

Oppdragsgiver: Troms Kraft Produksjon AS

Oppdragsnr.: 52306288 Dokumentnr.: N04

Til: Troms Kraft Produksjon AS

Fra: Norconsult AS

Dato: 2024-06-03

## ► Vilårsrevisjon Skibotn kraftverk – Beregning av lavvannføringer

I forbindelse med vilårsrevisjon for Skibotn kraftverk, har Norconsult bistått Troms kraft med beregning av karakteristiske lavvannføringer for naturlige nedbørfelt som i dag er regulert.

Analysene som er utført baserer seg på analyse av regionale lavvannføringer observert ved uregulerte målestasjoner og sammenligning med tilsvarende størrelser beregnet med NVEs web-applikasjon Nevina.

Regionen (Indre Troms) er dominert av tørke i vinterhalvåret. Resultatene viser at alminnelig lavvannføring varierer fra 0,7 til 2 l/s/km<sup>2</sup> for de feltene som er vurdert. Analyse av lavvannsdata fra lokale målestasjoner antyder at alminnelig lavvannføring er korrelert med enkelte nedbørfeltparametre, men datagrunnlaget er for tynt for å legge den lokale analysen til grunn for konklusjonen. Det er imidlertid vurdert at de innbyrdes forskjellene i lavvannføring mellom nedbørfeltene i Skibotn kan representeres med forskjellene fra Nevina. Nivået på lavvannføringene er fastsatt på grunnlag av en sammenligning av lavvannføringer som er observert og fra Nevina.

For Lavkkajohka B1 og for summen av de regulerte feltene til Norddalen og Skibotnvassdraget er alminnelig lavvannføring estimert til 0,7-1,3 l/s/km<sup>2</sup>, 5%-persentil sommer 2,0-3,9 l/s/km<sup>2</sup> og 5%-persentil vinter 0,5-1,0 l/s/km<sup>2</sup>.

### Feltbeskrivelse

Feltene som oppdraget omfatter, blir utnyttet til kraftproduksjon i kraftverkene Skibotn (72 MW) og Lavkkajohka (8,7 MW). De regulerte feltene ligger i hovedsak innenfor feltet til vannmerke 205.3 Skibotn bru, noen drenerte naturlig til Signaldalen og Kittdalen. Feltenes egenskaper er vist i Tabell 1, og et oversiktskart over de regulerte delfeltene i Figur 1. Feltegenskaper er beregnet med Nevina. Feltareal er i tillegg kontrollert med Scalgo, uten at det er funnet vesentlige avvik i feltstørrelsene.

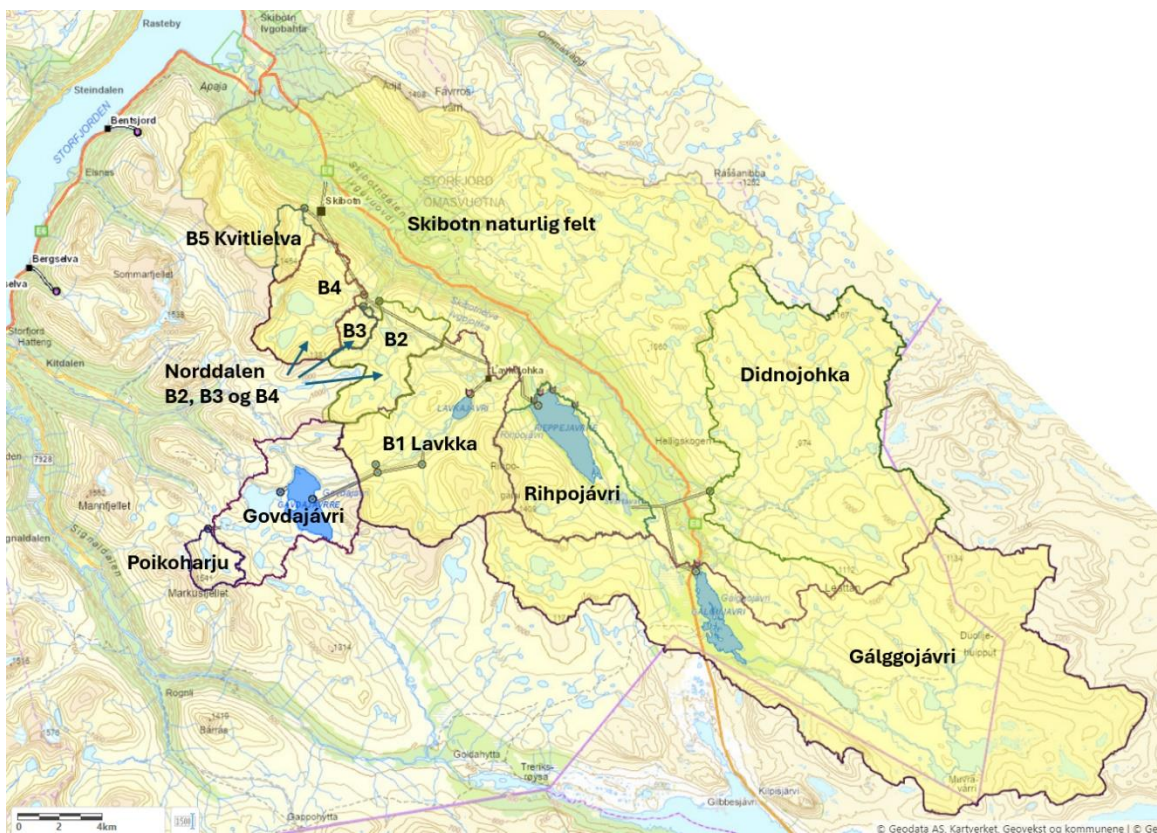
Tabell 1 Nedbørfelt til Skibotn kraftverk.

