillehammer 7.-8. juli 2014 med nedbørsobservasjoner fra Fåvang.

Det foreligger ingen vannføringsdata fra vassdragene. Flomberegninger er utført med nedbør-avløpmetoden basert på PQRUT og sammenliknet med flomfrekvensberegninger fra sammenlignbare felt på Østlandet.

Det ventes en økning av flommer i vassdrag som Bæla, Lunde og Åretta på grunn av klimaendringer og en økning i ekstremnedbør frem mot år 2100. NVE anbefaler å forvente en økning på 20% for 200 årsflommen.

Resulterende kulminasjonsvannføringer ble:

	Areal km ²	P varighet timer	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q _{200 + 20%} m ³ /s	Q _{maks obsP} m ³ /s	Q _{P 8.7.14} m ³ /s
Bæla	9,8	4	14	18	19	21	25	21	16
Lunde	2,8	1	6	9	10	11	13	12	6
Åretta	15,9	6	21	26	28	31	37	31	24

Flomberegningen er kontrollert av Erik Holmqvist, NVE.

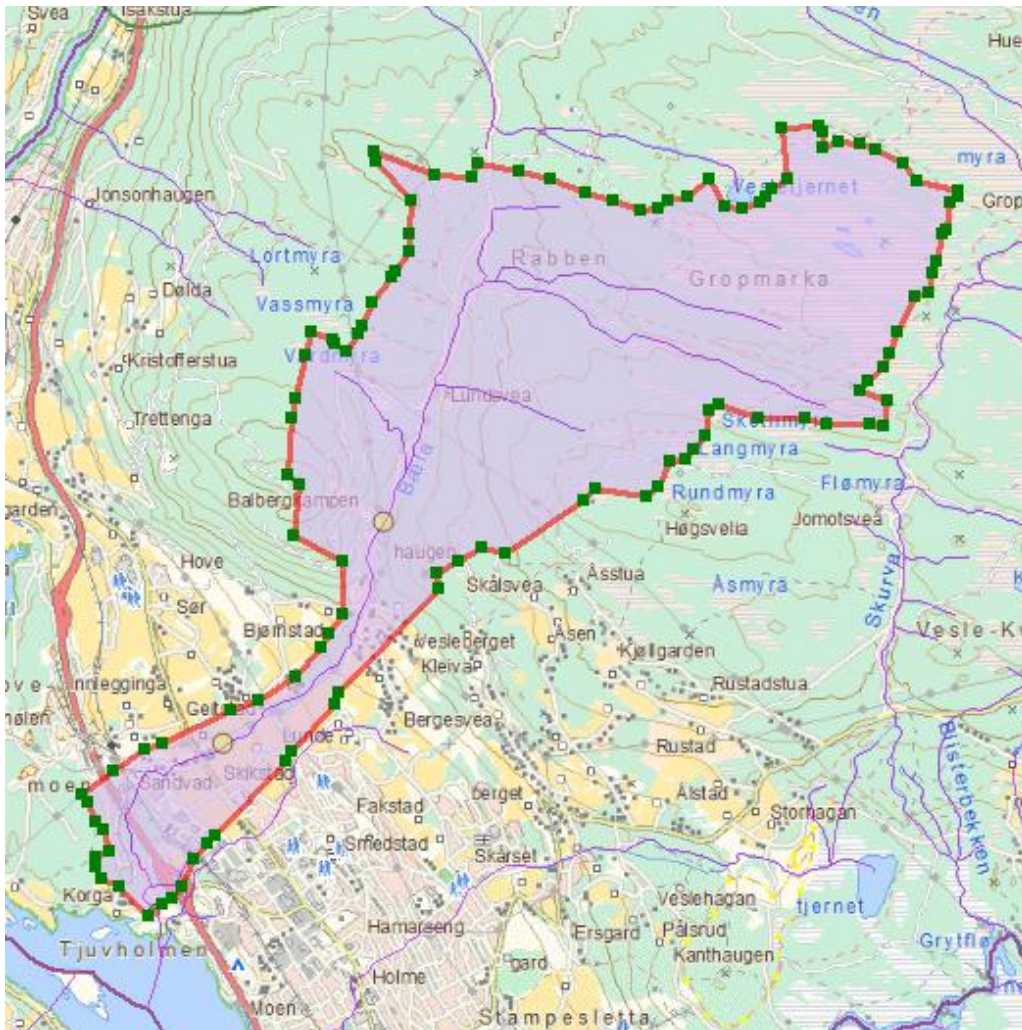
Beskrivelse av nedbørfelt til Bæla, Lunde og Åretta i Lillehammer kommune, Oppland

Bæla, Lunde og Åretta er tre mindre vassdrag som har innløp i Mjøsa i Lillehammer. Det skal beregnes flommer med forskjellige gjentakintervall like før innløpet til Mjøsa på grunn av skader langs vassdragene under nedbørhendelsen 7.-8. juli 2014.

