

NOTAT

KU Åseralprosjektene

Notat nr.:

Dato
20.10.2011

Til:

Navn	Firma	Fork.	Anmerkning
Aleksander Andersen	AEP		

Kopi til:

Olav Brunvatne	AEP
----------------	-----

Fra:

Jan-Petter Magnell	Sweco
--------------------	-------

Korttidsvariasjoner i vannstander og vannføringer på lakseførende strekning i Mandalselva som følge av variabel kjøring av kraftverkene

AEP har to kraftverk i Mandalselva, Bjelland og Laudal, med utløp direkte til lakseførende strekning av elva. De to kraftverkene har begge forholdsvis små inntaksmagasiner, hhv. Tungesjø og Mannflåvatn, som gjør at kjøringen av kraftverkene vanligvis i stor grad avspeiler variasjonene i tilløpet til enhver tid.

Oppstrøms Bjelland ligger kraftverket Håverstad, med inntak i magasinet Ørevatn. Det er i tillegg flere kraftverk med reguleringsmagasiner i Mandalsvassdragets øvre del oppstrøms Ørevatn.

I perioder kjøres Håverstad med varierende last over døgnet og uken. Dette gir varierende vannføring ned Mandalselva mot Tungesjø. Håverstad kan i noen uker ha betydelige lastvariasjoner over døgnet.

Dette notatet vil, med utgangspunkt i den historiske kjøringen av kraftverkene i noen utvalgte uker, beskrive noen historiske raske vannføringsreduksjoner i Bjelland og Laudal og den virkningen disse hadde på vannføringer og vannstander nedstrøms kraftstasjonsutløpene. I tillegg til å beskrive forholdene like nedstrøms utløpene fra de to kraftverkene, beskrives også endringer nedover i vassdraget. Det siste for å beskrive i hvilken grad de relativt små inntaksmagasiner til Bjelland og Laudal, sammen med tilsiget fra de uregulerte lokalfeltene til hvert av kraftverkene, bidrar til å dempe eller på annen måte endre vannføringsvariasjonene i elva.

Avslutningsvis kommenteres kort den framtidige situasjonen med et opprustet og utvidet Skjerka kraftverk, også kalt Åseralprosjektene.

pmd03n 2008-05-16

Dataunderlag

For å kunne beskrive korttids vannførings- og vannstandsendringer på lakseførende strekning i Mandalselva har det vært nødvendig å benytte data fra eksisterende målepunkt i vassdraget.

Like nedstrøms utløpet fra Bjelland ligger det et kalkdoseringsanlegg som bl.a. styrer doseringen ut fra vannføringen i elva. Anlegget er driftet av Mankalk, et interkommunalt samarbeid for kalking av Mandalsvassdraget. Anlegget registrerer vannføring, eller egentlig vannstand som omregnes til vannføring, med fin tidsoppløsning. Imidlertid lagrer ikke Mankalk vannføringsdata over så lang tid siden hensikten med målingen er styring av kalkdoseringsen, og følgelig har de ikke noe spesielt behov for historiske data.

Timesvannføringer ved Bjelland kalkdoseringsanlegg er mottatt fra Mankalk for perioden etter januar 2010, med enkelte huller i serien.

For å kunne konvertere vannføringene til vannstander er en avhengig av vannføringskurven til stasjonen. Denne ble utarbeidet av NVE på 90-tallet, og etter henvendelse til NVE har de i oktober 2011 foretatt en nyberegning av kurven med dagens metodikk og programvare. Den nye kurven er for alle praktiske formål oppgitt å være identisk med den gamle. Hovedhensikten med å beregne på nytt var å få den presentert på digital form slik at en enkelt kunne få beregnet de ligningene som beskriver kurven. Den gamle kurven fant NVE bare dokumentert i en tabell på papir. NVE har kalt stasjonen 22.12 Bjelland kalkanlegg i deres database.

Rett nedstrøms utløpet fra Laudal finnes en avløpsstasjon, 22.23 Laudal, med data som kvalitetskontrolleres av NVE. Fra NVEs database er det i dag tilgjengelig data med fin tidsoppløsning fram til desember 2010. Det er tatt ut timesverdier for vannstand og vannføring for 2010.