Nedbørfelt	Areal (km <sup>2</sup> )	Eff. sjø%	H min-med-max (moh)	Q <sub>N</sub> 9120 (l/s/km <sup>2</sup> )
Skibotn bru	728	0.33	8-819-1463	21
Lokalfelt Rihpojávri	33.7	17.3	470-641-1406	22
Lokalfelt Gálggojávri	199	3.2	500-790-1407	17
Lokalfelt Didnojojka	112	0.50	516-939-1173	20
Lokalfelt Govdajávri	32.6	13.9	708-799-1371	35
Lokalfelt Poikoharju	5.1	4	780-1079-1549	36
Totalfelt Lavkka B1	53.8	1.3	492-899-1422	28
Lokalfelt Kvitlielva (B5)	4.6	0	497-988-1467	25
Norddal B2	16.4	2.5	502-882-1358	27
Nordal B3	2.8	0	537-738-1134	27
Norddal B4	18.4	2.4	502-991-1443	28

Bekkeinntak B1 ligger på kt. 492 i Lavkkajohka. Bekkeinntakene B2, B3 og B4 ligger i Norddalen. Bekkeinntak B5 ligger i Kvittielva nær Skibotn kraftverk.

Rihpojávri (Rieppejavrrre) er oppdemt til kraftproduksjon. Effektiv sjøprosent i Tabell 1 refererer til Nevinas beregning av parameteren, ut fra et magasinareal etter oppdemming på 5,9 km<sup>2</sup>. Fra Kartverkets historiske kart (Tromsø amt 20-12) fra 1913 (før regulering) måles arealet til 4,1 km<sup>2</sup>. Det gir effektiv sjøprosent i uregulert tilstand på 13,3% for Rihpojávri.

Govdajávri er regulert som et rent senkningsmagasin. Det er derfor ikke beregnet en annen effektiv sjøprosent for Govdajávri som følge av regulering.



Figur 1 Regulerte nedbørfelt til Skibotn kraftverk. Nedbørfeltene er beregnet med Scalgo. Bakgrunnskart fra NVE Atlas. Det naturlige feltet til 205.3 Skibotn bru er vist med gul bakgrunnsfarge.

## Hydrologisk grunnlag

Som referanseserier benyttes en rekke vannmerker fra indre Troms, se blå punkter i Figur 2 og feltegenskaper i Tabell 2. Vannføringsseriene er hentet ut fra NVEs database Hydra II. Skibotnvassdraget ble regulert i 1979. For seriene som er berørt av reguleringen, benyttes kun data fra uregulert periode.

205.1 Helligskogen, 205.3 Skibotn bru og 205.6 Didnojojokka ligger i vassdraget. For disse benyttes data fra tilgjengelige år tom.1978. 205.2 Gardebor (nedstrøms magasin Galggojávri) har ikke måledata etter 1978.

