

Vedlegg 4

Valg av målestasjon

Hydrologi delfelt

Vassdraget fra Tverrvatnet til nedstrøms Ildgrubfossen er beskrevet i dette kapitlet. I beskrivelsen er vassdraget delt opp i delfeltene; Tverrvatnet, Rauvatnet, referansepunkt i øvre del av anadrom strekning og utløp i Rana.

Tverrvatnet:

Feltet til Tverrvatnet er lokalisert lengst unna Ildgrubfossen kraftverk. Det naturlige feltet til Tverrvatnet er 81,6 km². Feltet strekker seg fra 499 moh. til 1322 moh. (Melkfjellet). Effektiv sjøprosent er på 2,1 % og snaufjellandelen er 58,8 %. Tilsig fra dette delfeltet pumpes til Vatn 528/Sauvassåga. Vatn 528/Sauvassåga overføres til Storakersvatnet som er inntaksmagasinet til Rana kraftverk.

Rauvatnet:

Tilsiget til Tverrvatnet i det naturlige nedbørfeltet til Rauvatnet, er overført til Rana kraftverk. Feltet til Rauvatnet er nedstrøms feltet til Tverrvatnet. Rauvatnet er det største av de to reguleringsmagasinene i nedbørfeltet til Ildgrubfossen kraftverk. I dette avsnittet er det beskrevet størrelser og feltparametre for kun delfeltet til Rauvatnet eksklusive delfeltet til Tverrvatnet. Netto størrelse på delfeltet til Rauvatnet er 34,4 km². Feltet strekker seg fra 487 moh. til Slagfjellet på 967 moh. Rauvatnet utgjør hovedparten av effektiv sjøprosent, i tillegg til noen flere tjern i det lokale nedbørfeltet. Effektiv sjøprosent er ca. 12,8 %. Snaufjellandelen er ca. 41,3 %.

Inntak Ildgrubfossen (Inntaksdammer Ildgrubfossen kraftverk):

Inntak Ildgrubfossen er inntaksmagasinet til Ildgrubfossen kraftverk. Feltet til Inntak Ildgrubfossen er lokalisert nedstrøms feltet til Rauvatnet. Avstanden mellom utløpet av Rauvatnet og Inntak Ildgrubfossen er ca. 7 km. I dette avsnittet er det beskrevet størrelser og feltparametre for feltet til Ildgrubfossen kraftverk, det vil si kun delfeltene til Rauvatnet og Inntak Ildgrubfossen. Tverrvatnet som er overført ut av det naturlige feltet er ikke med i disse betraktningene. Nedbørfeltet til Ildgrubfossen kraftverk har størrelse 71,3 km². Feltet strekker seg fra 324 moh. til Slagfjellet på 967 moh. Rauvatnet utgjør hovedparten av effektiv sjøprosent, i tillegg til noen flere tjern i det lokale nedbørfeltet. Effektiv sjøprosent er ca. 3,1 %. Snaufjellandelen er 37,4 %.

Restfelt til samløp med elva Rana:

Restfeltet ned mot sjøen utgjør feltet nedstrøms Tverrvatnet og utløp i sjøen. Størrelsen på dette delfeltet er 114,4 km². Nedstrøms Tverrvatnet renner elva via Rauvatnet (HRV 489,05 moh.) og Inntak Ildgrubfossen (HRV 326,0 moh.) før utløp i sjøen.

Målestasjoner i vassdraget

Det er gjort en vurdering av uregulerte målestasjoner som kan benyttes som sammenligningsfelt for delfeltene i Tverråga vassdraget.

Følgende målestasjoner er vurdert som alternative sammenligningsstasjoner for vassdraget til Ildgrubfossen kraftverk:

- 1) 156.19 Bredek har målt vannføring siden 1967.
- 2) 163.6 Jordbrufjell har målt vannføring siden 1945.
- 3) 156.15 Forsbakk har målt vannføring siden 1963.
- 4) 161.7 Tollåga har målt vannføring siden 1972.
- 5) 153.1 Storvatn har målt vannføring siden 1916.
- 6) 156.14 Tverrvatn har målt vannføring i perioden 1957 til 1983, og manglende dager utgjør 24,7 %. Målestasjonen var lokalisert like nedstrøms Tverrvatnet.

