



## Notat

---

Til: Jostein Jerkø

---

Fra: Knut Alfredsen

---

Kopi til:

---

Gjelder: **Vurdering av effekt av gjeldande kraftverksdrift på isoppstuvning i Skibotnelva**

---

Saksbehandler:

---

Dato: 21.05.2024

Signatur:

Arkiv:

### 1. Bakgrunn

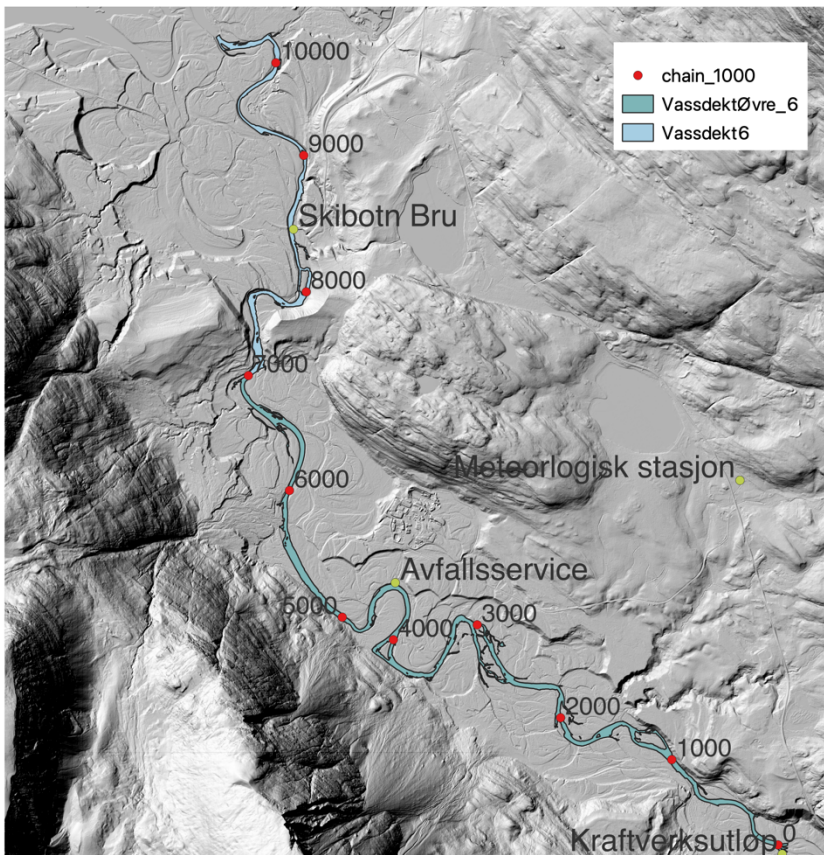
Skibotnvassdraget er regulert gjennom Skibotn kraftverk som har utløp ved Allionjurma ca. 11 kilometer frå fjorden. I og med at kraftverket slepp ut produksjonsvatn i vassdraget har dette påverknad på vasstemperaturen på vinteren og dermed og isregimet i vassdraget. Slike påverknader frå vasskraft på is er godt dokumentert (t.d. Gebre et al. 2013; Huokuna et al. 2020), og Tesaker (1986) viser at vi får typiske reguleringsverknader og i Skibotnvassdraget etter regulering. For å unngå problem nedstraums utløpet vart det pålagt kraftverket eit reguleringsregelement som tilseier at ein ikkje kan variere vassføringa meir enn 20% frå eit døgn til eit anna og ikkje meir enn 25% innan døgnet. Dette gjeld frå oktober til april, og har difor innverknad på optimal utnytting av kraftverket i vinterhalvåret. I dag finst driftserfaringar og meir data om korleis kraftverket har påverka istilhøva i vassdraget, og i samband med revisjon av kraftverket er det frå Troms kraft si side ønskjeleg å vurdere om denne restriksjonen på drift fungerer og om den er føremålstenleg for å hindre problem med is og om det er andre løysingar som kan fungere betre med tanke på både isproblem og kraftverksdrift. Dette notatet summerer opp kva data som finst rundt istilhøve i Skibotnelva og kva faktorar har påverka dei hendingane som har vore. Vidare er det vurdert om restriksjonane fungerer for å hindre ugunstige istilhøve og om det er eventuelt andre måtar som kan vurderast for å hindre at kraftverket skaper problematiske tilhøve med tanke på oppstuing og overfløyning på vinteren grunna is vassdraget.

Dei vurderingane som er gjort her er med tanke på ei meir fleksibel kraftverksdrift og mogleg isoppstuvning i nedre del av Skibotnelva. Det er ikkje gjort noko vurdering av korleis ei slik drift av kraftverket kan påverke andre tilhøve i elva slik som vassdragsmiljøet gjennom t.d. tilhøve for fisk og andre delar av det akvatiske økosystemet.

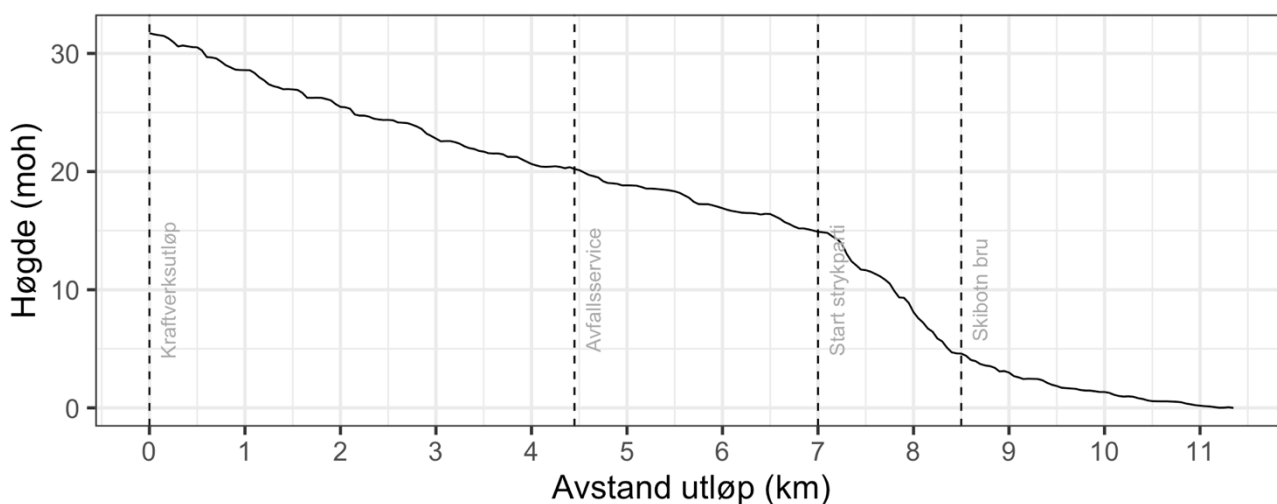
### 2. Studieområde og data

Studieområdet er vist på kartet i figur 1. Strekinga frå kraftverksutløpet til sjøen kan delast i ein øvre og ein nedre del som er skilt av ein brattare del som byrjar omtrent 7 km frå kraftverksutløpet og er omtrent 1 km lang, sjå lengdeprofil i figur 2. Oppstraums og nedstraums dette området renn elva i slynger gjennom dalen. Data som er brukt er klimadata frå stasjon Skibotn II (SN91380), vassføringsdata frå NVE sin stasjon Skibotn Bru (205.3.0) og vassstemperatur målt av Troms kraft i kraftverksutløpet og ved Avfallsservice (sjå Figur 1). Det er og ein serie med vassstemperaturdata målt

i samband med logging av DO i elva. For vassføring og klima er det brukt data frå vinteren 2010 – 11 til vinteren 2023 – 24 medan for vassstemperatur finst det data frå dei siste tre åra. Alle data er levert av Troms Kraft. Sjå vedlegg 1 – 3 for oversiktsplott av tilgjengelege data.



Figur 1 Kart over nedre del av Skibotnelva.



Figur 2 Lengdeprofil frå kraftverksutløpet til fjorden.

Elvestrekninga oppstrøms stryket er hovudsakleg stryk og glattstraumar (Akvaplan-NIVA 2023). Glattstraumane er dominert av type G2 som er glattstraum med brota overflate. Dette er elvetypar som vil gi god nedkjøling og potensiell isproduksjon. Dette er og diskutert av NVE (1974) i samband

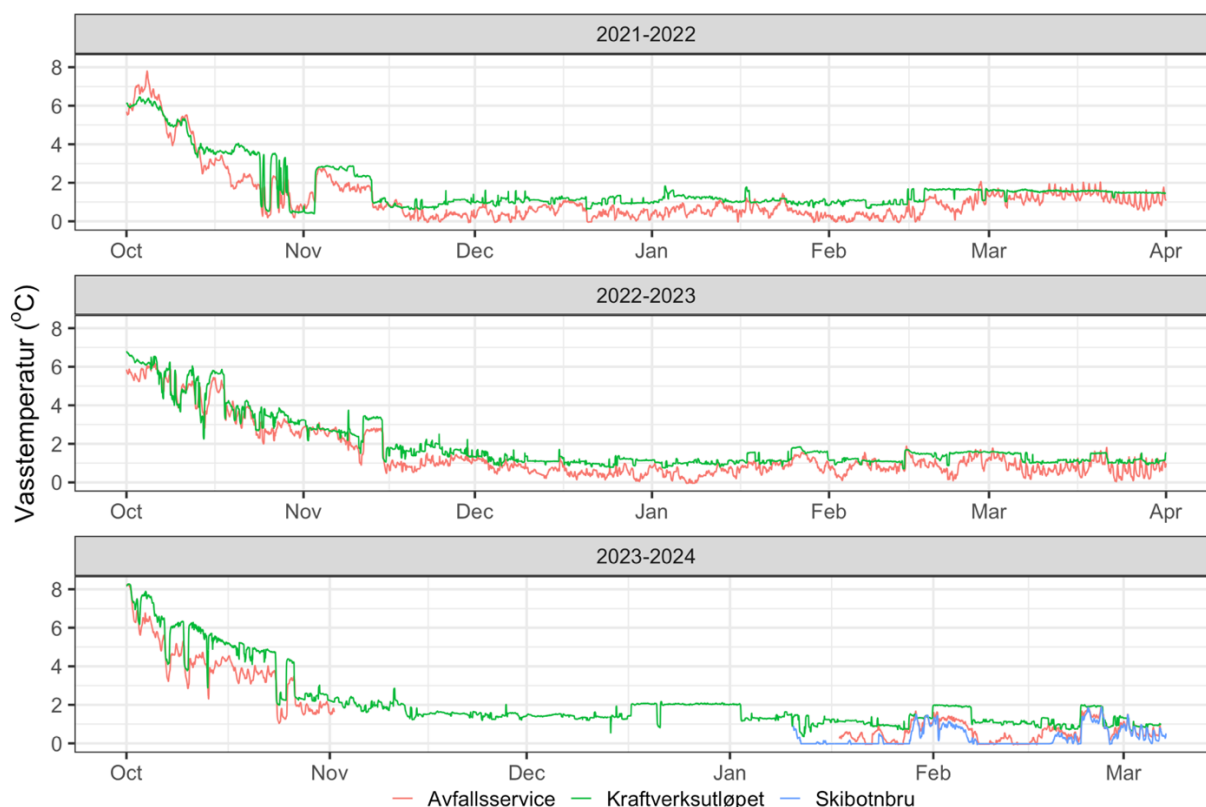
med planlegginga av kraftverket. Nedstraums strykpartet er elva og dominert av glattstraum og strykparti der glattstraumane i større grad er B2 som er glattstraum med glatt overflate. Troms Kraft har registrert tidspunkt der det har vore rapporterte hendingar relatert til is i vassdraget, og har i desse tilfellet dokumentert dette med bilete. I dei siste åra er det brukt drone til å ta bileta, noko som gir god oversikt over istilhøva i elva (Tabell 1). For analysane er det brukt data frå vinteren 2010 – 11 fram til 2023 – 24, og i den perioden har vi 7 registrerte hendingar (utheva i tabell 1) der Troms kraft har henta inn bilete frå elva. I tillegg er det sett på vinteren 2015 – 16 der kraftverket vart stoppa i samband med større revisjonsarbeid. Det er viktig å påpeike at det ikkje er observert overfløyning eller skader i områda rundt elva i alle dei hendingane som er rapportert.

Tabell 1 Tidspunkt med dokumenterte ishendingar (\* data frå fleire påfølgjande dagar, + årsak nødrevisjon, ^mindre oppstuing). Vi har ikkje data for situasjonen i 1988, men den er omhandla av Boe (1990).