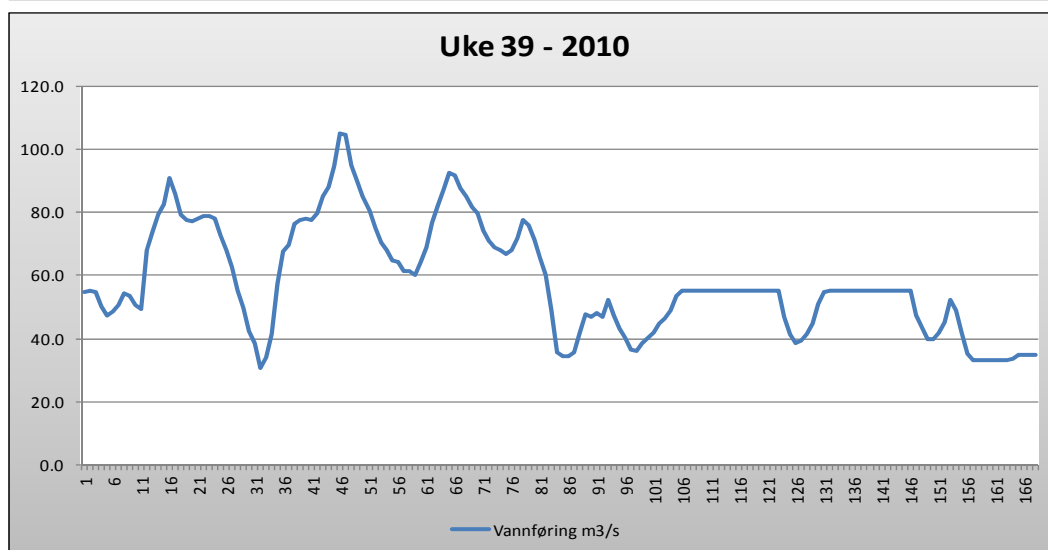
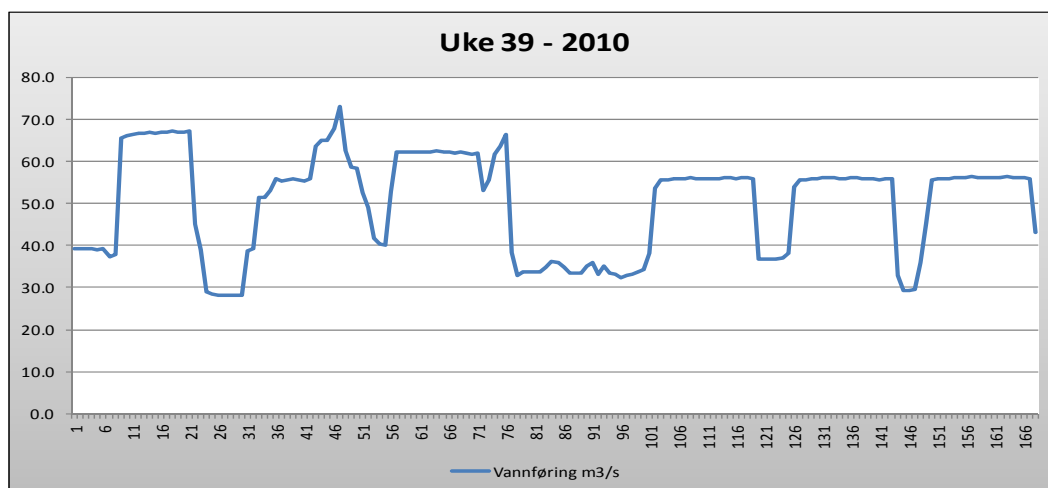
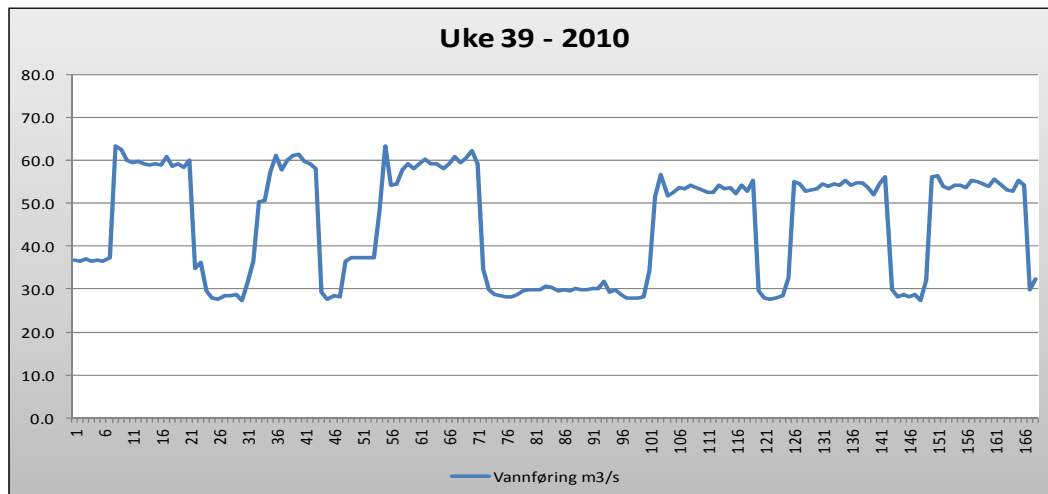
I tillegg til data fra de to målestasjonene, har AEP levert timesverdier for driftsvannføring i de tre stasjonene Håverstad, Bjelland og Laudal.

Utvalgte uker

Det er valgt ut tre uker i 2010 og 2011 for å illustrere endringer nedover i vassdraget. Ukene som er valgt ut har alle raske vannføringsendringer, og spesielt reduksjoner, i driftsvannføringene. Det er både ved Bjelland og Laudal gjort beregninger av hastigheten på reduksjonene i vannføring i $\text{m}^3/\text{s}/\text{time}$ og vannstand i cm/time . De utvalgte ukene er uke 39-2010, uke 1-2011 og uke 12-2011.

