

**NOTAT**

OPPDRAG	<b>Endring av reguleringsplan for Eikefet og Urdal</b>	DOKUMENTKODE	616789-RIVass-NOT-001 Flomberegning
EMNE	Flomberegning for Eikefetelvi og elv i Urdalen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Lindum AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Solveig Renslo
KONTAKTPERSON	Marianne Seland	SAKSBEHANDLER	Sigurd Sørås
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

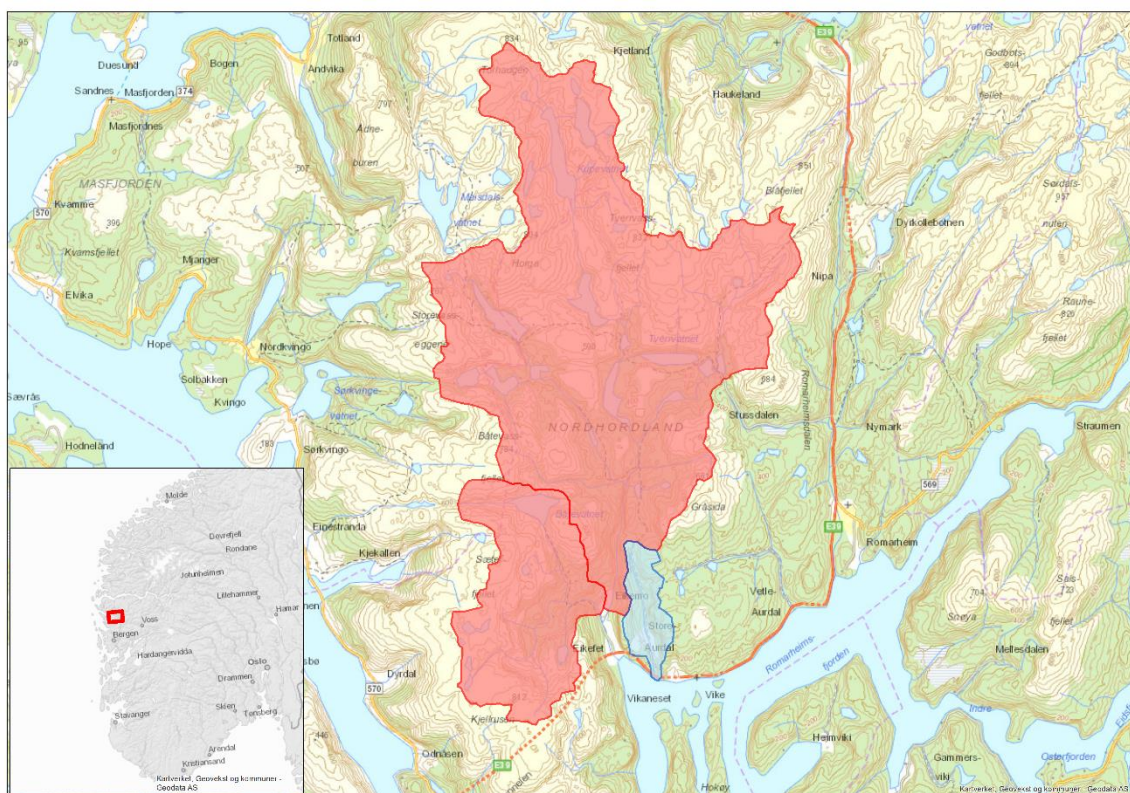
<b>1</b>	<b>Flomberegninger .....</b>	<b>1</b>
1.1	Nedbørfelter .....	1
1.2	Flomfrekvensanalyse .....	2
1.3	Regionale flomformler .....	4
1.4	Flomformler for små nedbørfelt .....	4
1.5	Nedbør-avløpsmodell .....	4
1.5.1	PQRUT .....	4
1.5.2	Ekstremnedbør og snøsmelting .....	5
1.5.3	Flomverdier .....	5
1.6	Dimensjonerende flomverdier .....	5
<b>2</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>10</b>
	<b>Vedlegg 1 – Snøsmelting og nedbørforløp.....</b>	<b>11</b>
	<b>Vedlegg 2 – NEVINA.....</b>	<b>15</b>
	<b>Vedlegg 3 – NIFS .....</b>	<b>18</b>

## 1 Flomberegninger

Det er utført flomberegninger for to vassdrag: Eikefetelvi og en elv i Urdalen med ukjent navn. Flomverdier med gjentaksintervall 20, 200 og 200 år inkludert klimapåslag er beregnet. Begge vassdragene renner ut i havet ved Romarheimsfjorden/Osterfjorden i Vikaneset.

### 1.1 Nedbørfelter

For å finne realistiske kulminasjonsvannføringer, er det er valgt å dele opp nedbørfeltet for Eikefetelvi i to deler nedstrøms Neset slik vist i figuren under. Her møtes to delvassdrag, som skal inkluderes i den hydrauliske modellen for Eikefet. Det sørvestlige delfeltet er mindre og brattere, og flomtoppen vil opptre tidligere enn flomtoppen for det nordøstlige delfeltet. Begge vassdragene befinner seg i kystområdet K2, og skal ha et klimapåslag på 20%.



Figur 1-1 Nedbørfelt for Eikefetelvi (rød farge) og elven i Urdalen (blå farge).

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
0	09.04.2018		Sigurd Sørås	Kristine Lilleeng Walløe	Kristine Lilleeng Walløe

Feltparametere for de ulike feltene er presentert i tabellen nedenfor. Felldata er hentet fra NVEs verktøy NEVINA, presentert i vedlegg 2, og kontrollert ved hjelp av GIS-verktøy.

Tabell 1. Feltparametere for feltene

Felt	Nedbørfelt totalt	Midlere spesifikk avrenning	Effektiv sjøprosent	Snaufjellprosent
	km <sup>2</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	%	%
Eikefetelvi vestre	13,3	139	0,9	64,9
Eikefetelvi østre	54,4	127	1	61,8
Elv i Urdalen	2,3	86	0	0

For å beregne konsentrasjonstiden til nedbørfeltene er det valgt å benytte en vannhastighet på 1 m/s multiplisert med feltlaksens lengde  $L_f$  til å finne antall timer. Oppsummert i tabellen under.

Tabell 2. Feltenes konsentrasjonstid

Felt	Nedbørfelt totalt	Feltlaksens lengde ( $L_f$ )	Konsentrasjonstid
	km <sup>2</sup>	km	timer
Eikefetelvi vestre	54,4	13,4	3,7
Eikefetelvi østre	13,3	4,3	1,2
Elv i Urdalen	2,3	3,1	0,9

## 1.2 Flomfrekvensanalyse

For å finne representative målestasjoner for vannføring som kan brukes til å beskrive de aktuelle vassdragene, er det valgt å se på målestasjoner innenfor en radius på 50 km fra Eikefet. Stasjoner med kort dataserie, samt stasjoner med svært ulike feltparametere er forkastet. Forskjellige målestasjoner vil være representativ for de tre delfeltene. Det er derfor valgt å gi hver stasjon en poengsum fra 0 til 16, basert på en rekke parametere som har betydning for flomforholdene i forhold til hvert delfelt. Stasjonene med de høyeste poengsummene for de ulike delfeltene er oppsummert i tabellen under.

Tabell 3. Poengverdi for de beste målestasjonene for de ulike nedbørfeltene

	Kåldalen	Steinslandsvatn	Håvardstun	Dyrdalsvatn	Svartevatn
	61.8	64.2	56.2	55.5	62.18
Eikefetelvi vestre	9	6	3	7	9
Eikefetelvi østre	7.5	6	3	7	12
Elv i Urdalen	7	8	8	8	7

Det er valgt å videre benytte målestasjonene 62.18 og 61.8 til å beskrive delfeltene i denne flomberegningen, dette fordi det er disse to målestasjonene som antas å best beskrive delfeltene. Målestasjon 62.18 er tidligere brukt i beregning av flomverdier for Eikefetvassdraget (NVE, 2013).

Tabell 4 Flomfrekvensanalyse for to målestasjoner

	qm	q20	q20/qm	q200	q200/qm	Valgt fordeling	
	l/s/km <sup>2</sup>	[m <sup>3</sup> /s]		[m <sup>3</sup> /s]			
Kåldalen	61.8	1027	1665	1,6	2181	2,1	GEV
Svartevatn	62.18	1099	1597	1,5	1778	1,6	Weibull
Gjennomsnitt	-	1063	1631	1,5	1980	1,9	

Verdiene fra flomfrekvensanalysen er brukt til å anslå flomverdier for de tre nedbørfeltene. For å anslå sammenheng mellom døgnflom og kulminasjonsvannføring er det brukt formelverk gitt i retningslinjene for flomberegninger (NVE, 2011).

Tabell 5 Beregnede flomverdier ved hjelp av nærliggende målestasjoner

	Qm	Qm, mom	Q20	Q20, mom	Q200	Q200, mom	QT/Qmom
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	
Eikefetelvi vestre	14	25	22	39	27	48	1,8
Eikefetelvi østre	58	93	89	143	110	176	1,6
Elv i Urdalen	2	4	4	7	5	8	1,8

### 1.3 Regionale flomformler

Regionale flomformler har gyldighetsintervall for nedbørfelt over 20 km<sup>2</sup>. De regionale flomformlene vil derfor kun være gyldig for nedbørfeltet Eikefetelvi østre. NVE anbefaler derimot at de bør brukes med forsiktighet for felt < 100 km<sup>2</sup> (NVE, 2011). Det er derfor valgt at denne flomberegningmetoden ikke er relevant for denne beregningen.