02.06.1983	30.12.1986	19.02.1988	13.02.2007	04.01.2013 <sup>+</sup>	23.01.2014
23.01.2018	09.03.2018 <sup>^</sup>	24.01.2019 <sup>*</sup>	24.01.2021	03.01.2024	

Det er og gjort ei overflyging med drone i mars 2024 som viser situasjonen i elva utan at det då var registrert noko form for oppstuing på grunn av is.

Vasstemperatur finst for tre vintrar for kraftverket og avfallsservice og for 2024 òg ved Skibotn bru. Desse seriane er vist i Figur 3. Vasstemperatur målt ved Skibotn bru frå ein oksygensensor er vist i vedlegg 4.



Figur 3 Vasstemperatur i Skibotnelva

Data viser at underkjøling er observert ved Avfallsservice i alle åra observasjonar er gjort. Det er noko uvisse knytt til presisjonen i temperatursensoren, men data gir i det minste ein sterk indikasjon om at vi har isdanning i dette området. Dette er og stadfesta av observasjonar av sarr ved målestaden. Talet på timar med underkjøling og minimumstemperatur er vist i tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over underkjøling ved Avfallsservice og Skibotn bru (\* merk manglende data for Avfallsservice i 2023 - 24)

Vinter	Avfallsservice		Skibotn bru	
	Minimum	Tal på timar	Minimum	Talet på timar
2021 – 2022	-0.06	180	-	-
2022 – 2023	-0.05	48	-	-
2023 – 2024	-0.07	318*	-0.06	1290

For dei tre vintrane har vi gjennomsnittleg lufttemperatur på høvesvis -3.12, -2.37 og -4.34 og gjennomsnittleg produksjonsvassføring på 11.02, 12.31 og 10.85 m<sup>3</sup>/s. Så variasjonen i grad av underkjøling følgjer vintertemperaturen.

### 3. Vurdering av isoppstuving og kraftverksdrift

#### *Temperaturmiksing ved kraftverksutløpet og kjøling i elva*

Det vil vere temperaturen ut frå kraftverket som dominerer vassstemperaturen i elva nedstraums, men eventuelt tilsig frå forbitappa strekning oppstraums kraftverket kan ha ei effekt på temperaturen. Om vi går utifrå full blanding nedstraums kraftverket, så kan vi estimere temperaturen frå likninga ((Zolezzi et al. 2011):

$$T_d = \frac{Q_u T_u + Q_p T_p}{Q_d}$$

Der  $Q$  er vassføring,  $T$  er temperatur og indeksane  $u$ ,  $p$  og  $d$  er høvesvis forbitappa, kraftverk og nedstraums. Dersom vi går utifrå ein temperatur på vatnet frå den forbitappa strekninga på 0 °C og ei vassføring på 1 m<sup>3</sup>/s så ser vi at med ei vassføring på 15 m<sup>3</sup>/s og vassstemperatur på 1.5 °C frå kraftverket så får vi ein blanda temperatur på 1.4 °C nedstraums. Om vassføringa er 6 m<sup>3</sup>/s frå kraftverket med elles like føresetnader så vert temperaturen nedstraums kraftverket 1.3 °C, så vatnet frå kraftverket vil dominere temperaturen i elva nedstraums utløpet.

For å få danna is så må temperaturen i elva kjølast ned til 0 °C slik at vi kan få underkjøling og produksjon av sarr. Nedkjølinga er påverka av energibalansen til elva mot omgjevnaane, oppvarming frå friksjon i elva og utgangstemperaturen og hydraulikken i elva (vassføring, djup og hastigheit). Dette er eit omfattande reknestykke som stiller større krav til data enn det vi har her, så vi brukar ein overslagsformel utvikla av Devik (Devik 1964). Den lar oss rekne ut avstanden frå utgangspunktet til vatnet har nådd 0 °C basert på eit gitt varmetap til omgjevnaane og gjennomsnittleg breidd på elva.

$$F \cdot S = 1000 \cdot q \cdot \Delta T \cdot c \cdot \rho$$

Der  $F$  er kjøleflate i dekar,  $S$  er varmetap i kcal/dekar\*s,  $q$  er vassføring,  $\Delta T$  er endring av temperatur på strekninga,  $c$  er varmekapasitet til vatn og  $\rho$  er tettleiken til vatn. Utrekninga er gjort for vassføringar på 6 og 15 m<sup>3</sup>/s, med to alternative vintertilhøve med kjøling på høvesvis 50 og 100 kcal/da\*s (svarar til 209 og 419 W/m<sup>2</sup>). Dette svarar omtrent til ein situasjon med halvskya ver, vindhastigheit på 5 m/s og høvesvis -5 og -15 °C. Dette er same forhold som er brukt tidlegare i Skibotnelva (NVE 1972). For å finne breidda på elva er det henta ut tverrprofil for kvar 50 meter frå oppmålt vassdekt areal ved ca. 6 og 15 m<sup>3</sup>/s. Breidda er rekna som middel av alle profil og er 34.5 m for 6 m<sup>3</sup>/s og 39.6 m for 15 m<sup>3</sup>/s. Utrekningane er vist i tabell 3 for middeltemperatur frå kraftverket for kvar månad.



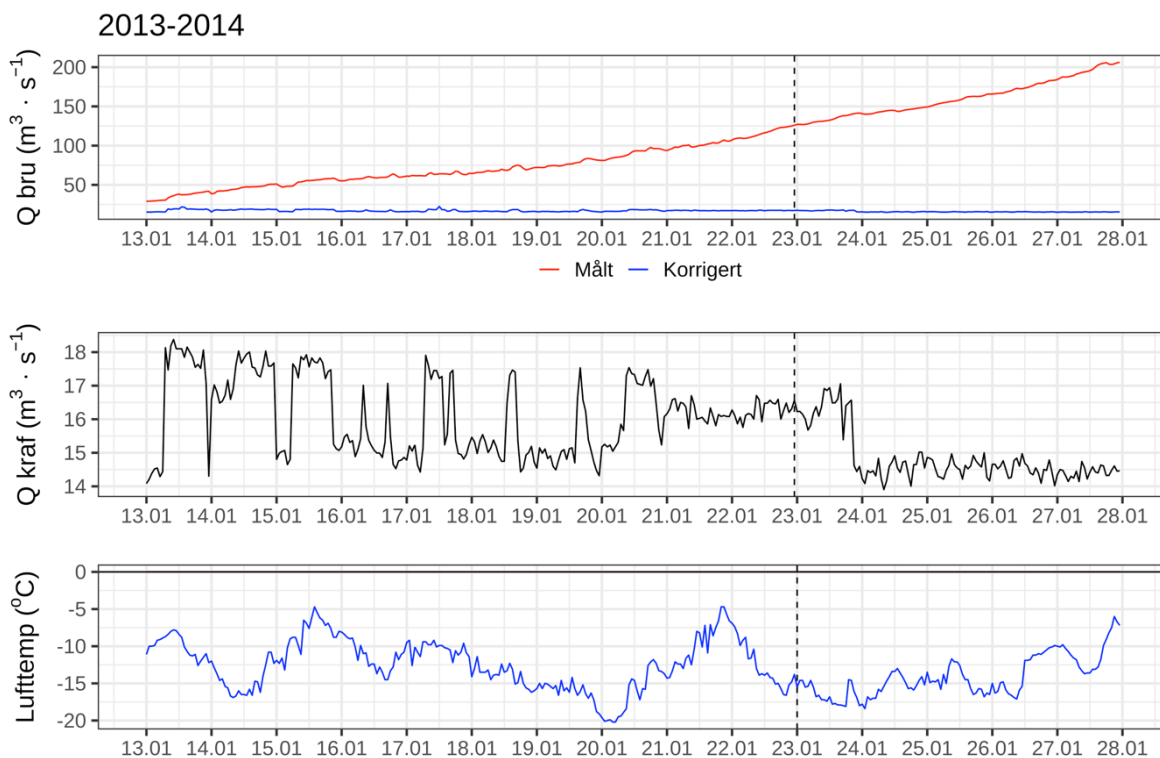
Tabell 3 Utrekna kjølelengd for vassføringar på 6 og 15 m<sup>3</sup>/s og kjølemengd på 50 og 100 kcal/da\*s

Månad	Kraftverk (middeltemp, °C)	Avfallsservice (middeltemp, °C)	Lengde_50_6 (km)	Lengde_100_6 (km)	Lengde_50_15 (km)	Lengde_100_15 (km)
Jan	1.16	0.64	4.02	2.01	8.76	4.38
Feb	1.28	0.72	4.44	2.22	9.66	4.83
Mar	1.38	1.02	4.78	2.39	10.42	5.21
Oct	4.22	NA	14.68	7.34	31.98	15.99
Nov	1.81	1.33	6.31	3.15	13.74	6.87
Dec	1.09	0.56	3.78	1.89	8.24	4.12

Vi ser at ved ein produksjon på 15 m<sup>3</sup>/s så er vatnet stort sett kjølt ned 4 – 6 km frå utløpet. Dette skjer då i området ved avfallsservice, og stemmer overeins med at det i dette området er observert sarr i vatnet. Det betyr og at vi har underkjølt vatn i stryket som byrjar etter ca. 7 km, noko som kan gi stor isproduksjon.

#### Tilhøve ved registrerte hendingar i vassdraget

Frå figurane i vedlegg 2 ser vi at det til dels er kraftig oppstuing ved målaren ved Skibotn bru i delar av vinteren. På figurane viser målt kurve rådata utan iskorreksjon og blå kurve korrigert vassføring som er danna av produksjonsvassføringa frå kraftverket samt eit lite bidrag frå oppstraums nedbørfelt. Vi ser og at sjølv om vi har oppstuing ved Skibotn bru så er det ikkje alle år at det er rapportert hendingar knytt til is. I vedlegg 5 er åra med rapporterte hendingar knytt til isoppstuing vist og tidspunkt når problemet oppstod er markert med vertikal linje. For å vidare sjå på kva tilhøve det var i vassdraget før problemet oppstod så er det for kvart tilfelle henta ut data frå 10 dagar før hendinga til 5 dagar etter at hendinga vart rapportert (Tabell 4). Figur 4 viser dette for året 2013 – 14.



Figur 4 Tilhøve i vassdraget før og etter at ei rapportert ishending 23.01.2014

Frå figur 4 ser vi at grad av oppstuing er aukar jamt denne perioden og at lufttemperaturen stort sett er mindre enn  $-5^{\circ}\text{C}$  og i lange periodar under  $-10^{\circ}\text{C}$  (gjennomsnitt  $-13^{\circ}\text{C}$ ). Produksjonen i kraftverket har stort sett variert mellom 15 og 18  $\text{m}^3/\text{s}$ , men nokre få høgare toppar og ein reduksjon etter at hendinga vart observert (gjennomsnitt heile perioden på 15.7  $\text{m}^3/\text{s}$ , standardavvik 1.27  $\text{m}^3/\text{s}$ ). I dette tilfellet fører ikkje reduksjon av produksjon til ein reduksjon i grad av oppstuing.

I dette tilfellet viser bilete at det er danna botnisdammar i elva og at det er nokre isflak som har stuva seg opp i elva (Figur 5). Dette tyder på at det i tillegg til store samlingar av botnis og sarr så har og det faste isdekket flytta på seg nokre stader i elva. Det er ikkje mogleg ut frå data å seie noko om kva den direkte årsaka til at isflak har blitt danna, men ei mogleg forklaring er at oppstuing av vatn har løfta og brote av kantis. Det er ingen teikn på at det har vore noko større isgang i elva frå dei bileta som finst. I dette tilfellet førte isoppstuinga til vatn på vegar og rundt hus ved elva.



Figur 5 Botnis og oppstua isflak samt overfløyning av vegar og hus ved hendinga 23.1.2014 (Foto: Troms Kraft).

Med utgangspunkt i nivået på oppstua vatn ved Skibotn bru, så vart det rapportert vatn på vegar og rundt hus når «vassføringa» nådde eit nivå på i overkant av 200  $\text{m}^3/\text{s}$  vinteren 2014. Det er berre vinteren 2018-19 (Tabell 5) som har eit tilsvarande nivå av oppstuing, men den vinteren vart det ikkje rapportert at det er overfløyning av land. Det kan kanskje tyde på at vi kan ha isproppar som ikkje vert registrert via vasstandsmålet på Skibotn bru som påverkar kvar vi eventuelt får overfløyning på grunn av is.