Nedbørfelt og feltkarakteristika og middelvannføring (1961 – 2000) til alle tre vassdrag er bestemt med hjelp av lavvannsapplikasjonen i NVE atlas og tilleggsinformasjon fra en terrengmodell med høyere oppløsning.

Bæla

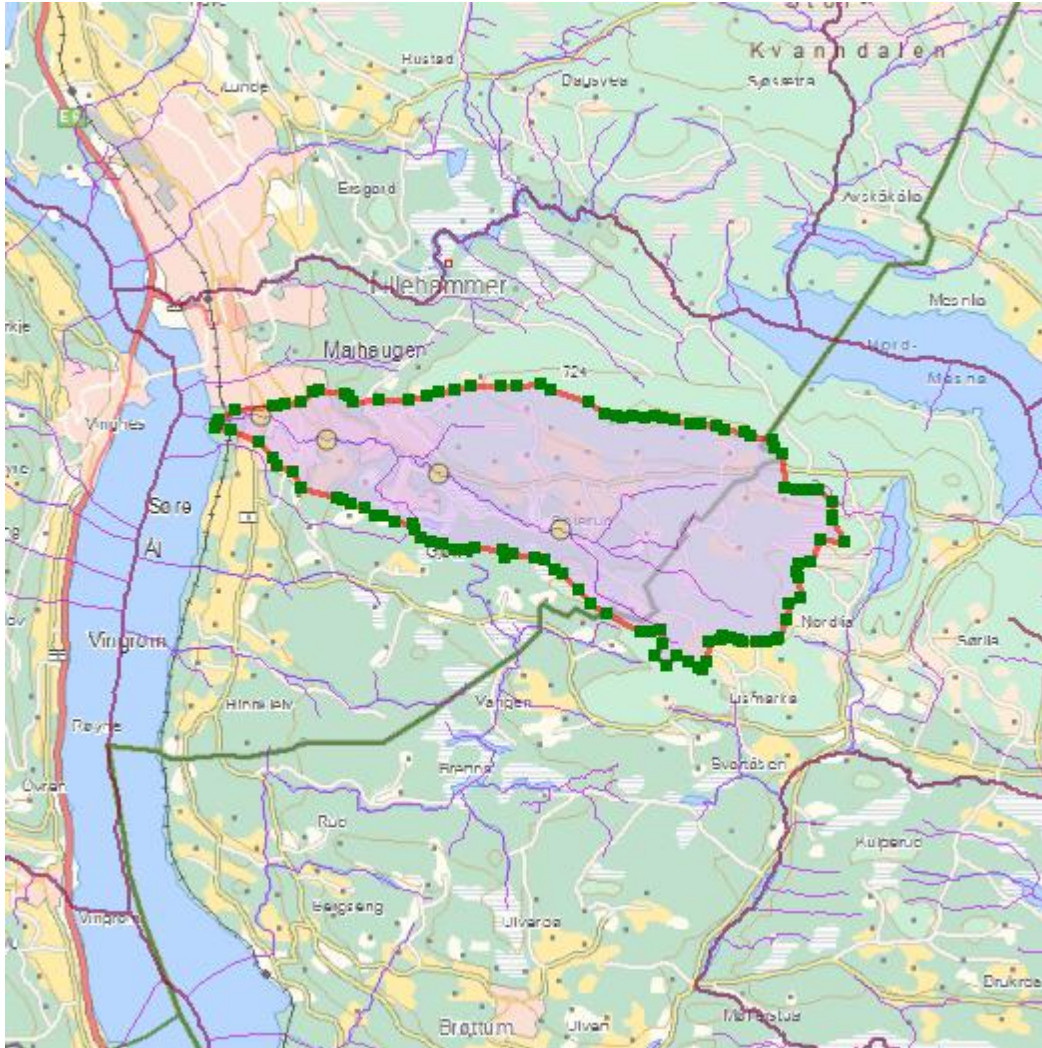
For flomberegningene i Bæla er det valgt et punkt mellom E6 og Mjøsa nedenfor samløpet med siste sidebekk. Det totale nedbørfelt dit er på 9,8 km². Kartet i figur 1 viser nedbørfeltet. Feltkarakteristika for beregningspunktet er vist i tabell 1.