196.11 Lille Rostavatn har sammenhengende, uregulerte data for en lang periode. Målestasjonen ligger ved utløpet av Lille Rostavatn, hvor det normalt vil være lite isoppstuvning om vinteren. Serien antas derfor å være pålitelig også i vinterhalvåret. Serien har høy effektiv sjøprosent. Lavvannføring ved Lille Rostavatn kan

derfor ikke sammenliknes direkte med lavvannføringerne i Skibotnvasdraget. Serien er likevel nyttig for å korrigere øvrige, kortere serier (undersøke om korte serier omfatter tørre/fuktige år ifht. langtidssnittet), og for å referere observerte data til Nevina. For flere av de øvrige seriene kan manuell iskorreksjon påvirke vinterdataene.

I tillegg har Troms Kraft stilt til rådighet isreduerte måleserier fra nærliggende vassdrag Rovvejohka, Stordalselv og Paraselv. Målingene er utført av Hydrateam på oppdrag fra Statskog. Stordalselv er påvirket av reguleringen av Govdajavri, og benyttes derfor ikke. Rovvejohka og Paraselv har data for fire komplette år 2010-2013. Kontroll mot 196.11 Lille Rostavatn viser at årene 2010-2013 hadde litt høyere lavvannføringer enn langtidssnittet. Observerte serier for Rovvejohka og Paraselv er derfor nedskalert med faktor 1/1,1-1,2 før analyse av årsmiddeltilsig og lavvannføringer. Observasjoner ved vannmerkene viser at NVEs nye avrenningskart 1991-2020 generelt later til å gi realistiske verdier i området.

Selv om det er relativt god dekning av vannmerker i regionen, er det begrenset med gode måleserier av lavvannføringer. Kun 196.11 Lille Rostavatn og 196.12 Lundberg er oppgitt å ha «bra» kurvekvalitet på lave vannføringer. I Skibotnvasdraget har alle feltene ukjent eller meget dårlig kurvekvalitet på lav vannføring. Et unntak er den korte serien fra Rovvejohka, hvor Hydrateam oppgir at kurvekvaliteten er «grei», men laveste målepunkt på kurven er 740 l/s, tilsvarende 12 l/s/km<sup>2</sup>.



Figur 2 Måleserier til vurdering av lavvannføringer. Innfelt kart viser Skibotnvasdraget med reguleringer. Målestasjoner markert med rødt punkt er fra Statskog, med komplett historikk for årene 2010-2013.

Tabell 2 Feltegenskaper for nærliggende vannmerker.

Målestasjon	Periode	Kurvekvalitet liten vf	Areal (km <sup>2</sup> )	ASE (%)	H (moh)	Q <sub>N</sub> obs (l/s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>N</sub> 9120 (l/s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>N</sub> obs/Q <sub>N</sub> 9120
191.2 Øvrevatn	1914-2023	Ukjent	526	0.60	8-564-1503	41.5	43.4	0.96
196.11 Lille Rostavatn	1959-2023	Bra	638	4.00	102-740-1586	27.2	29.9	0.91
196.12 Lundberg	1962-2023	Bra	247	0.01	93-868-1564	43.1	43.8	0.99
196.13 Bardujord	1962-1990	Ukjent	68.5	0.00	99-779-1522	47.0	48.5	0.97
196.26 Høgskarhus	1984-2023	Ukjent <sup>1</sup>	863	0.05	146-798-1714	22.1	22.2	0.99
205.1 Helligskogen	1928-1943, 1962-1968, 1972-1978	Meget dårlig	365	1.07	324-834-1407	22.2	18.4	1.21
205.2 Gardebor	1967-1978	Ukjent	220	3.17	456-782-1407	17.8	17.1	1.04
205.3 Skibotn bru	1971-1978	Ukjent	727	0.33	8-819-1463	18.8	20.6	0.91
205.6 Didnojokka	1980-2023	Meget dårlig	111	0.54	522-922-1173	20.6	20.2	1.02
206.3 Manndalen bru	1972-2023	Meget dårlig	200	0.04	20-933-1316	29.2	27.8	1.05
208.3 Svartfossberget	1982-2023	Middels	1932	0.04	90-673-1361	16.1	16.1	1.00
Rovvejohka	2010-2013	Grei	60.8	1.1	248-980-1198	24.1	22.7	1.06
Paraselv	2010-2013	Ukjent	49.6	0.2	319-860-1520	35.0	39.3	0.89