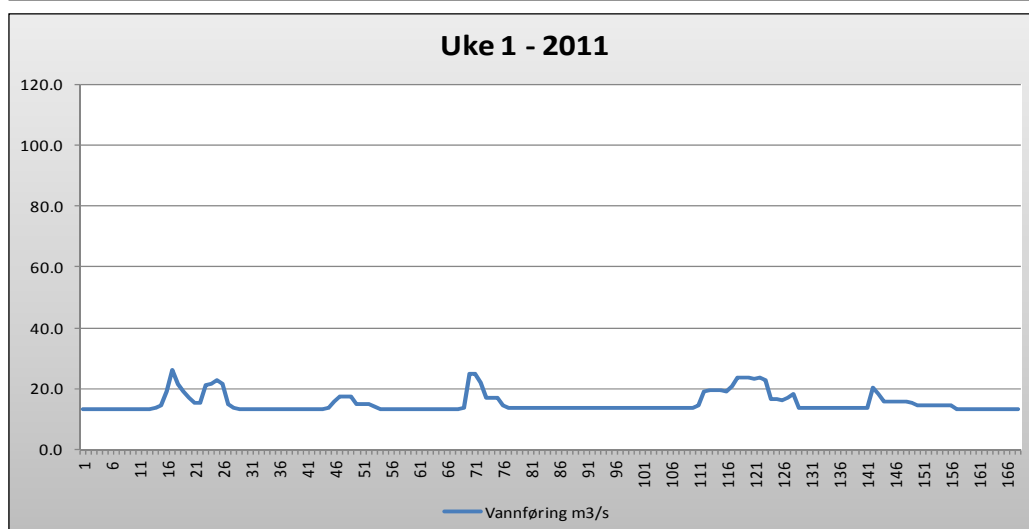
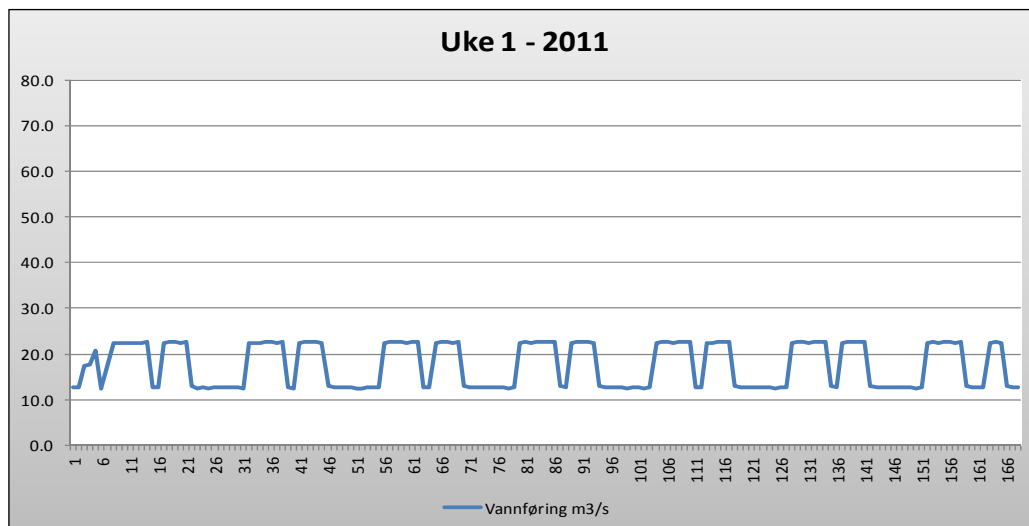
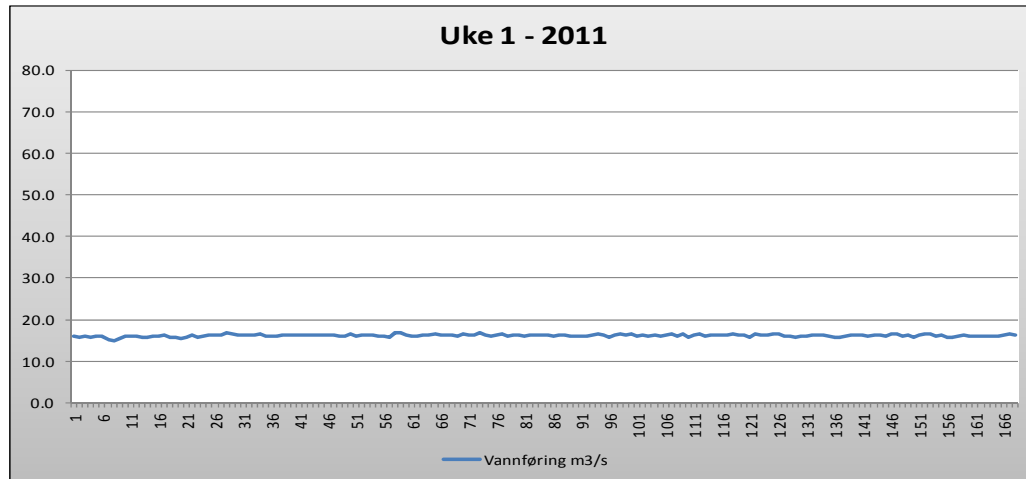
I diagrammene på de følgende sidene er timesvannføringer i de tre stasjonene vist for de tre utvalgte ukene.

