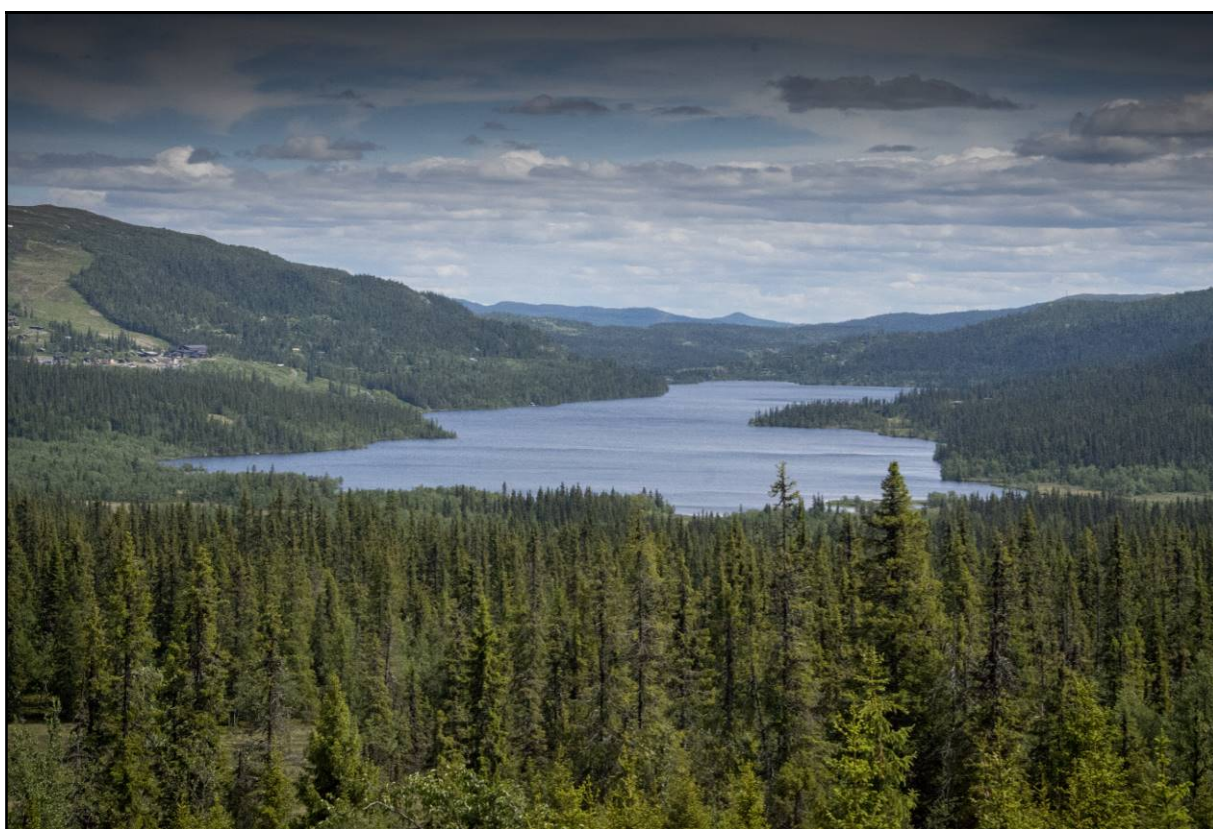


Synnfjorden vannverk



Nordre Land kommune
Innlandet fylke



Skjema for dokumentasjon av
hydrologiske forhold for
søknad om konsesjon

Juli 2021

Skjema for dokumentasjon av hydrologiske forhold

Hensikten med dette skjemaet er å dokumentere grunnleggende hydrologiske forhold knyttet til uttak av vann til ulike formål, her drikkevannsforsyning. Skjemaet skal sikre at en søknad om konsesjon inneholder alle relevante opplysninger innen hydrologi slik at utbygger, høringsinstanser og myndigheter gjør sine vurderinger og uttalelser på et best mulig grunnlag. Denne hydrologirapporten er utarbeidet av dr. philos. Geir Helge Johnsen, Rådgivende Biologer AS, juli 2021.

1 Overflatehydrologiske forhold

1.1 Beskrivelse av anlegget sitt nedbørfelt og valg av sammenligningsstasjon

1.1.1 Informasjon om anlegget sitt nedbørfelt (sett kryss).

	Ja	Nei
Er det usikkerhet knyttet til feltgrensene?		x
Er det i dag vannforsyningsanlegg eller andre reguleringer inklusive overføringer inn/ut av anlegget sitt naturlege nedbørfelt?		x

1.1.2 Informasjon om eventuelle reguleringsmagasin

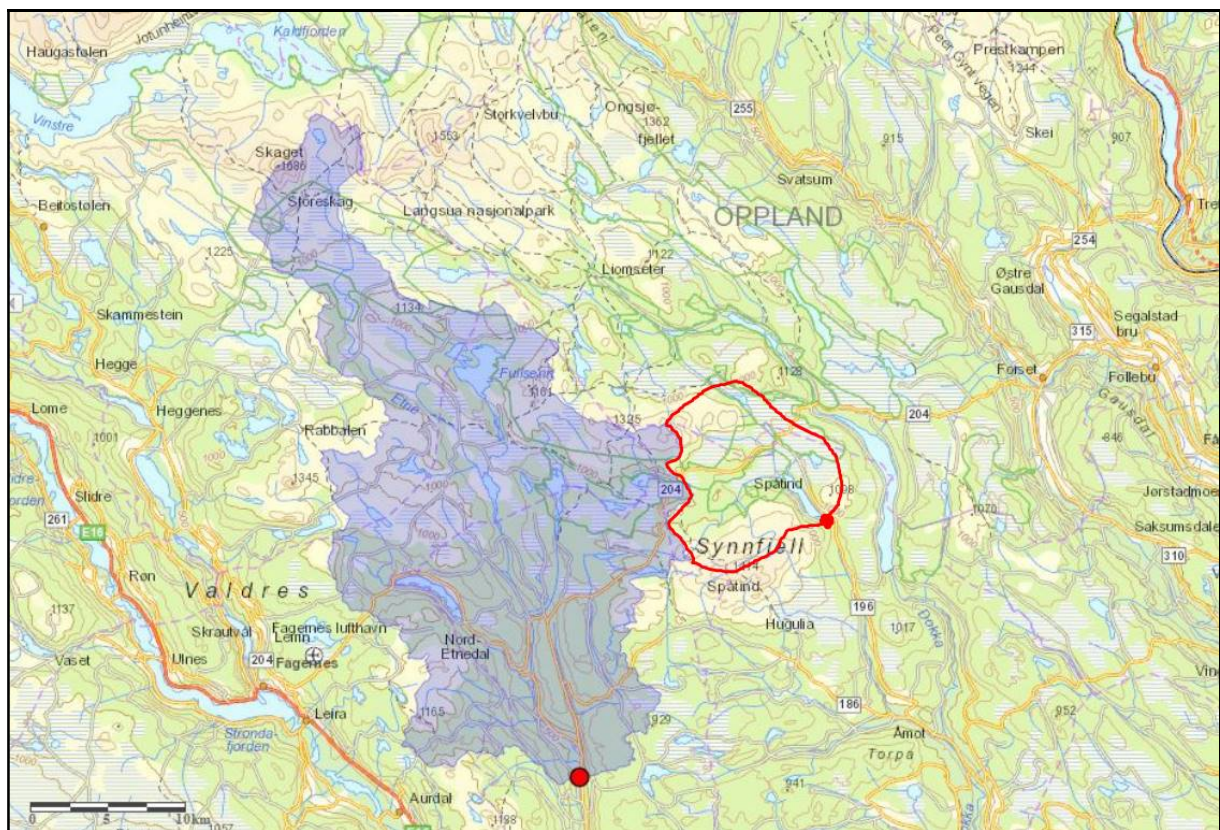
Magasin	Innsjønr.	Areal km ²	HRV	LRV	Regulering	Magasin m ³
Synnfjorden	609	2,0094	796 moh.	795,5 moh.	0,5 m	1.000.000

1.1.3 Informasjon om sammenligningsstasjonen som skal benyttes som grunnlag for hydrologiske- og produksjonsmessige beregninger i konsesjonssøknaden.