### 1.4 Flomformler for små nedbørfelt

Kulminasjonsvannføringer ved ulike gjentaksintervall for små nedbørfelt kan beregnes ved hjelp av fremgangsmåten beskrevet i veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (NVE, 2015). Gyldigheten for NVEs flomformler for små nedbørfelt er fra 0,2-53 km<sup>2</sup>. Det er derfor antatt at nedbørfeltene i denne flomberegningen er innenfor gyldighetsintervallet for disse formlene. Resultater fra flomberegningene er gitt i tabellen under samt i vedlegg 3:

Tabell 6 Resultater fra beregning ved hjelp av NVEs flomformler for små nedbørfelt inkludert konfidensintervall

	Q20			Q200		
	[m <sup>3</sup> /s]			[m <sup>3</sup> /s]		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Eikefetelvi vestre	21	40	75	31	60	123
Eikefetelvi østre	66	124	235	96	191	383
Elv i Urdalen	4	7	14	6	12	23

### 1.5 Nedbør-avløpsmodell

#### 1.5.1 PQRUT

Karmodellen PQRUT kan benyttes til å beregne tilløpsflom ved hjelp av nedbørdata. Inngangsparametere i beregningsmodellen er tømmekonstantene K1 og K2, samt terskelverdien T. Modellen er nærmere beskrevet i retningslinjer for flomberegninger (NVE, 2011). Parameterne er oppsummert i tabellene under.

Tabell 7 Beregningsparametere for beregning av K1, K2 og T

Nedbørfelt	q <sub>N</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	A <sub>SE</sub> (%)	H <sub>50</sub> (m.o.h)	L <sub>F</sub> km	H <sub>L</sub> m/km
Eikefetelvi vestre	139	0,9	259	4,3	60,23
Eikefetelvi østre	127	1,0	123,5	13,4	9,22
Elv i Urdalen	86	0,001	170	3,1	54,84

Tabell 8 Input til PQRUT

Nedbørfelt	K1	K2	T
	time <sup>-1</sup>	time <sup>-1</sup>	mm
Eikefetelvi vestre	0,257	0,05	39,76
Eikefetelvi østre	0,138	0,036	41,01
Elv i Urdalen	0,275	0,055	24,67

### 1.5.2 Ekstremnedbør og snøsmelting

For å konstruere et tilløpshydrogram, er det valgt å benytte nedbørdata fra nedbørfelt Rundhaugstemma og Baugtveitstemma som ligger ca. 19 km fra Eikefet. Nedbørdata er levert av met.no i forbindelse med flomberegning for de to nedbørfeltene i 2015 (Multiconsult, 2015).

Ut i fra nedbørdataen kommer det frem at det er årsnedbør uten snøsmelting som gir de høyeste verdiene, og det er derfor valgt å benytte dette som dimensjonerende situasjon. Beregninger vist i vedlegg 1.

Ut i fra ekstremstatistikken er det konstruert syntetiske nedbørforløp for de tre nedbørfeltene ved M20 og M200. Nedbørforløpene er vist i vedlegg 1

### 1.5.3 Flomverdier

Den totale flomverdien består av tilsig fra terrenget i nedbørfeltet beregnet ved hjelp av PQRUT. Det er utført beregninger for hvert delfelt, slik vist i figuren under.

Tabellen under viser kulminasjonsvannføringer og justeringsfaktor av PQRUT verdiene for de ulike nedbørfeltene.

Tabell 9 Kulminasjonsvannføringer fra flomberegning ved hjelp av nedbør- avløpsmodell

Nedbørfelt	Q20	Q20	Q200	Q200	Q200+20%	Q200+20%
	[m <sup>3</sup> /s]	(kulm.) [m <sup>3</sup> /s]	(kulm.) [m <sup>3</sup> /s]	(kulm.) [m <sup>3</sup> /s]	(kulm.) [m <sup>3</sup> /s]	(kulm.) [m <sup>3</sup> /s]
Eikefetelvi vestre	15	37	23	55	27	66
Eikefetelvi østre	62	104	90	148	108	177
Elv i Urdalen	3	7	4	10	5	12

### 1.6 Dimensjonerende flomverdier

For å best beskrive flomvannføringer ved ulike vannføringer, er det valgt at flomfrekvensanalysen best beskriver døgnverdiene ved ulike gjentaksintervall. For å konstruere tilløpshydrogrammer, samt beskrive kulminasjonsvannføringer, er det valgt at den det er nedbør- avløpsmodellen som er best egnet. Det er derfor valgt å justere flomhydrogrammene beregnet med PQRUT slik at døgnverdiene tilsvarer døgnverdiene funnet i flomfrekvensanalysen ved å multiplisere verdiene med en justeringsfaktor.

Resultatene fra PQRUT er justert slik at den maksimale døgntflommen beregnet med PQRUT samsvarer med døgntflomverdier funnet ved hjelp av flomfrekvensanalysen. Tabellen under viser justeringsfaktor samt resultater.

Tabell 10 Vannføringer fra flomberegning ved hjelp av nedbør- avløpsmodell, justert for å samsvare med flomfrekvensanalyse

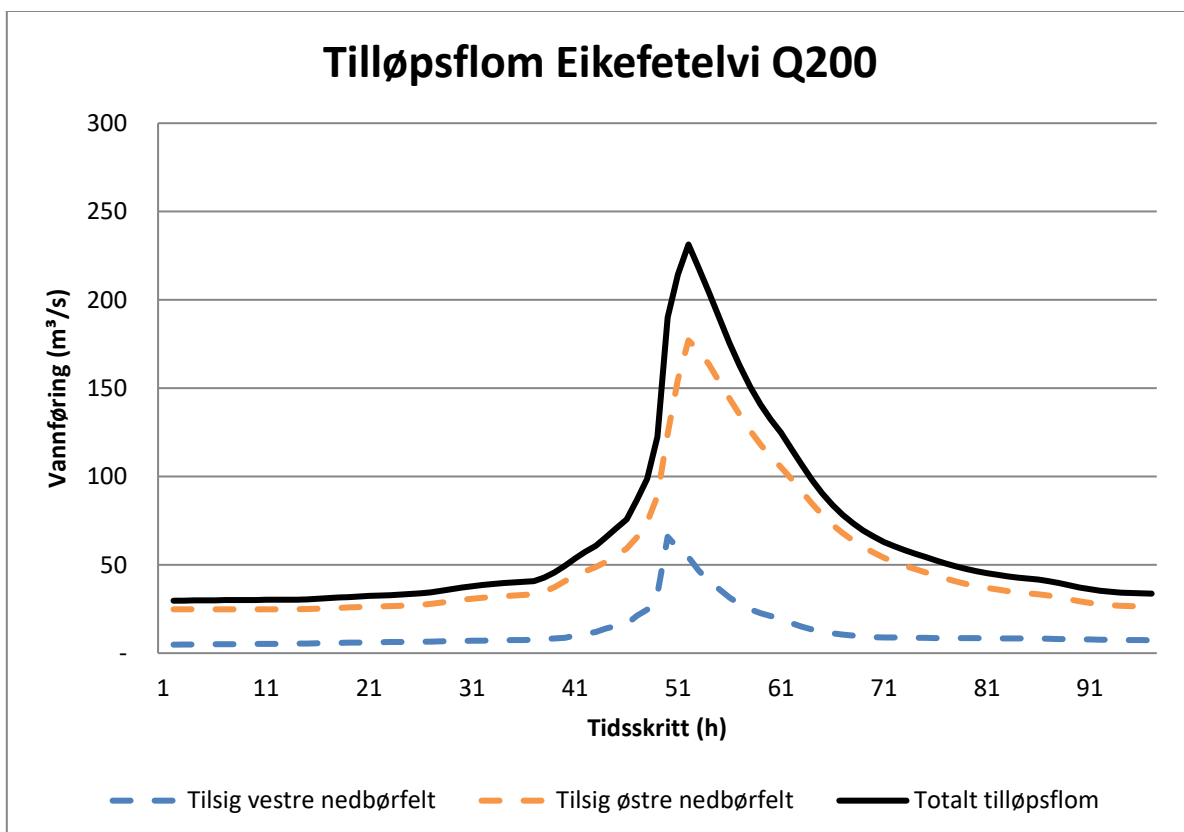
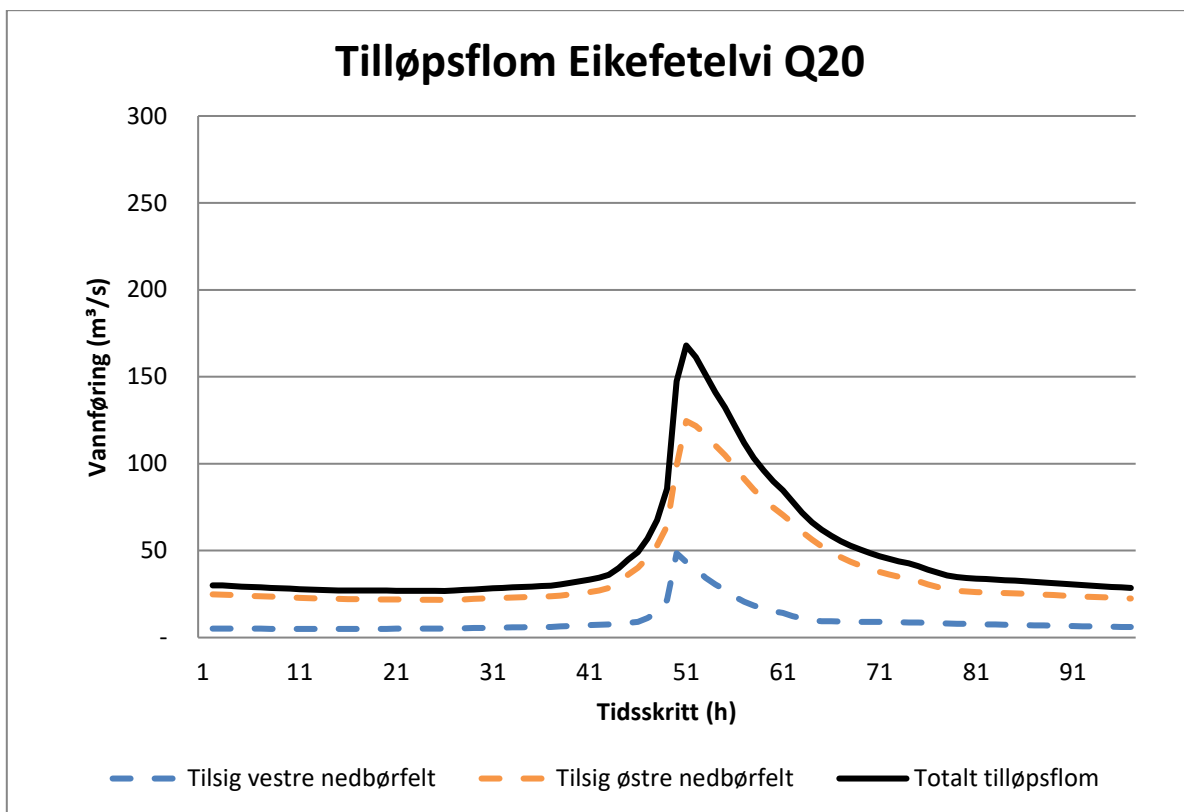
Nedbørfelt	Q20	Q20	Q200	Q200	Q200+20%	Q200+20%	Justeringsfaktor tilsigsserie
	(kulm.)	(kulm.)	(kulm.)	(kulm.)	(kulm.)	(kulm.)	
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	
Eikefetelvi vestre	20	49	27	66	33	79	1,2
Eikefetelvi østre	75	125	108	177	130	213	1,2
Elv i Urdalen	3	8	5	11	6	14	1,1