Figur 1 viser Tverråga vassdraget (rød ellipse) og alternative målestasjoner for vannføring.



Figur 1 Kraftverkssystem i Tverråga vassdraget, alternative målestasjoner for vannføring.

Data fra målestasjonen 156.14 Tverrvatn er ikke benyttet som grunnlag for hydrologiske vurderinger, da det er gamle eller manglende dataunderlag.

Feltparametre for alternative målestasjoner er presentert i Tabell 1.

Tabell 1 Sammenligning feltparametre for aktuelle målestasjoner

Målestasjon	Feltareal	Breandel	Eff. Sjø prosent	Snaufjell	Høyde intervall
	km²	%	%	%	moh.
156.19 Bredek	228,4	4,2	0,0	77,1	279-1486
163.6 Jordbrufjell	43,9	12,5	0,1	65,6	78 – 1287
161.7 Tollåga	40,7	0,1	0,0	72,0	374 – 1406
156.15 Forsbakk	57,6	0,0	0,0	58,1	49 – 1194
153.1 Storvatn	49,4	0,0	7,8	63,3	51 – 990
Rauvatnet	34,4	0,0	12,8	41,3	486 – 967
Inntak Ildgrubfossen	71,3	0,0	3,1	37,4	319 - 967

Basert på en vurdering av feltparametre, ser det ut til at 156.15 Forsbakk og 153.1 Storvatn er aktuelle målestasjoner for Tverråga vassdraget. Det er opprettet en simuleringsmodell i nMag, og kalibrering av denne modellen mot historisk produksjon er benyttet til å vurdere avrenningsvolum og produksjonsmønster. Den målestasjonen som best gjenspeiler produksjonsmønsteret til Ildgrubfossen kraftverk er valgt som sammenligningsfelt.

Det er utført en sammenligning av avrenning for de aktuelle målestasjonene i nærområdet til Tverråga. 163.6 Jordbrufjell og 161.7 Tollåga er utelatt i denne vurderingen grunnet avstand til Tverråga. 156.19 Bredek og 163.6 Jordbrufjell er utelatt grunnet breandel (og bresmelting) i feltet. Resultatene fra denne vurderingen er ført opp i Tabell 2.

Tabell 2 Sammenligning utvikling av tilsig for utvalgte målestasjoner

Målestasjon	Middelvannføring [m³/s]	Kilde	Avvik b/a	Avvik c/b
156.15 Forsbakk (1961-1990)	a) 4.80	Nevina		
156.15 Forsbakk (1964-1990)	b) 4.87	Hydra II	1.01	
156.15 Forsbakk (1990-2019)	c) 4.98	Hydra II		1.02
153.1 Storvatn (1961-1990)	a) 4.83	Nevina		
153.1 Storvatn (1961-1990)	b) 5.84	Hydra II	1.21	
153.1 Storvatn (1990-2019)	c) 5.48	Hydra II		0.94
152.4 Fustvatn (1961-1990)	a) 33.35	Nevina		
152.4 Fustvatn (1961-1990)	b) 33.21	Hydra II	1.00	
152.4 Fustvatn (1990-2019)	c) 32.78	Hydra II		0.98

Data for avvik b/a i tabellen over viser at resultater beregnet fra Nevina stemmer bra med målte data for 156.15 Forsbakk og 152.4 Fustvatn, men ikke for 153.1 Storvatn hvor det er ca. 20 % avvik. 156.15 Forsbakk ligger geografisk sett nærmere Tverråga. Nevina ser ut til å være tilnærmet riktig for 156.15 Forsbakk, og det antas derfor at resultater fra Nevina stemmer godt for Tverråga vassdraget.

Målte data fra Hydra II er ansett til å være mer pålitelig enn data fra Nevina. Avvik c/b viser at det er ikke er grunnlag for å periodejustere avrenningen fra perioden 1961 – 1990 til 1990 – 2019.

Basert på kalibrering av nMag modellen mot historiske data er det konkludert med at spesifikk avrenning som presentert i **Feil! Fant ikke referanseilden.** gjelder for delfeltene i Tverråga vassdraget. Følgende tre år er valgt ut til kalibrering av produksjonshistorikk og simulerte data: 2011, 2012 og 2016. Dette er tre år hvor det ikke var nevneverdige driftsproblemer i kraftverket.

