

Notat

Til _____ **Dato** 28.03.2024
Fra Jostein Jerkø **Arkivnr.** [000000]

Demping i vassdrag nedstrøms Skibotn kraftverk

Bakgrunn

I perioden 24.-26. april 2017 ble Skibotn kraftverk prøvekjørt med hyppige og store lastvariasjoner over hele effektregisteret for å evaluere hvordan effektvariasjonene forplanta seg nedover vassdraget. Vassdraget var instrumentert med 6 vannstandssonder med 1 minutts tidsopløsning.

Formål med analysen har vært:

- Måle transporttidene i vassdraget
- Måle dempingeffektene nedover vassdraget
- Måle senkingshastighet i cm/time ved lastreduksjon

Testen ble utført like etter rotenonbehandling og like før første rognutsetting; vassdraget hadde dermed ikke levende fisk. Det ble gitt unntak fra konsesjonsvilkår om «skånsom manøvrering» og Statsforvalter + veterinærinstituttet var orientert.

Oppsummering

- Transporttiden (bølgefront) fra kraftverket til Skibotn bru er ca 1 ½ time, dette tilsvarer en midlere vannhastighet på 1,7 m/s
- Vannføringsvariasjoner i kraftverket dempes ut over 30 minutter øverst i vassdraget, økende til 1t 10m ved Kiholmen og 1t 45m ved Strandbu. Dempingen er proporsjonal med reiselengden.
- Vannstanden i vassdraget varierer normalt opptil 22-28 cm som følge av kraftverkspåvirkning igjennom vinteren (isoppstuvning ikke medregnet).
- Med dagens effektrestriksjoner forekommer ikke vannstandsfall større enn ca 3-10 cm (ved hhv. lavlast og fullast) fra én time til den neste.
- Senkingshastigheten er størst øverst i vassdraget og ved størst nedregulering. Effekten er ca halvert ved Skibotn bru.
- Kraftverket kan ved maksimal nedregulering gi en senkingshastighet på ca 10 (øverst) til 4 (nederst) cm pr 10 min. Til sammenligning utgjør tidevannspåvirkninga ved Strandbu ca 6,5 cm pr 10 min.
- Ikke uventet er det de øvre strekningene som viser størst senkingshastighet (elvesegment dominert av stryk). Kiholmen og stasjonene nedstrøms (dominert av glattstrøm) viser vesentlig større demping enn de to stasjonene ovenfor.
- En nedkjøringsplan med mindre lastreduksjoner med 60 minutters mellomrom gir like skånsom senkingshastighet som nedkjøringsplaner med høyere tidsintervall.



Metode

Instrumentering

Vassdraget ble instrumentert på følgende steder:

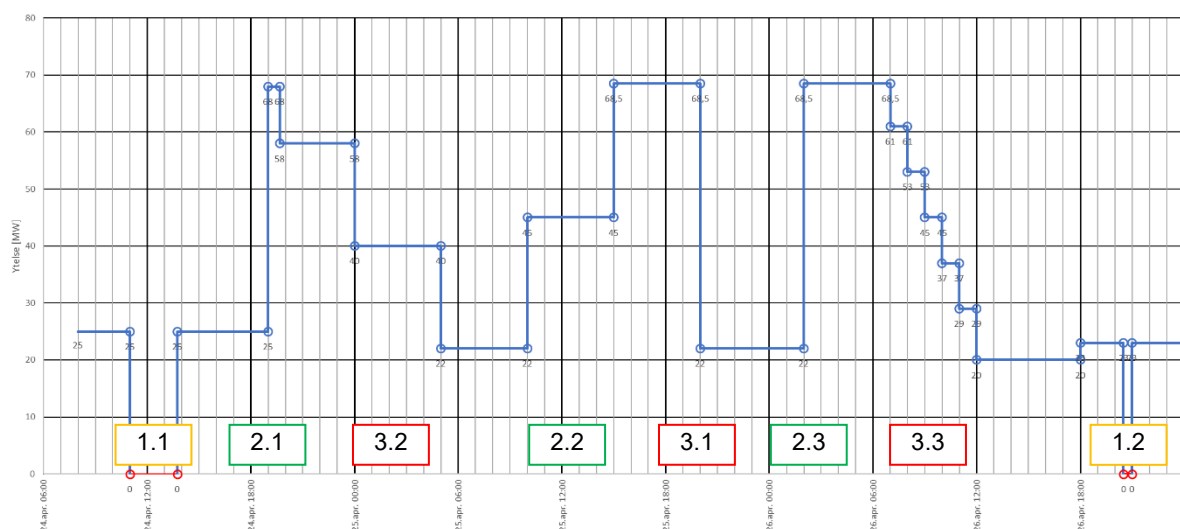
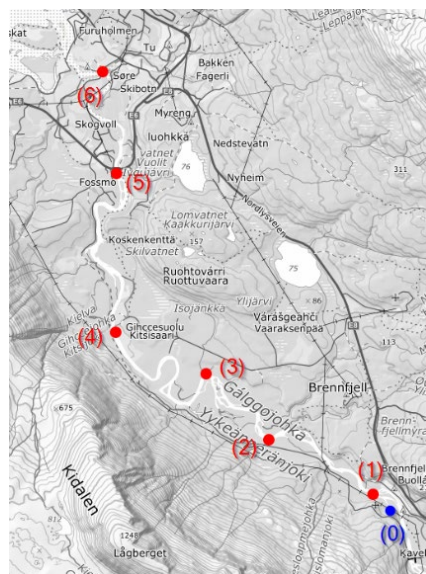
Id	Målested	Vannstand	Vannføring	Avstand*
0	Kraftverksturbinen		X	-1300 m
1	Avløpskanalen	X		0 m
2	Rotkulpen	X		1800 m
3	Palosaari	X		3200 m
4	Kiholmen	X		5800 m
5	Skibotn bru	X	X	8550 m
6	Strandbu camping	X		10300 m