De beregnede kulminasjonsverdiene stemmer også godt overens med verdier funnet ved hjelp av NVEs formelverk for små nedbørfelt. Kulminasjonsvannføringer for de to vassdragene er oppsummert i tabellen nedenfor. For totalfeltet til Eikefetelvi er de to tilløpshydrogrammene kombinert. Fordi flomtoppene i de to delfeltene inntreffer på ulikt tidspunkt, er kulminasjonsverdi for totalfeltet lavere enn summen av kulminasjonsverdiene for delfeltene.

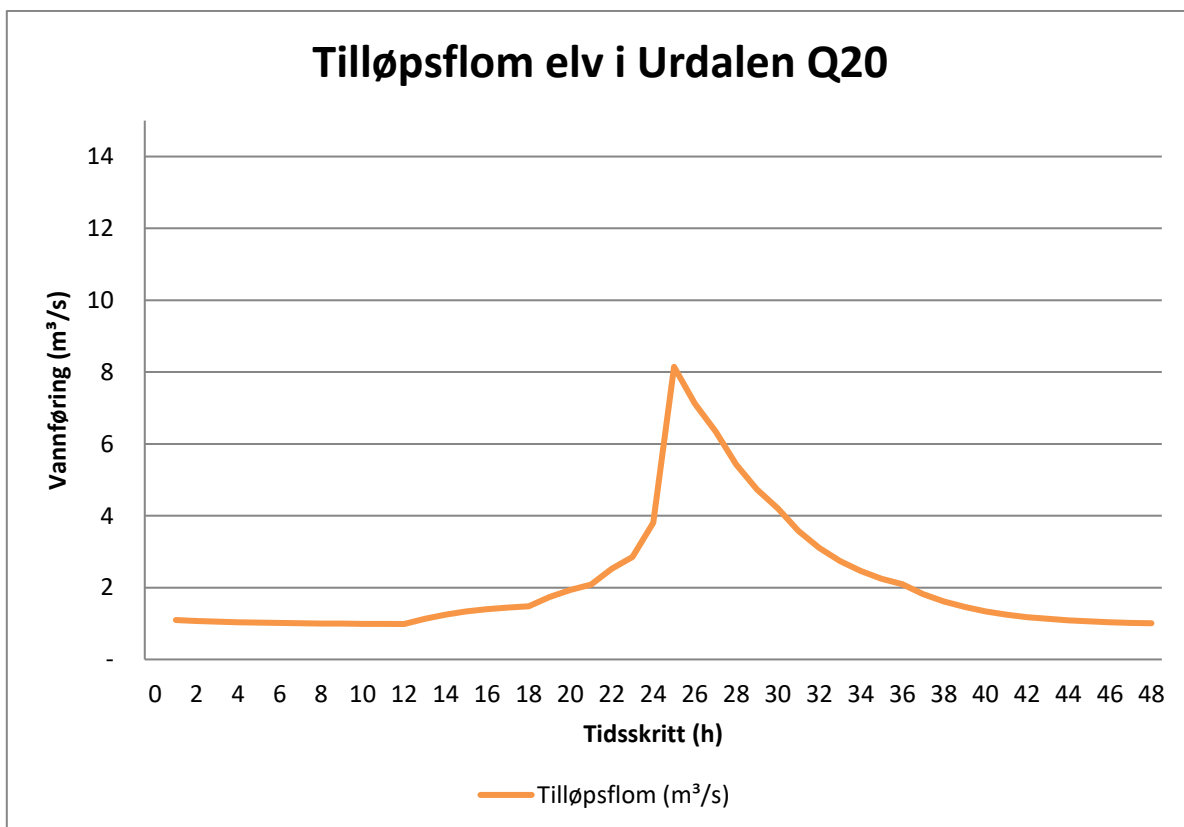
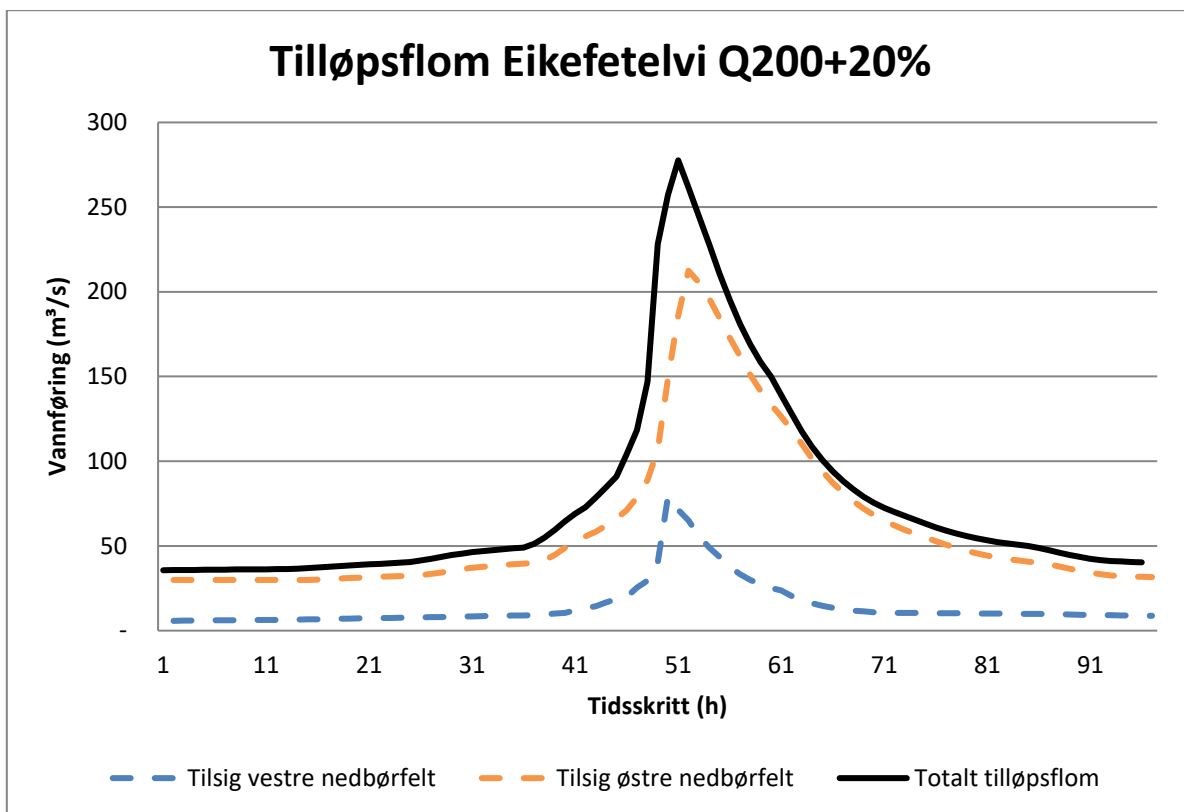
Tabell 11 Kulminasjonsvannføringer for de to vassdragene