Tabell 3 viser en oppsummeringstabell for tilsig for delfelt i Tverråga vassdraget.

Tabell 3 Oppsummeringstabell tilsig for delfelt i Tverråga vassdraget

Delfelt	Nedbørfelt	Midlere tilsig, Nevina	
		m ³ /s	mill. m ³
	km ²		
Tverrvatnet	81,6	3,01	95,0
Like oppstrøms Rauvatnet	18,4	0,60	18,8
Rauvatnet	16,0	0,46	14,4
Inntak Ildgrubfossen krv.	36,9	1,38	43,5
Ildgrubfossen, absolutt øverste vandringshinder	3,1	0,07	2,2
Referansepunkt ved øvre vandringshinder, se Feil! Fant ikke	4,0	0,11	3,5
Like oppstrøms Labekken	23,0	0,63	20,0
Like oppstrøms Skardebekken	6,0	0,19	6,0
Like oppstrøms samløp med Ranelva	7,0	0,20	6,4
SUM like os samløp med Ranelva, inkl. Tverrvatnet	196,0	6,7	209,8
SUM like os samløp med Ranelva, eksl. Tverrvatnet	114,4	3,7	114,8

Simuleringsmodell nMAG

Det er opprettet en nMag modell for kraftverkssystemet. Det er tatt høyde for historiske data for vannstands- og overløpshistorikk for magasinene. Modellen er kalibrert mot historiske data for produksjon og flomtap. Fra denne modellen er det utarbeidet vannføringskurver for følgende situasjoner:

- naturlig tilstand for vassdraget, uten reguleringer og overføringer
- dagens situasjon
- ved slipp av 312 l/s fra Tverrvatnet i perioden 1/10 – 1/5

Vannføringskurver er vedlagt.

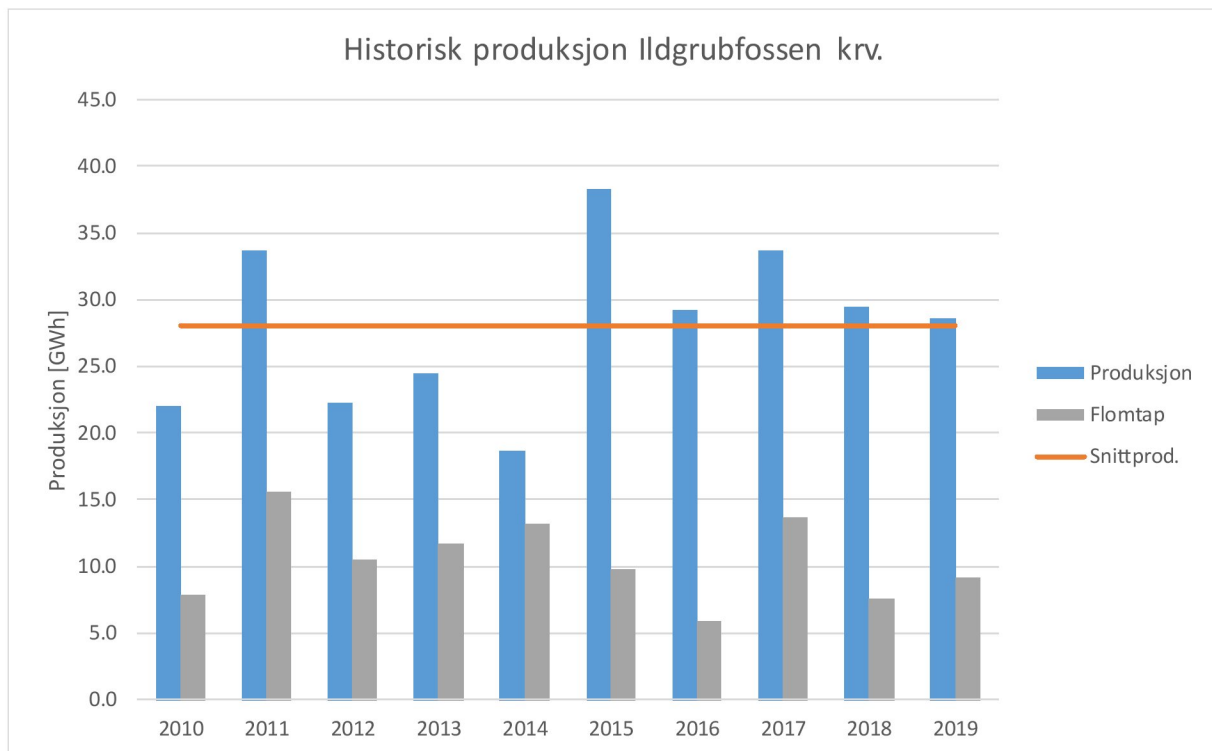
Forutsetninger i nMag modell:

- Det er benyttet virkningsgradkurve for Ildgrubfossen kraftverk som vist i Tabell 4.
- Basert på data for vannveien, er det beregnet at falltapskoeffisienten for Ildgrubfossen kraftverk er $0,5 \text{ s}^2/\text{m}^5$.
- Det er forutsatt at det ikke er flomtap fra Tverrvatnet, da det ikke er registrert data for dette.
- Det er utført simuleringer basert på både 153.1 Storvatn og 156.15 Forsbakk. NVE bekreftet pr. e-post den 19.jan.2021 at de samtykker i en anbefaling om å bruke 156.15 Forsbakk som sammenligningsfelt.

Tabell 4 Anleggsvirkningsgrad inkl. falltap

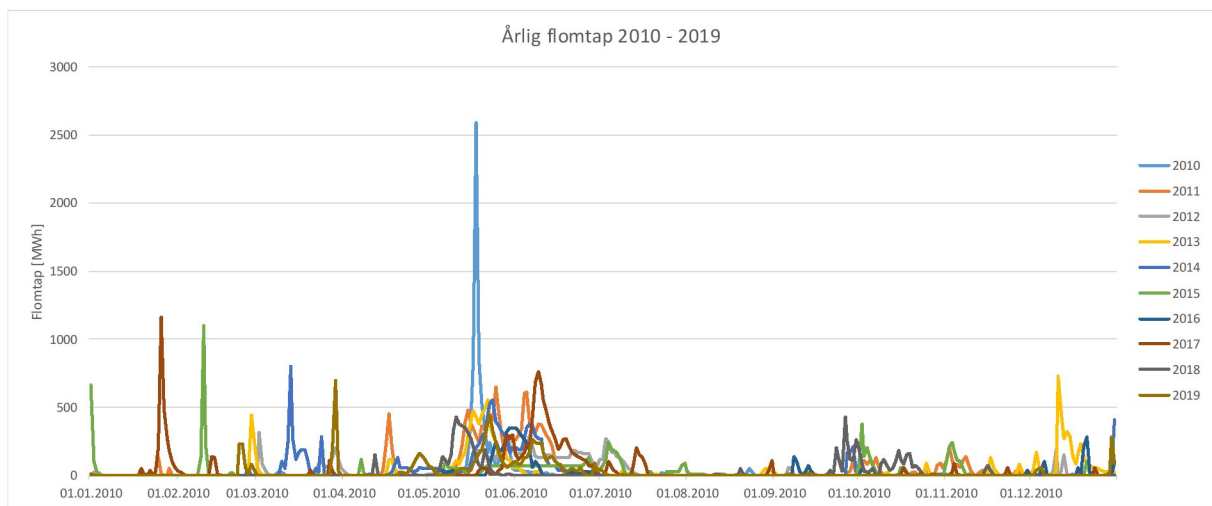
Pådrag	Francis	Pelton	Generator	Transformator	Totalvirkningsgrad
0	0.000	0.000	0.870	0.700	0.000
10	0.000	0.370	0.900	0.850	0.812
20	0.817	0.825	0.930	0.962	0.858
30	0.863	0.860	0.940	0.981	0.835
40	0.883	0.885	0.950	0.983	0.853
50	0.897	0.900	0.960	0.984	0.850
60	0.903	0.904	0.960	0.985	0.849
70	0.903	0.902	0.960	0.990	0.844
80	0.895	0.892	0.960	0.990	0.833
90	0.876	0.875	0.960	0.990	0.811
100	0.861	0.850	0.960	0.990	0.789

HKV har historiske data for produksjon, flomtap og tilgjengelighet for aggregatene (oppetid for kraftverket). Figur 2 viser historiske data for produksjon og flomtap. Årene 2013 og 2014 hadde en oppetid på henholdsvis 87 % og 55 %. De øvrige årene 2010 – 2012 og 2015 – 2019 hadde en oppetid på 95 – 100 %. Årene 2011, 2012, 2015 og 2016 hadde 100 % oppetid.