* Avstand nedover fra laksesperra. Total avstand til kartverkets definerte sjø er 11,4 km

Vannstandsloggerne er satt opp til logging hvert minutt og klokken er synkroniserte.

Kjøreplan

Følgende sekvenser er prøvekjørt:

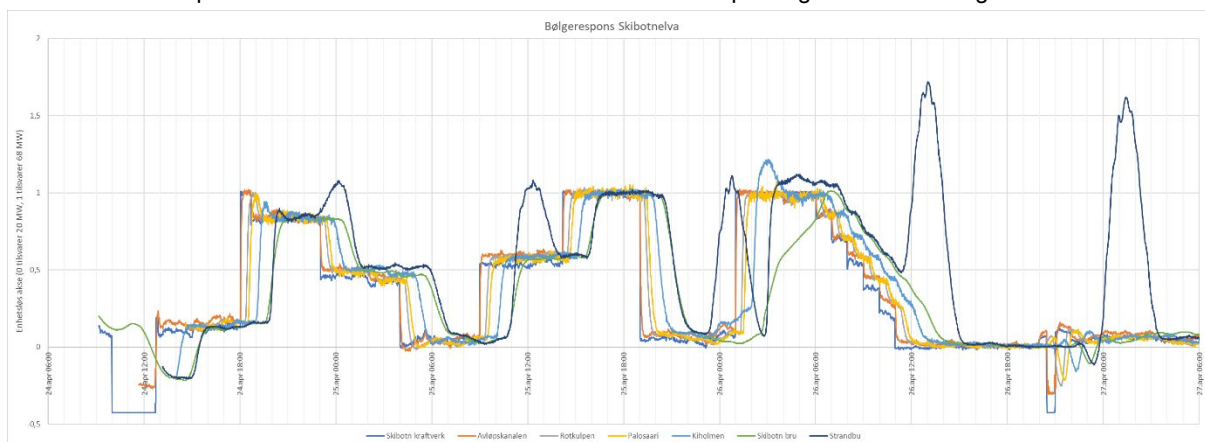


1. Stanser
 - 1.1. Avslag fra 25 MW med omløpsventil aktiv. Sekvensen representerer en situasjon hvor kraftverket må tas kontrollert til stopp for en lengre nødrevisjon gjennom vintersesongen.
 - 1.2. Hurtigstopp 30 minutter. Sekvensen representerer en kompakt nødrevisjon for børsteskiift gjennom vinteren.
2. Oppreguleringer
 - 2.1. Umiddelbar effektøkning uten ramping
 - 2.2. 5 timers effektøkning med ramping i ett steg
 - 2.3. Umiddelbar effektøkning uten ramping (kontroll av sekvens 2.1)
3. Nedreguleringer
 - 3.1. Umiddelbar effektreduksjon uten ramping
 - 3.2. 5 timers effektreduksjon med ramping i ett steg
 - 3.3. 5 timers effektreduksjon med ramping i 5 steg



Resultater

Vannstand er her presentert skalert til enhetsløs verdi slik at formen på bølgene er sammenlignbare:



Følgende anføres vedrørende kvaliteten på observasjonene:

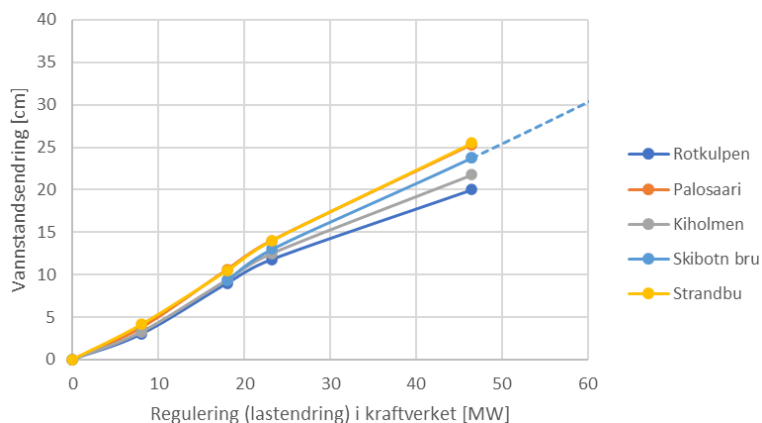
- Vannstand Skibotn bru måles både forsinket og dempet i forhold til reell vannstand. Dette skyldes at vannstand måles i en målekum ved siden av elva, hvorpå kommunikasjonsrøret til elva på dette tidspunktet hadde en flaskehals som forsinket responsen.
- Vannstand Strandbu camping er tidevannspåvirket ved flo sjø.