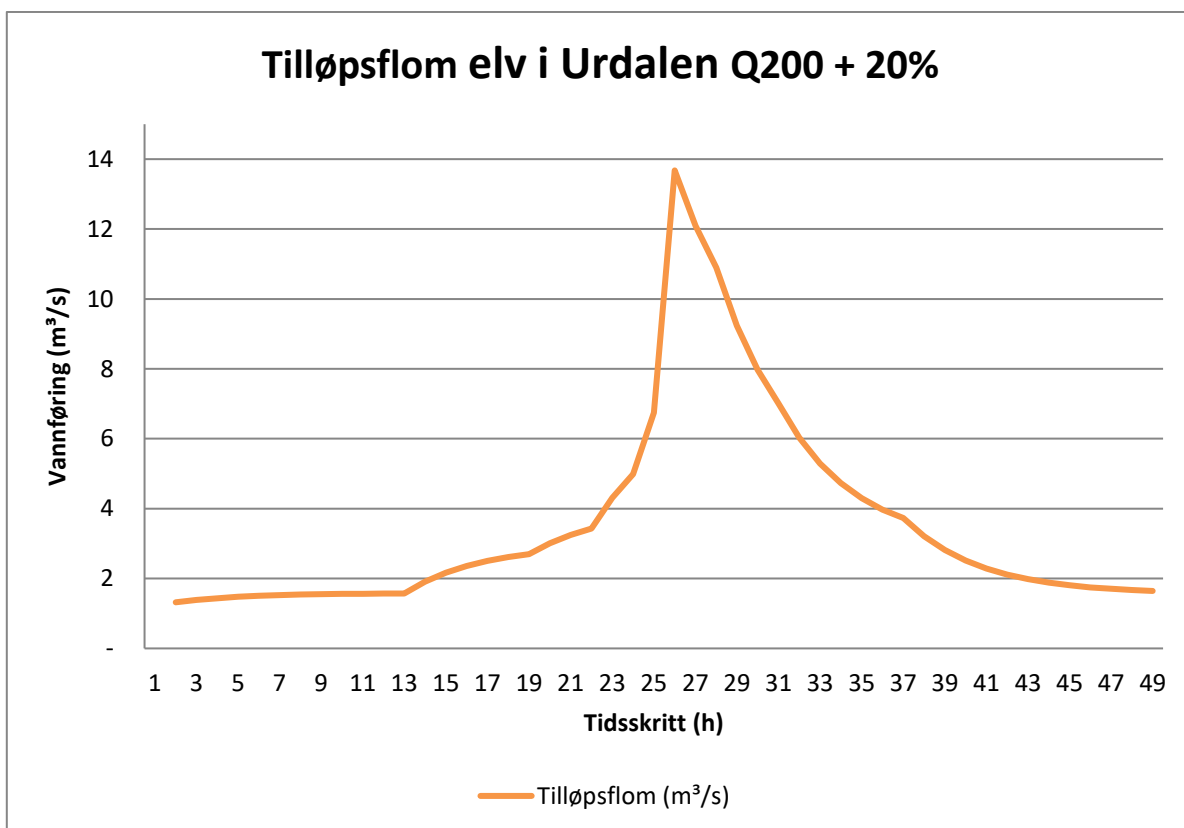
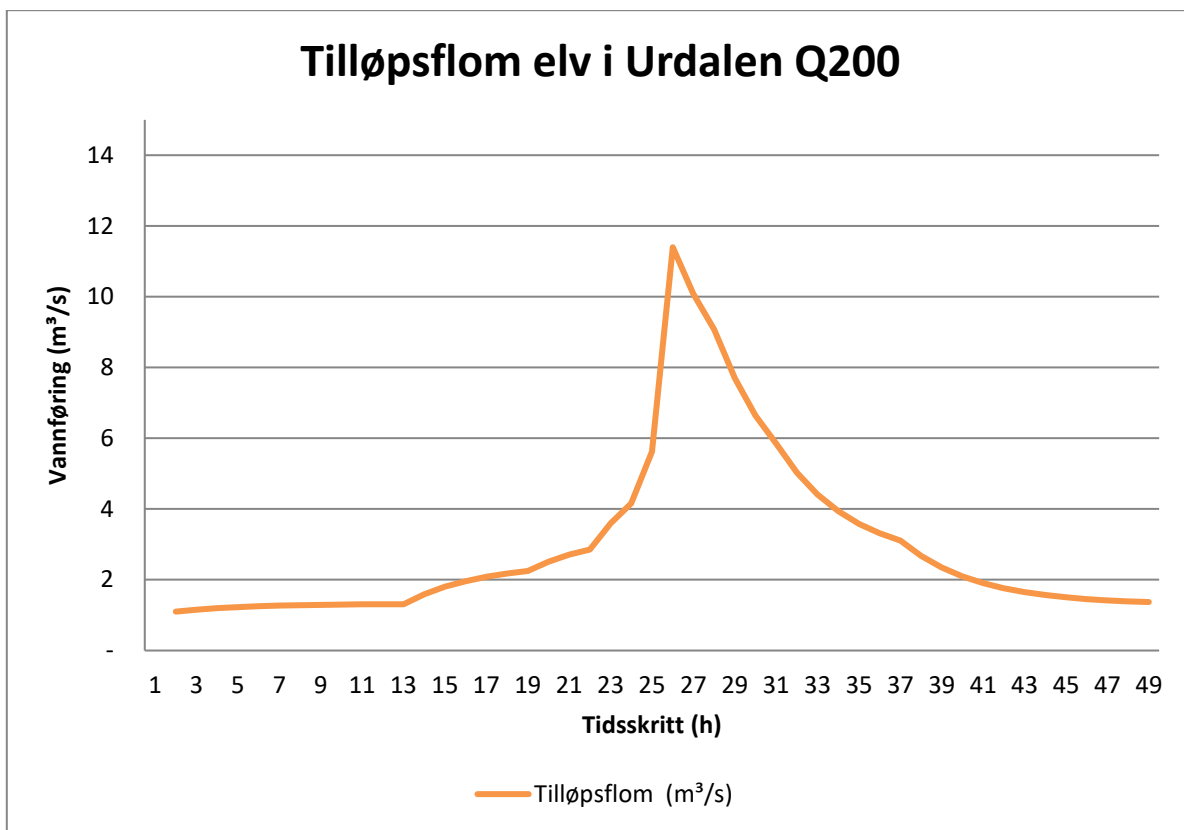
Nedbørfelt	Q20	Q200	Q200+20%
	(kulm.)	(kulm.)	(kulm.)
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Eikefetelvi	168	231	278
Elv i Urdalen	8	11	14

For den hydrauliske analysen er det valgt å simulere flomsituasjoner med hjelp av flomhydrogrammene til de forskjellige nedbørfeltene gitt i figurene på de neste sidene.









## 2 Referanser

Multiconsult. (2015). *Flomberegning Dam Bogetveitstemma*. Multiconsult.

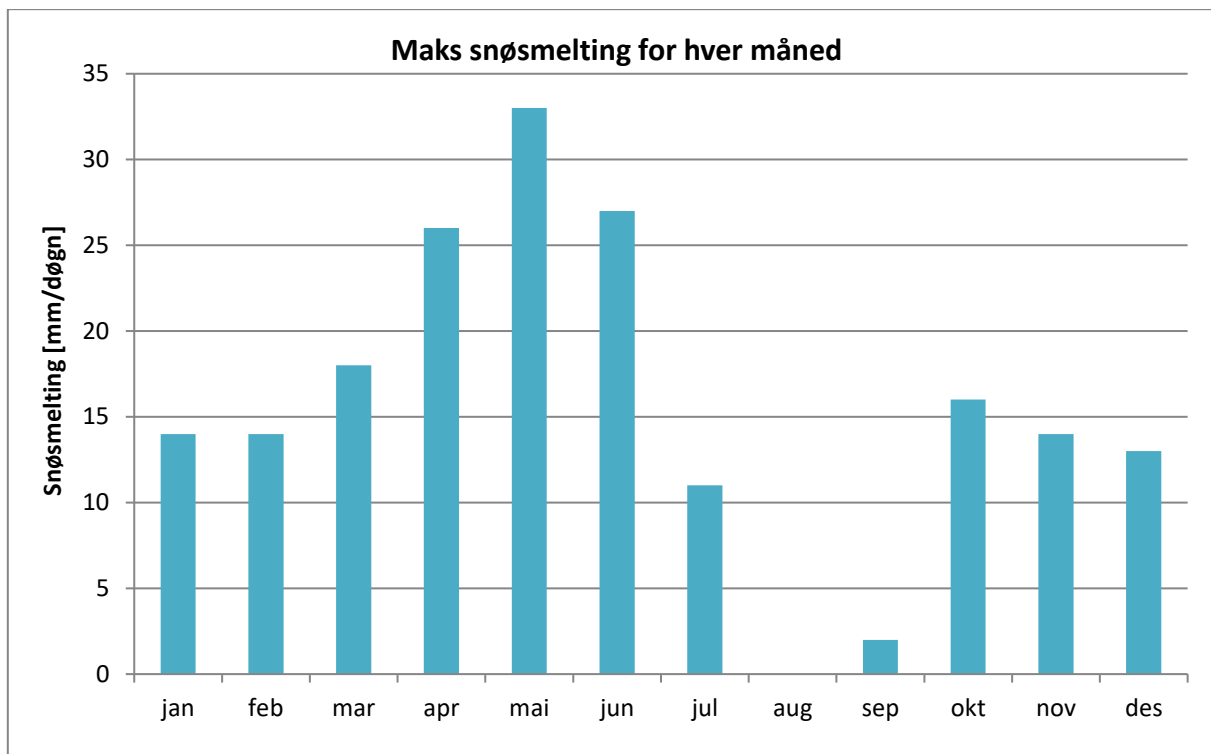
NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. Oslo: Norges vassdrag og energidirektorat.

NVE. (2013). *Oppdragsrapport B-serien Nr.5 "Flomberegning og hydraulisk analyse i forbindelse med nye bruer i Eikefet og romarheim"*. Oslo: Norges vassdrag og energidirektorat.

NVE. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Oslo: Norges vassdrag og energidirektorat.

## Vedlegg 1 – Snøsmelting og nedbørforløp

Snøsmelting hentet fra senorge.no.