Figur 2 Produksjonshistorikk, flomtap 2010 - 2019

Figur 3 viser historisk flomtap for årene i perioden 2010 – 2019. Figuren viser at det med unntak av august og september er noe flomtap året gjennom.

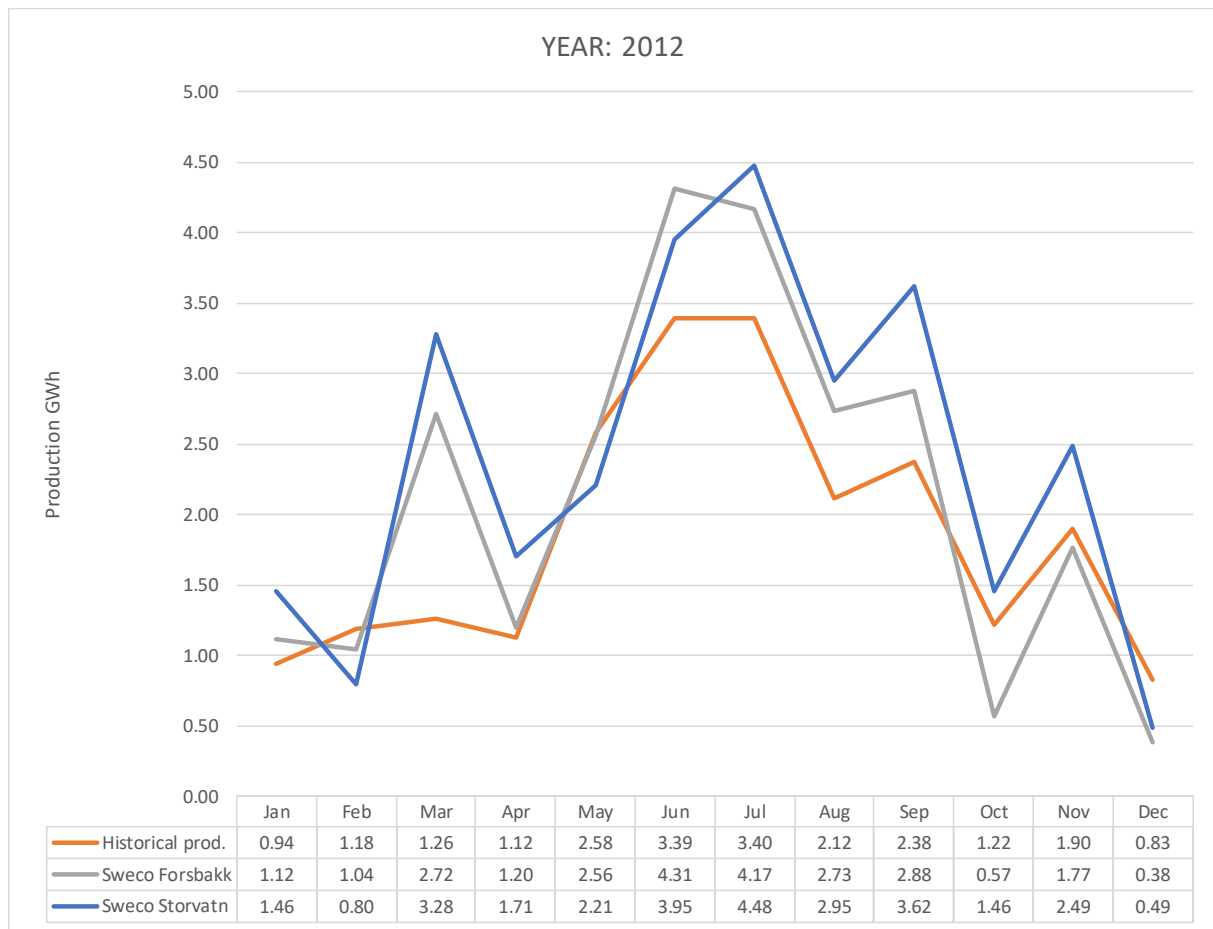