Elles så verkar det frå alle dei rapporterte tilfella som om sterk kulde er den største drivaren for oppstuing og hendingar knytt til is i elva, noko som vi vel og kunne vente. Frå dei fleste åra der vi har data og normal kraftverksdrift ser det ut som om nivået på produksjonen ikkje har ein klar samanheng, meir om dette sidan.

Tabell 4 Oppsummering av tilhøve i elva 10 dagar før til 5 dagar etter at ishendinga vart rapportert for alle hendingane. Alle vassføringsdata er frå kraftverket, temperaturdata frå målestasjonen Skibotn II.

År	Qmiddel m <sup>3</sup> /s	Qstdav m <sup>3</sup> /s	Qmaks m <sup>3</sup> /s	Qmin m <sup>3</sup> /s	Tmiddel °C	Tmaks °C	Tmin °C	Frosttimar °C
2012-2013	11.15	1.40	13.32	0.10	-5.81	6.40	-15.80	-2208.4
2013-2014	15.69	1.20	18.38	13.90	-12.96	-4.70	-20.20	-4666.3
2015-2016	10.97	8.99	18.66	0.00	-13.94	0.00	-23.40	-5018.0
2017-2018	12.71	0.72	14.55	11.11	-9.55	-0.10	-17.20	-3437.8
2018-2019	9.85	1.18	12.12	8.14	-12.08	-2.30	-22.10	-4350.5
2020-2021	13.67	1.39	15.96	10.89	-7.33	4.10	-17.50	-2769.2
2023-2024	11.28	2.36	15.51	8.67	-9.12	2.60	-21.10	-3320.9

Hendingar knytt til is ser ut til hovudsakleg å skje i månadane januar og februar. I tabell 5 er nøkkeldata for desse månadane summert opp for kvar vinter. Middelvassføring og standardavvik for kraftverket er gitt i Qmiddel og Qstdav, og maksimal vassføring ved Skibotn Bru er gitt som eit mål på isstuing.

Tabell 5 Oppsummering av månadane januar og februar for åra der data er tilgjengeleg. Qstdav er standardavviket for produksjonsvassføringa.

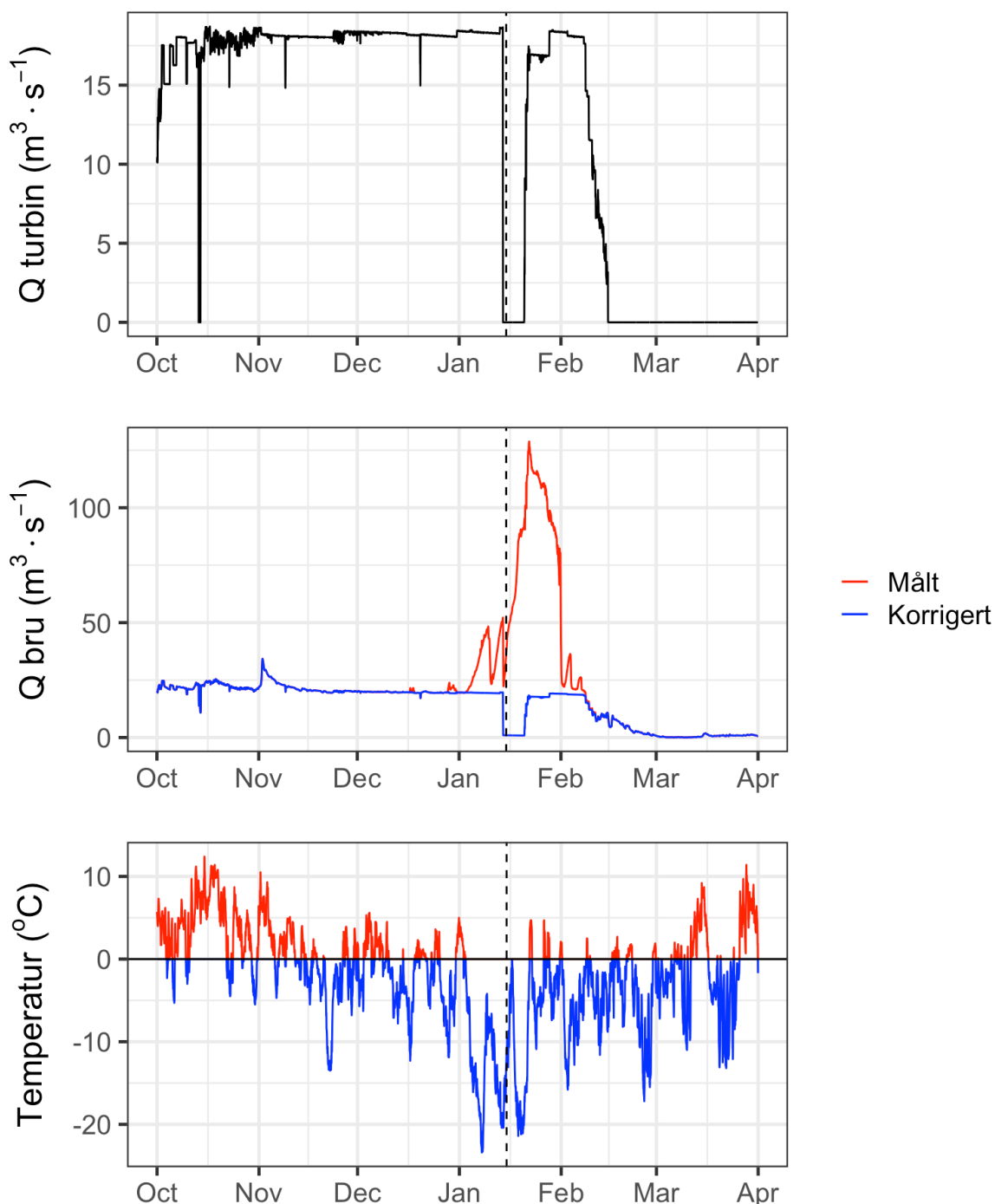
År	Qmiddel m <sup>3</sup> /s	Qstdav m <sup>3</sup> /s	Qmaks, bru m <sup>3</sup> /s	Tmiddel °C	Tmax °C	Tmin °C	Frosttimar °C
2010-2011	11.87	1.46	85.59	-7.47	7.90	-24.30	-10,572.90
2011-2012	16.53	1.28	53.99	-6.56	8.90	-28.30	-9,447.10
2012-2013	14.54	2.05	157.49	-5.18	7.80	-22.40	-7,340.90
2013-2014	14.60	2.61	230.66	-5.29	9.00	-20.20	-7,496.90
2014-2015	12.57	1.69	175.52	-5.19	8.30	-19.20	-7,350.40
2015-2016	10.40	8.38	128.81	-7.01	4.70	-23.40	-10,089.90
2016-2017	12.77	1.69	48.30	-4.17	8.90	-22.60	-5,910.00
2017-2018	12.58	1.28	144.45	-8.01	6.60	-19.10	-10,652.10
2018-2019	10.70	1.67	228.91	-6.69	9.40	-22.10	-9,476.70
2019-2020	10.81	1.98	59.45	-2.89	7.70	-17.10	-4,166.10
2020-2021	12.97	1.14	177.84	-6.08	8.40	-17.70	-8,604.70
2021-2022	11.23	1.73	90.49	-6.00	9.80	-19.30	-8,502.30
2022-2023	11.17	1.71	43.43	-2.34	11.10	-17.40	-3,315.30
2023-2024	10.34	2.23	55.93	-5.76	9.70	-21.30	-8,287.80

Om vi ser på tabellen så er der ingen enkel samanheng mellom oppstuing ved brua og nokon av dei måla vi har for temperatur i lufta i tabellen for månadane januar og februar då det er størst sannsyn for å få stor isstuing.

Størst variasjon i kraftverket ser vi vinteren 2015 – 16 der kraftverket køyrde for fullt i starten for så etter kvart å stoppe i samband med at elva vart behandla for Gyrodactylus salaris. Kraftverket køyrer med høg produksjon fram til 14. januar då det stoppar og der er kun restvassføring i elva. Ei kuldeperiode kjem før stoppen og noko isoppstuing er observert. Når kraftverket stoppar aukar denne oppstuinga kraftig, noko som kanskje er uventa når vassføringa vert så kraftig redusert. Ei forklaring kan vere at eksisterande isdammar frys til og aukar oppdemmingseffekta i elva når desse vert

eksponert for kald luft. Ny start av kraftverket og noko mildare ver drenerer oppdemminga og elva går etterkvart tilbake til normal vasstand ved Skibotn bru.

## 2015-2016

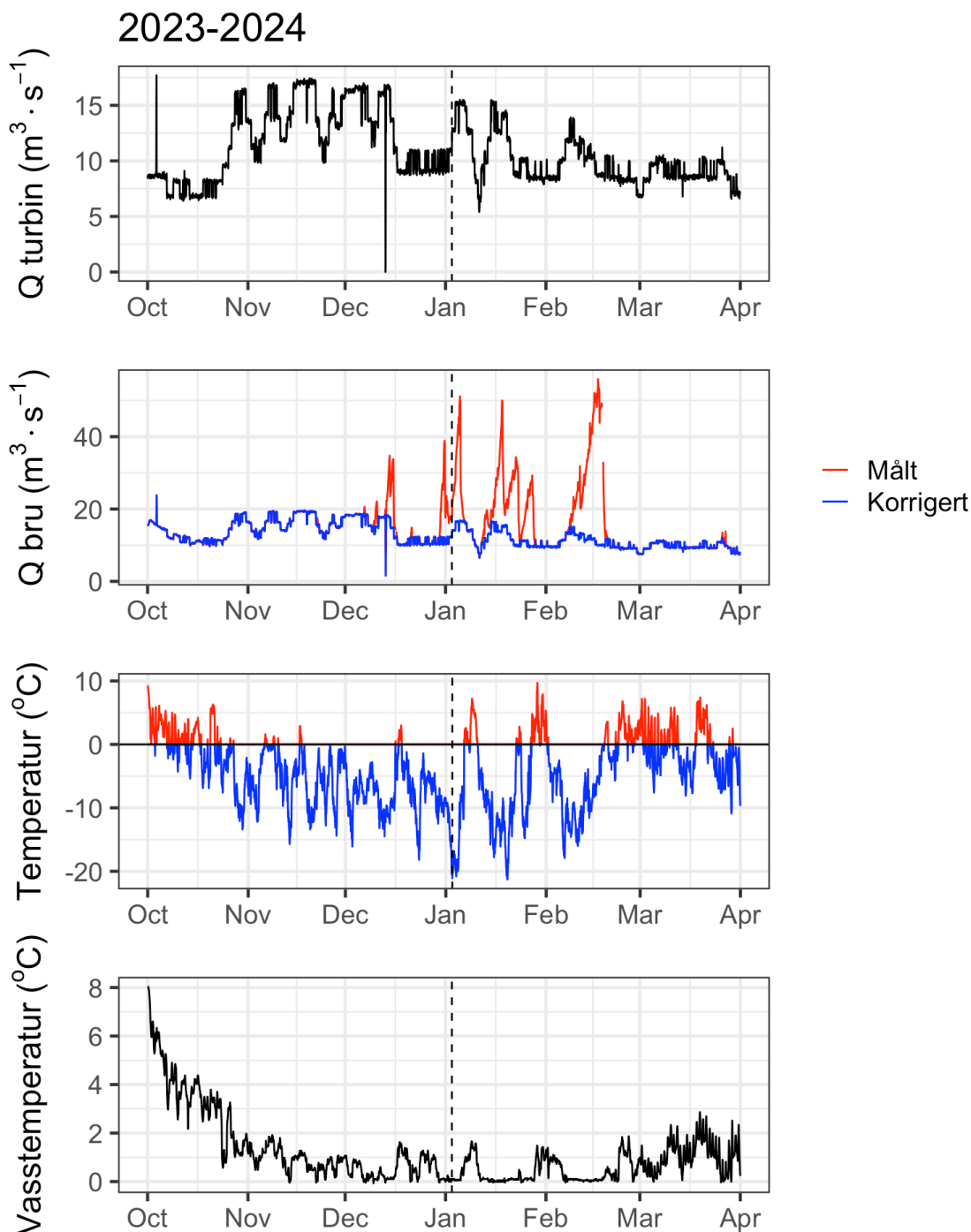


Figur 6 Vinteren 2015 - 2016, Produksjonsvassføring, oppstuvning ved brua og temperatur målt ved Skibotn II

Responseren her ved stopp i kraftverket er ikkje heilt som venta, men det er og ein liknande observasjon seint i oktober i 2012 (sjå vedlegg 5) der og oppstuing auka når vassføringa vart redusert til restvassføring. Dette året var der og ein stopp i kraftverket i januar, men då var det midt i ei stor oppstuingsperiode så det er ikkje effekt av lite vassføring lett å vurdere.