Figur 1. Nedbørfelt til Bæla.

Åretta

For flomberegningene i Åretta er det valgt et punkt mellom jernbanelinjen og Mjøsa. Det totale nedbørfelt dit er på 15,9 km². Kartet i figur 3 viser nedbørfeltet. Feltkarakteristika for beregningspunktet er vist i tabell 1.



Figur 3. Nedbørfelt til Åretta.

Observerte vannføringsdata

Det er ingen vannføringsstasjoner med sammenlignbare feltkarakteristika og størrelse av nedbørfelt i området. Vannføringsstasjoner med mest mulig like feltkarakteristika og brukbar datakvalitet er derfor valgt fra hele Østlandsområde. I forbindelse med NIFS prosjektet ble det utført flomfrekvensberegninger for nedbørfelt mindre enn 50 km² av Seija Stenius (NVE). Feltkarateristika og flomberegninger til de valgte målestasjoner er gjengitt i tabeller 2 og 3.

Tabell 2. Feltkarakteristika til valgte vannføringsstasjoner

Nr.	Navn	Areal	Periode	År	Utelate	Min	Maks	Eff. sjø	Urban
-----	------	-------	---------	----	---------	-----	------	----------	-------

		(km ²)			år	høyde (m)	høyde (m)	%	%
8.8	Blomsterkroken	22,2	1975-2004	27	3	21	458	0,27	7,90
8.6	Sæternbekken	6,33	1972-2009	34	4	102	420	0,01	0,48

Tabell 3. Flomberegninger til valgte vannføringsstasjoner

Nr.	Navn	Q _N * l/s/km ²	Q ₁₀ l/s/km ²	Q ₅₀ l/s/km ²	Q ₁₀₀ l/s/km ²	Q ₂₀₀ l/s/km ²
8.8	Blomsterkroken	18,34	643	976	1149	1345
8.6	Sæternbekken	17,52	982	1407	1587	1766

* ifølge NVE-atlas 18, 3 l/(s·km²) for Blomsterkroken og 17,6 l/(s·km²) for Sæternbekken.

Flomberegning med nedbør-avløp-metoden (PQRUT)

I 2012 har met.no utført nye beregninger av ekstrem korttidsnedbør på Østlandet basert på data fra pluviometer og radar til og med 31.12.2011 (NVE rapport 78-2012). De høyeste observerte nedbørverdiene er også publisert De høyeste verdiene er ofte observert i området rund Oslofjorden, men der ligger også de fleste nedbørstasjonene og med lengst tidsserie. I rapporten publiseres det estimat av 10, 50, 100 og 200 års nedbør for varigheter fra 1 minutt til 24 timer for seks nedbørstasjoner. Ut fra disse seks stasjoner ligger Hamar II nærmest til Lillehammer men har en betydelig lavere årsnedbør enn Lillehammer (senorge.no). Årsnedbør på Blindern og Gardermoen er mer i samme størrelsesorden som på Lillehammer. Estimat for korttidsnedbør og maksimal observert korttidsnedbør er større på Blindern enn på Gardermoen og er derfor valgt som grunnlag for flomberegninger ved Bæla, Lunde og Åretta med PQRUT. Nedbørhendelser med 10, 50, 100 og 200 års nedbør og en varighet av 1, 2, 3, 4, 6 og 12 timer blir testet. Nedbørhendelser av 4 timer varighet ga høyest maksimal vannføring i Bæla. For Lunde var det nedbørhendelser av 1 time og for Åretta 6 timer. Valgte nedbørverdier med resulterende flomverdier er vist i tabell 4-6. Nedbør- og vannføringsforløpet for estimert 200-års flom er vist i figur 4-6.