Stasjonsnummer og stasjonsnavn	12.70.0 Etna
Skaleringsfaktor 0,2836 direkte fra Nevina	justert til 0,2117 – se diskusjon side 4
Periode med data som er benyttet	10. mai 1919 – 31. desember 2020
Totalt antall år med data	101
Er sammenligningsstasjonen uregulert?	ja

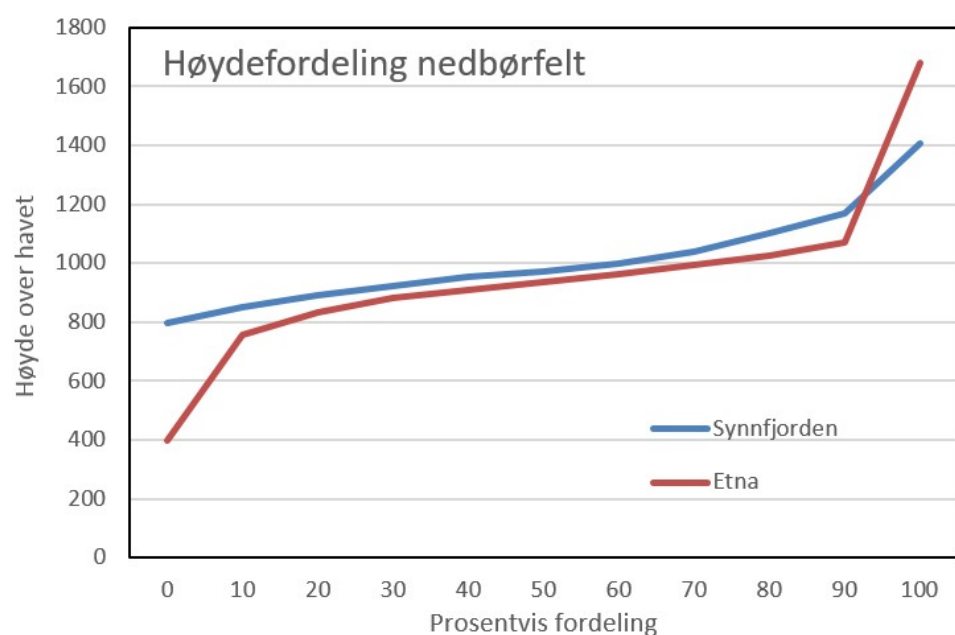
1.1.4 Feltparametere for nedbørfeltet til anlegget og sammenligningsstasjonen.

	Anlegget sitt nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt	
Areal (km²)	83,3		569	
Høyeste og laveste kote (moh.)	1408	796	1681	396
Effektiv sjøprosent fra «Lavvann»	2,5		0,3	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%)	24,1		12,4	
Hydrologisk regime	Innland høyfjell			
Middelavrenning/ midlere årstilsig (fra NVE Nevina)	2,07 m³/s		7,28 m³/s	
	24,8 l/s km²		12,8 l/s km²	
	65 mill. m³		230 mill. m³	
Middelavrenning for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden 1919-2020	-----		9,85 m³/s	16,87 l/s/km²
Kort begrunnelse for valg av stasjon	Ligger som nabovassdrag like vest for det aktuelle feltet.			



Figur 1. Nedbørfelt til måleserien 12.70 Etna i Etnedal kommune (skravert) med inntegnet nabofeltet til Synnfjorden (rødt omriss). Kart og nedbørfelt-avgrensning fra NVE-Atlas.

Feltet til Synnfjorden er mye mindre enn referansefeltet til Etna, men høyeste punkt i feltene og medianhøyden samsvarer relativt godt. Medianhøyden i Etna sitt felt er på 936 moh. mens det i Synnfjordens felt er 971 moh., og feltene har i hovedsak lignende høydeprofil (**figur 2**).

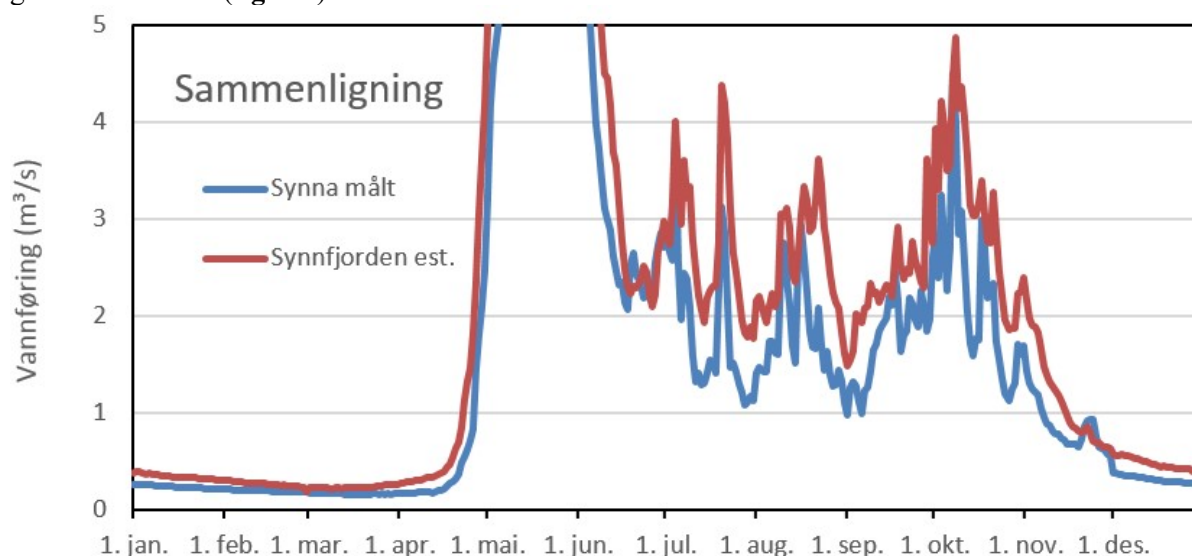


Figur 2. Nedbørfeltenes høydekurve, fra NVEs Lavvanns-applikasjon «Nevina»

Diskusjon kalibrering av vannføringsdata

Vannføringsmålingene i Etna er benyttet for simulering av tilrenning til Synnfjorden. Skaleringsfaktoren ved overføring av data er beregnet fra NVEs Nevina for begge feltene. Skaleringsfaktor basert på Nevina for begge feltene er: **Utløp Synnfjorden = 0,2836 * vannføring i Etna**. Samtidig er den målte vannføringen i Etna 35 % høyere for hele måleperioden fra 1919 til 2020 enn Nevina-tallene basert på 1961-1990 normalen.