## Analyser lavvannføring

Alminnelig lavvannføring, samt 5%-persentil sommer (mai tom. september) og vinter (oktober tom. april) er vist i Tabell 3, Tabell 4 og Tabell 5, der observerte verdier er sammenlignet med verdier fra Nevina. I hovedsak ligger observert alminnelig lavvannføring lavere enn verdien fra Nevina, med unntak av enkelte vannmerker med meget dårlig eller ukjent kurvekvalitet på vannføringskurven. For feltene som ikke har «meget dårlig» kurvekvalitet utgjør observert alminnelig lavvannføring i gjennomsnitt 50-60% av tilsvarende verdi fra Nevina. For alle målestasjonene er tilsvarende andel ca. 80%.

Tabell 3 Alminnelig lavvannføring (l/s/km<sup>2</sup>). For Rovvejohka og Paraselv er det 5%-persentilen for år som er oppgitt.

Målestasjon	Observert	Nevina	Obs/Nevina
191.2 Øvrevatn	3.5	6.2	0.6
196.11 Lille Rostavatn	3.3	5.4	0.6
196.12 Lundberg	2.9	4.5	0.6
196.13 Bardujord	2.4	5.7	0.4
196.26 Høgskarhus	1.7	4.5	0.4
205.1 Helligskogen	1.2	1.1	1.1
205.2 Gardebor	0.7	1.2	0.6
205.3 Skibotn bru	0.9	1.6	0.6
205.6 Didnojokka	1.2	1.1	1.1
206.3 Manndalen bru	2.8	2.1	1.3
208.3 Svartfossberget	0.6	1.9	0.3
Rovvejohka	0.6	1.1	0.6
Paraselv	1.3	1.4	0.9

<sup>1</sup> Ikke registrert med kvalitet i Hydra II. Oppdragsgiver oppgir at den er isoppstuvet og ikke gir brukbare vinterdata.

Tabell 4 5% sommer (1.5-30.9.) (l/s/km<sup>2</sup>)

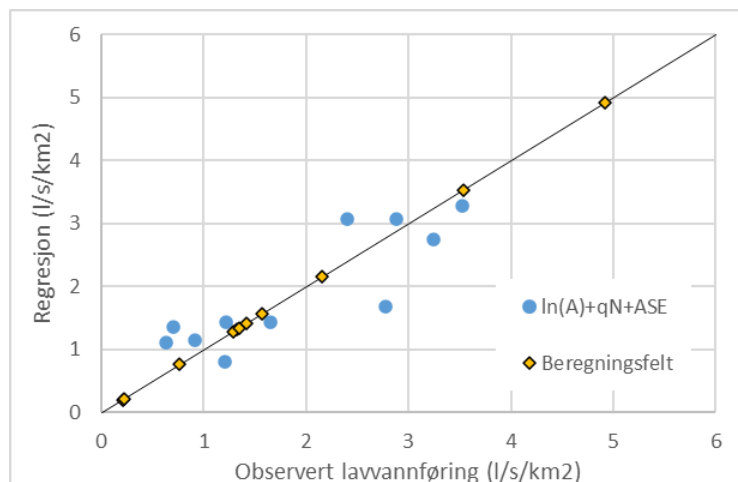
Målestasjon	Observert	Nevina	Obs/Nevina
191.2 Øvrevatn	16.2	16.3	1.0
196.11 Lille Rostavatn	5.1	15.7	0.3
196.12 Lundberg	11.3	10.7	1.1
196.13 Bardujord	11.5	13.7	0.8
196.26 Høgskarhus	5.9	16.2	0.4
205.1 Helligskogen	3.4	2.8	1.2
205.2 Gardebor	1.8	2.7	0.7
205.3 Skibotn bru	2.3	2.9	0.8
205.6 Didnojokka	1.8	3.4	0.5
206.3 Manndalen bru	12.4	2.8	4.4
208.3 Svartfossberget	2.7	3.7	0.7
Rovvejohka	2.6	3.2	0.8
Paraselv	3.9	3.4	1.1

Tabell 5 5% vinter (1.10-30.4.) (l/s/km<sup>2</sup>)