I tillegg ble det utført flomberegning for nedbørhendelsen 7.-8. juli 2014. I følge Vær og vind (www.verogvind.net) ble det den dagen målt 61 mm nedbør på 24 timer ved stasjonen Lillehammer-Sætherengen. Høyeste verdi på en time var 14,9 mm. Vi har tilgang til nedbørdata på times-oppløsning fra to stasjoner i nærheten: Gausdal og Fåvang. På Gausdal ble det den dagen målt totalt 48 mm (kl. 10, 7.7.2014 – kl. 10, 8.7.2014). I samme tidsrom ble det målt 74,6 mm på Fåvang. Interpolerte nedbørverdier fra met.no antyder verdier over 80 mm i høyereliggende deler av nedbørfeltene til Bæla, Lunde og Åretta. Nedbørforløpet observert på Fåvang er derfor valgt for en flomberegning. Men den faktiske arealnedbøren i de tre feltene er ukjent. Den kan ha vært lavere eller høyere enn observert på Fåvang og nedbørmengdene har sannsynligvis også variert mellom lavere og høyere liggende deler av feltene. Det er dermed en del usikkerhet knyttet til antatt nedbørforløpet og beregnet vannføring må sees som grovt estimat. De resulterende maksimale vannføringsverdier er vist i tabell 4-6 og hele hendelsen i figur 7. Sammenliknet med de antatte nedbørhendelsene som skulle føre til 10 til 200 års flommer i de tre nedbørfeltene, var nedbørhendelsen fra 7.-8. juli 2014 mye mer langvarig og men lavere maksimale nedbørmengder i løpet av en eller to timer. Rask responderende nedbørfelt med kort konsentrasjonstid av noen få timer vil da få lavere maksimal vannføring.

Tabell 4. Flomberegninger for Bæla

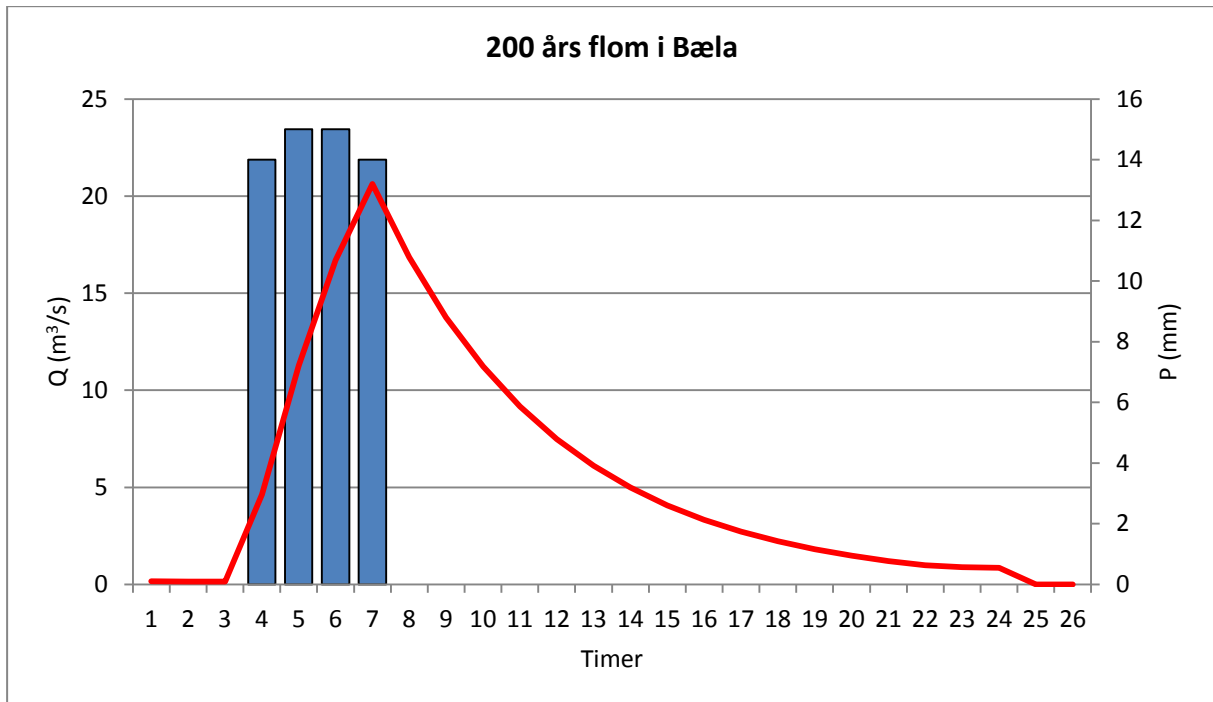
Gjentaks-intervall	P 4 timer (mm)	Q_{\max} (m ³ /s)	q_{\max} (l/s/km ²)	$Q_{\max}+20\%$ (m ³ /s)	$q_{\max}+20\%$ (l/s/km ²)
10	40	14	1412	17	1694
50	50	18	1796	21	2155
100	54	19	1951	23	2341
200	58	21	2105	25	2526
maks obs P	59	21	2147		
7.-8. juli 14	31	16	1584		