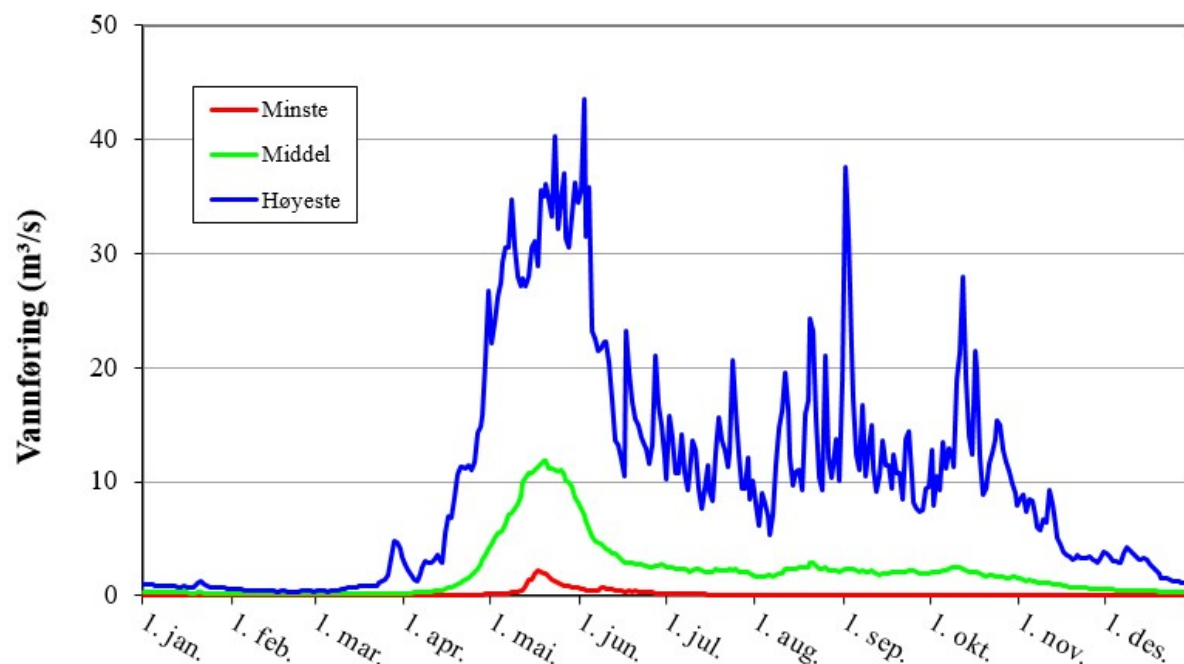
I perioden fra 9. mai 1978 til 30. november 1986 ble det dessuten målt vannføringer i Synna ved nåværende inntak til Torpa kraftverk, før inntaket var etablert. Ved å sammenligne disse målingene dag for dag med de estimerte basert på Etna direkte, viser det seg at den estimerte vannføringen i utløp av Synnfjorden basert på Etna ligger jevnt over vel omtrent 1/3 høyere enn det som er observert nede i Synna, selv når en trekker fra for det 15 km² feltet i Synna nedenfor Synnfjorden. Dette synes å være generelt over året (**figur 3**).



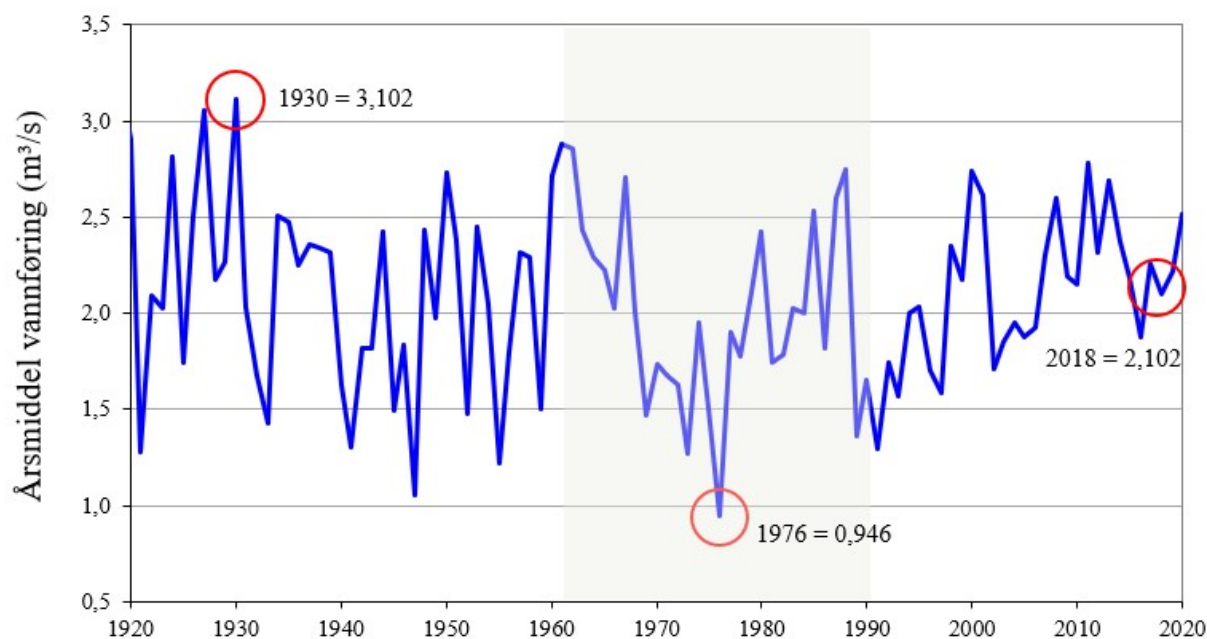
Figur 3. Dag for dag sammenligning mellom estimert vannføring i utløp av Synnfjorden basert på målingene i Etna (rød), og konkrete målinger utført nede i Synna i perioden 9. mai 1978 til 30. november 1986, skalert ned til utløpet av Synnfjorden (blå). Bare vannføringer under 5 m³/s er vist, for å kunne nyansere bildet ved de lavere vannføringene.

Overføring av vannføringsmålingene fra Etna direkte til utløp fra Synnfjorden kan derfor gi et for høyt estimat, slik at virkning av det omsøkte vannuttaket i særlig tørre perioder kan bli feil. Derfor er korreksjonsfaktoren for overføring redusert til **0,2117** – se **tabell 1.1.3** på side 2 foran.

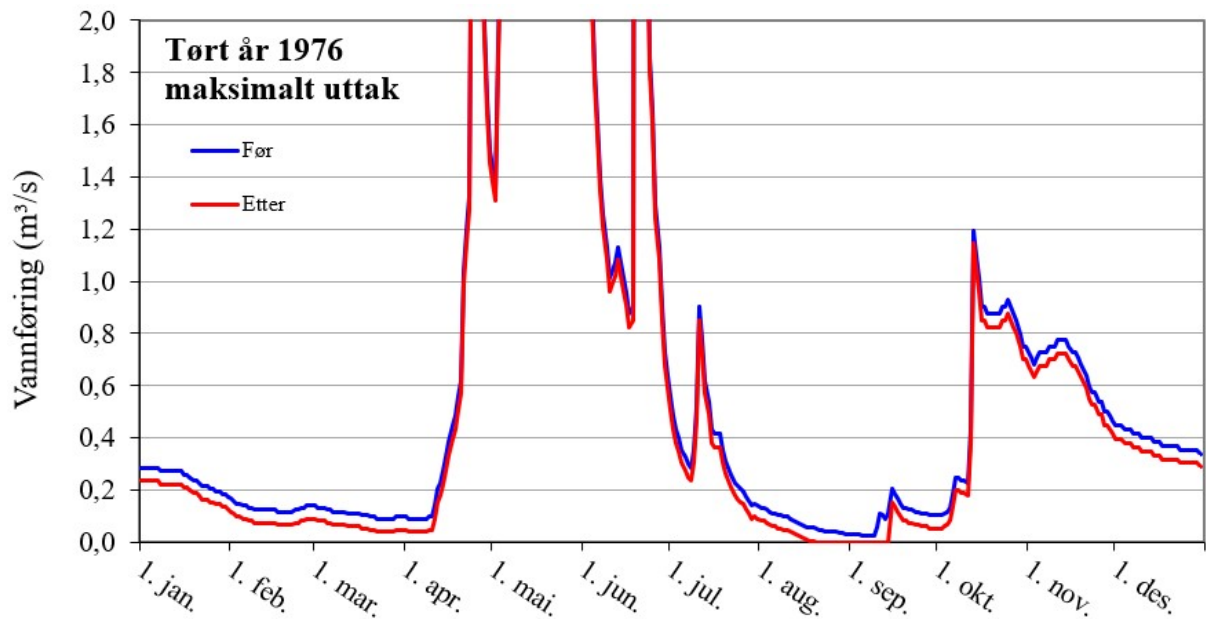
1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging



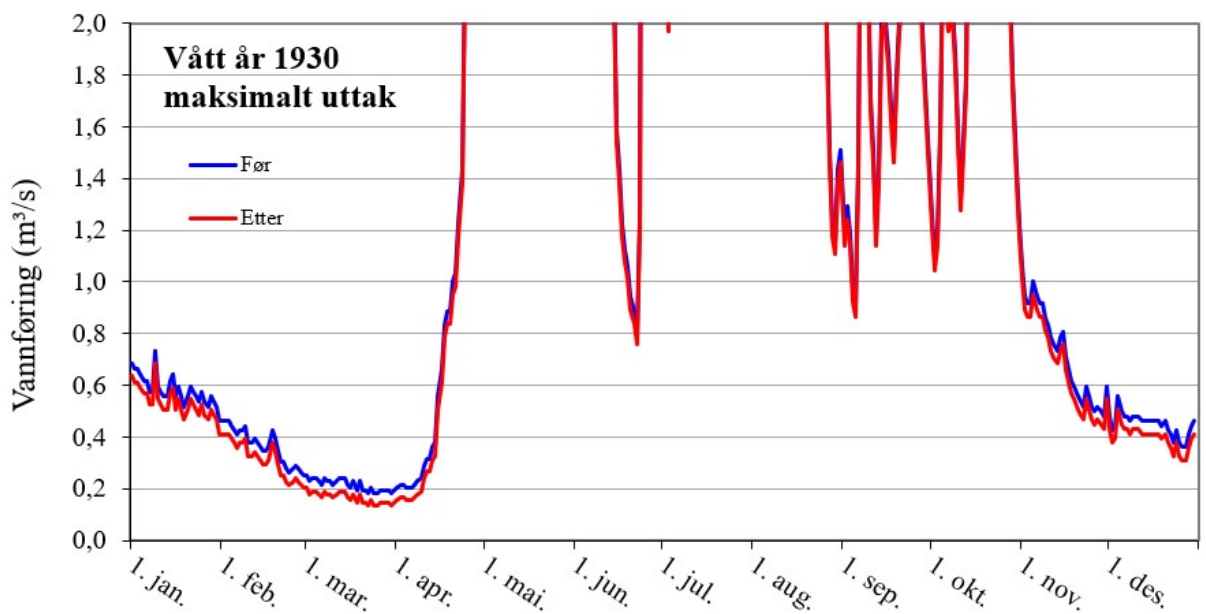
Figur 4. Plott som viser høyeste, middel- og laveste beregnede vannføringer dag for dag gjennom året for utløpet fra Synnfjorden til Synna i Nordre land kommune. Data er tilpasset fra måleserien 12.70 Etna og redusert med 33 %.



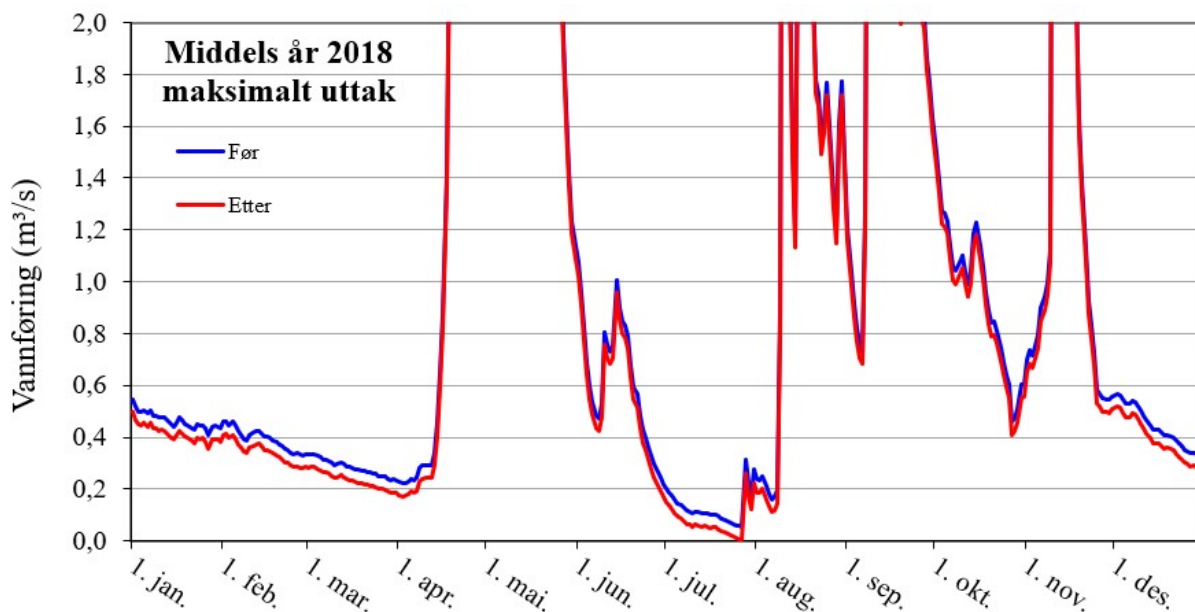
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring mellom årene 1920 og 2020 for utløpet av Synnfjorden i Nordre land kommune. Data er tilpasset fra måleserien 12.70 Etna og redusert med 34 %. «Tørreste» året i perioden var 1976, «våteste» året var 1930. 2018 er benyttet som et «gjennomsnitts-år». Perioden 1961-1990 er Nevina sin referanseperiode, og er vist med lys grå skravering.