Målestasjon	Observert	Nevina	Obs/Nevina
191.2 Øvrevatn	3.0	3.3	0.9
196.11 Lille Rostavatn	3.0	2.8	1.1
196.12 Lundberg	2.3	2.3	1.0
196.13 Bardujord	1.9	3.0	0.6
196.26 Høgskarhus	1.5	2.3	0.7
205.1 Helligskogen	0.6	0.8	0.7
205.2 Gardebor	4.6	0.9	5.1
205.3 Skibotn bru	0.5	1.3	0.4
205.6 Didnojokka	1.0	0.8	1.3
206.3 Manndalen bru	2.3	1.6	1.5
208.3 Svartfossberget	0.5	1.7	0.3
Rovvejohka	0.5	0.9	0.5
Paraselv	1.1	1.1	1.01

## Regional analyse

Det er utført en regional analyse med multipl regressjon på data fra vannmerkene i Tabell 2. Regresjonen ga brukbar R2-verdi for alminnelig lavvannføring, se Figur 3. For 5-persentil sommer og vinter var det ingen tydelig sammenheng.



Figur 3 Alminnelig lavvannføring – multipel regresjon mot areal (A), årsmiddeltisig ( $Q_N$ ) og effektiv sjøprosent (ASE).

Gyldighetsområdet for regresjonen er begrenset, idet vannmerkene har større feltstørrelse og/eller langt lavere effektiv sjøprosent enn flere av de regulerte feltene i Skibotnvassdraget. Analyse av lavvannsdata fra lokale målestasjoner antyder altså at alminnelig lavvannføring er korrelert med enkelte nedbørfeltparametre, men datagrunnlaget er for tynt for å legge den lokale analysen til grunn for konklusjonen. Norconsult vurderer at det vesentlig bredere datagrunnlaget for ligningssettene i Nevina på en bedre måte vil reflektere de innbyrdes forskjellene i spesifikke lavvannføringer mellom feltene enn den lokale regresjonen. Resultater fra lokal regresjon vektlegges derfor ikke videre.

### Endelig vurdering av lavvannføringer

Med bakgrunn i forholdstall fra Tabell 3 er det valgt å sette alminnelig lavvannføring for beregningsfeltene lik 0,6 ganger tilsvarende verdi fra Nevina.

For vannmerkene tilsvarer 5%-persentil for sommer i gjennomsnitt 2,4 x alminnelig lavvannføring når man sammenlikner Nevinas verdier for vannmerkene. For observerte lavvannføringer er forholdstallet 3,3. For beregningsfeltene legges det derfor til grunn at 5%-persentil for sommer tilsvarer 3,0 x alminnelig lavvannføring.

For vannmerkene tilsvarer 5%-persentil for vinter i gjennomsnitt 0,7 x alminnelig lavvannføring når man sammenlikner Nevinas verdier for vannmerkene. For observerte lavvannføringer er forholdstallet 0,8. For beregningsfeltene legges det til grunn at 5%-persentil for vinter tilsvarer 0,75 x alminnelig lavvannføring.

## Resultat

Beregnete lavvannføringer for delfeltene er basert på vurderingene over og oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6 Beregnede lavvannføringer for delfelt, og for sum regulerte felt.