Vinteren 2023 – 2024 er vist i Figur 7. Her er det fleire episodar med oppstuing ved Skibotn bru knytt til fleire kuldeperiodar med temperatur godt under  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Mellom periodane vert vatnet drenert ut ved mildare ver. Her er det og eit kort stopp i kraftverket (med  $4\text{ m}^3/\text{s}$  tappa via omløpsventil) som fell saman med ei episode med oppstuing i desember. Her er vasstemperaturen (frå oksygensensoren) og vist og vi har fleire episodar med underkjøling (sjå og tabell 2 for data frå Minilog ved Skibotn bru).



Figur 7 Vinteren 2023 – 2024

Med vasstemperatur tilgjengeleg ser vi tydeleg at mildare ver gjer at temperaturen i vatnet aukar og oppstuinga vert drenert ut. Frå Figur 8A, 8B og Figur 9 ser vi is i samband med oppstuing i 2020-21,

med sarr og botnis og høg vasstand. Figur 8C og 8D viser ei overflyging i mars i 2024 der sarr/botnis er vekk og elva er tilbake til normal vasstand med kantis og noko isflak. Data viser at prosessen med drenering av isoppdemming og fjerning av sarr/botnis kan skje fleire gongar kvar vinter, noko som og er diskutert av Boe (1988). Eit spørsmål som er diskutert tidlegare er kva som skjer i områda der vi ikkje har målingar, og det kan vere at sarr/botnis som driv nedstrøms under mildare periodar kan bidra til at vi får tilstopping lenger nede i elva i neste kuldeperiode.

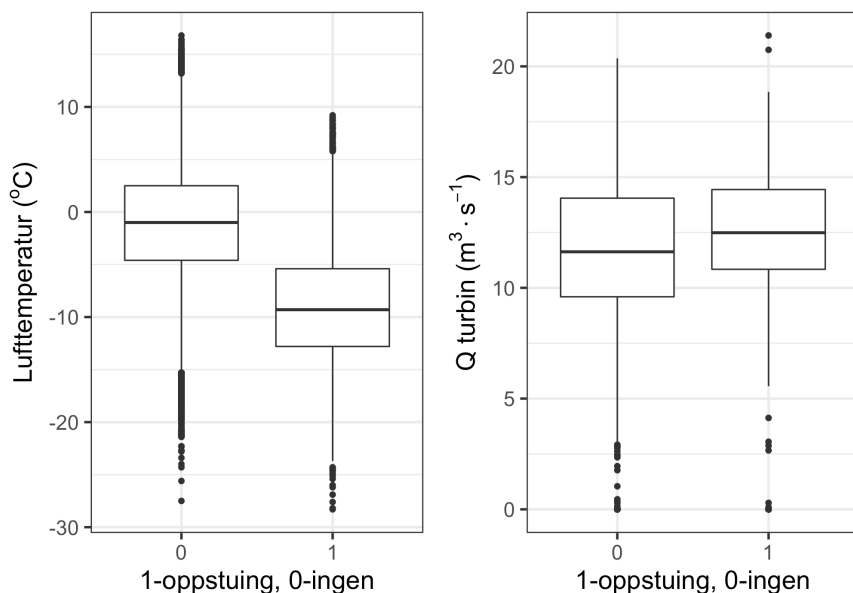


Figur 8. A og B januar vinteren 2020-21, C og D mars 2023-24 utan isstuving. A/C –nedstrøms bru, B/D –oppstrøms bru, merk ulikt fotopunkt i B/D (Foto: Troms kraft)



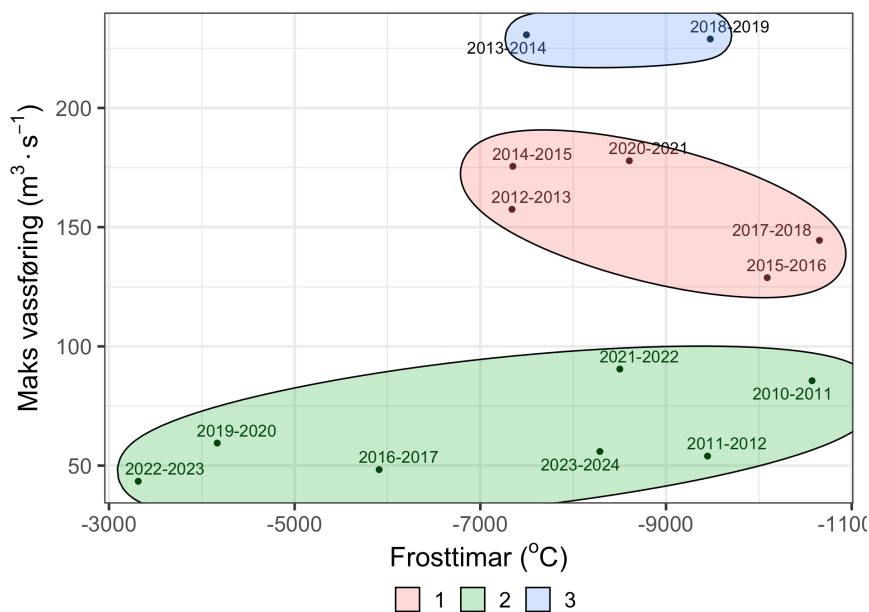
Figur 9 Is rundt øya nedstrøms Skibotn bru i januar 2021 (Foto: Troms Kraft)

For å sjekke samanhengen mellom dei ulike variablane og mogleg isoppstuing er det gjort ein meir detaljert test på data. Periodar med aukande oppstuing ved Skibotn bru er markert som «1» i datasettet og periodar utan eller med reduksjon i isoppstuing er klassifisert som «0». Dei fysiske tilhøva ved desse to ulike situasjonane er så vurderte mot einannan. Gruppert visast dette i Figur 6. Det er ein klar skilnad på lufttemperaturen når isoppstuing oppstår samanlikna med situasjonar utan eller med reduksjon i oppstuing, men ingen klar skilnad på nivå på turbinvassføringa (sjå og vedlegg 6 for ei analyse av dette).



Figur 10 Samanheng mellom isoppstuing og lufttemperatur og produksjonsvassføring i kraftverket.

For månadane januar og februar som er dei som peikar seg ut med størst sjanse for hendingar knytt til is så viser Figur 11 samanhengen mellom sum av frosttimar og maksimalverdien for oppstuing ved Skibotn bru. I tillegg så er det gjort ei automatisk gruppering av data ved hjelp av «k-mean clustering».



Figur 11 Gruppering av ulike vintrar basert på akkumulerte frosttimar i januar og februar og maksimal vassføring ved Skibotn bru.



Vi ser at med tre grupper så har skil 2013-14 og 2018-19 seg ut med stor oppstuing. Det verkar og som om ein må over 7000 frosttimar for å få noko større oppstuing, men det er ikkje gitt at ein kald vinter vil skape stor oppstuing som vi ser t.d. vinteren 2010-11.

Når isoppstuing først oppstår så har strategien vore å køyre kraftverket framfor å stoppe opp. Det er ikkje noko i data som tyder på at stopp kunne ha redusert omfanget, heller det motsette. I følge Troms Kraft har tanken vore at om ein går ned til minstevassføring så vil det vere ein risiko for at isen frys til og dermed reduserer kapasiteten til elva til å transportere vatn, med ein risiko for at ein kan få større overfløyning når kraftverket startar opp igjen. Når målet er at kraftverket skal køyre på vinteren så verkar dette å vere ein rimeleg strategi.

#### **4. Oppsummering**

Med bakgrunn i dei data som er tilgjengeleg så verkar det ikkje som det er stor risiko for at det oppstår problem knytt til isoppstuing før midtvinters i dei fleste vintrane. Det er ikkje rapportert noko hendingar med is før jul, og sidan vi med svært få unntak heller ikkje ser teikn på isoppstuing ved Skibotn bru før på nyåret så bør det for første del av vinteren difor vere mogleg å køyre kraftverket noko meir aktivt enn det som er mogleg innanfor dei gjeldande føresegnene. Minste vintervassføring i vassdraget er på 6 m<sup>3</sup>/s, og i og med at denne vassføringa er tappa gjennom kraftverket vil vi sjølv i periodar utan kraftverksdrift ha ei opa strekning nedstraums utløpet med større dynamisk isproduksjon enn det vi kan rekne med var tilfellet før regulering.

Frå observasjonane som er tilgjengelege ser vi at sjølv med dei restriksjonane som er på drift i dag så har det oppstått hendingar i vassdraget med isoppstuing og noko overfløyning på grunn av opphoping av sarr og botnis i nedre del av elva. Dei analysane som er gjort viser at det er spesielt i kalde periodar etter nyttår at problem med is oppstår. I slike periodar må ein tilpasse kraftverksdrifta slik at problema ikkje vert forsterka av varierende køyring, slik som og vurderinga til NVE (1974) indikerer at kan vere tilfelle. Dette kan ein få til gjennom å utarbeide reglar for drift ved ulike vêrtilhøve i vassdraget. Dette kan for eksempel vere:

- Tilpassa køyring i periodar der lufttemperaturen går under ein nedre grenseverdi. Ein mogleg grenseverdi ser ut til å ligge på rundt -12 °C (vedlegg 6) eller over 7000 frosttimar i månadane januar og februar (Figur 11), men det trengs ei grundigare vurdering for å sette denne grenseverdien samt å få ei betre oversikt over korleis vinterutviklinga fram til periodane med kulde som har skapt overfløyning har vore.
- Overvaking av isdanning i kritiske område i nedre del av elva, både gjennom å vurdere oppstuing ved Skibotn bru og gjennom kameraovervaking. Ei form for overvaking av områda som historisk har skader vil og vere nyttig. Måling av vassstemperatur bør halde fram, det vil vere ein viktig variabel i ei framtidig analyse. Basert på utviklinga av isen kan køyring justerast i kritiske periodar.
- Det bør lagast rutinar for handtering av isproblem når dei er i ferd med å oppstå. Dette kan vere at ein som i dag har ein plan for køyring av kraftverket eller at ein kan ha planar for fysisk å fjerne is frå kritiske stadar. Det verkar ikkje som om det er mogleg gjennom drift av kraftverket å fjerne isen frå elva når oppstuing har oppstått, men bilete tyder på at ein del av isen som skaper oppstuing kan forsvinne i mildare periodar. Boe (1990) har og observasjonar på at sarr/botnis vert transportert ut i periodar på vinteren.



- Skader verkar å oppstå på to lokalitetar i vassdraget, så eit mogleg tiltak kan vere å sikre desse mot overfløyning. I området ved campingplassen har og tidevatnet ei effekt på mogleg isoppstuing, og kan verke å vere vesentleg for at isoppstuing skal skape overfløyning her (Boe 1990).

Med minstevassføring på 6 m<sup>3</sup>/s og dei hellinga som er i elva verkar dei ikkje som om at ein strategi med å køyre roleg i ei innfrysingsperiode for så å produsere med stabilt isdekke vil fungere i Skibotnelva. Dette er ein strategi som er brukt enkelte stadar (t.d. i mange svenske kraftverk<sup>1</sup>), men i dette tilfellet vil strykpartiet framleis vere ope og det verkar ikkje å vere tilstrekkeleg strekning oppstraums til å hindre underkjøling og isproduksjon. Innfrysing på låg vassføring kan og skape større problem når kraftverket startar opp på nytt, pga. redusert transportkapasitet for vatn under isen. Dette er og eit element som må vurderast i samband med variabel drift for å hindre at elva får fryse til ved lav køyring av kraftverket i kalde periodar, som kan skape tilsvarende problem når kraftverket skal starte på nytt.

Det finst ikkje mykje data på korleis raske variasjonar i vassføring påverkar is i bratte elver slik som i Skibotnelva, men både teoretiske vurderingar og noko erfaringar viser at slik køyring vil påverke istilhøva samanlikna med stabil drift eller naturleg vintervassføring. Driftsrestriksjonar eksisterer ved ulike kraftverk i Norge for å motverke uheldige hendingar, og lokale tilhøve er viktige når desse skal vurderast med tanke på omfang og innretning av restriksjonane for å hindre overfløyning. For Skibotnelva og overfløyning nedstraums Skibotn bru er problemet så lokalt at situasjonar bør kunne handterast ved å gjere tilpassingar til drifta i periodar som er kritiske, evt. ved tiltak i dei områda som er utsette.