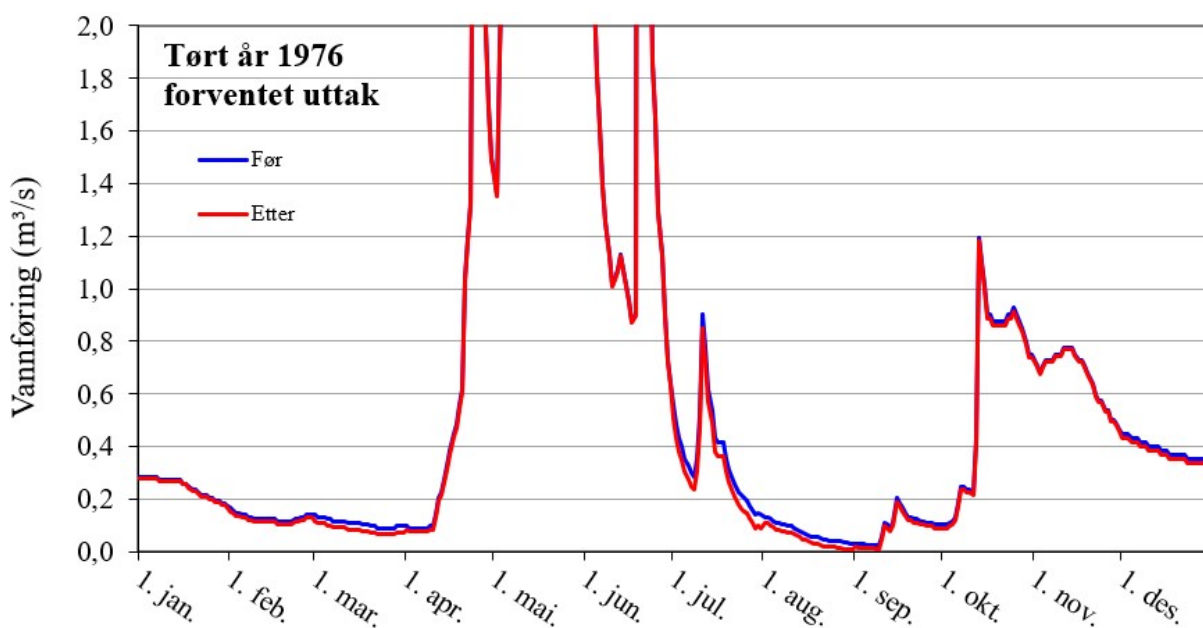
Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt år (1976) før (blå) og etter utbygging (rød). Av hensyn til nyansene er det bare vist for vannføringer lavere enn $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et jevnt døgnuttak av vann på **maksimalt 50 l/s hele året**, uten slipp av minstevannføring.



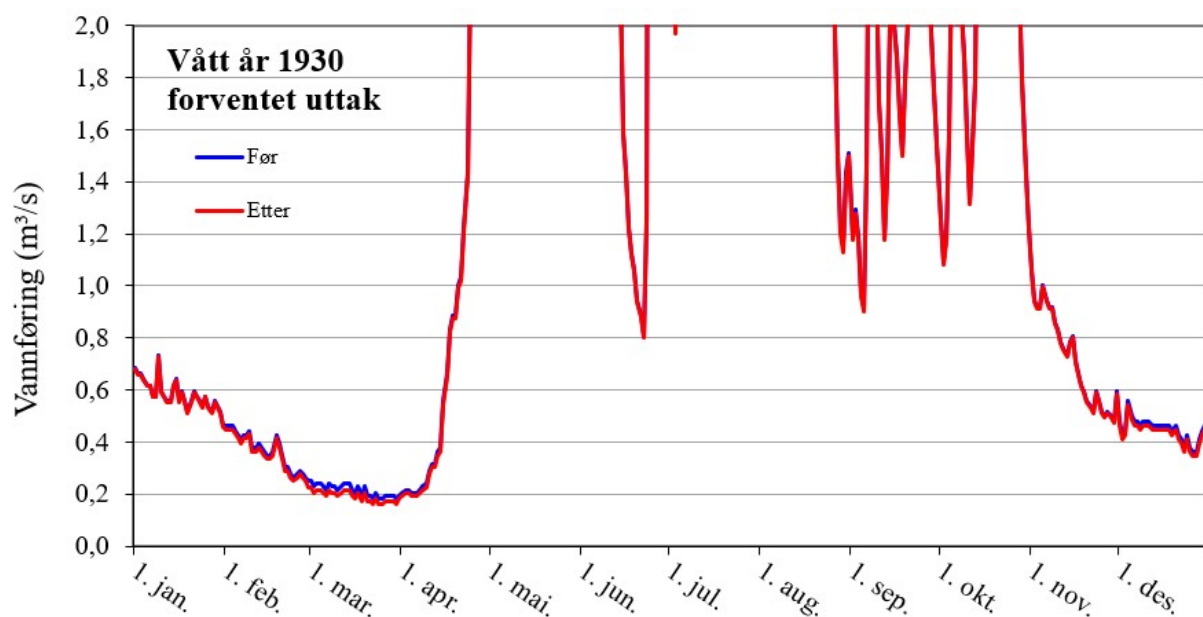
Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått år (1930) før (blå) og etter utbygging (rød). Av hensyn til nyansene er det bare vist for vannføringer lavere enn $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et jevnt døgnuttak av vann på **maksimalt 50 l/s hele året**, uten slipp av minstevannføring.



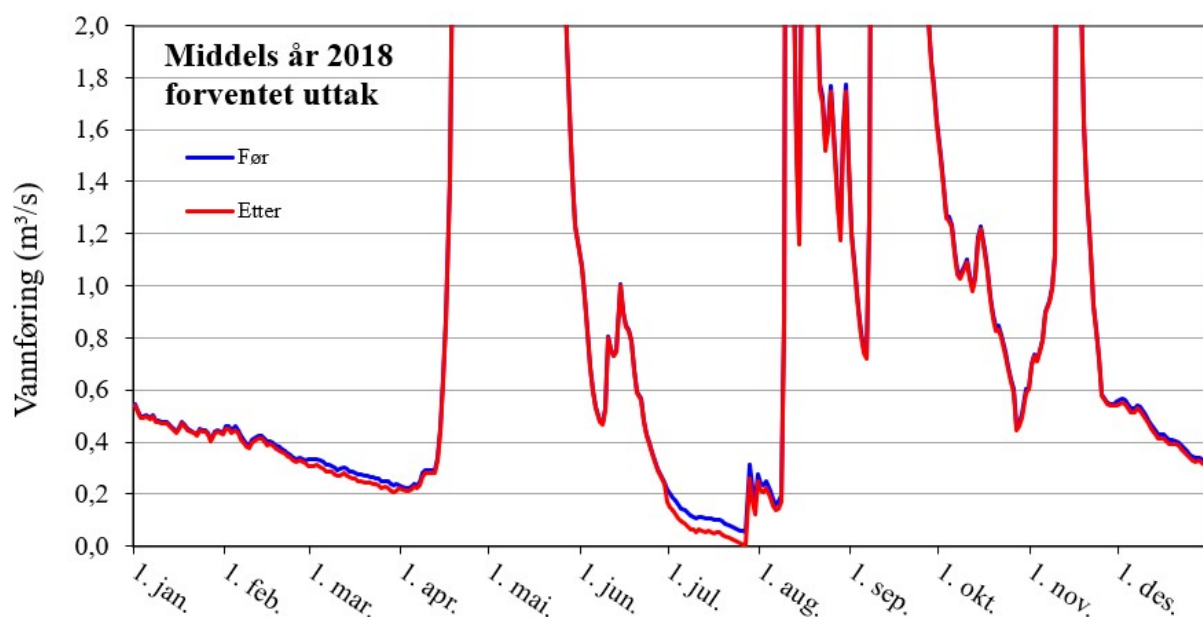
Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels år (2018) før (blå) og etter utbygging (rød). Av hensyn til nyansene er det bare vist for vannføringer lavere enn 2 m³/s. Tallene er basert på et jevnt døgnuttak av vann på **maksimalt 50 l/s hele året**, uten slipp av minstevannføring.



Figur 9. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt år (1976) før (blå) og etter utbygging (rød). Av hensyn til nyansene er det bare vist for vannføringer lavere enn 2 m³/s. Tallene er basert på et **forventet uttak av vann gjennom året med gjennomsnitt på 15 l/s**, uten slipp av minstevannføring.