Absolutte vannstandsendringer

Vannstandsvariasjonen innenfor normalvannføring mellom fullast og lavlast varierer som følger:

- Rotkulpen: 22 cm
- Palosaari: 26 cm
- Kiholmen: 24 cm
- Skibotn bru: 25 cm
- Strandbu: 28 cm (inkludert tidevannspåvirkning er det 45 cm)

Under vises sammenhengen mellom vannstandsendringer og effektendringer ved kraftverket. Resultatene er «som målt», ekstrapoleringen av Skibotn bru er beregnet fra vannføringskurven. Resultatene er avhengig av restvannføringen, men vurderes likevel representative for normalsituasjon høst og vinter.



Med dagens restriksjoner er det tillatt med

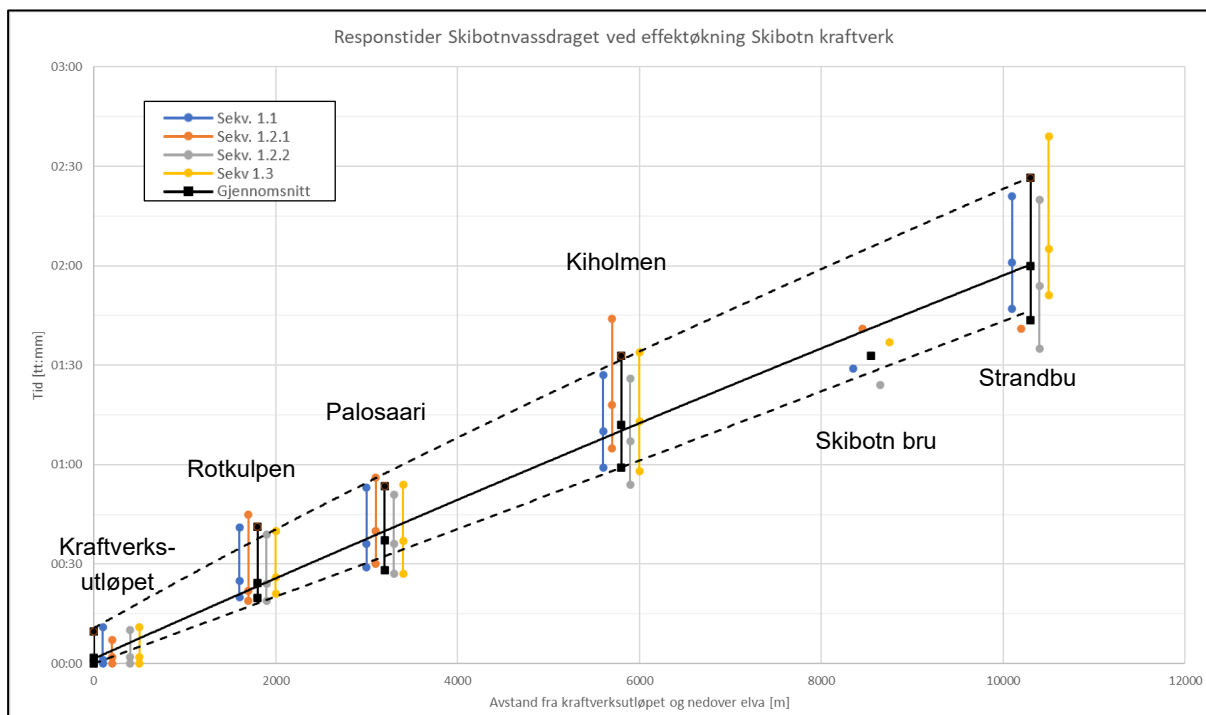
- 18 MW lastreduksjon fra fulllastsituasjoner (72 MW). Dette gir ca 10 cm vannstandsfall.
- 8 MW lastreduksjon fra lavlastsituasjon (32 MW). Dette gir ca 4 cm vannstandsfall.

Detaljerte resultater inkl senkingshastighet pr stasjon er vist i vedlegg.