Driftsvannføring (timesverdier) i Håverstad (øverst), Bjelland (midten) og Laudal (nederst)



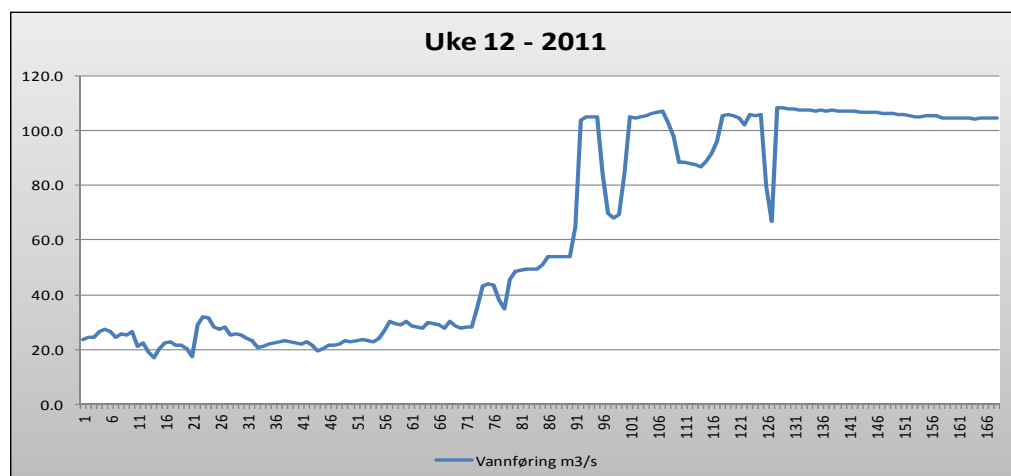
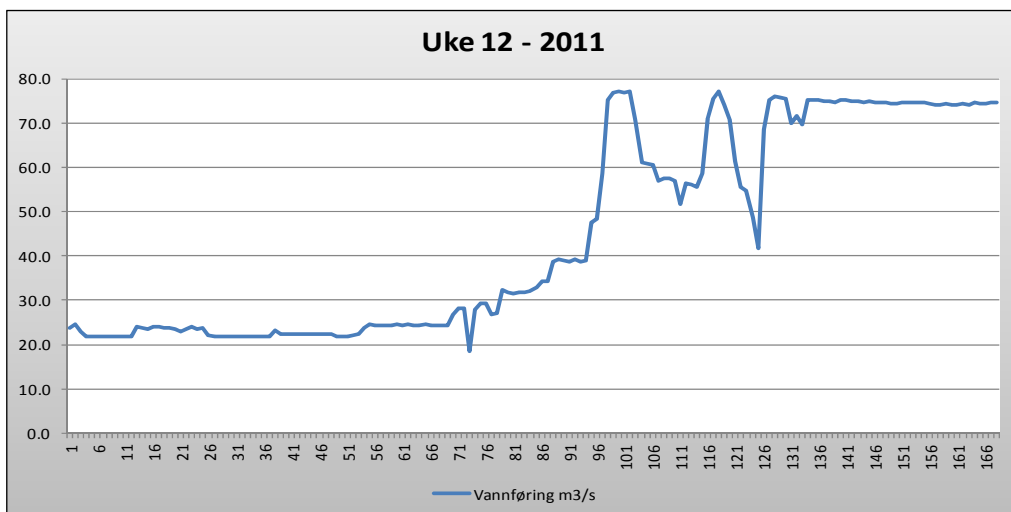
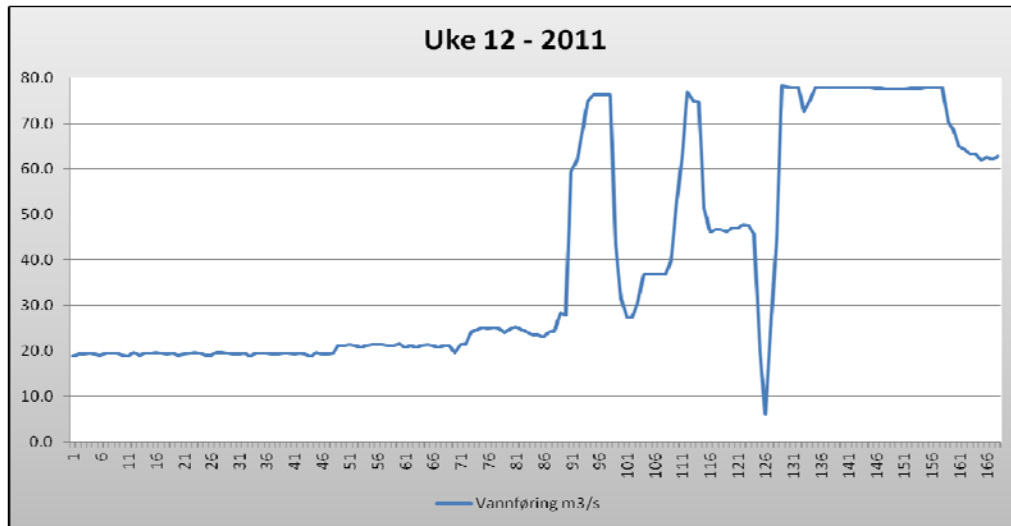
pm03n 2008-05-16

Driftsvannføring (timesverdier) i Håverstad (øverst), Bjelland (midten) og Laudal (nederst)



pm03n 2008-05-16

Driftsvannføring (timesverdier) i Håverstad (øverst), Bjelland (midten) og Laudal (nederst)



pm03n 2008-05-16

Bakgrunnen for variasjonene i driftsvannføring i de tre ukene er noe ulik. I uke 39-2010 var det døgnvariasjoner grunnet pris. I uke 1-2011 var det variasjoner i Bjelland som skyldes at stasjonen ikke kan gå i området mellom 8 og 15 MW, som tilsvarer ca 12 til 22 m³/s. Og i uke 12-2011 skyldtes endringene usikre prognoser på tilsig fordi snøsmeltingen i vassdraget startet akkurat den uken, mens prisen ikke varierte gjennom uken.