Islegging og spesielt islegging i regulerte elver med kontinuerleg tilførsel av vatn med temperatur over 0°C er ein komplisert prosess. For å forklare kvifor dei ulike vintrane vil utarte seg når det gjeld oppstuing, så må klima og vassføringstilhøve i kritiske periodar knytast mot korleis vinteren har vore sidan starten og spesielt mot kva istilhøva er, korleis vassføringa var ved første innfrysing og korleis lagring og produksjon av sarr så langt har vore gjennom vinteren. Dette kan t.d. gjerast gjennom å modellere islegging numerisk, men det har ikkje vore ein del av dette prosjektet og vil òg krevje batymetriske data for elva.

## **Referanser**

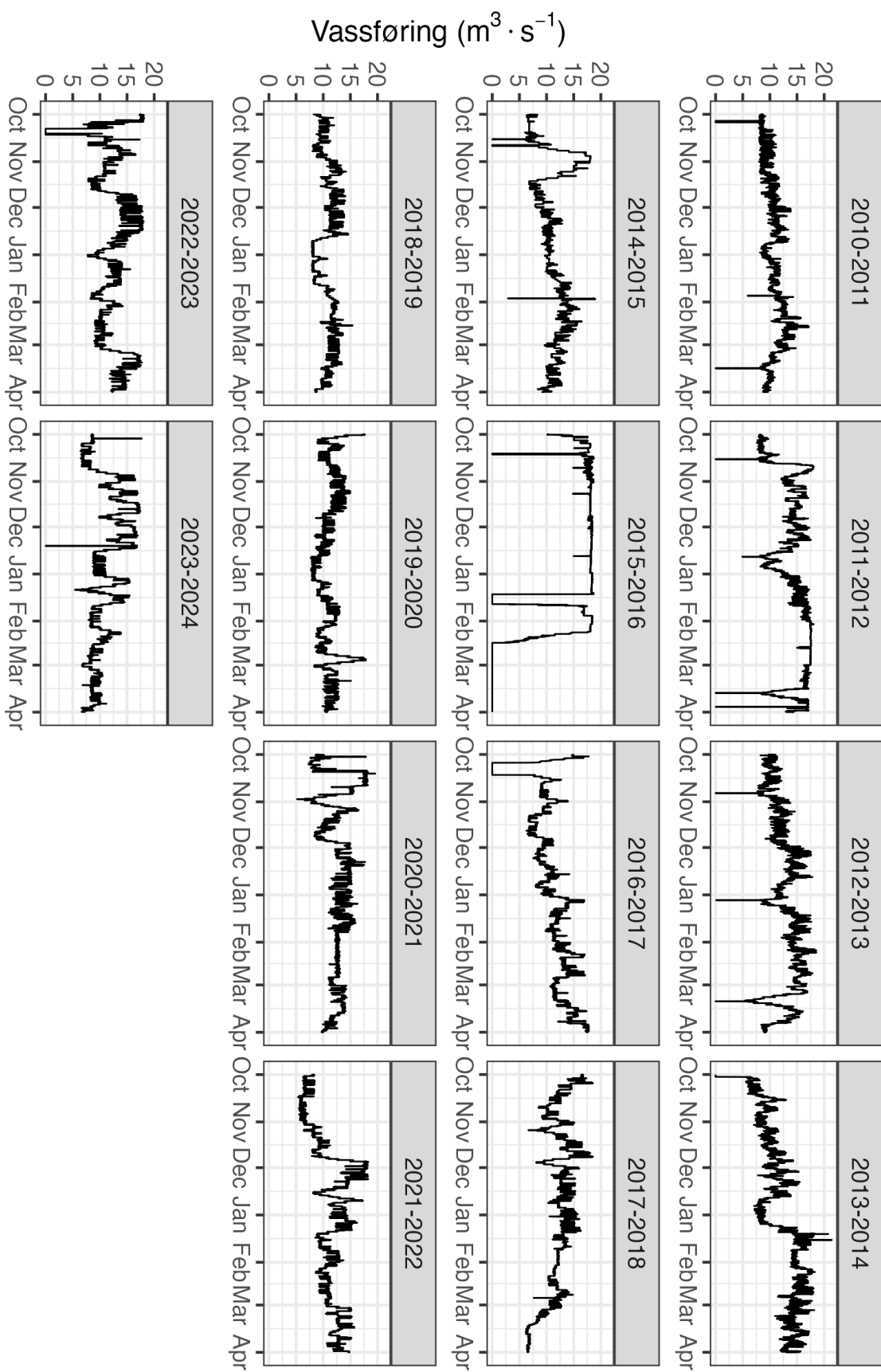
- Akvaplan-NIVA. 2023. "Bonitering av Skibotnelva." In.: Akvaplan-niva AS.
- Boe, CA. 1990. "Skjønn angående isskader ved Strandbu Camping i Skibotn i 1988. Sak 1/89 B ved Lyngen herredsrett." In.
- Devik, O. 1964. 'Present Experience On Ice Problems Connected With The Utilization Of Water Power In Norway', *Journal of Hydraulic Research*, 2: 25 - 40.
- Gebre, SB, K Alfredsen, L Lia, M Stickler, and E Tesaker. 2013. 'Ice Effects on Hydropower Systems — A Review', *Journal of Cold Regions Engineering*, 27: 196-222.
- Huokuna, M, M Morris, S. Beltaos, and BC Burrell. 2020. 'Ice in reservoirs and regulated rivers', *International Journal of River Basin Management*.
- NVE. 1972. "En foreløpig uttalelse om mulige forandringer i isforholdene som planlagte reguleringen kan medføre." In.
- . 1974. "ISFORHOLD I SKIBOTNVASSDRAGET. En tilleggsuttalelse." In.: Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.

---

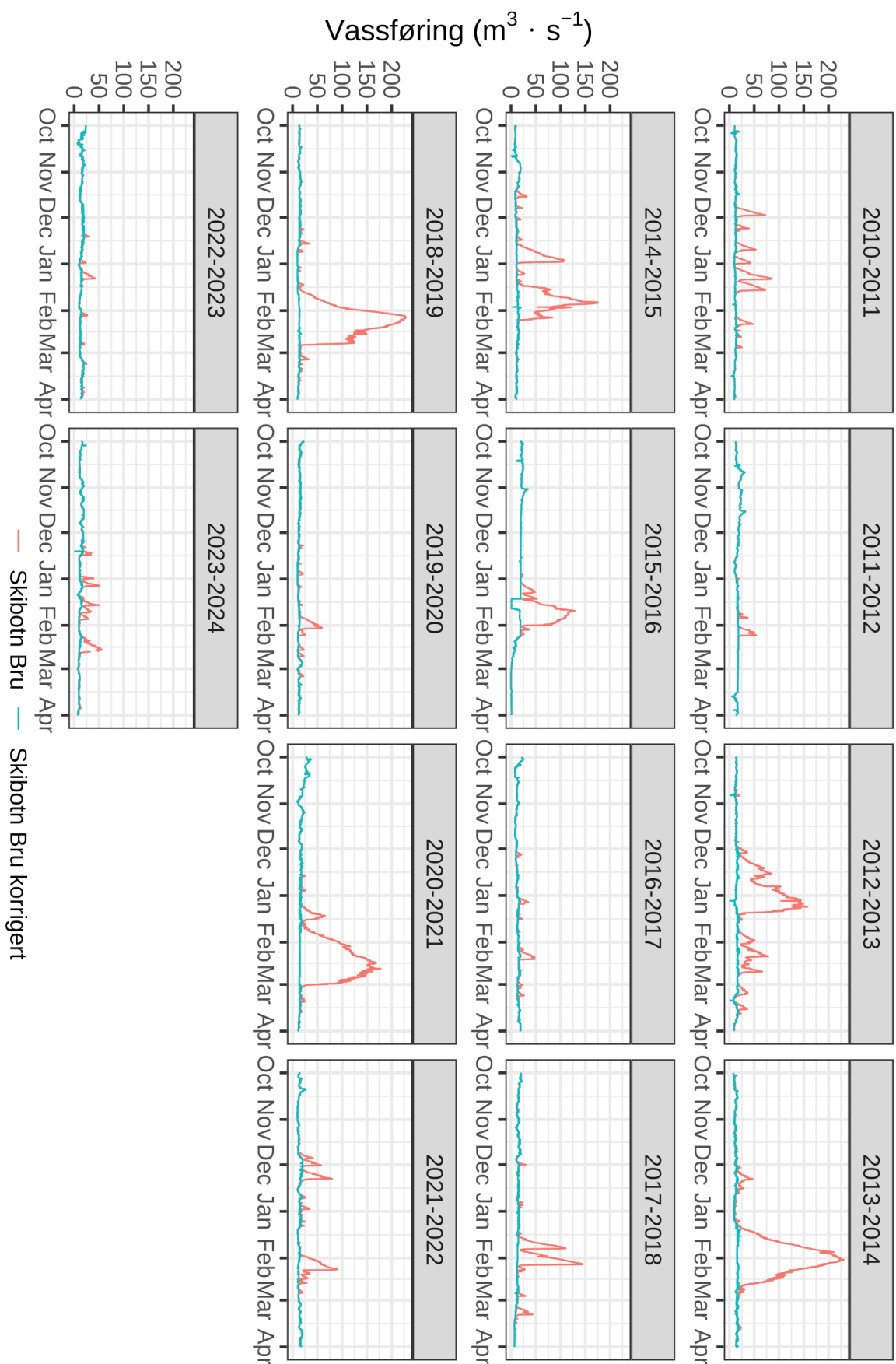
<sup>1</sup> <https://www.europower.no/kraftmarked/-rlig-fenomen-islegging-i-finland-og-sverige-gir-like-strompriser-over-hele-landet/2-1-1554462>

- Tesaker, E. 1986. "Redgjørelse om isspørsmål i nedre del av Skibotnvassdraget og på fjorden utenfor elveoset." In.
- Zolezzi, G, A Siviglia, M Toffolon, and B Maiolini. 2011. 'Thermopeaking in Alpine streams: event characterisation and time scales', *Ecohydrology*, 4.

VEDLEGG 1: Oversikt over vassføringsdata frå Skibotn Kraftverk 2010 – 11 til 2022 – 23.

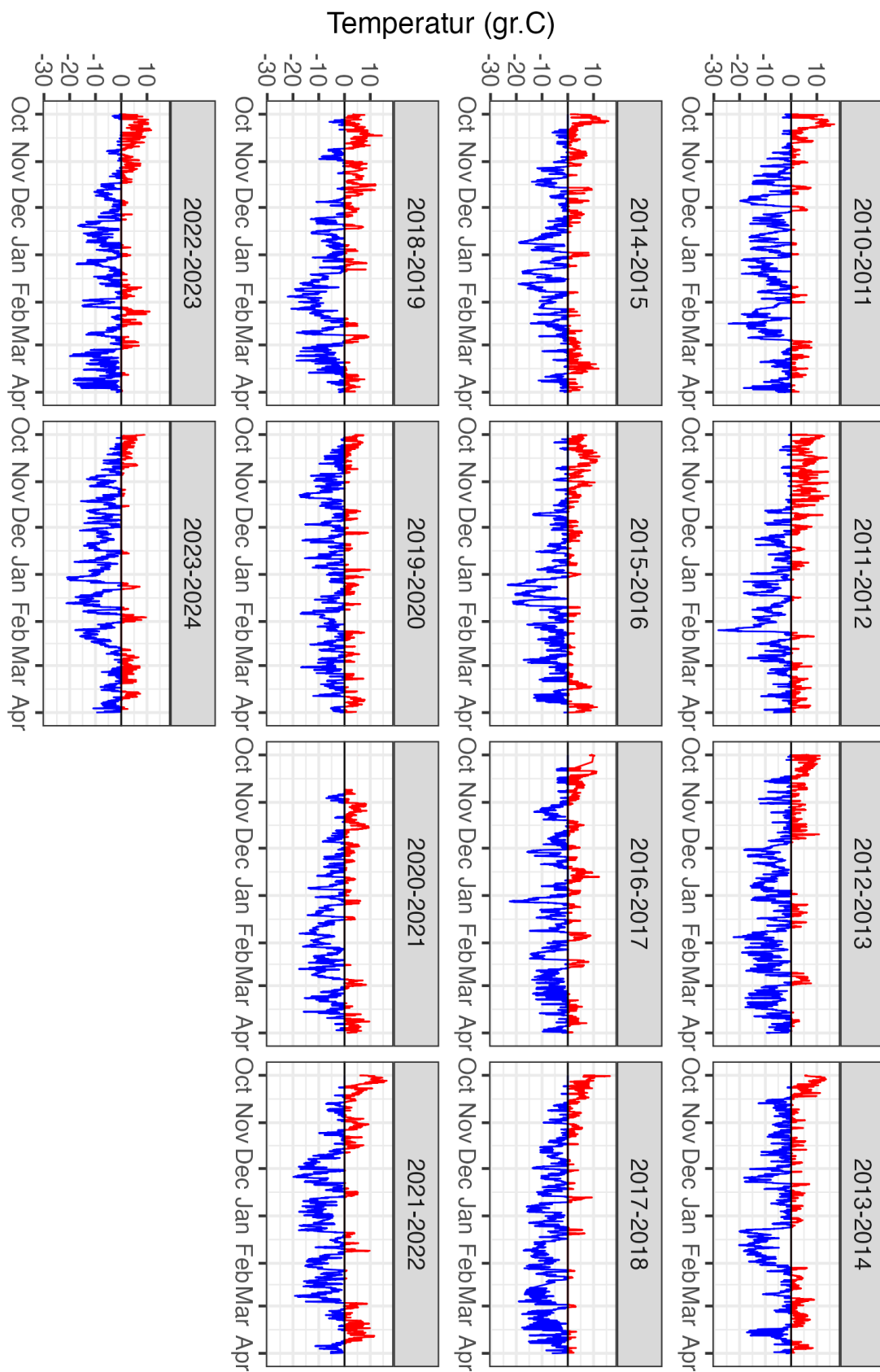


VEDLEGG 2: Oversikt over vassføringsdata frå Skibotn Bru 2010 – 11 til 2022 – 23.