Analyse transporttid og demping

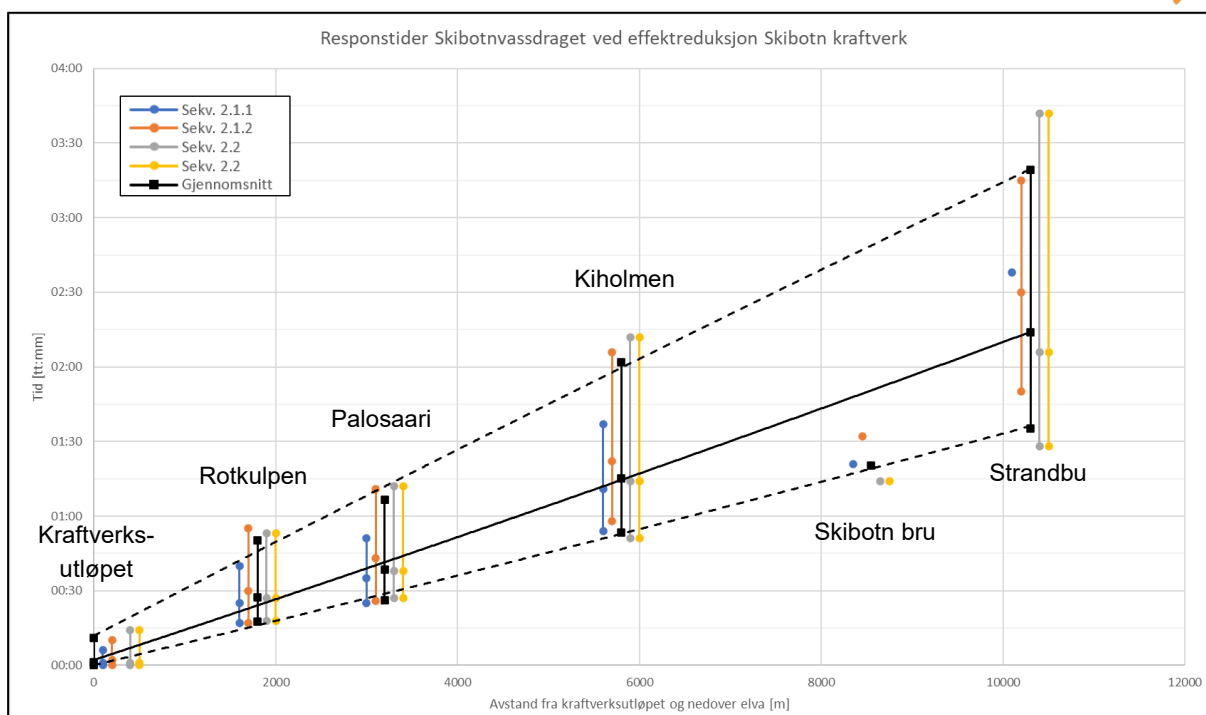
Bølgefront, bølgemiddel og bølgeslutt er identifisert for alle lastendringssekvenser. Det er ulik transporttid ved lastøkning og lastreduksjon. Trendkurvestrekene streker representerer midlere hhv. bølgefront, bølgemiddel og bølgeslutt.



Responstid ved lastøkning.

LASTØKNING	Avstand [m]	Ankomsttid [tt:mm]			Varighet [tt:mm]
		Bølgefront	Bølgemiddel	Bølgeslutt	
Kraftverk					
Avløpskanalen	0	00:00	00:01	00:09	00:09
Rotkulpen	1800	00:19	00:24	00:41	00:21
Palosaari	3200	00:28	00:37	00:53	00:25
Kiholmen	5800	00:59	01:12	01:32	00:33
Skibotn bru	8550	01:32*	*	*	*
Strandbu	10300	01:43	02:00	02:26	00:43

* usikre målinger pga forsinkelse i målekummen



Responstid ved lastreduksjon.

LASTREDUKSJON	Avstand [m]	Ankomsttid [tt:mm]			Varighet [tt:mm]
		Bølgefront	Medio	Bølgeslutt	
Kraftverk					
Avløpskanalen	0	00:00	00:01	00:11	00:11
Rotkulpen	1800	00:17	00:27	00:50	00:32
Palosaari	3200	00:26	00:38	01:06	00:40
Kiholmen	5800	00:53	01:15	02:01	01:08
Skibotn bru	8550	01:20*	*	*	*
Strandbu	10300	01:35	02:14	03:19	01:43