De raske og betydelige variasjonene i Håverstad i uke 39-2010 finnes tydelig igjen i Bjelland, og de synes ikke å være spesielt dempet. I Laudal, derimot, er dempingen tydelig, og endringene skjer også langsommere.

I uke 1-2011 kjørte Håverstad tilnærmet flatt med en vannføring på ca 15 m³/s. Grunnet tekniske begrensninger i Bjelland, som forklart over, hadde den stasjonen daglige sykluser i driftsvannføringene som vekslet mellom ca 12 og ca 22 m³/s. I Laudal var det igjen bare noen marginale endringer i driftsvannføringene gjennom uken.

I uke 12-2011 finnes de til dels meget kraftige svingningene i driftsvannføring i Håverstad i siste halvdel av uken igjen i både Bjelland og Laudal, men betydelig dempet i begge.

Korttidsreduksjoner nedstrøms kraftverkene

Innenfor hver av de tre valgte ukene er det plukket ut noen konsentrerte episoder med rask synkende vannføring. I hver episode er reduksjonen per time i vannføring og vannstand beregnet.

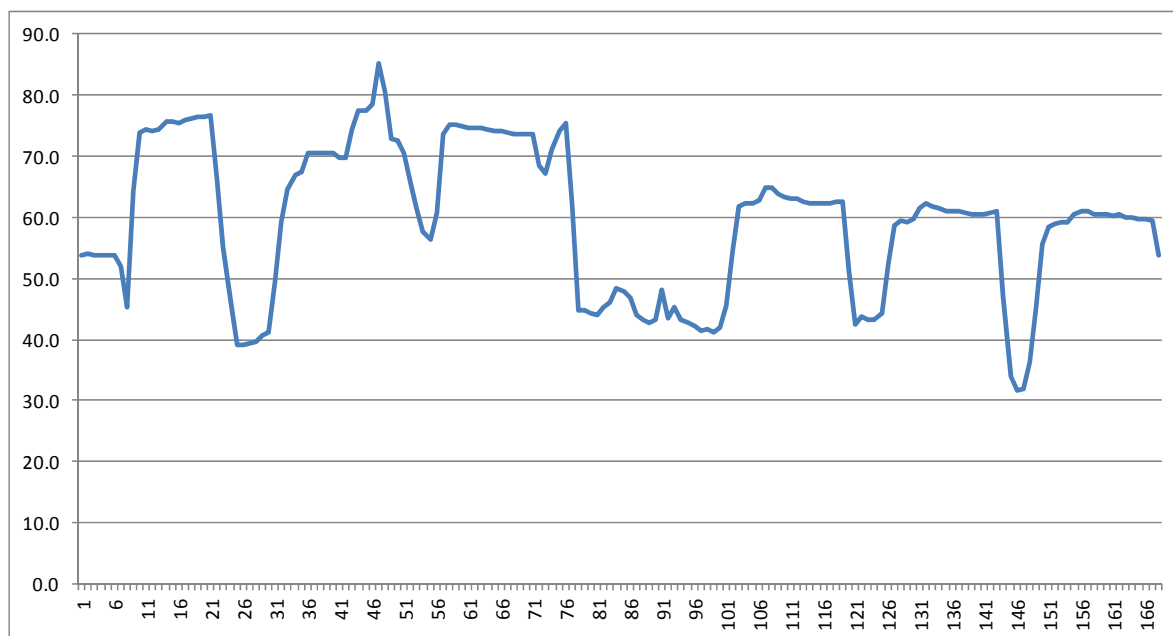
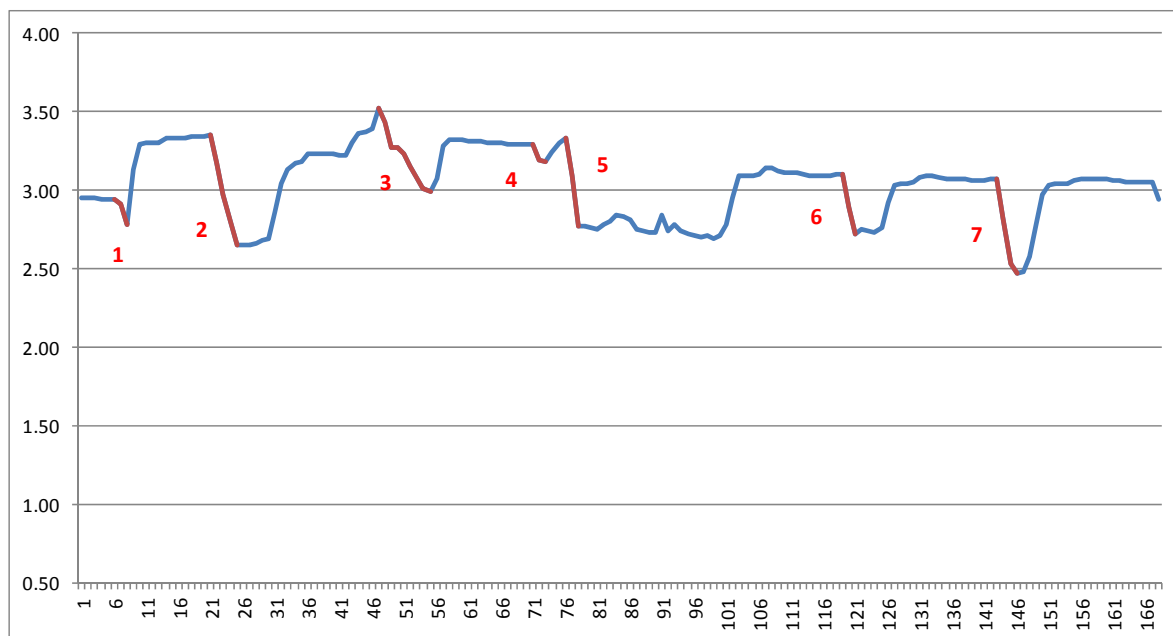
For uke 39-2010 er det gjort beregninger nedstrøms både Bjelland og Laudal, mens for de to ukene i 2011 er det bare gjort beregninger nedstrøms Bjelland siden det ikke finnes data fra avløpsstasjonen 22.23 Laudal for 2011.