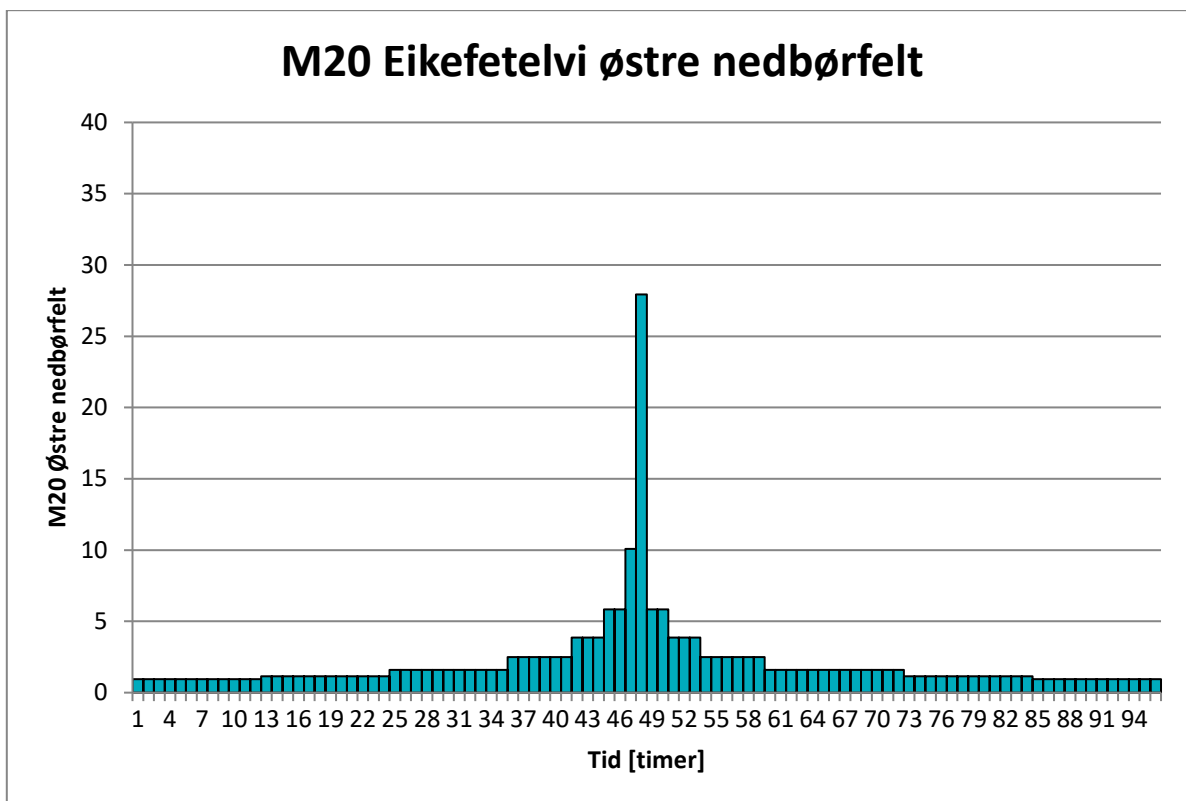
Figur 0-1 Maksimal snøsmelting for hver måned i den observerte perioden

Ved å undersøke maksimal snøsmelting med nedbørdata, er det vurdert at dimensjonerende flom beregnes fra årsverdier for nedbør uten snøsmeltingspåslag. Beregning er gjort ut i fra én times maksimalverdi per. sesong slik vist under.

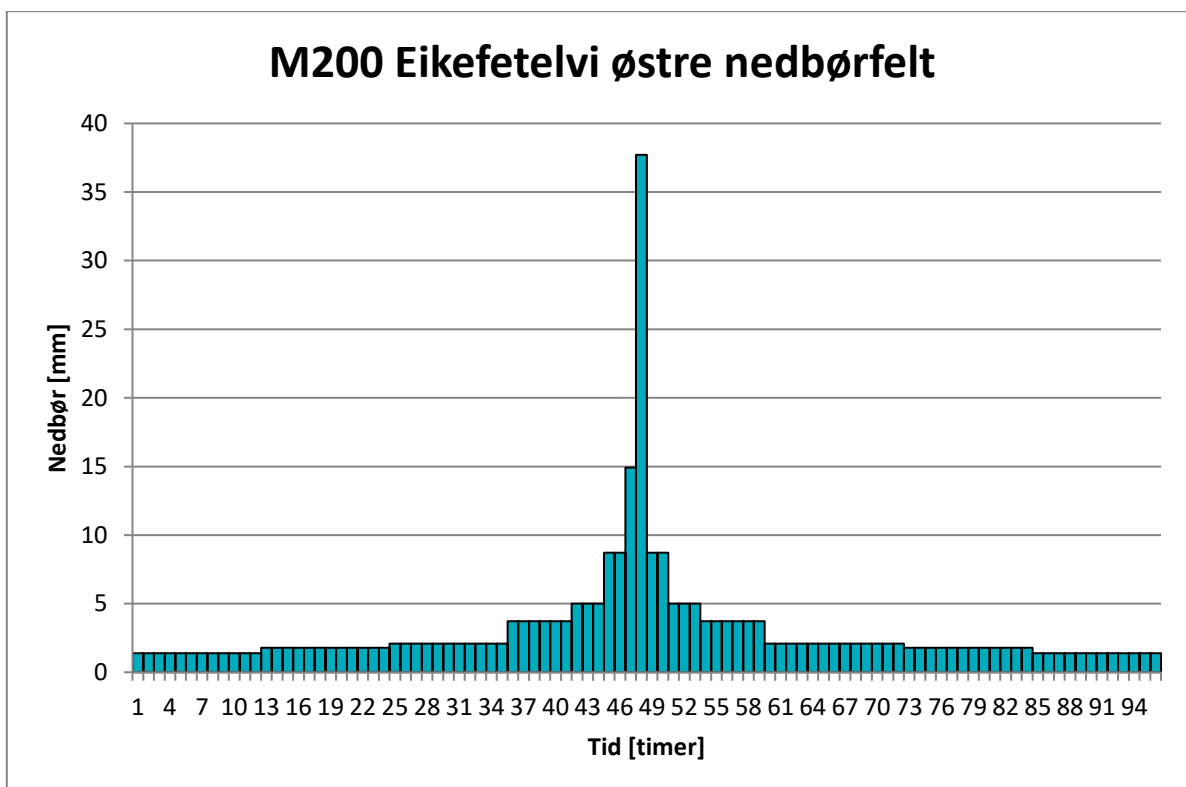
Tabell 12 Vurdering av flomskapende sesong basert på nedbørdata

Sesong	Nedbør m200 mm/1 timer	maks snøsmelt mm/døgn	maks snøsmelt mm/1 timer	70% snøsmelt mm/1 timer	snøsmelt + nedbør
des-feb	40	14	1	0	40
mars-mai	30	33	1	1	31
juni-aug	30	27	1	1	31
sept-nov	40	16	1	0	40
år	45	0	0	0	45

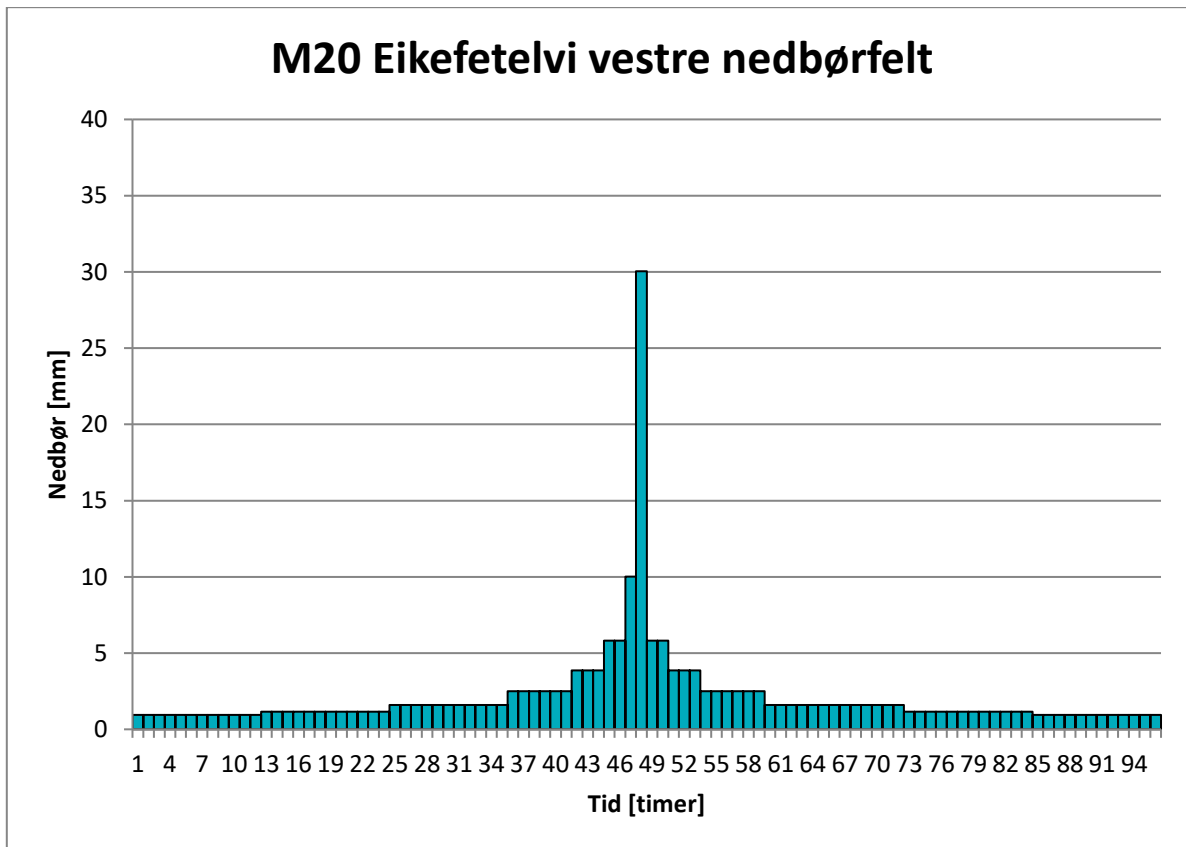
Nedbørforløp konstruert fra data fra met.no. Nedbørsverdier over 48 timer er ekstrapolert.