* usikre målinger pga forsinkelse i målekummen

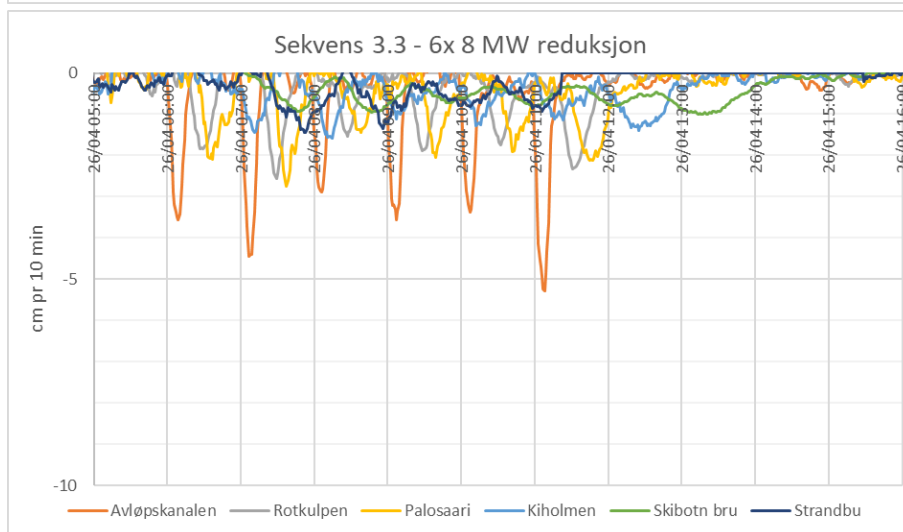
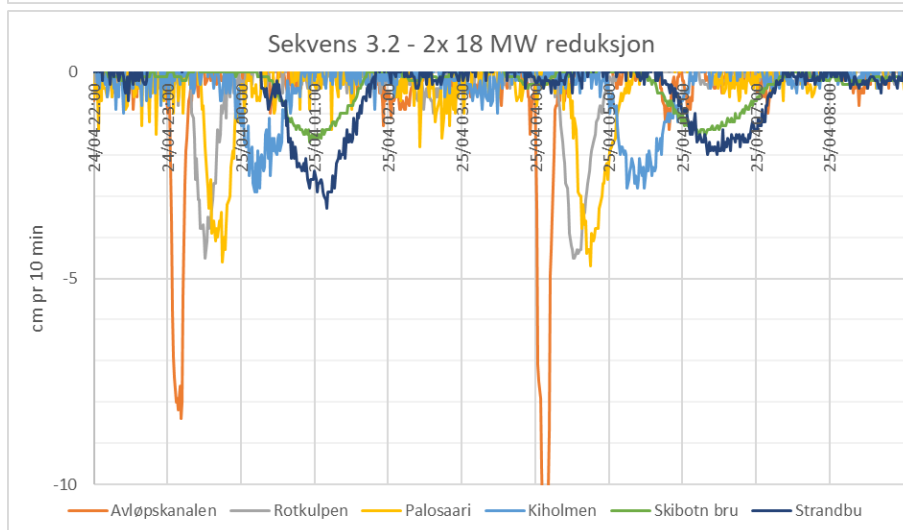
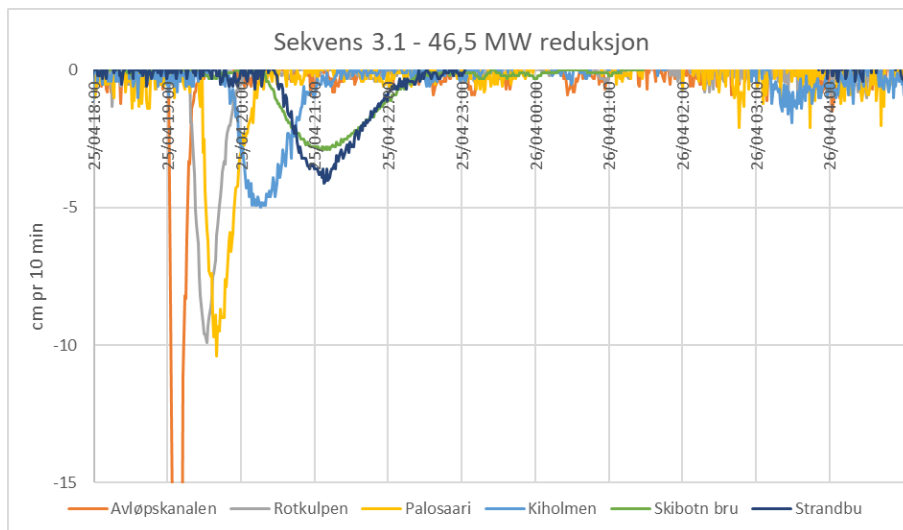
Observasjoner:

- Vannhastigheten i vassdraget måles til ca 1,7 m/s
- Forenklet kan vi si at transporttiden (bølgefront) fra lastendring til Skibotn bru er ca 1 ½ time
- Ankomsttiden på bølgefront er høvelig lik ved hhv. lastøkning og lastreduksjon
- Det er større demping i vassdraget ved lastreduksjon enn ved lastøkning. Dempingen er proporsjonal med reiselengden.



Analyse av senkingshastighet ved lastreduksjon

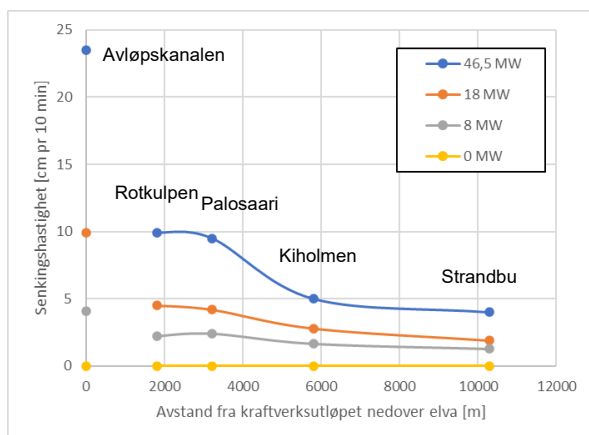
Senkingshastigheten beregnes som cm pr 10 minutter. Målepresisjonen er ikke tilstrekkelig til å evaluere høyere tidskritt enn dette. [Merk at vertikal skala er ulik på de tre figurene]



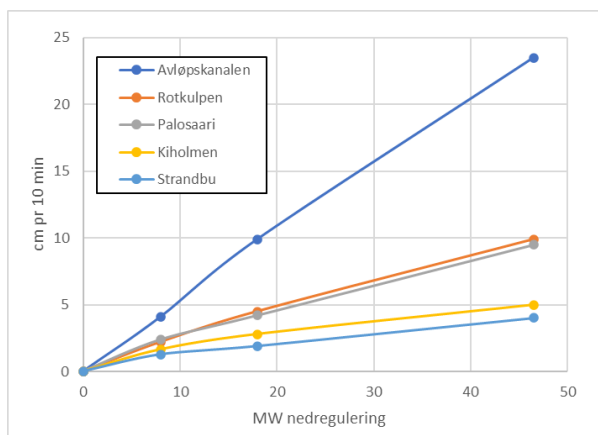


Måleserien for Avløpskanalen er ikke relevant for økosystemet i Skibotnelva, da denne målestasjonen ikke viser senkingen i elveløpet, men i kanalen innfor laksegrinda.