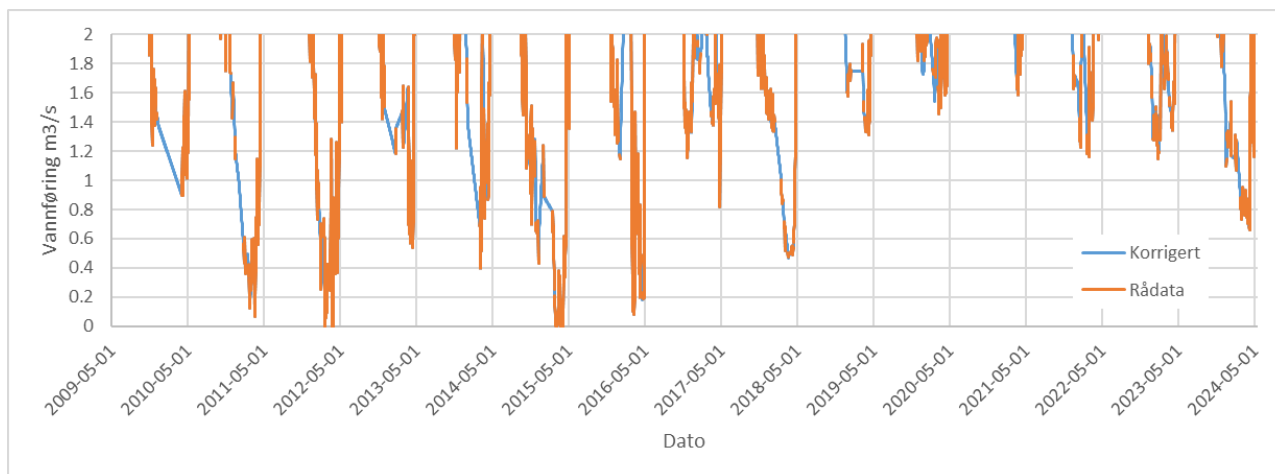
Nedbørfelt	A (km <sup>2</sup> )	Alm. lavvf. (l/s/km <sup>2</sup> )	Sommer (l/s/km <sup>2</sup> )	Vinter (l/s/km <sup>2</sup> )	Alm. lavvf. (m <sup>3</sup> /s)	Sommer (m <sup>3</sup> /s)	Vinter (m <sup>3</sup> /s)
Skibotn bru uregulert	728.0	1.0	2.9	0.7	0.70	2.10	0.52
Lokalfelt Rihpojávri	33.7	1.7	5.2	1.3	0.059	0.18	0.044
Lokalfelt Gálggojávri	198.8	0.7	2.2	0.5	0.14	0.43	0.11
Lokalfelt Didnojhka	111.5	0.7	2.0	0.5	0.074	0.22	0.055
Lokalfelt Govdajávri	32.6	1.6	4.7	1.2	0.051	0.15	0.038
Lokalfelt Poikoharju	5.1	1.1	3.2	0.8	0.005	0.016	0.004
Totalfelt Lavkka B1	53.8	0.7	2.0	0.5	0.036	0.11	0.027
Lokalfelt Kvittielva B5	4.6	1.7	5.0	1.3	0.008	0.023	0.006
Lokalfelt Norddal B2	16.4	0.8	2.5	0.6	0.014	0.041	0.010
Lokalfelt Nordal B3	2.8	2.1	6.3	1.6	0.006	0.018	0.004
Lokalfelt Norddal B4	18.4	1.6	4.7	1.2	0.029	0.086	0.022
Sum reg. felt i Norddalen	37.6	1.3	3.9	1.0	0.05	0.15	0.04
Sum alle reg. felt i Skibotnvassdraget	440.4	0.8	2.5	0.6	0.37	1.10	0.28

## Diskusjon – sammenlikning med restvannføring ved Skibotn bru

Troms Kraft har tilgjengeliggjort en tidsserie med beregnet restvannføring ved Skibotn bru, med data f.o.m. sommer 2009 t.o.m. vinter 2023/2024. Restvannføringen er beregnet som totalvannføring minus turbinvannføring 1-2 timer tidligere. Turbinvannføringen er tilbakeregnet fra målt produksjon. Troms Kraft oppgir følgende om serien:

«Skibotn bru er isoppstuvet store deler av vinteren. Det forekommer perioder med overløp og/eller tapping fra magasinene på fjellet. Tidsserien er ikke korrigert for disse avvikene. Overløpene skjer som regel når det er flom (påvirker ikke Q95), men tappingen med luker kan komme på vilkårlige tidspunkt, også når det er lavvannføring. Det er dog ikke mange ukene i året som er forurenset av slik høyfjellstapping.»

Norconsult har fylt hullene i restvannføringsserien vha. lineær interpolasjon. Rådata fra Troms Kraft og korrigert serie er vist i Figur 4.