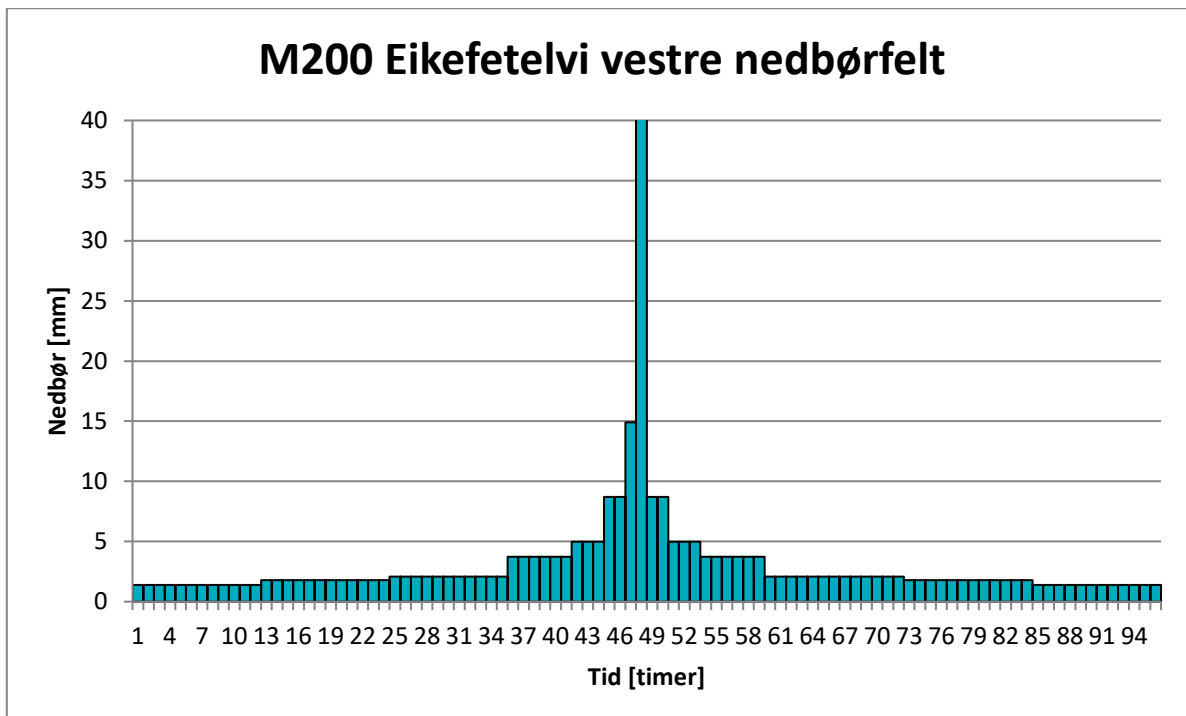
Figur 0-2 Syntetisk konstruert nedbørforløp med 20 års gjentakintervall



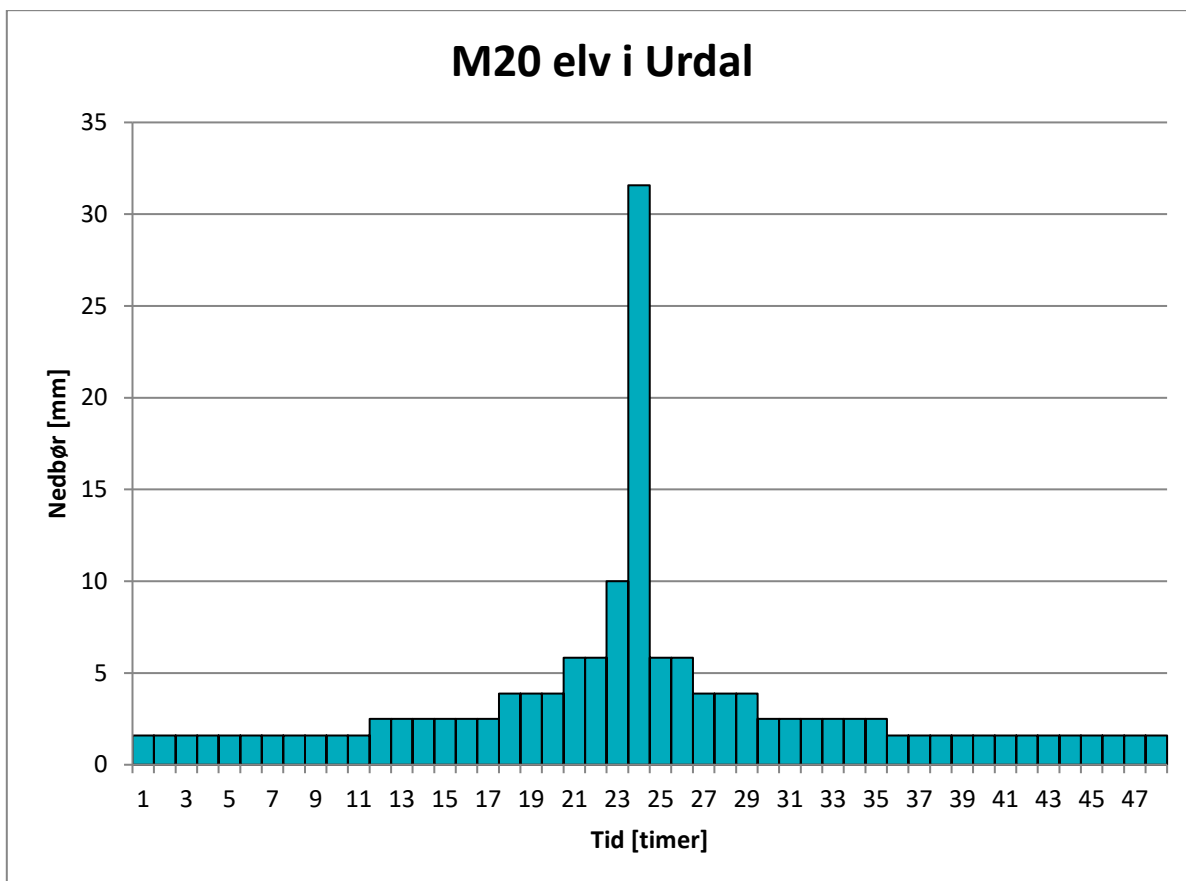
Figur 0-3 Syntetisk konstruert nedbørforløp med 200 års gjentakintervall



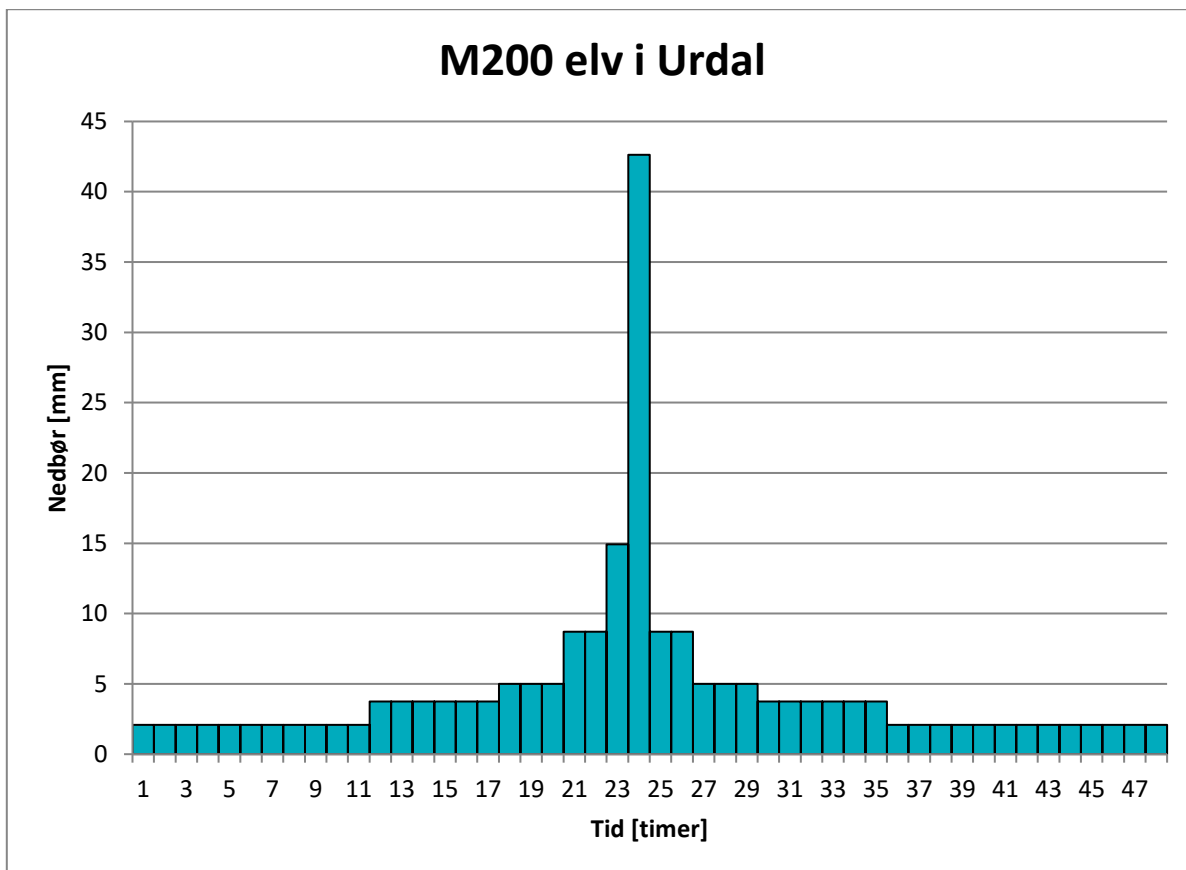
Figur 0-4 Syntetisk konstruert nedbørførløp med 20 års gjentaksintervall