Tabell 5. Flomberegninger for Lunde

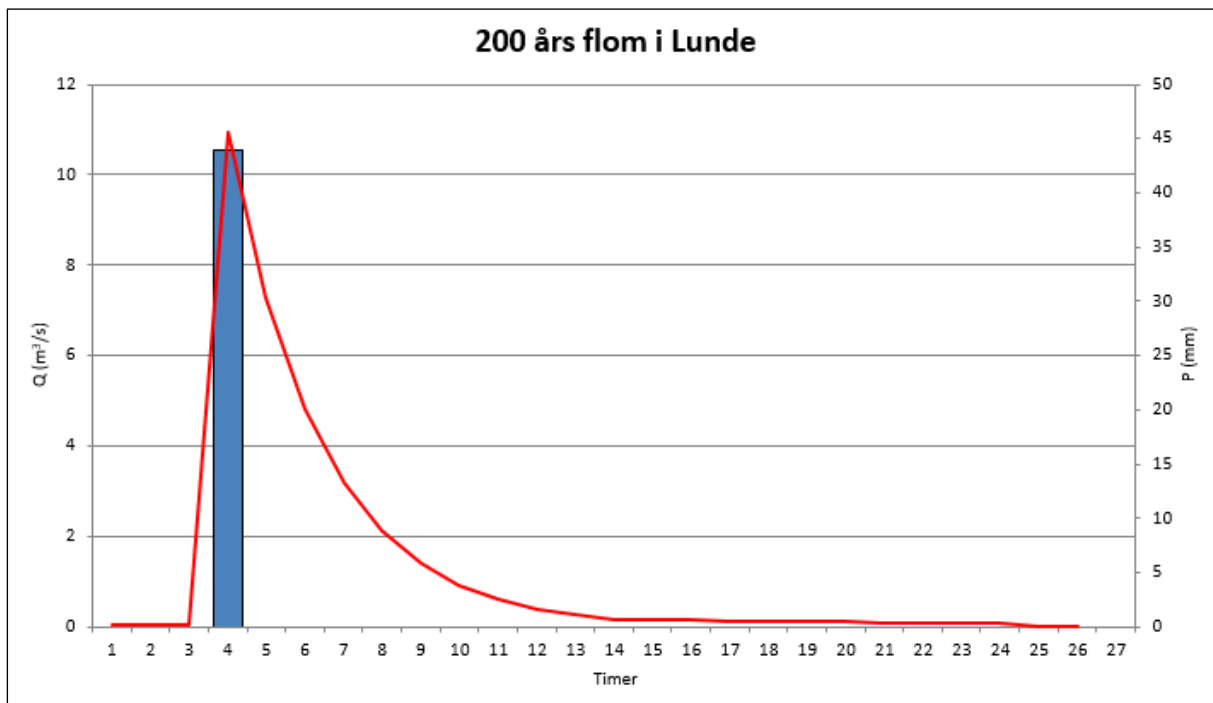
Gjentaks-intervall	P 1 time (mm)	Q_{\max} (m ³ /s)	q_{\max} (l/s/km ²)	$Q_{\max}+20\%$ (m ³ /s)	$q_{\max}+20\%$ (l/s/km ²)
10	27	6	2317	8	2780
50	37	9	3157	11	3788
100	40	10	3531	12	4237
200	44	11	3904	13	4685
maks obs P	49	12	4371		
7.-8. juli 14	18	6	2049		