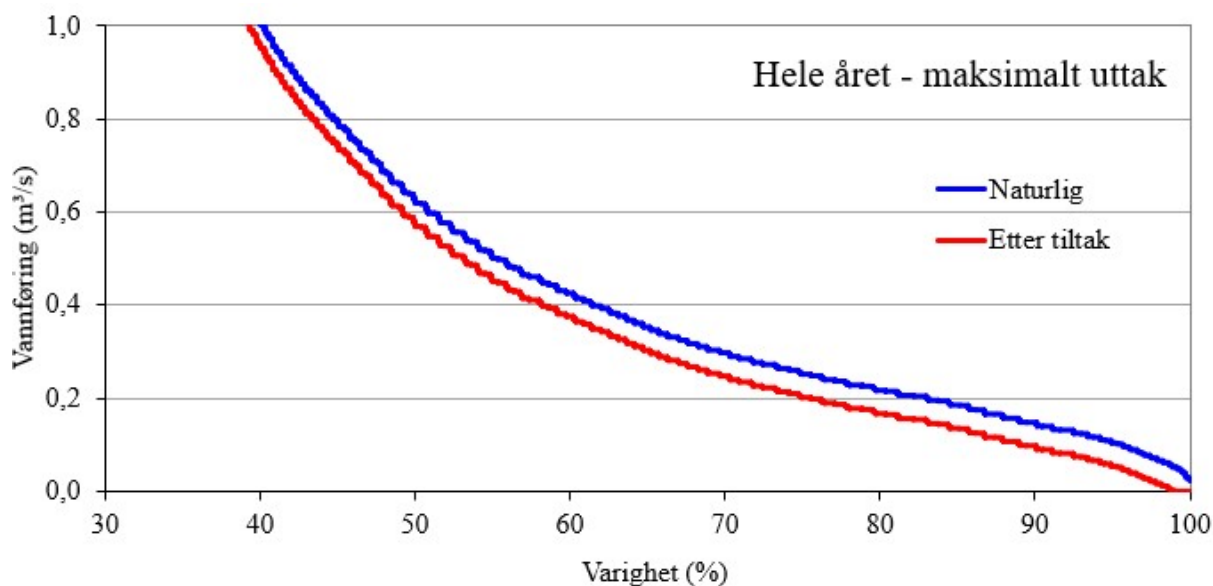


Figur 10. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått år (1930) før (blå) og etter utbygging (rød). Av hensyn til nyansene er det bare vist for vannføringer lavere enn 2 m³/s. Tallene er basert på et forventet uttak av vann gjennom året med gjennomsnitt på 15 l/s, uten slipp av minstevannføring.

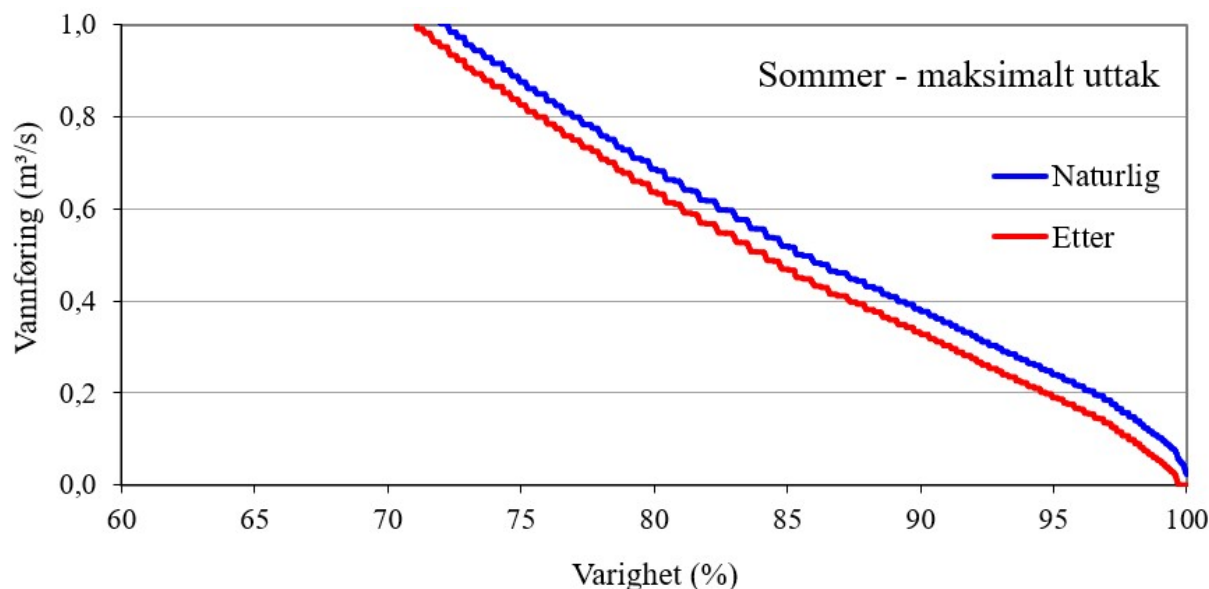


Figur 11. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels år (2018) før (blå) og etter utbygging (rød). Av hensyn til nyansene er det bare vist for vannføringer lavere enn 2 m³/s. Tallene er basert på et forventet uttak av vann gjennom året med gjennomsnitt på 15 l/s, uten slipp av minstevannføring.

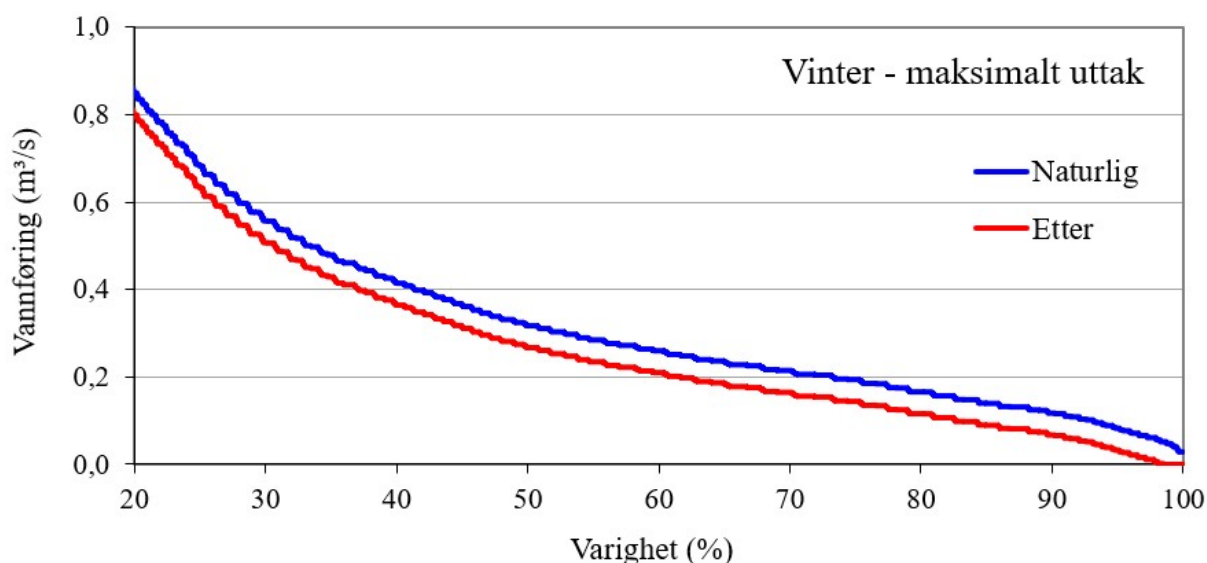
1.3 Varighetskurver og beregning av nyttbar vannmengde