Figur 0-5 Syntetisk konstruert nedbørførløp med 200 års gjentaksintervall

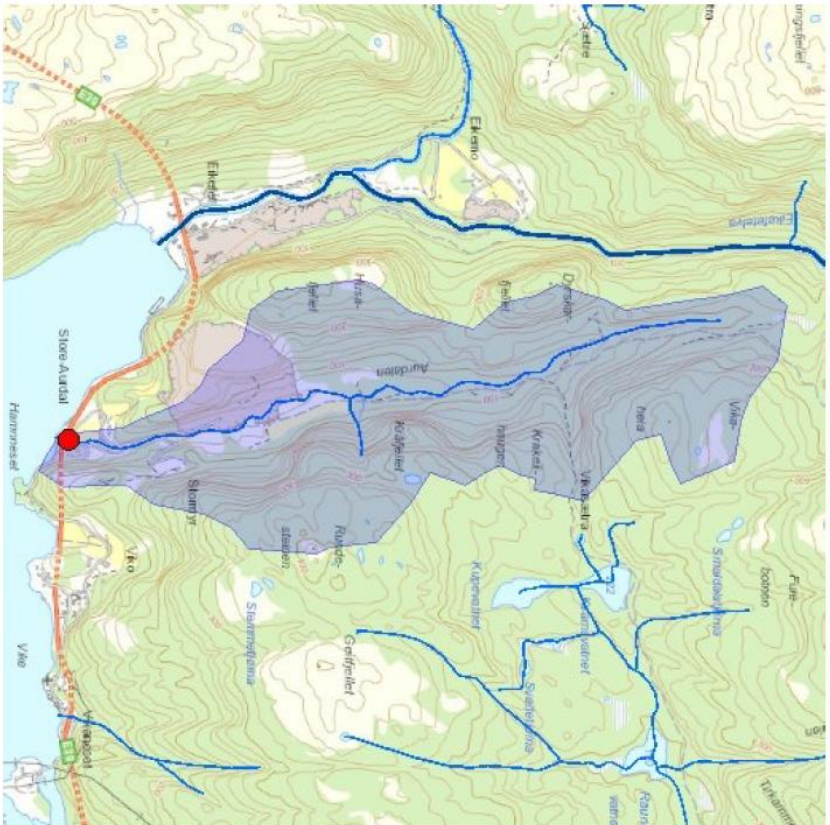


Figur 0-6 Syntetisk konstruert nedbørforløp med 20 års gjentakintervall



Figur 0-7 Syntetisk konstruert nedbørforløp med 20 års gjentakintervall

Vedlegg 2 – NEVINA



Norges vassdrags- og energidirektorat

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

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 064.51  
 Kommune: Lindås  
 Fylke: Hordaland  
 Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	86,2 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	6,7 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	6,8 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1.5-30.9)	6,6 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	10,7 l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	28,4 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	0,3

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	2677 mm
Sommernedbør	953 mm
Vinternedbør	1723 mm
Årstemperatur	5,7 °C
Sommertemperatur	10,3 °C
Vintertemperatur	2,4 °C
Temperatur Juli	11,9 °C
Temperatur August	12,1 °C

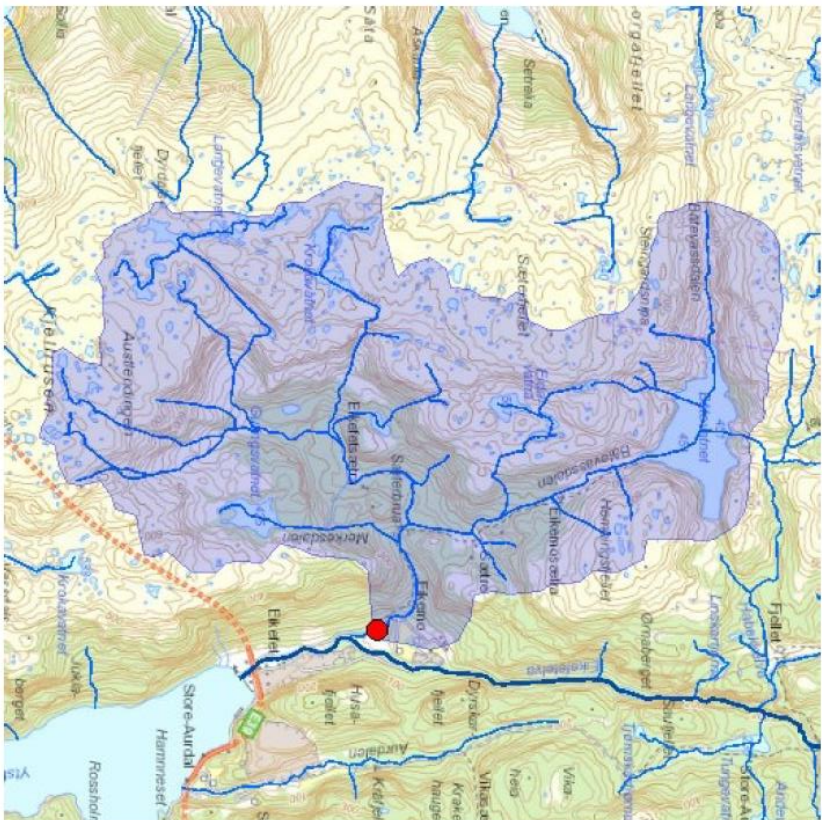
Feltparametere

Areal (A)	2,3 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	0,0 %
Elvelengde (E <sub>l</sub> )	3,1 km
Elvegradient (E <sub>g</sub> )	62,2 m/km
Elvegradient1085 (G1085)	48,1 m/km
Feltlengde(F <sub>l</sub> )	3,1 km
H <sub>min</sub>	1 moh.
H <sub>10</sub>	74 moh.
H <sub>20</sub>	102 moh.
H <sub>30</sub>	135 moh.
H <sub>40</sub>	168 moh.
H <sub>50</sub>	198 moh.
H <sub>60</sub>	232 moh.
H <sub>70</sub>	270 moh.
H <sub>80</sub>	307 moh.
H <sub>90</sub>	358 moh.
H <sub>max</sub>	420 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,4 %
Myr	0,1 %
Sjø	0,1 %
Skog	86,0 %
Snaufell	0,0 %
Urban	6,5 %

1) Verdien er edlert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. I nedbørfelt med høy brøporent eller stor innsjøporent vil tørrværsavvenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.





Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

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

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

### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 064.5A  
Kommune: Lindås  
Fylke: Hordaland  
Vassdrag: EIKEFETELVT

Vannføringsindeks, se metnader

Middelvannføring (61-90)	138,6 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	6,2 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	6,9 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1.5-30/9)	9,6 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	5,7 l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	48,5 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	0,4

#### Klima

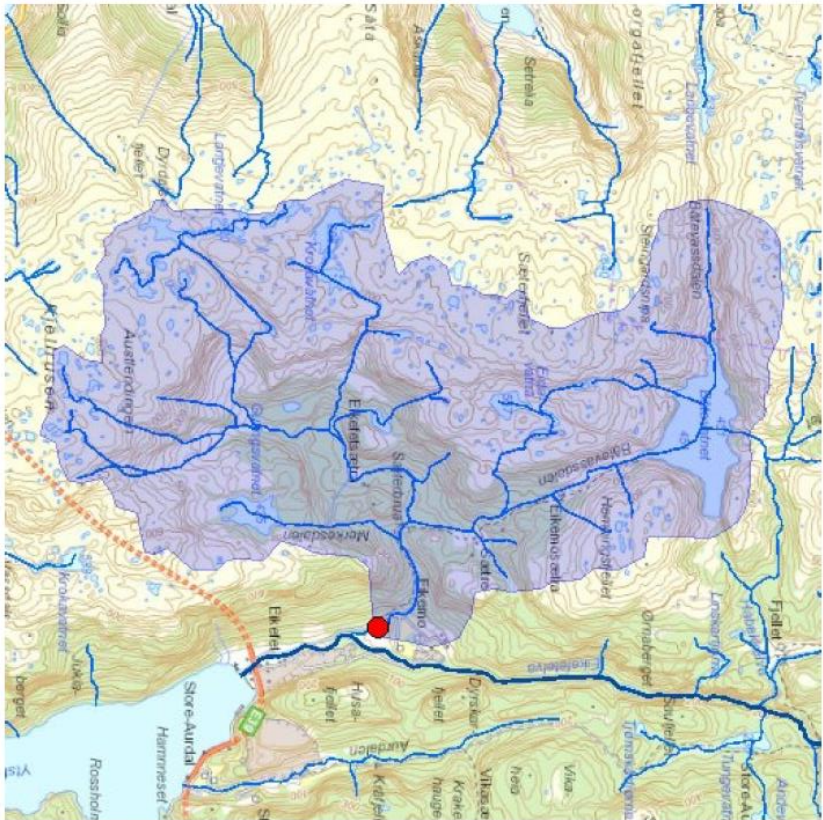
Klimaregion	Vest
Arsnedbør	2613 mm
Sommernedbør	931 mm
Vinternedbør	1681 mm
Årstemperatur	5,2 °C
Sommertemperatur	9,6 °C
Vintertemperatur	2,0 °C
Temperatur Juli	11,3 °C
Temperatur August	11,5 °C

#### Feltparametere

Areal (A)	13,3 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	0,9 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	6,2 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	110,1 m/km
Elvegradient1085 (G <sub>1085</sub> )	121,9 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	4,3 km
H min	40 moh.
H 10	323 moh.
H 20	425 moh.
H 30	460 moh.
H 40	521 moh.
H 50	579 moh.
H 60	631 moh.
H 70	685 moh.
H 80	718 moh.
H 90	741 moh.
H <sub>max</sub>	809 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,2 %
Myr	0,0 %
Sjø	7,8 %
Skog	23,5 %
Snaufjell	64,9 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er edlert

Det er generert stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

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

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

### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 064.5A  
Kommune: Lindås  
Fylke: Hordaland  
Vassdrag: EIKEFETELVI