Figur 3 Årlig flomtap 2010 – 2019

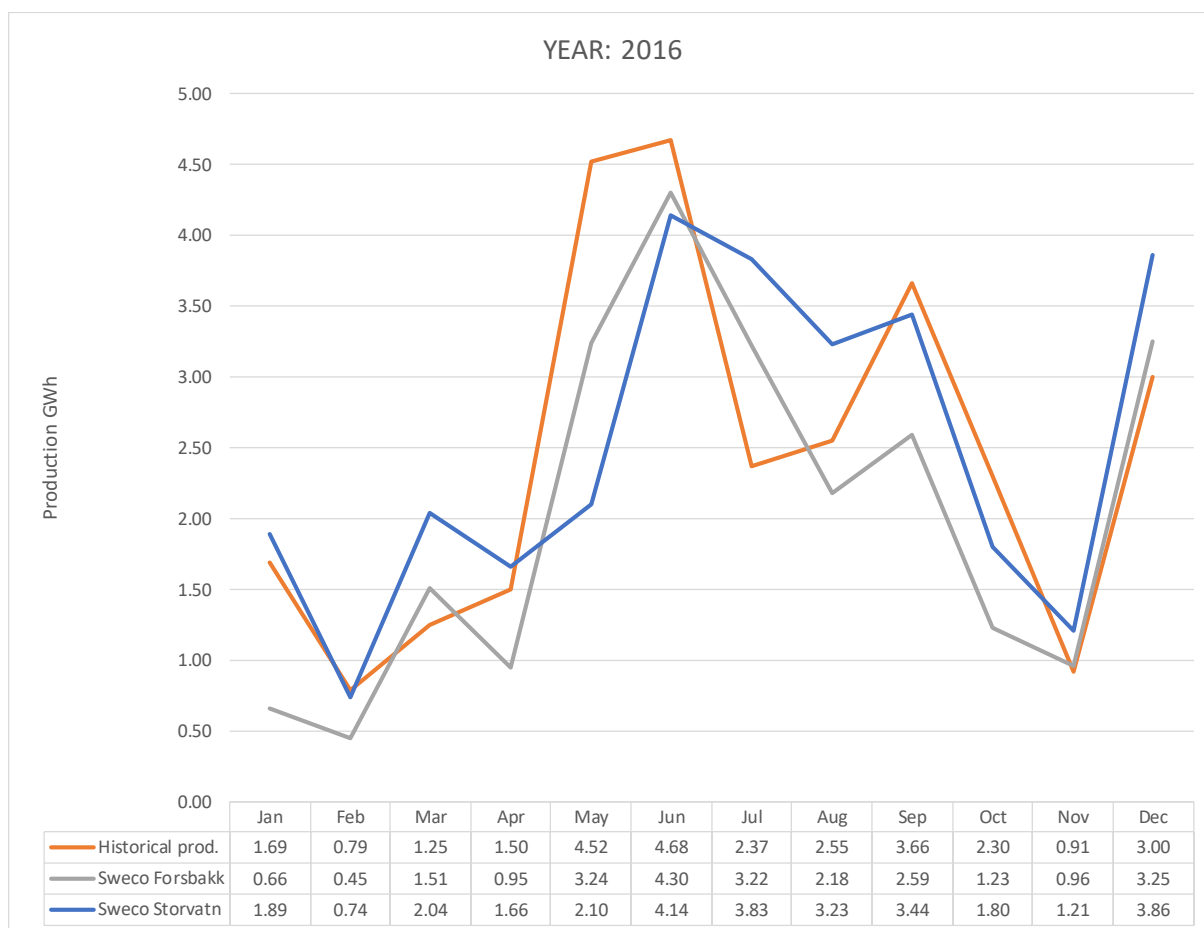
I Figur 4, Figur 5 og Figur 6 er det presentert kurver for historisk produksjon sammenlignet med simulert produksjon basert på 153.1 Storvatn og 156.15 Forsbakk.