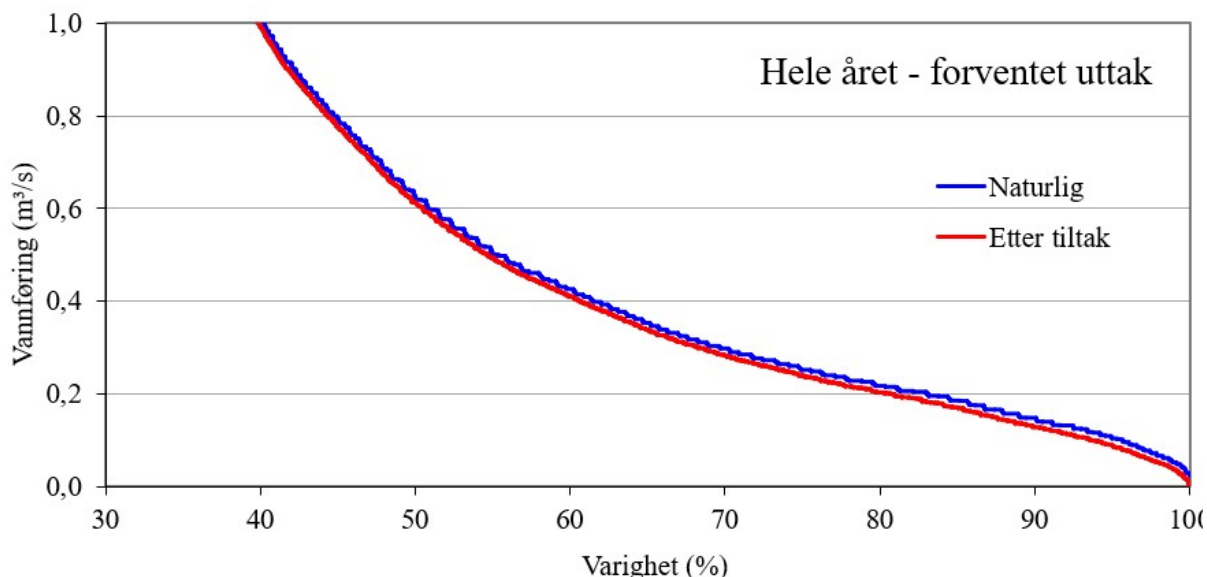
Figur 12. Varighetskurve for hele året før (blå) og etter utbygging (rød) ($n = 37.127$ målinger). Av hensyn til nyansene, er det bare vist for vannføringer lavere enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et jevnt døgnuttak av vann på **maksimalt 50 l/s hele året**, uten slipp av minstevannføring. Vannføringen i utløpet av Synnfjorden vil bli lavere enn det naturlig laveste på 23 l/s i $2,5 \%$ av tiden, hvilket tilsvarer 9 dager årlig i gjennomsnitt. I 1% av året, eller 3,6 dager, vil det ikke være overløp i utløpet dersom en tar ut maksimalt uttak hele tiden, hvilket aldri er aktuelt.



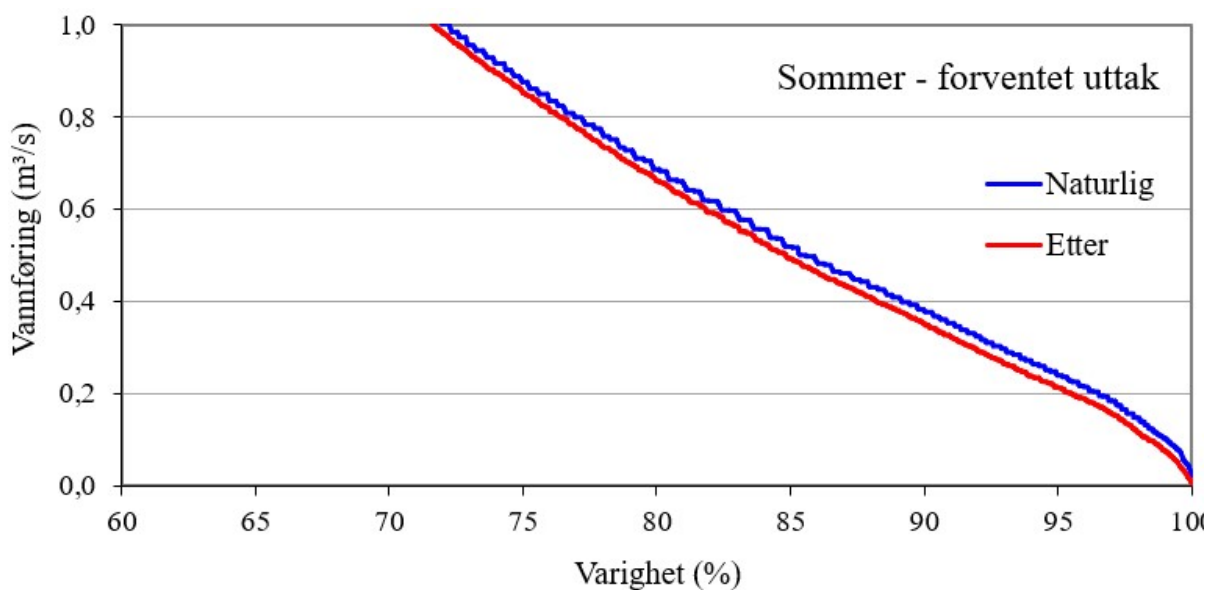
Figur 13. Varighetskurve for sommersesongen (1.mai til 30. september) før (blå) og etter utbygging (rød) ($n = 15.597$ målinger). Av hensyn til nyansene, er det bare vist for vannføringer lavere enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et jevnt døgnuttak av vann på **maksimalt 50 l/s hele året**, uten slipp av minstevannføring. Vannføringen i utløpet av Synnfjorden vil bli lavere enn den naturlig laveste sommervannføringen på 23 l/s i $0,4 \%$ av tiden, hvilket tilsvarer 1,5 dager årlig gjennom sommeren i gjennomsnitt. I $0,33 \%$ av sommermånedene, eller omtrent en halv dag, vil det ikke være overløp i utløpet dersom en tar ut maksimalt uttak hele tiden, hvilket aldri er aktuelt.