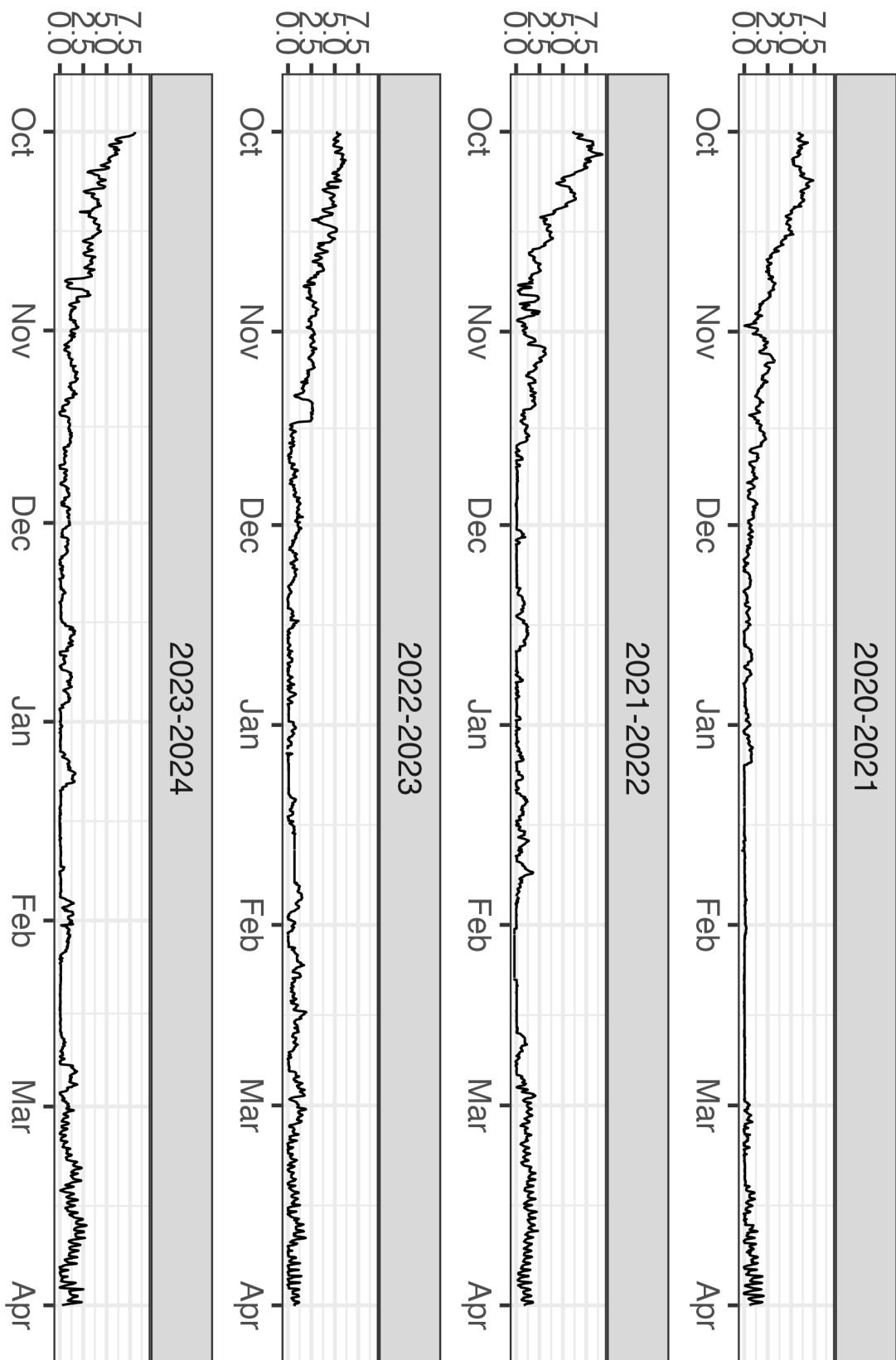




VEDLEGG 2: Oversikt over temperaturdata frå Skibotn målestasjon frå 2010 – 11 til 2022 – 23.

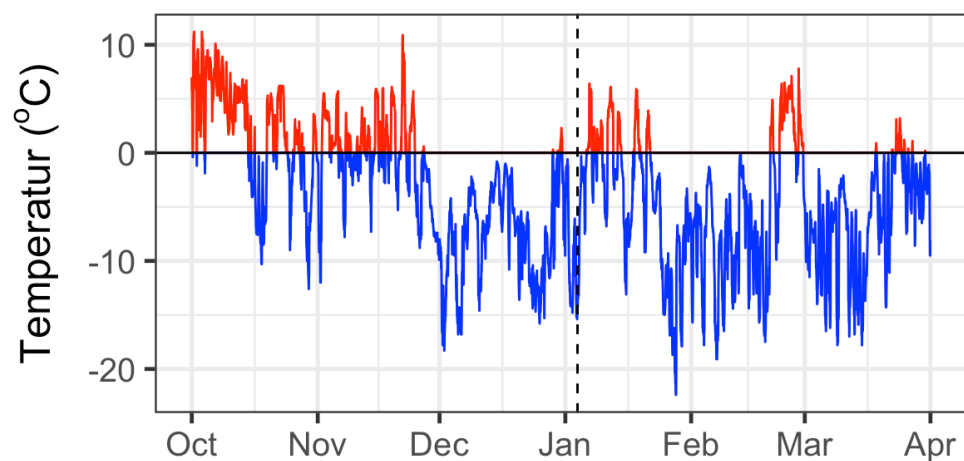
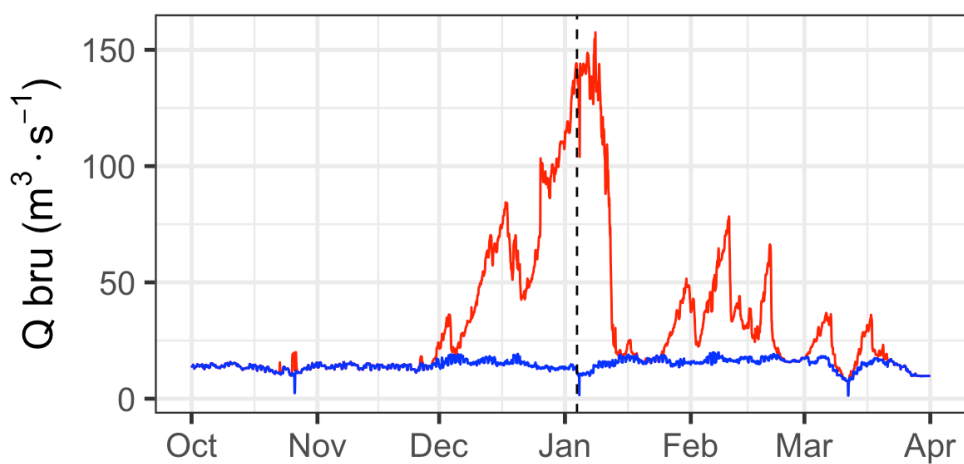
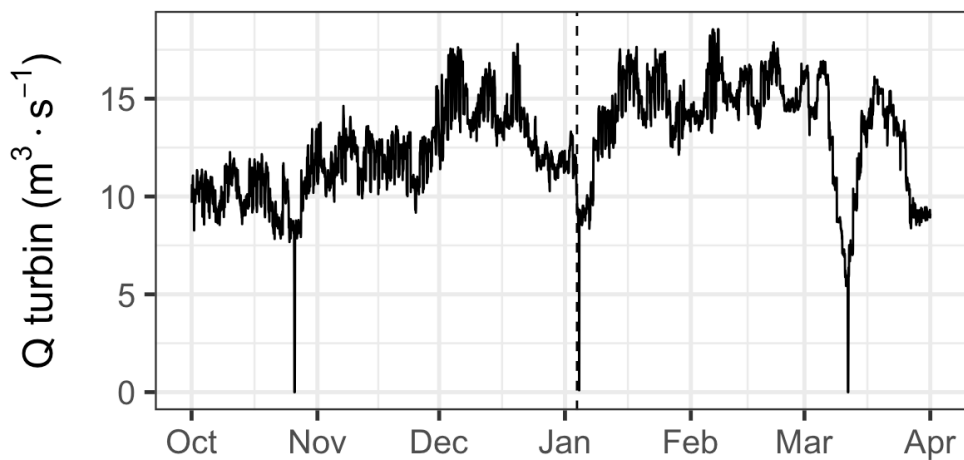


### Vasstemperatur (°C)

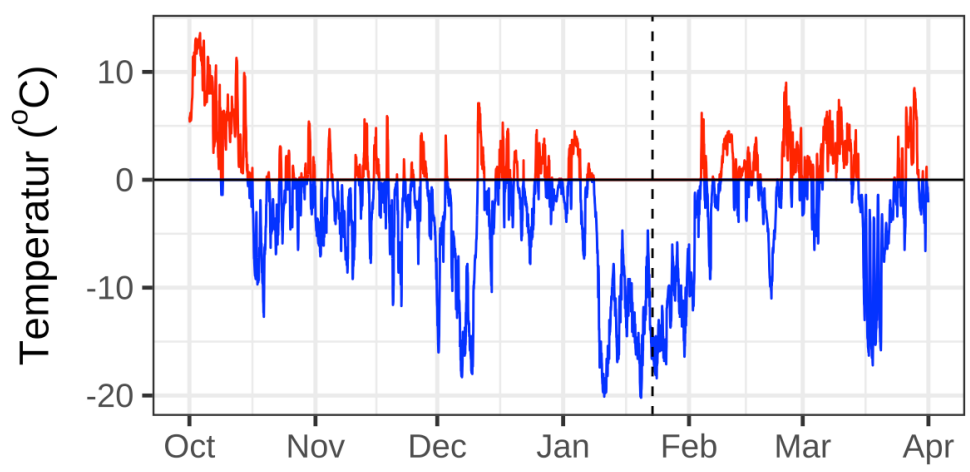
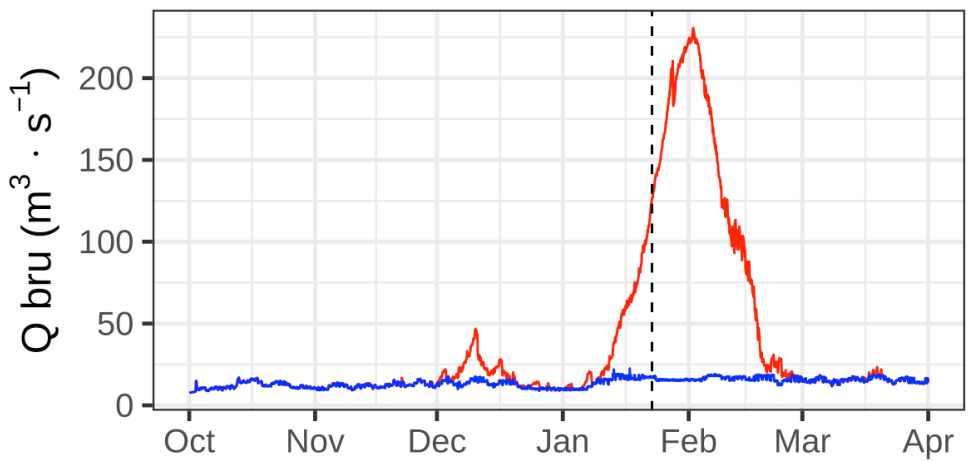
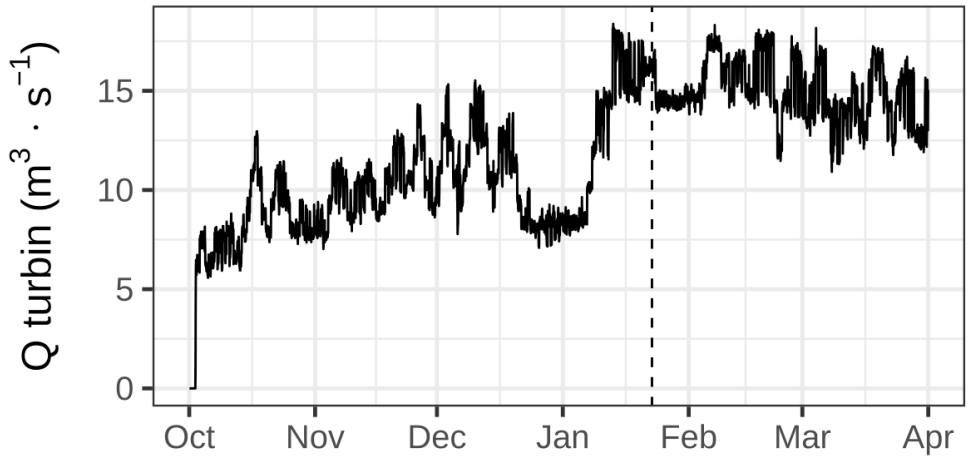