For hver uke er det vist et diagram med vannstandsvariasjoner, og et med vannføringsvariasjoner, samt en tabell med beregnede reduksjoner per time. Resultatene finnes på de følgende sidene. I uke 1-2011 er det valgt ut to av de mange nærmest identiske episodene med reduksjon i vannstand og vannføring og beregnet reduksjonshastigheter.

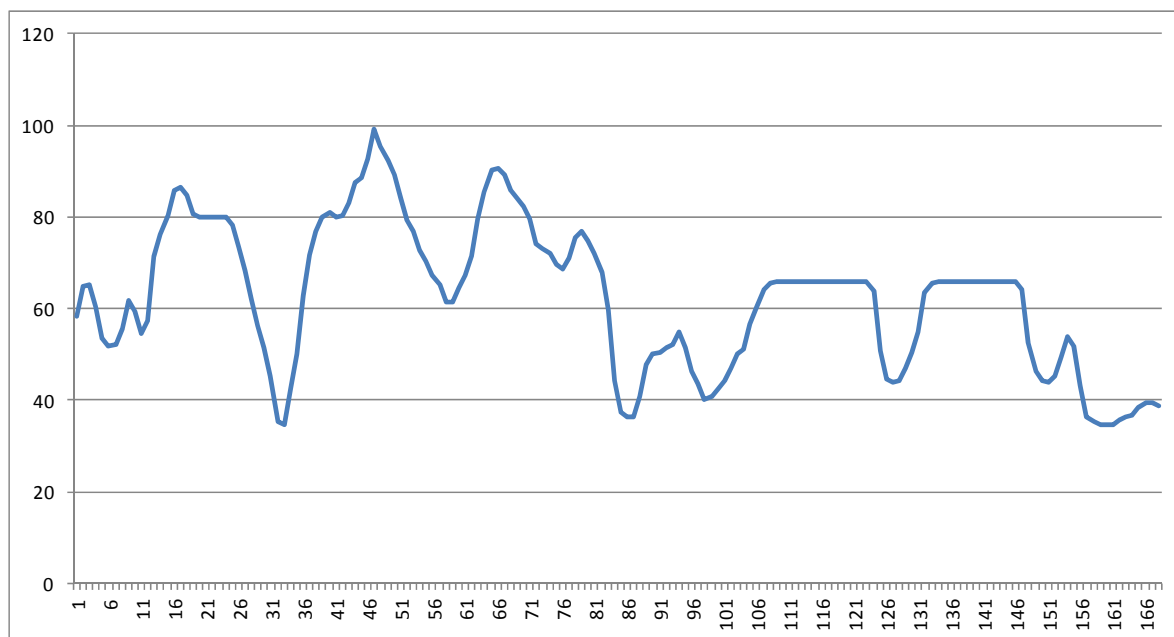
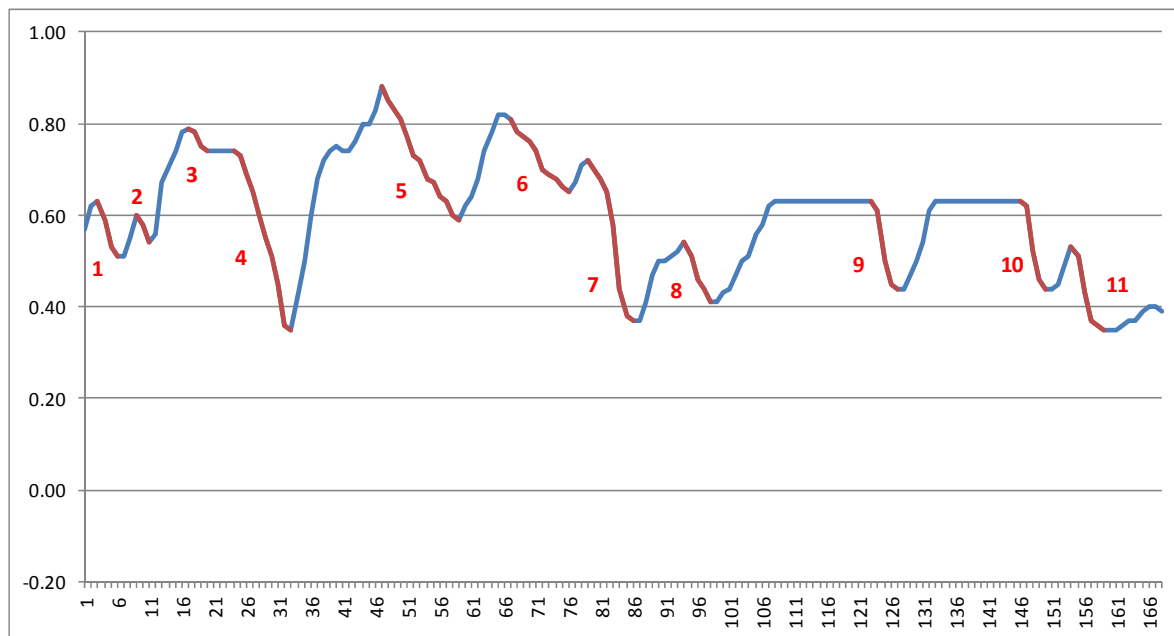
I diagrammene med vannstander er de utplukkede episodene vist med rødt. Ingen vannføring tilsvarer en vannstand på 0,5 m ved Bjelland kalkdoseringsanlegg og -0,2 m ved 22.23 Laudal, og disse vannstandene er også satt som laveste vannstand på den vertikale akse i vannstandsdiagrammene.