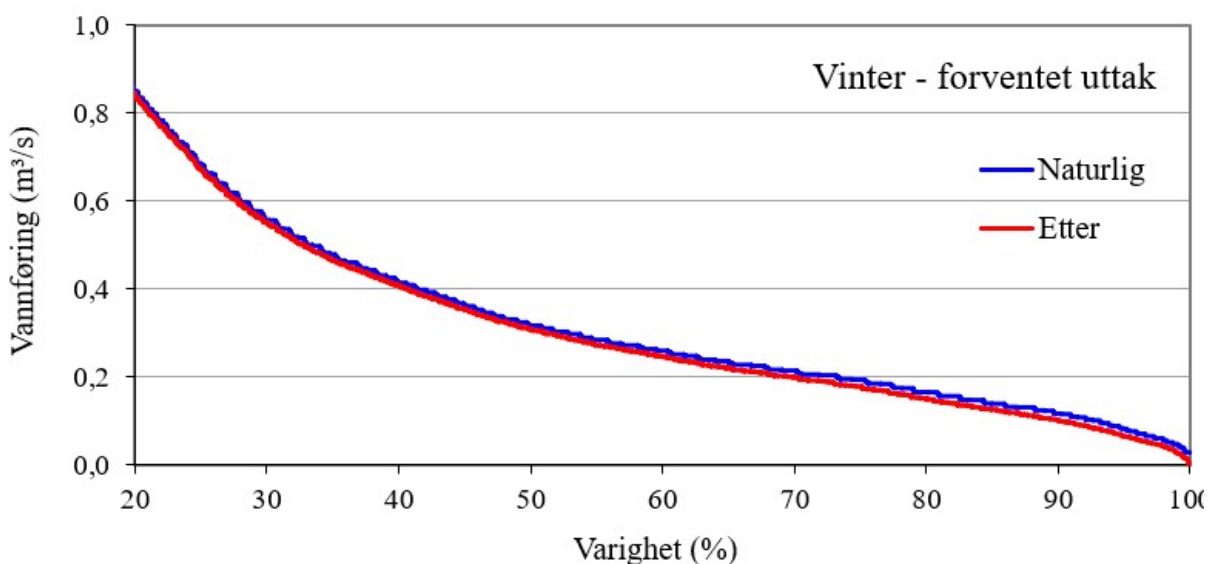
Figur 14. Varighetskurve for vinteren (1.oktober til 30. april) før (blå) og etter utbygging (rød). ($n = 21.530$ målinger). Av hensyn til nyansene, er det bare vist for vannføringer lavere enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et jevnt døgnuttak av vann på **maksimalt 50 l/s hele året**, uten slipp av minstevannføring. Vannføringen i utløpet av Synnfjorden vil bli lavere enn den naturlig laveste vintervannføringen på 29 liter i 4,7 % av tiden, hvilket tilsvarer 10 dager årlig i gjennomsnitt gjennom vinteren. I 1,5 % av vinteren, eller 3,2 dager, vil det ikke være overløp i utløpet dersom en tar ut maksimalt uttak hele tiden, hvilket aldri er aktuelt.



Figur 15. Varighetskurve for hele året før (blå) og etter utbygging (rød) ($n = 37.127$ målinger). Av hensyn til nyansene, er det bare vist for vannføringer lavere enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et **forventet uttak av vann gjennom året med gjennomsnitt på 15 l/s**, uten slipp av minstevannføring. Vannføringen i utløpet av Synnfjorden vil bli lavere enn den naturlig laveste på 23 l/s i 0,4 % av tiden, hvilket tilsvarer 1,5 dager årlig i gjennomsnitt. Det vil aldri være tørt i utløpet av Synnfjorden, med laveste vannføring tilsvarende 4 l/s.



Figur 16. Varighetskurve for sommersesongen (1.mai til 30. september) før (blå) og etter utbygging (rød) ($n=15.597$ målinger). Av hensyn til nyansene, er det bare vist for vannføringer lavere enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et **forventet uttak av vann gjennom året med gjennomsnitt på 15 l/s** , uten slipp av minstevannføring. Vannføringen i utløpet av Synnfjorden vil bli lavere enn den naturlig laveste sommervannføringen på 23 l/s i $0,2 \%$ av tiden, hvilket tilsvarer 7 timer årlig gjennom sommeren i gjennomsnitt. Det vil aldri være tørt i utløpet av Synnfjorden, med laveste vannføring tilsvarende 7 l/s .



Figur 17. Varighetskurve for vinteren (1.oktober til 30. april) før (blå) og etter utbygging (rød). ($n=21.530$ målinger). Av hensyn til nyansene, er det bare vist for vannføringer lavere enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tallene er basert på et **forventet uttak av vann gjennom året med gjennomsnitt på 15 l/s** , uten slipp av minstevannføring. Vannføringen i utløpet av Synnfjorden vil bli lavere enn den naturlig laveste vintervannføringen på 29 liter/s i 1% av tiden, hvilket tilsvarer 2 dager i gjennomsnitt gjennom vinteren. Det vil aldri være tørt i utløpet av Synnfjorden, med laveste vannføring tilsvarende 4 l/s .

1.3.1 Anleggets største og minste vannuttak

Anlegget sitt omsøkte månedlige vannuttak (l/s) fram i tid, vist som maksimalt døgnuttak, og midlere månedlig uttak basert på antatt bruk av fritidsboligene i andel (%) av måneden basert på at anlegget vil da bare bli benyttet «fullt» i en del sentrale ferier i følgende perioder:

- 10 dager i romjulen,
- 14 dagers periode rundt vinterferie,
- 10 dagers påskeferie,
- 3-5 ukers periode på sensommeren og
- 1 ukes høstferie,

Anlegget sin maksimale slukeevne (uttak, m³/s)								Maks		Min		
								= pumpekapasitet		Ikke relevant		
Anlegget sitt omsøkte maksimale månedlige vannuttak (l/s) i gjennomsnitt over døgnet												
Mnd.	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Maks	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Snitt	5	12	25	12	5	5	50	25	13	13	5	15
Andel	10%	25%	50%	25%	10%	10%	100%	50%	25%	25%	10%	30%

1.3.2 Antall dager med vannføring større enn maksimalt planlagt uttak i utvalgte år.

Ved maksimalt uttak på 50 l/s hele året	Tørt år 1976	Middels år 2018	Vått år 1930
Antall dager med overløp	361 døgn	365 døgn	365 døgn
Antall dager uten overløp	5 døgn	0 døgn	0 døgn

1.3.3 Antall dager med vannføring større enn middels planlagt uttak i utvalgte år.

Ved gjennomsnittlig uttak på 15 l/s i året	Tørt år 1976	Middels år 2018	Vått år 1930
Antall dager med overløp	366 døgn	365 døgn	365 døgn
Antall dager uten overløp	0 døgn	0 døgn	0 døgn

1.3.4 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde, mill. m ³	65,15
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	Ikke relevant
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	Ikke relevant
Beregnet vanntap fra magasin på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	Ikke relevant
Søkt maksimalt uttak på 50 l/s mill. m ³	1,58 mill. m ³
Midlere årsuttak på 15 l/s	0,47 mill. m ³

Kommentarer ved behov.

Søkt maksimalt daglig uttak hele året 2,5 % av middel tilsig for perioden 1919-2020
Søkt månedlig uttak tilsvarer 15 l/ hvilket tilsvarer 0,75 % av midlere tilrenning.
Dette vil være tilgjengelig uten behov for magasin.

1.4 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minstevannføring.

1.4.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Allminnelig lavvannføring (basert på NVE Nevina)	83 l/s	-----	-----
5-persentil (basert på NVE Nevina)	83 l/s	191 l/s	83 l/s
Planlagt minstevannføring ikke omsøkt		0 l/s	0 l/s

1.5 Magasinkurve

1.5.1 Teoretiske maksimal årlig nedtapping for alle årene fra 1919-2020 ved maksimalt uttak hver dag hele året.



Figur 18. Største årlige nedtapping av Synnfjorden ved maksimalt uttak på 50 l/s hele året.

Kun i åtte år i den 101 år lange måleperioden fra 1919 til 2020 ville Synnfjorden vært tappet ned, og under 2 cm i syv av årene. I 1996 ville vannstanden vært 8,2 cm under laveste naturlige vannstand den 8. april, etter tre måneder med jevn nedtapping. Alle simuleringene er gjort med å benytte maksimalt uttak på 50 l/s hele året, hvilket aldri vil skje (se **tabell 1.3.1** på side 12 foran). Med uttak av planlagt vannmengde hele året, vil det aldri bli behov for nedtapping av noe magasin.

1.5.2 Teoretiske maksimal årlig nedtapping for årene fra 1919-2020 ved forventet vannuttak

Ved forventet aktuelt vannuttak for hver måned gjennom året med et gjennomsnitt på 15 l/s (se **tabell 1.3.1** på side 12 foran), ville Synnfjorden aldri vært tappet ned under laveste vannstand i noen av dagene i noen av årene fra 1919 til 2020.