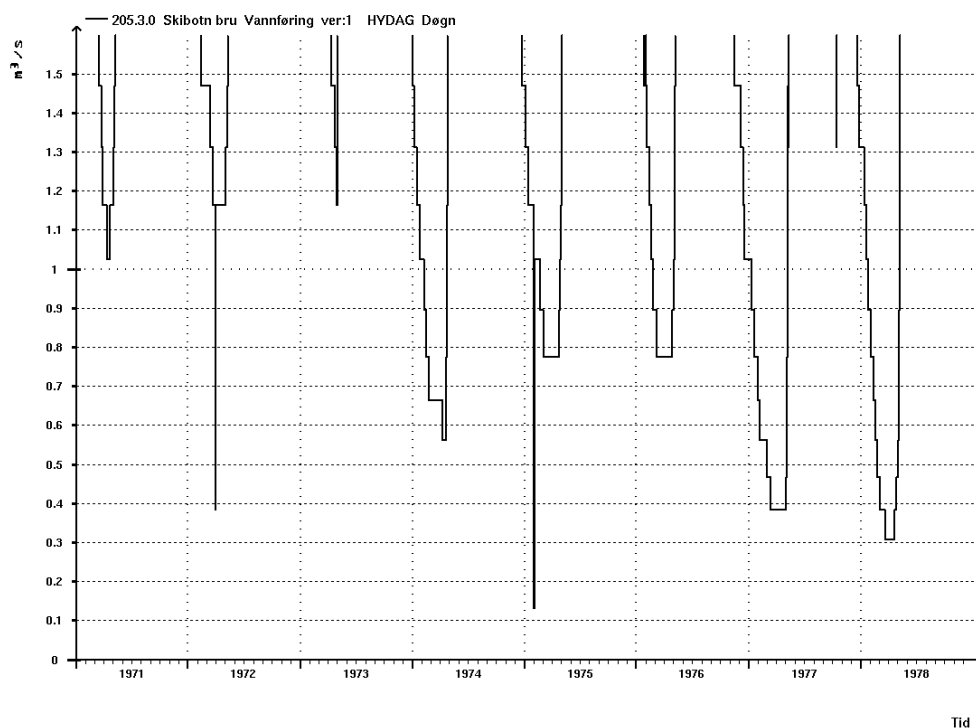
Figur 4 Restvannføring ved Skibotn bru, beregnet fra målt vannføring og produksjonsdata. Restfeltet utgjør ca. 262 km<sup>2</sup>.

I flere vintre er det interpolert over ganske lange perioder (uker/måneder). Interpolasjonen er ikke kontrollert opp mot f.eks. data fra andre målestasjoner eller observert temperatur. Den interpolerte serien viser 5%-persentil for vintervannføring på 0,44 m<sup>3</sup>/s for restfeltet.

Det uregulerte restfeltet utgjør 288 km<sup>2</sup>, slik at spesifikk 5% vintervannføring da tilsvarer 1,5 l/s/km<sup>2</sup>. Det har vært stilt spørsmål ved om serien for restvannføring tyder på at valgt 5% vinter-verdi for Skibotn bru (total) på 0,7 l/s/km<sup>2</sup> i Tabell 6 er for lav. 0,7 l/s/km<sup>2</sup> tilsvarer ca. 5%-persentil vinter på 0,20 m<sup>3</sup>/s for restfeltet. Troms Kraft oppfatter i utgangspunktet at restvannføringsberegningen med vintervannføringer på 1-1,5 m<sup>3</sup>/s og tidvis ned mot 0,5 m<sup>3</sup>/s virker rimelig ut fra hvordan vannføringen oppleves lokalt (det renner litt i elva under isen). I kalde vintre, som spesielt 2012 og dernest 2015, kan imidlertid elva bunnfryse over lange perioder. Troms Kraft oppgir at dette var kalde vintre i regionen, med bunnfrysing i mange vassdrag.

Norconsult legger vekt på at observert 5%-persentil for vinter er målt til 0,5 l/s/km<sup>2</sup> for vannmerke 205.3 Skibotn bru i uregulert periode gjennom 1970-tallet. I forhold til uregulert observasjonsperiode er valgt verdi på 0,7 l/s/km<sup>2</sup> på konservativ side. Vannføringsdata (m<sup>3</sup>/s) for uregulert periode er vist i Figur 5. Observerte vannføringer er, i absoluttverdi, på nivå med restvannføringene i Figur 4, selv om de to seriene er referert ulike areal (728 km<sup>2</sup> for den uregulerte serien og 288 km<sup>2</sup> for restvannføringen).