De to figurene under viser ulike sammenhenger mellom senkingshastigheten og graden av nedregulering:



Senkingshastighet nedover vassdraget ved ulike grad av nedregulering



Senkingshastighet på hvert enkelt målested ved ulike nedregulering

Følgende observeres:

- Nedregulering på 47 MW gir en senkingshastighet på 10 til 4 cm pr 10 min
- Nedregulering på 18 MW gir senkingshastighet på 5 til 2 cm pr 10 min
- Nedregulering på 8 MW gir senkingshastighet på 2,5 til 1 cm pr 10 min

Senkingshastigheten som oppgis her er maksimal senkingshastighet. Denne har begrenset varighet. Resultatene må leses i sammenheng med den totale vannstandsendingen oppgitt i tidligere figur.

En nedregulering på 47 MW er nær ved å være maksimal nedregulering som kan tenkes under normal drift uten at aggregatet skal tas til stopp. Dette scenario representerer altså et tilnærmet ytterpunkt.

Det må bemerkes at Strandbu er tidevannspåvirket. Tidevannspåvirkninga alene gir en senkingshastighet på 6,5 cm pr 10 min; uten kraftverkspåvirkning.

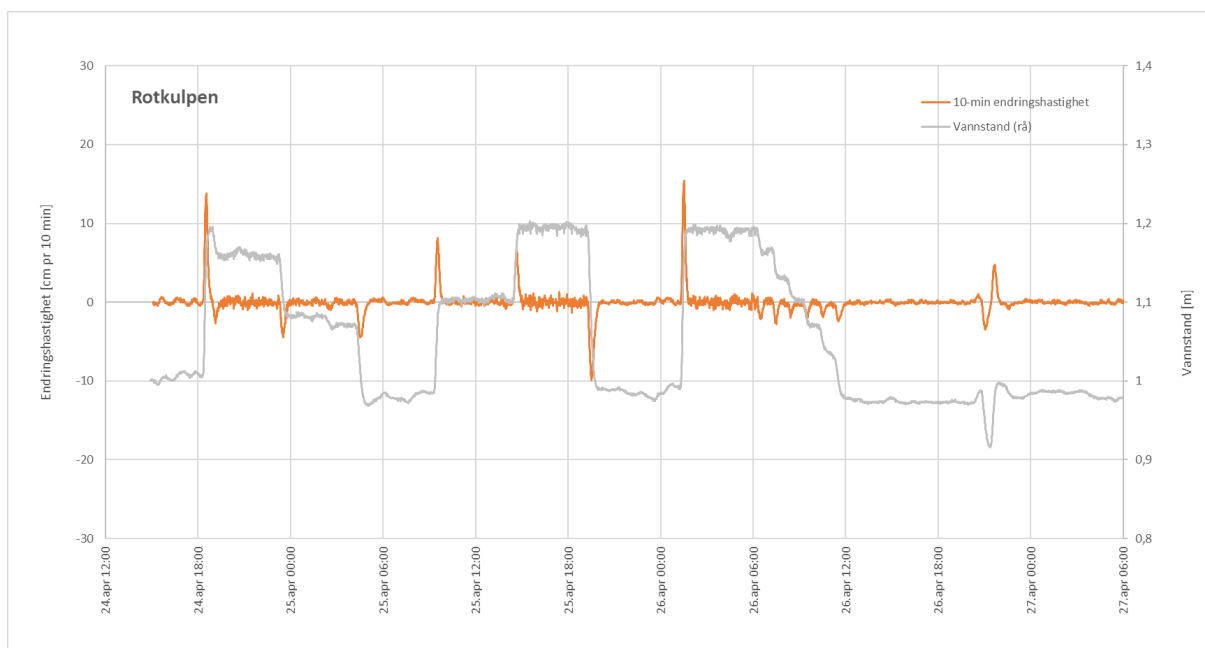
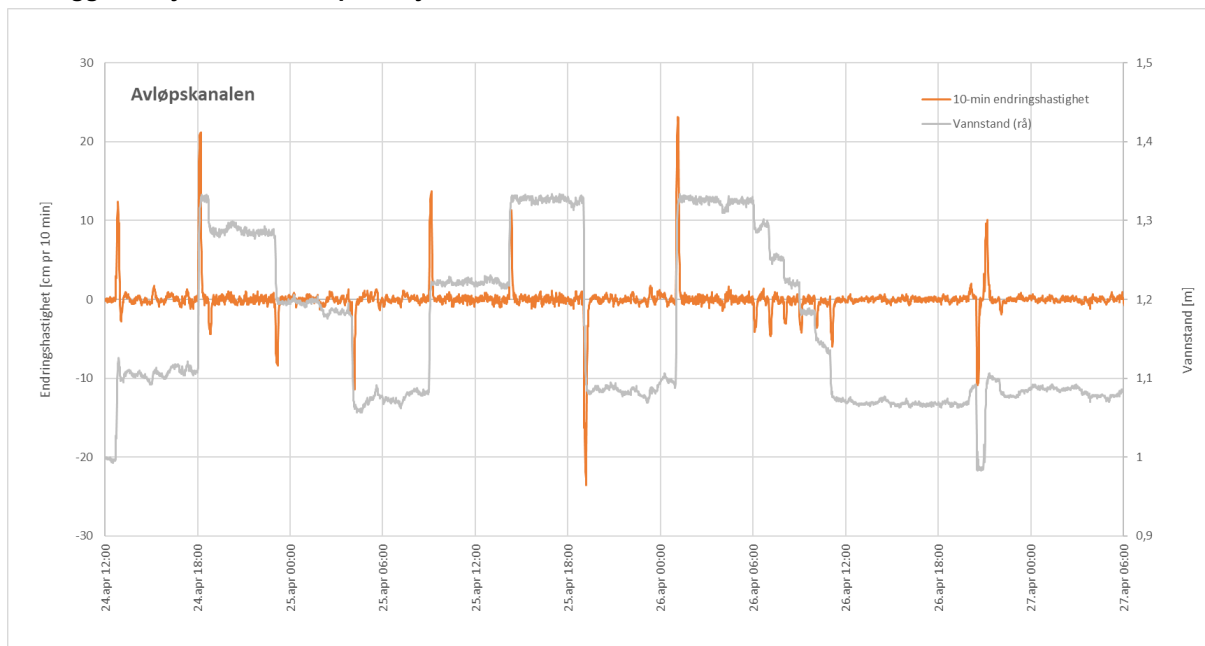
Det har ikke vært evaluert hvor stor senkingshastighet som oppleves i naturlig vannføringsvariasjon.