VEDLEGG 5: Data frå åra med rapporterte ishendingar. Stipla linje viser tidspunkt for bilete.

## 2012-2013

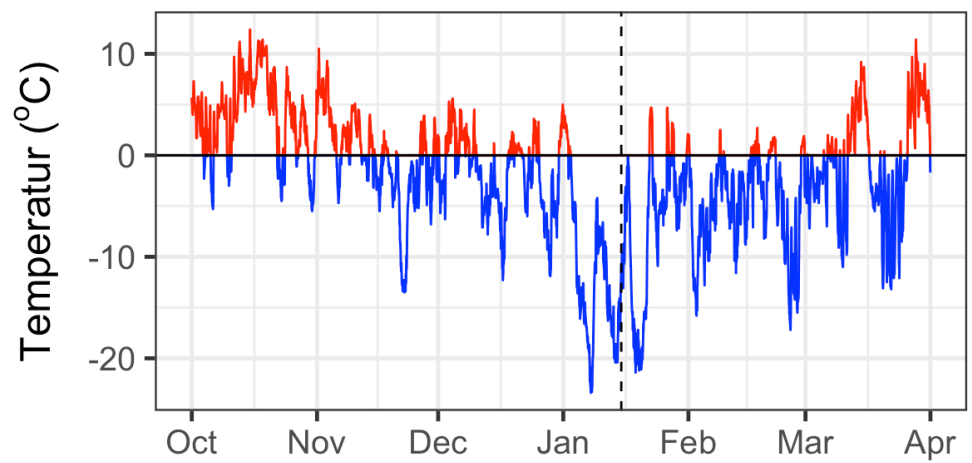
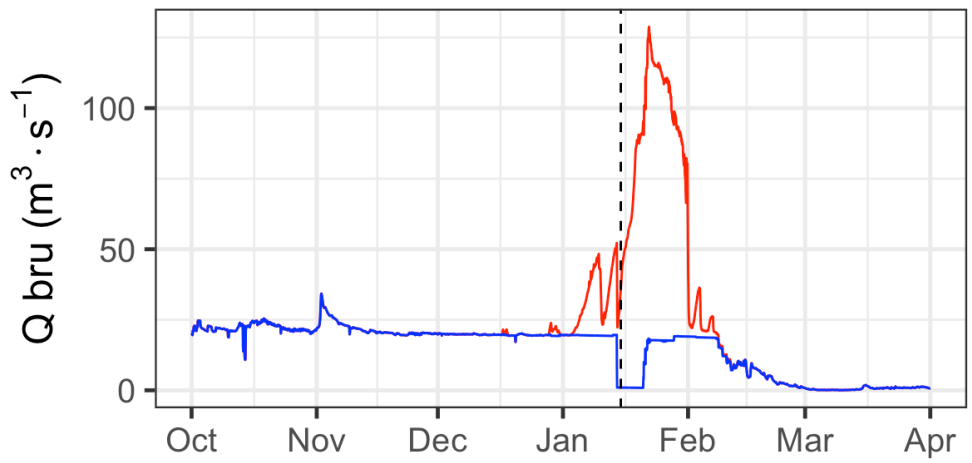
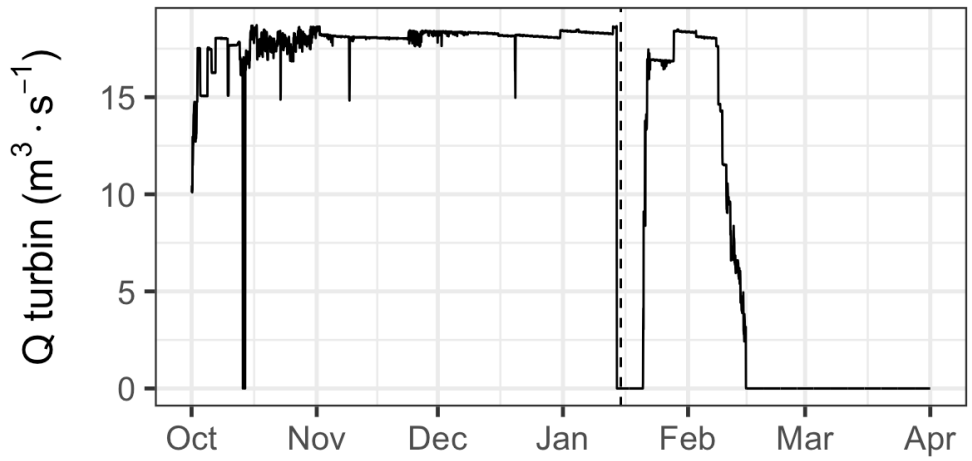


# 2013-2014

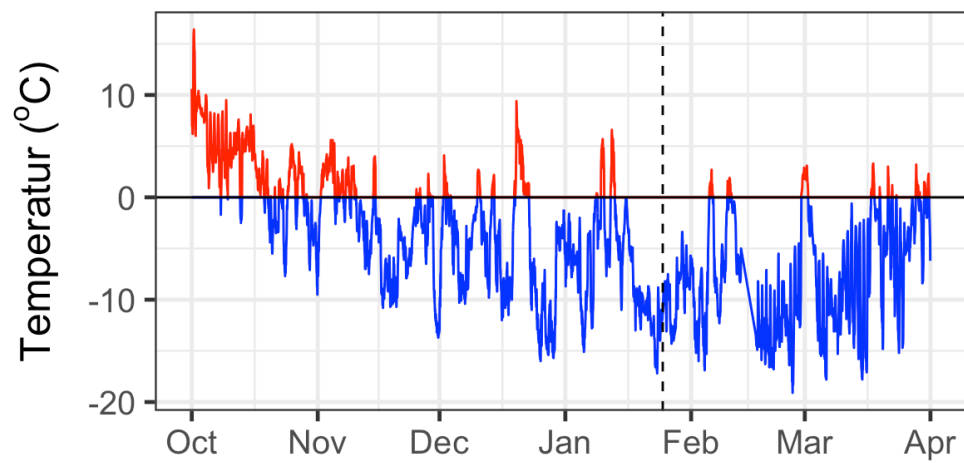
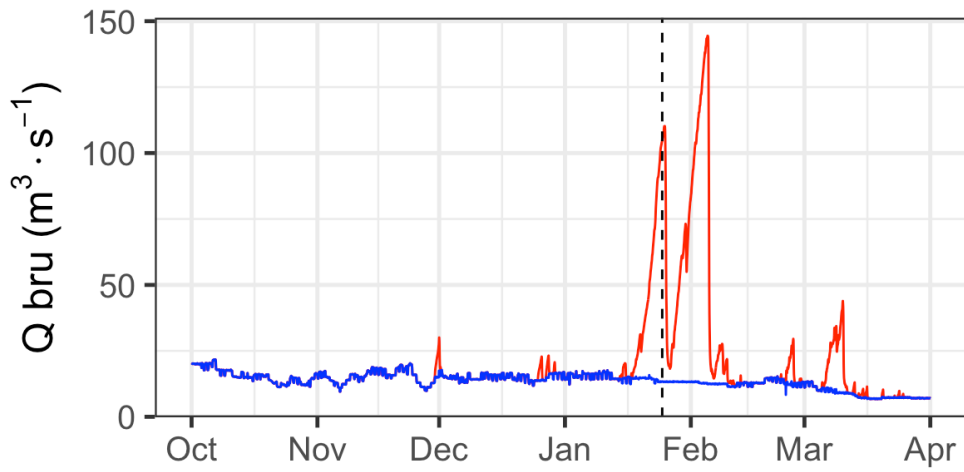
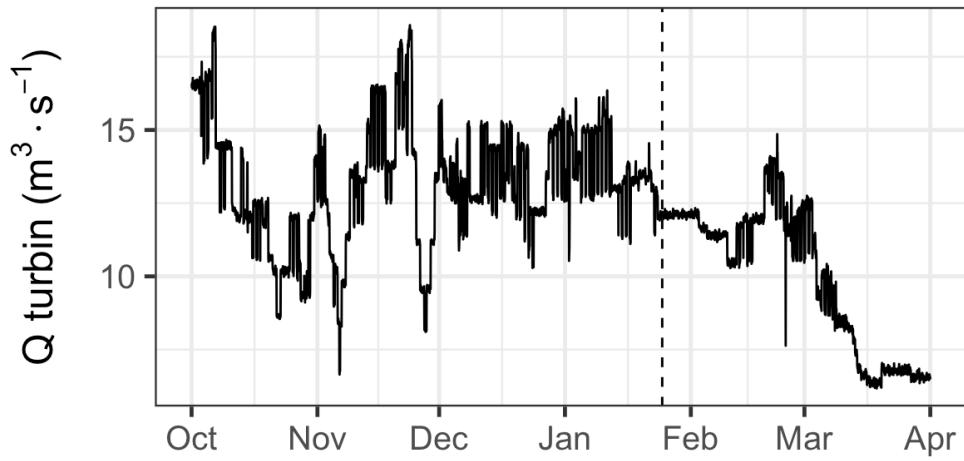