Figur 4 Historisk og simulert produksjon Ildgrubfossen kraftverk år 2011



Figur 5 Historisk og simulert produksjon Ildgrubfossen kraftverk år 2012



Figur 6 Historisk og simulert produksjon Ildgrubfossen kraftverk år 2016

Tabell 5 viser historiske og simulerte data for flomtap for Ildgrubfossen kraftverk.

Tabell 5 Flomtap historiske og simulerte data

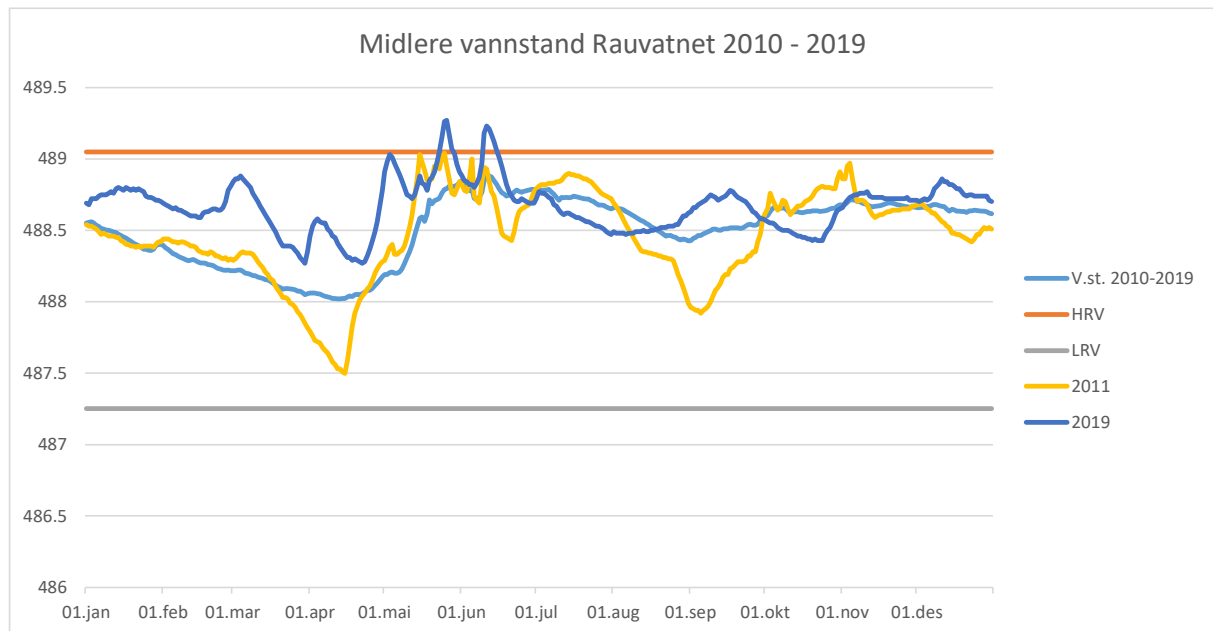
Flomtap Ildgrubfossen kraftverk		2011	2012	2016
Historiske data	mill.m ³	31.6	21.4	12.0
Simuert 156.3 Forsbakk	mill.m ³	29.4	10.4	10.5
Simulert 153.1 Storvatn	mill.m ³	21.5	7.7	6.7

Figur 7 viser historiske (faktiske) vannstandskurver for følgende perioder:

- gjennomsnitt (2010 – 2019)

- år 2011. Dette året ble plukket ut fra perioden 2010 – 2019 på bakgrunn av at den laveste enkeltstående vannstanden var dette året. 2011 er ansett som å være et vått år, men magasinet er senket mye to ganger dette året.

- år 2019 som er det siste året med registrerte data.



Figur 7 HRV, LRV, midlere vannstandsnivå 2010-2019 og vannstand i et utvalgt år med lav vannstand (2011)

I simuleringsmodellen i nMag er middelkurven (blå) lagt inn som styrekurve for magasinet i Rauvatnet.

På bakgrunn av sammenligning av produksjonshistorikk og flomtap velges 156.15 Forsbakk som sammenligningsfelt.