Tabell 6. Flomberegninger for Åretta

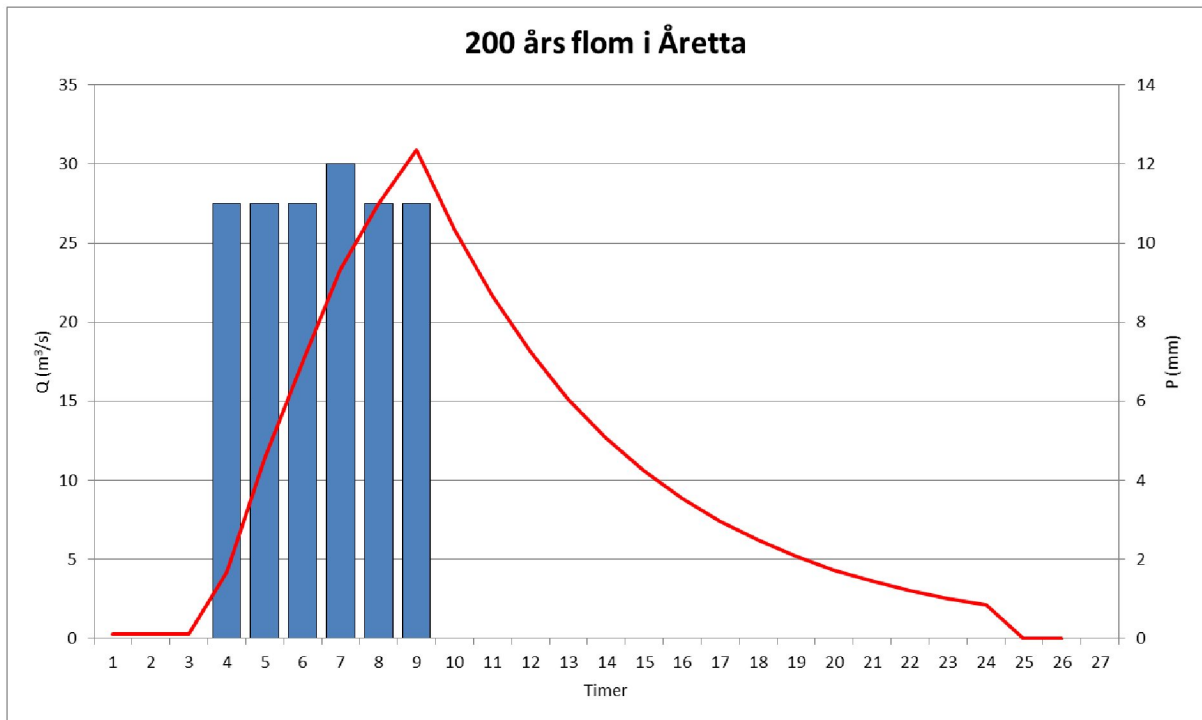
Gjentaks-intervall	P 6 timer (mm)	Q_{\max} (m ³ /s)	q_{\max} (l/s/km ²)	$Q_{\max}+20\%$ (m ³ /s)	$q_{\max}+20\%$ (l/s/km ²)
10	47	21	1319	25	1583
50	58	26	1666	32	1999
100	63	28	1789	34	2147
200	67	31	1945	37	2334
maks obs P	68	31	1971		
7.-8. juli 14	41	24	1498		