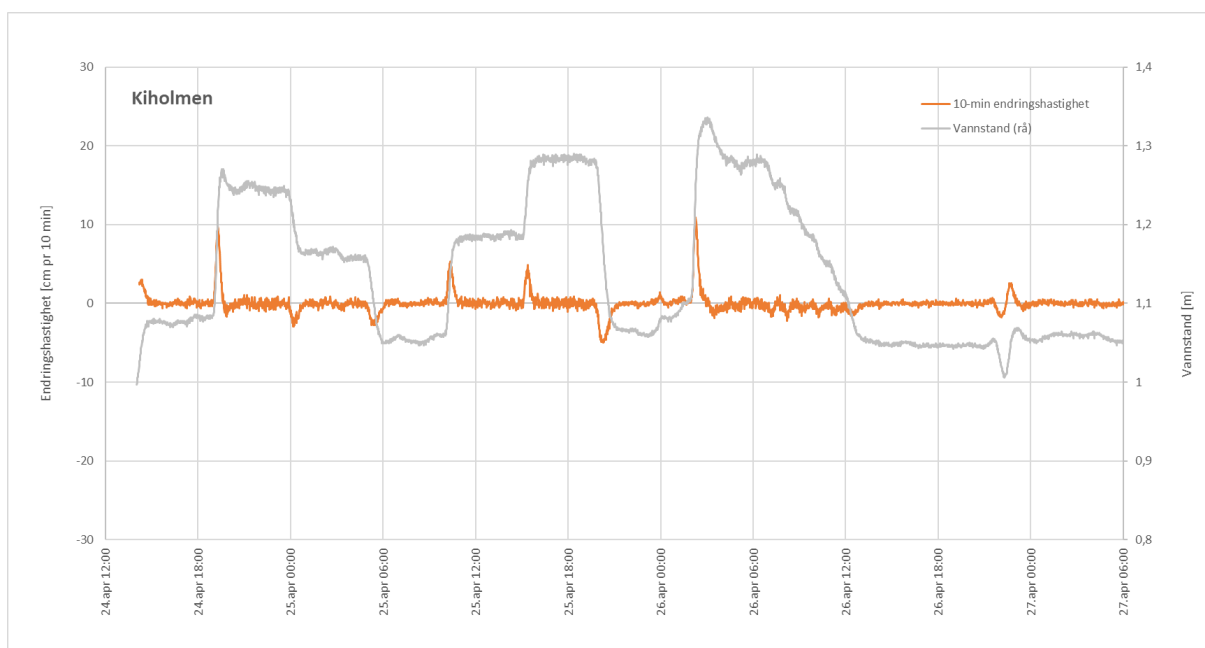
Drøfting

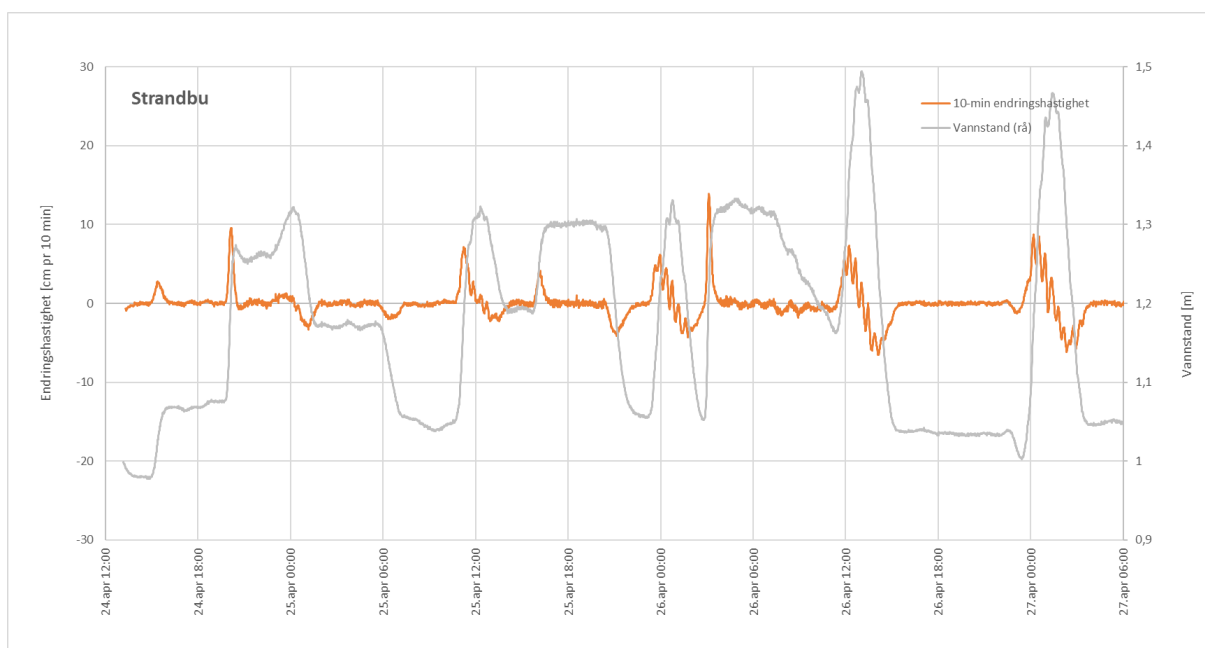
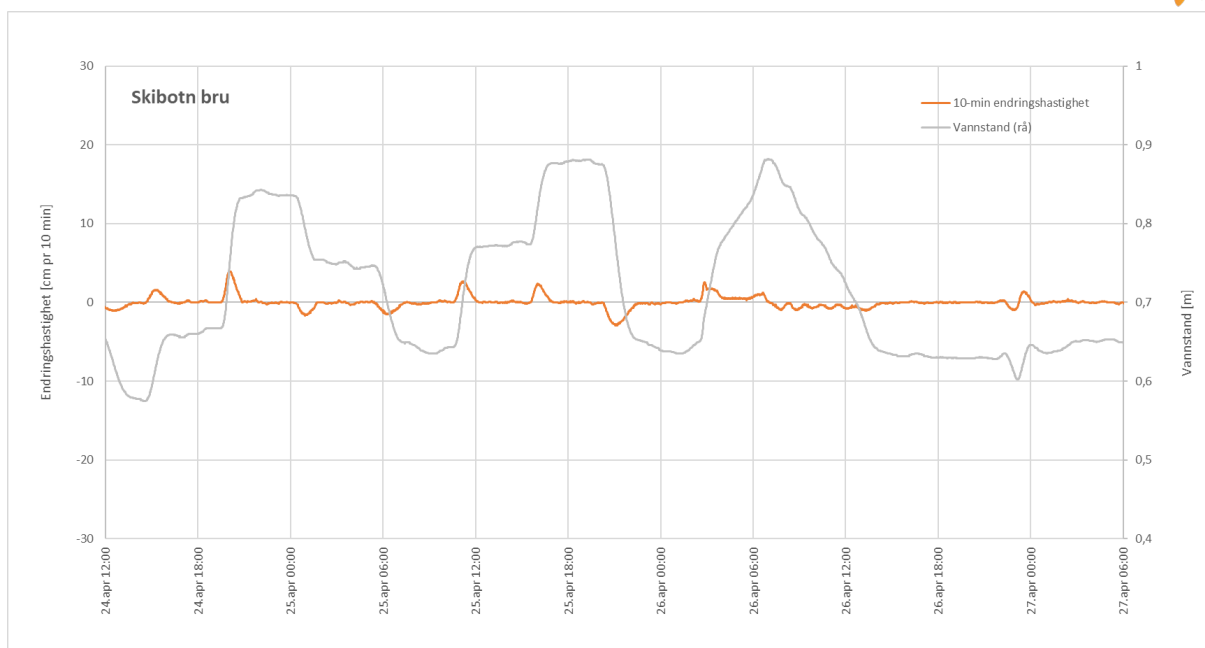
Vassdragets øvre strekning behøver 30-70 minutter på å tilpasse seg ny turbinvannføring. Dette innebærer at den maksimale senkingshastigheten i vassdraget vil være den samme uavhengig av om det legges opp til 1 eller 24 timer mellom hver nedregulering. En nedkjøringsplan med ramping på 1 times mellomrom vil altså gi samme senkingshastighet som dagens betingelser om 24 timers ramping.



Vedlegg: Detaljerte resulater pr stasjon









Vedlegg: bilder



Skibotn bru, lav vannføring 7,2 m³/s



Skibotn bru, høy vannføring 19 m³/s



17°C B ● 2017-04-26 14:59:10

Avfallsservice, lav vannføring 7 m³/s



-2°C B ● 2017-04-25 18:04:10

Avfallsservice, høy vannføring 19 m³/s