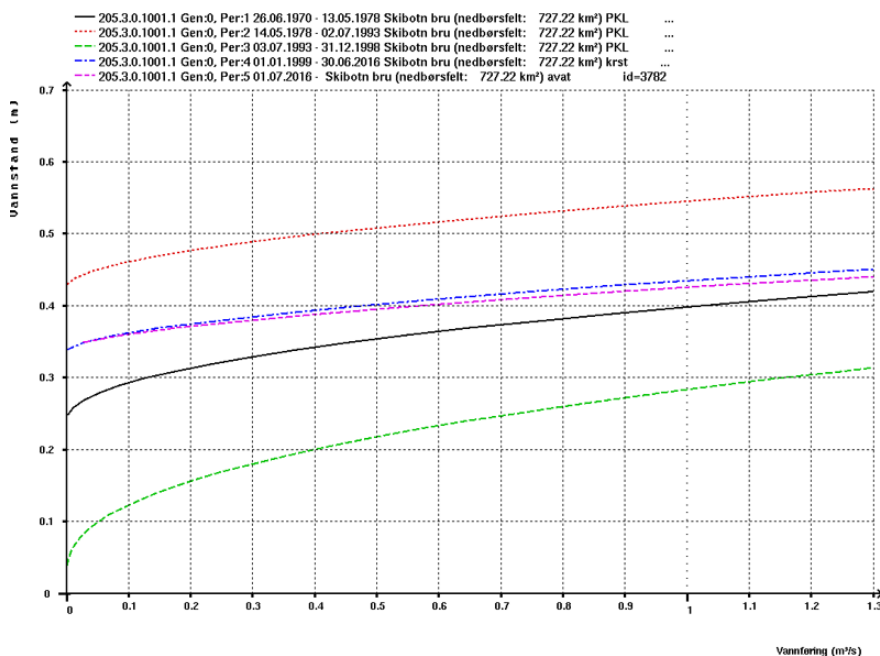




Figur 5 Observert vannføring ved 205.3 Skibotn bru i uregulert periode 1971-1978. Feltstørrelse 727 km<sup>2</sup>.

Norconsult vurderer at det ikke er grunnlag for å korrigere enkelttall basert på tilbakeregnet restvannføring, ettersom det er store usikkerheter knyttet til restvannføringsserien. Lavvannsberegningene i dette notatet er gjort med standard metoder. Restvannføringen er beregnet som differansen mellom to store tall (målt vannføring og tilbakeregnet driftsvannføring fra målt produksjon). For den lave vintervannføringen vil unøyaktigheter/avvik i de to store grunnlagstallene slå kraftig ut, og i tillegg inngår interpolerte verdier i beregningen av 5%-persentilen for vinter.

Kurvekvalitet og ulike kurveperioder gjør det imidlertid vanskelig å sammenlikne uregulert og regulert periode direkte. Troms Kraft oppgir at 205.3 Skibotn bru står i løsmasser, og det har vært profilforandringer i løpet av måleperioden, noe som bekreftes av at det er flere kurveperioder med til dels store forskjeller for vannmerket. Figur 6 viser vannføringskurve for vannmerket for ulike perioder ved lav vannføring. Sort kurve er benyttet for uregulert periode på 1970-tallet. Blå og lilla kurve ligger til grunn for perioden som inngår i beregning av restvannføring. Forskjell mellom kurveperiodene kan gi store utslag ved lave vannføringer. Ingen av kurvene har målepunkter ved vannføringer som er så lave som som beregnede lavvannføringer.



Figur 6 Vannføringskurver 205.3 Skibotn bru for ulike kurveperioder (ved lav vannføring). Figur fra Hydra II.

### Konsekvens av klimaendringer

Foreliggende scenarietekjører for utvikling av klimaet i Norge frem mot år 2100 tilsier at lufttemperaturen vil øke, hele året. Med hensyn på lavvannføringer innebærer dette at lavvannføringene i vinterperioden ventes å øke, som følge av hyppigere mildværsepisoder, mens lavvannføringene om sommeren vil avta. Ettersom forskjellen mellom 5-persentil sommer og vinter i dag er såpass stor, og vi også i et endret klima vil få kalde og tørre vintre (bare færre av dem), vil vinteren forventningsvis være dominerende tørkesesong også ganske langt frem i tid.

En konsekvens av klimaendringene vil likevel være at når lavvannføringene fastsettes med grunnlag i dagens datagrunnlag, så vil eventuelle pålegg om minsteslipp kunne utgjøre en relativt større andel av de faktiske lavvannføringene om sommeren i et fremtidig klima. Om vinteren vil effekten være motsatt.

B02	2024-06-03	Korrigert etter tilbakemelding fra oppdragsgiver	Anne Veia	Jon Olav Stranden	Jon Olav Stranden
B01	2024-05-24	For gjennomgang hos oppdragsgiver	Anne Veia	Jon Olav Stranden	Jon Olav Stranden
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.