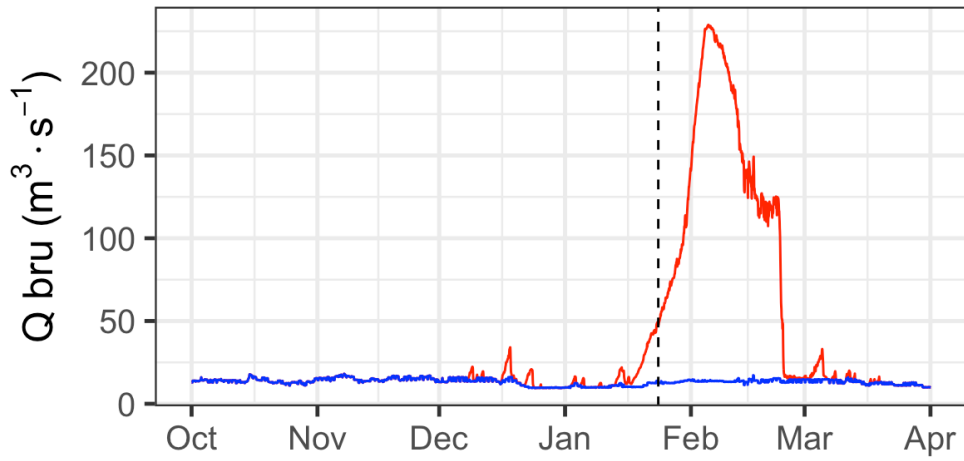
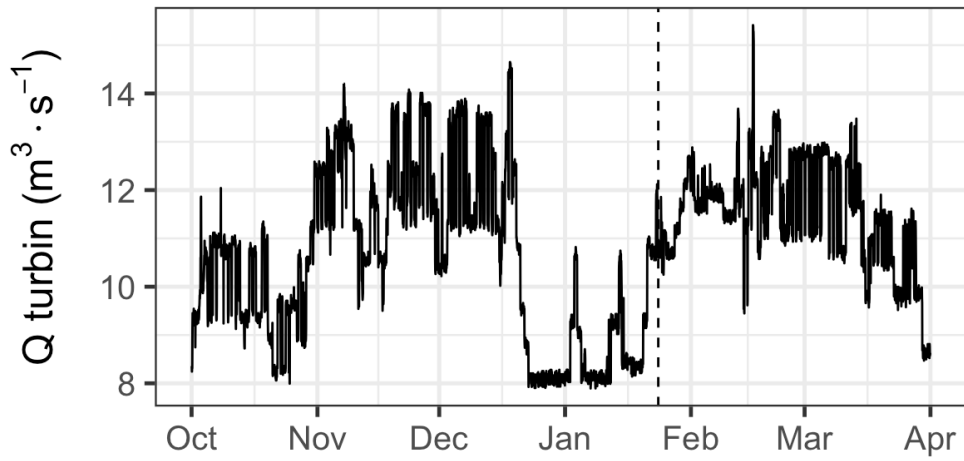
# 2015-2016



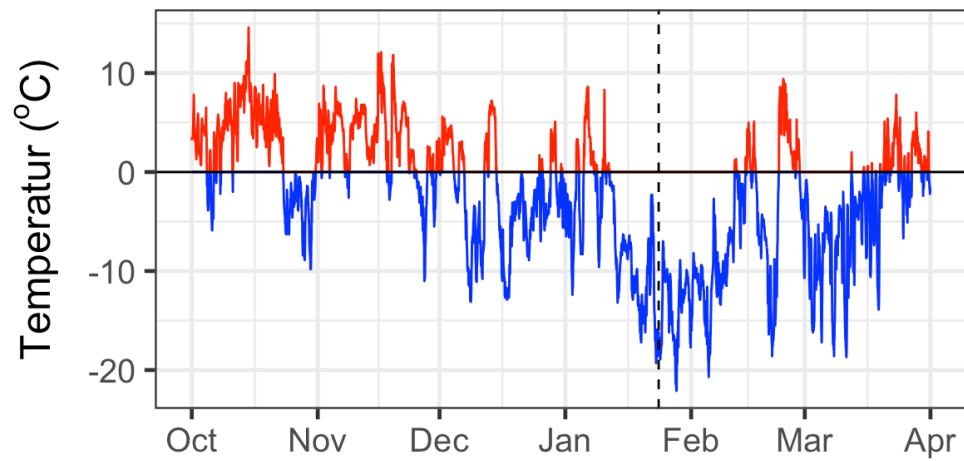
2017-2018



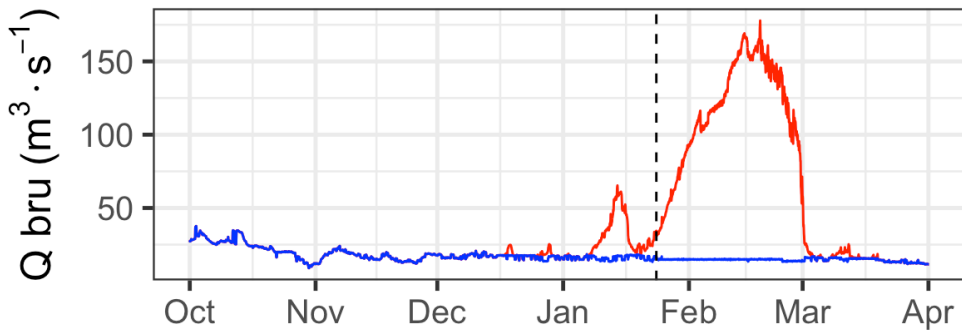
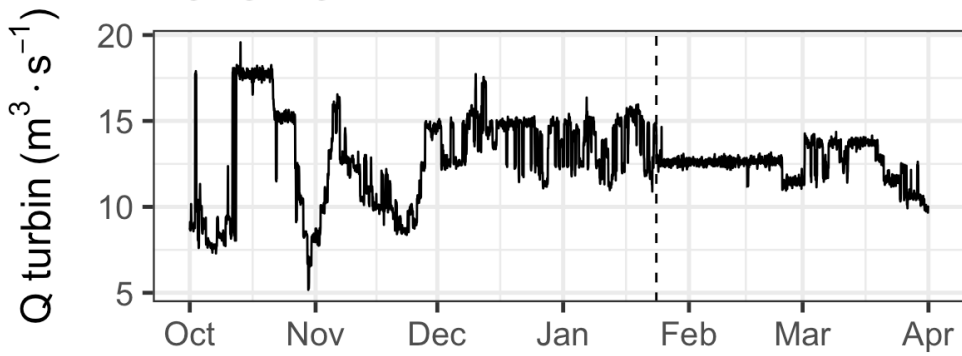
# 2018-2019



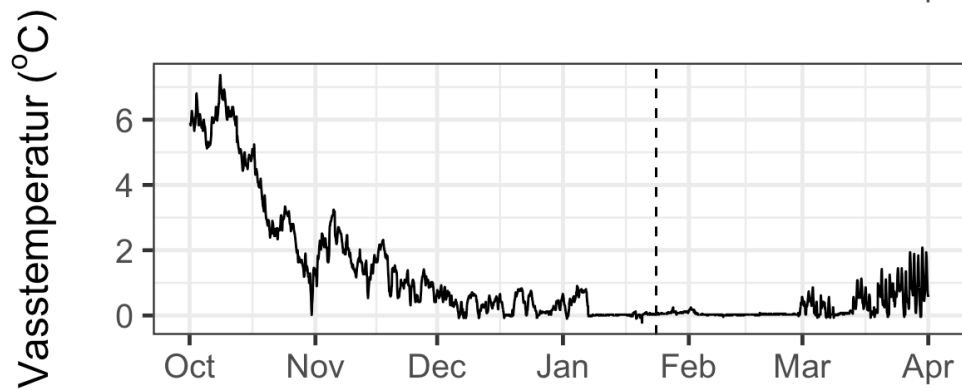
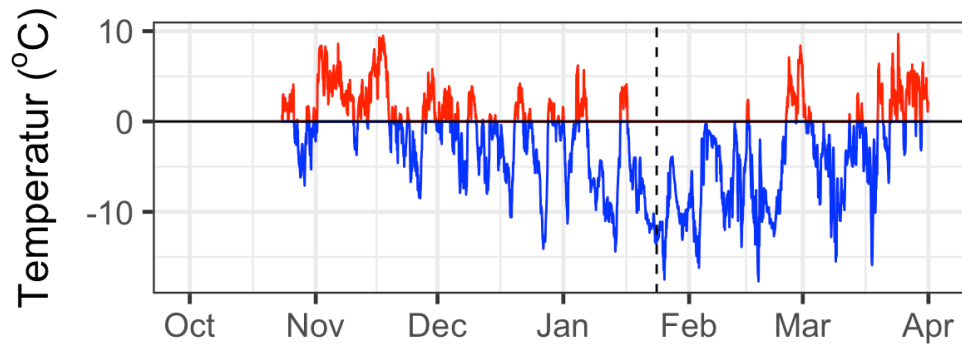
— Målt  
— Korrigert



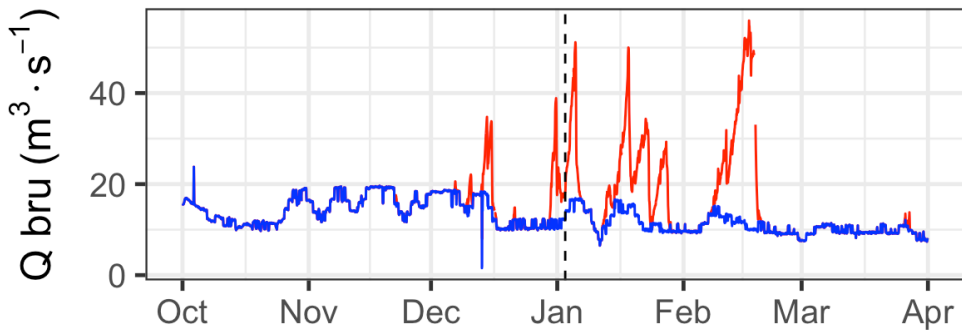
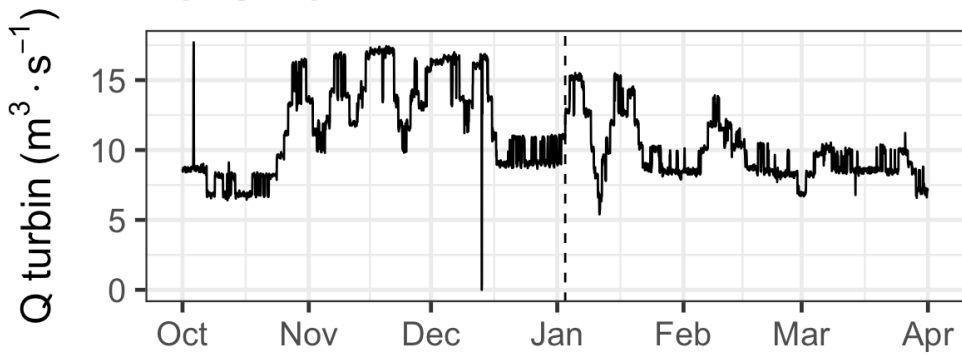
2020-2021



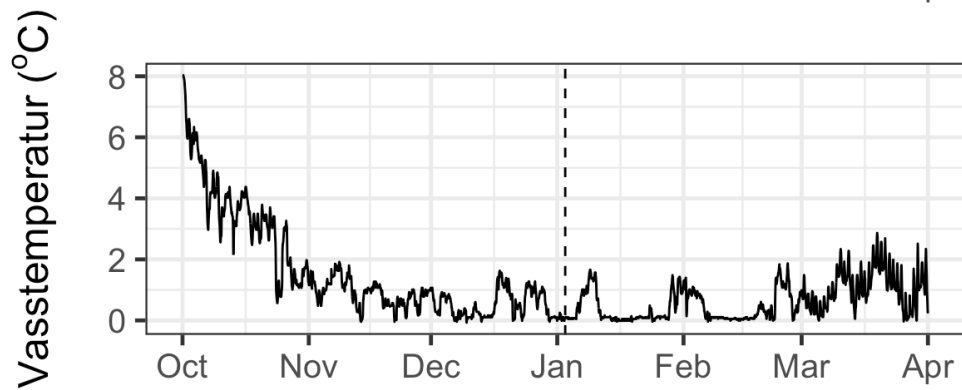
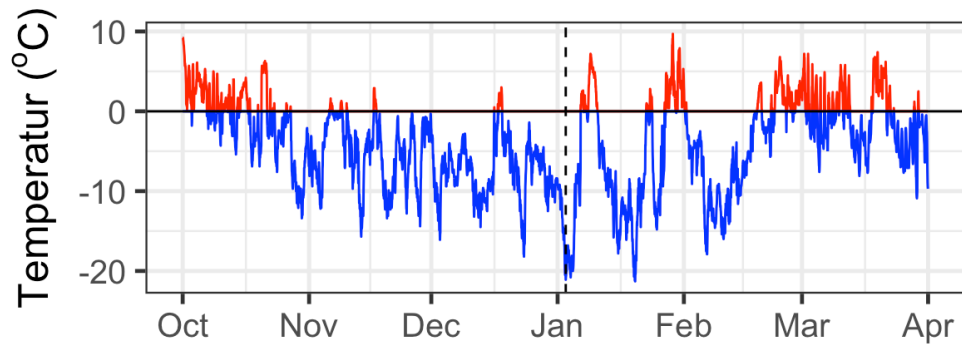
— Målt  
— Korrigert



2023-2024



— Målt  
— Korrigert



VEDLEGG 6: Klassifisering av oppstuing som funksjon av temperatur og produksjonsvassføring. Data frå Skibotn bru er klassifisert som «1» stigande oppstuing (raudt) eller «0» synkande eller ingen oppstuing (blått) og logistisk regresjon er brukt for å klassifisere oppstuing i høve til lufttemperatur og vassføring i kraftverket.