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90) 138,6 l/(s\*km²)  
Alminnelig lavvannføring 6,2 l/(s\*km²)  
5-persentil (hele året) 6,9 l/(s\*km²)  
5-persentil (1/5-30/9) 9,6 l/(s\*km²)  
5-persentil (1/10-30/4) 5,7 l/(s\*km²)  
Base flow 48,5 l/(s\*km²)  
BFI 0,4

Klima

Klimaregion Vest  
Årsnedbør 2613 mm  
Sommernedbør 931 mm  
Vinternedbør 1681 mm  
Årstemperatur 5,2 °C  
Sommertemperatur 9,6 °C  
Vintertemperatur 2,0 °C  
Temperatur Juli 11,3 °C  
Temperatur August 11,5 °C

Feltparametere

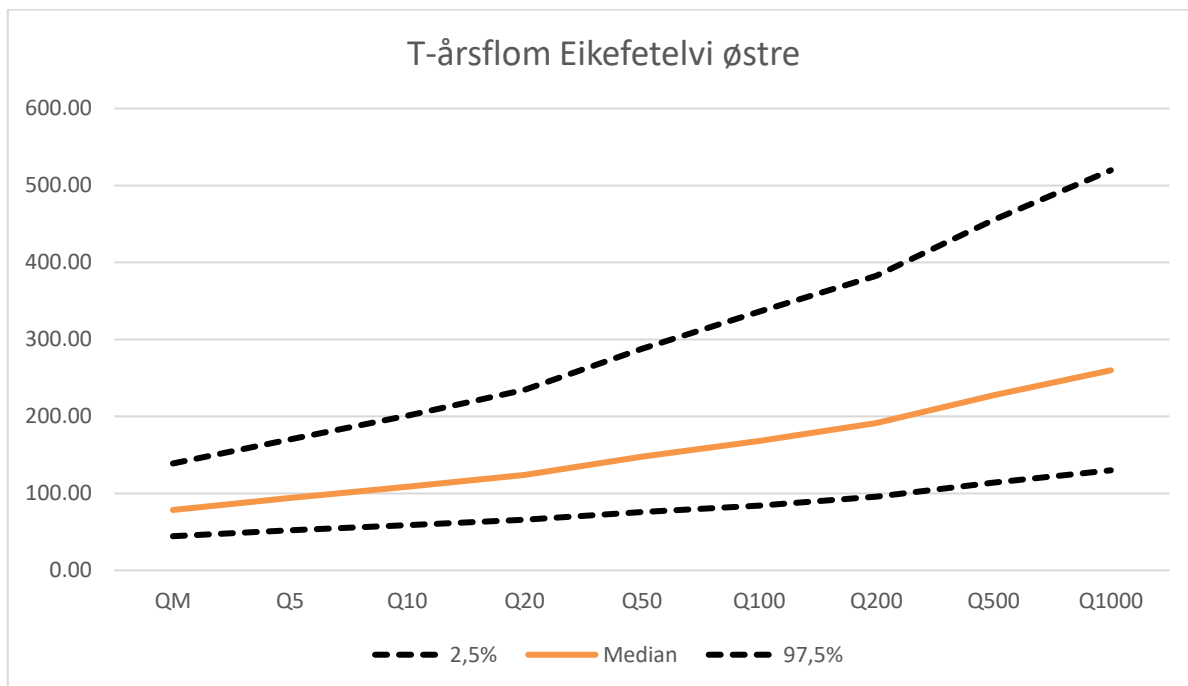
Areal (A) 13,3 km²  
Effektivt sjø (S<sub>eff</sub>) 0,9 %  
Elvelengde (E<sub>L</sub>) 6,2 km  
Elvegradient (E<sub>G</sub>) 110,1 m/km  
Elvegradient<sub>1005</sub> (G<sub>1005</sub>) 121,9 m/km  
Feltlengde(F<sub>L</sub>) 4,3 km

40 moh.  
323 moh.  
425 moh.  
460 moh.  
521 moh.  
579 moh.  
631 moh.  
685 moh.  
718 moh.  
741 moh.  
809 moh.  
0,0 %  
0,2 %  
0,0 %  
7,8 %  
23,5 %  
64,9 %  
0,0 %

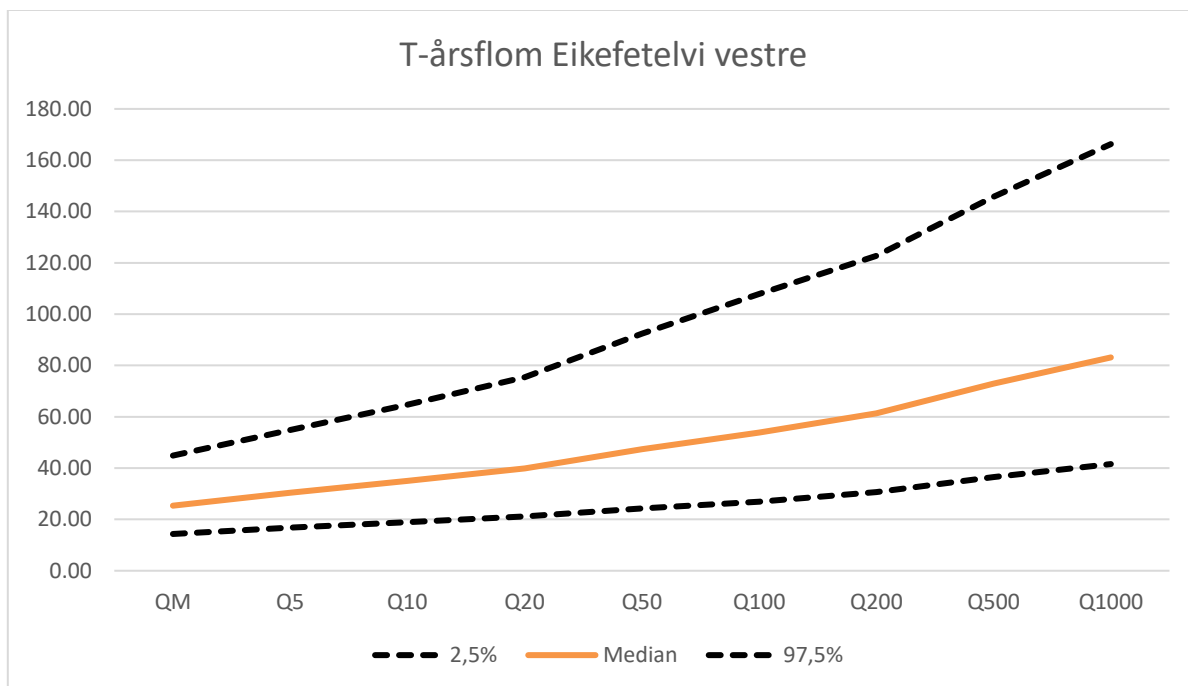
1) Verden er editert

Det er generert stor usikkerhet i beregninger av lavvannindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) fra store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

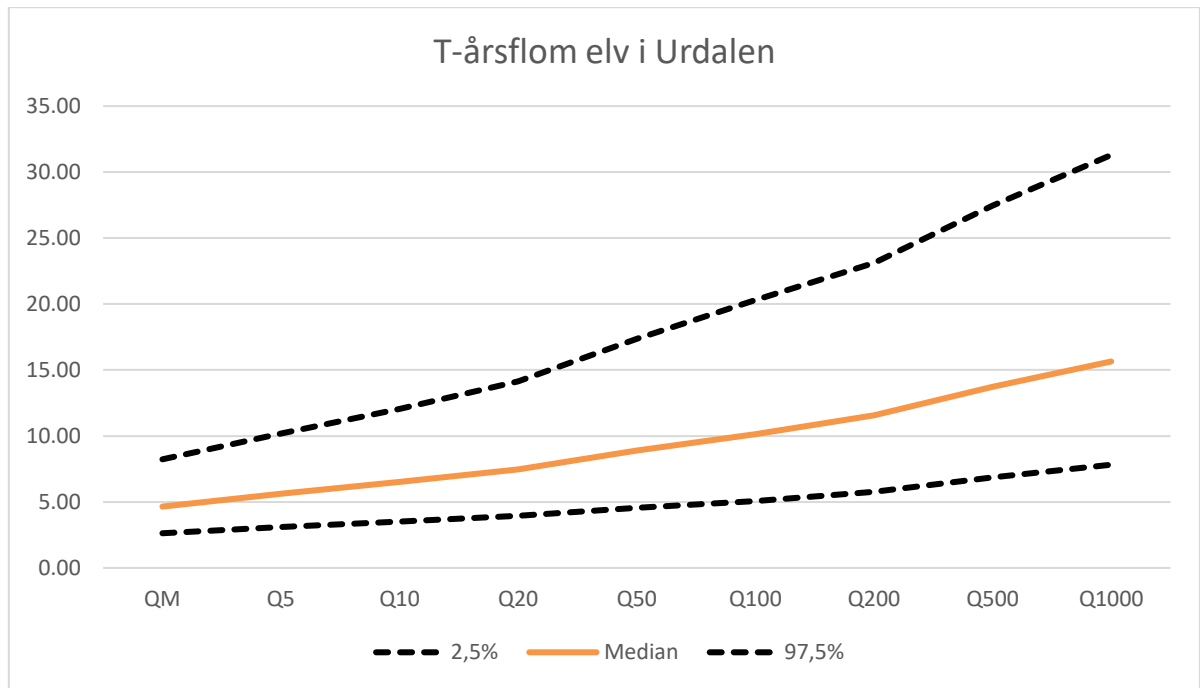
### Vedlegg 3 – NIFS



Figur 0-1 Flomverdier med konfidensintervall beregnet ved NVEs formelverk for små nedbørfelt



Figur 0-2 Flomverdier med konfidensintervall beregnet ved NVEs formelverk for små nedbørfelt



Figur 0-3 Flomverdier med konfidensintervall beregnet ved NVEs formelverk for små nedbørfelt