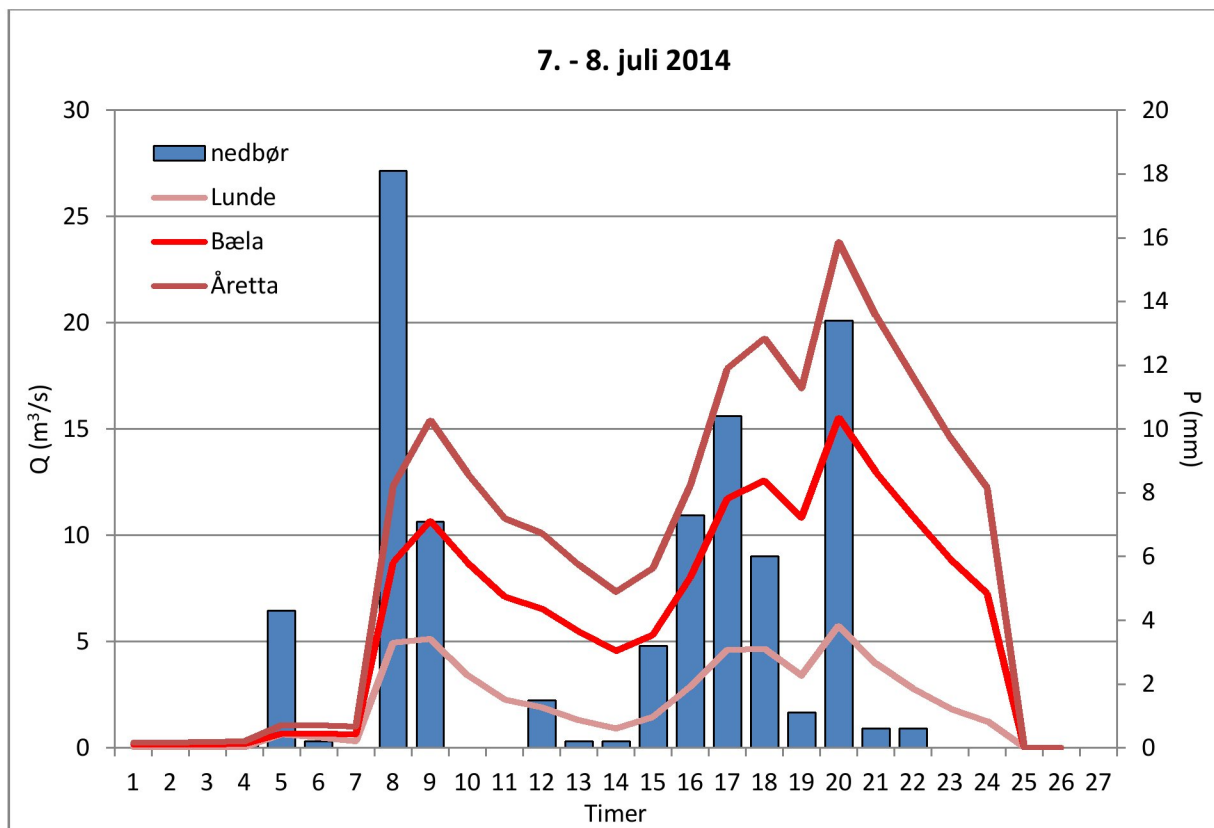
Figur 4. Estimert vannføring i Bæla basert på en 200-års nedbørhendels med 4 timer varighet.



Figur 5. Estimert vannføring i Lunde basert på en 200-års nedbørhendels med 1 time varighet.



Figur 6. Estimert vannføring i Åretta basert på en 200-års nedbørhendels med 6 timer varighet.



Figur 7. Estimert nedbørforløp og beregnet vannføring 7.-8- juli 2014.

Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer

I NVE-report 5-2011 "Hydrological projections for floods in Norway under a future climate" er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. Ut fra avsnitt 8.6 Østlandet i nevnte rapport anbefales det å forvente en økning av 20% for flommer ved 200-år gjentaksintervall. Rapporten tar ikke hensyn til lavere gjentaksintervaller. Estimert av flomverdier for alle gjentaksintervaller med en økning av 20% er gitt i tabell 4-6 for Bæla, Lunde og Åretta.

Usikkerhet

Det er en del usikkerhet knyttet til flomberegninger i Bæla, Lunde og Åretta. Usikkerheten kommer både fra estimat av brukte nedbørverdier, modellen PQRUT og i noen grad også fra avgrensningen av nedbørfelt. Spesielt i områder med myr og bebyggelse kan det være vanskelig å definere grenser til nedbørfelt nøyaktig. Under ekstreme nedbørhendelser kan avrenningsforholdene også endre seg, for eksempel når vannet renner langs veier eller ved at vann «spruter» opp av sluk på grunn av tette dreneringsveier eller avløpsrør med for dårlig kapasitet. Dette kan medføre at et større eller mindre område enn det egentlige nedbørfelt drenerer til vassdraget.

Når det gjelder PQRUT, er det stor usikkerhet knyttet til bestemmelsen av modellparametrene som bestemmer hvor raskt nedbørfeltet responderer på regnvær og hvor høy flomtoppen blir. Disse er derfor bestemt ut fra empiriske ligninger basert på fysiografiske forhold, det er ingen observerte vannføringer fra de aktuelle bekkene å kalibrere modellene mot.

Referanser

NVE-report 5-2011, Hydrological projections for floods in Norway under a future climate.

NVE-report 78-2012, Ekstrem korttidsnedbør på Østlandet fra pluviometer og radar data.