Generelt vil vannføringsvariasjonene i elva nedstrøms kraftstasjonsutløpene være litt annerledes enn variasjonene i selve driftsvannføringene. Dette fordi det er et lokalfelt som bidrar til vannføring i elva i tillegg til vannet fra kraftstasjonene. Det vil for eksempel alltid være slik at om kraftstasjonen skulle stanse helt, vil aldri elveleiet nedstrøms tømmes helt for vann slik at vannføringen i elva blir lik 0.

Bjelland kalkdoseringsanlegg uke 39-2010 – vannstand i m øverst og vannføring i m³/s nederst. Beskrevne episoder med reduksjoner i kjøringen av kraftverket er nummerert og vist med rød linje.



22.23 Laudal uke 39-2010 – vannstand i m øverst og vannføring i m³/s nederst. Beskrevne episoder med reduksjoner i kjøringen av kraftverket er nummerert og vist med rød linje.



Bjelland kalkdoseringsanlegg uke 39-2010

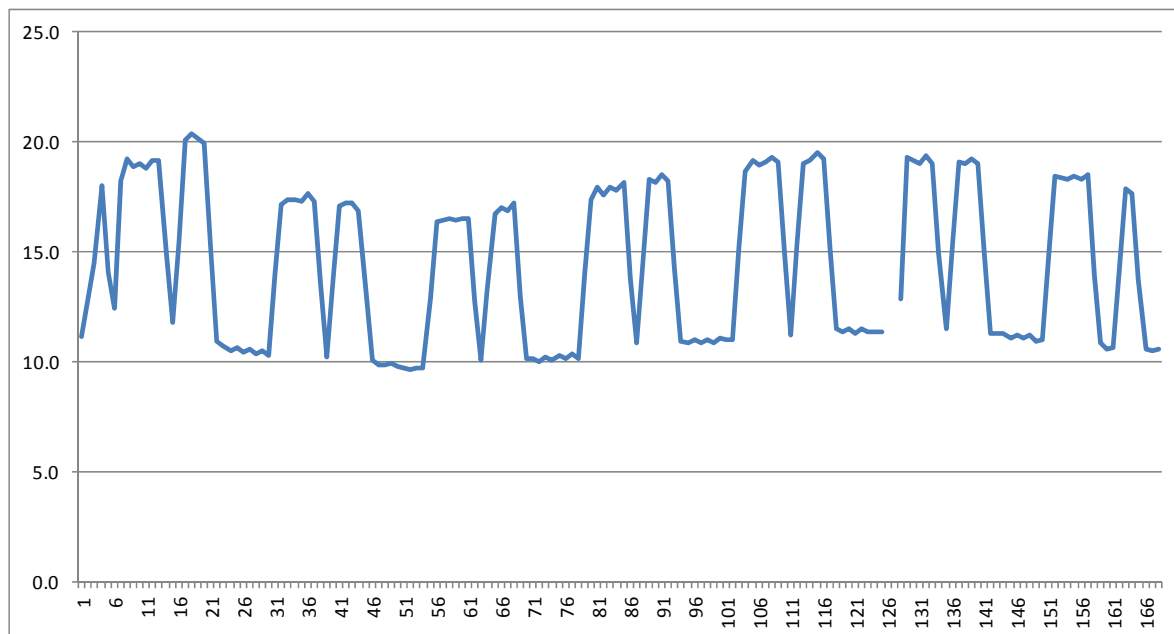
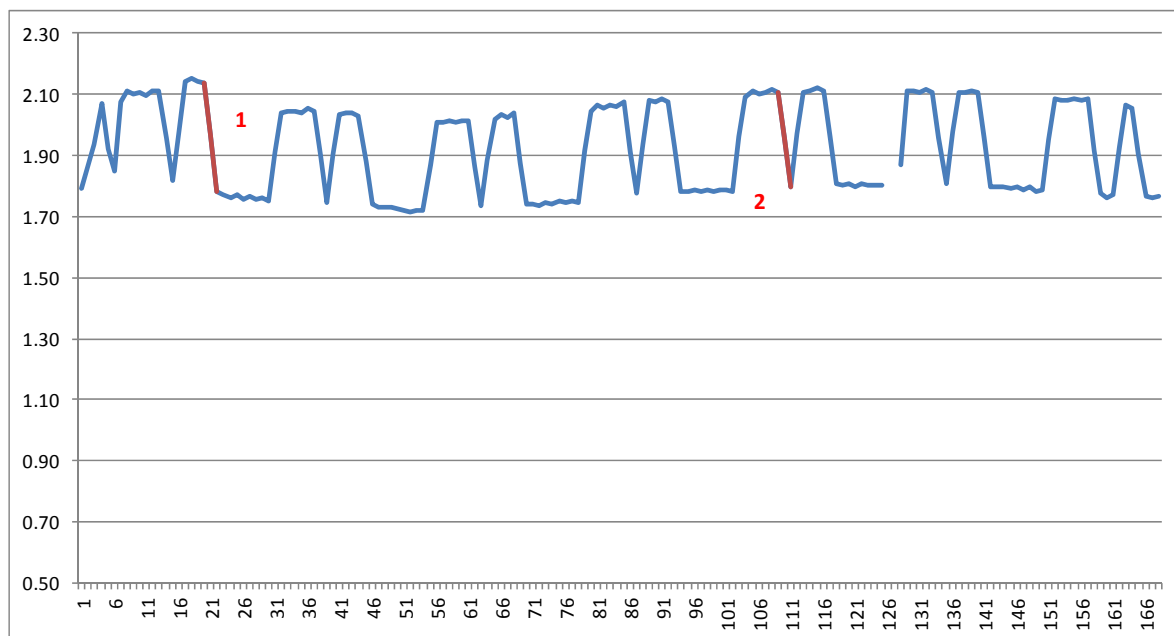
Episode	Varighet (timer)	Midlere reduksjon	
		Vannføring (m ³ /s/time)	Vannstand (cm/time)
1	2	4.3	8.3
2	4	9.4	17.6
3	8	3.6	6.6
4	2	3.2	5.5
5	2	15.3	28.0
6	2	10.0	18.8
7	3	9.8	20.0

Avløpsstasjonen 22.23 Laudal uke 39-2010

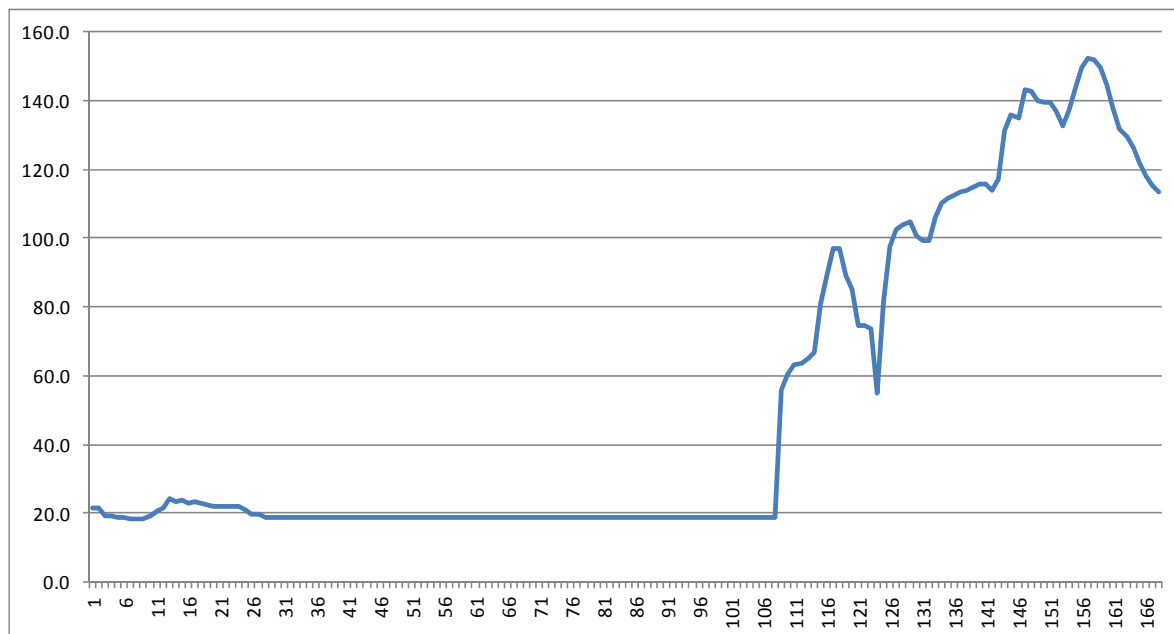
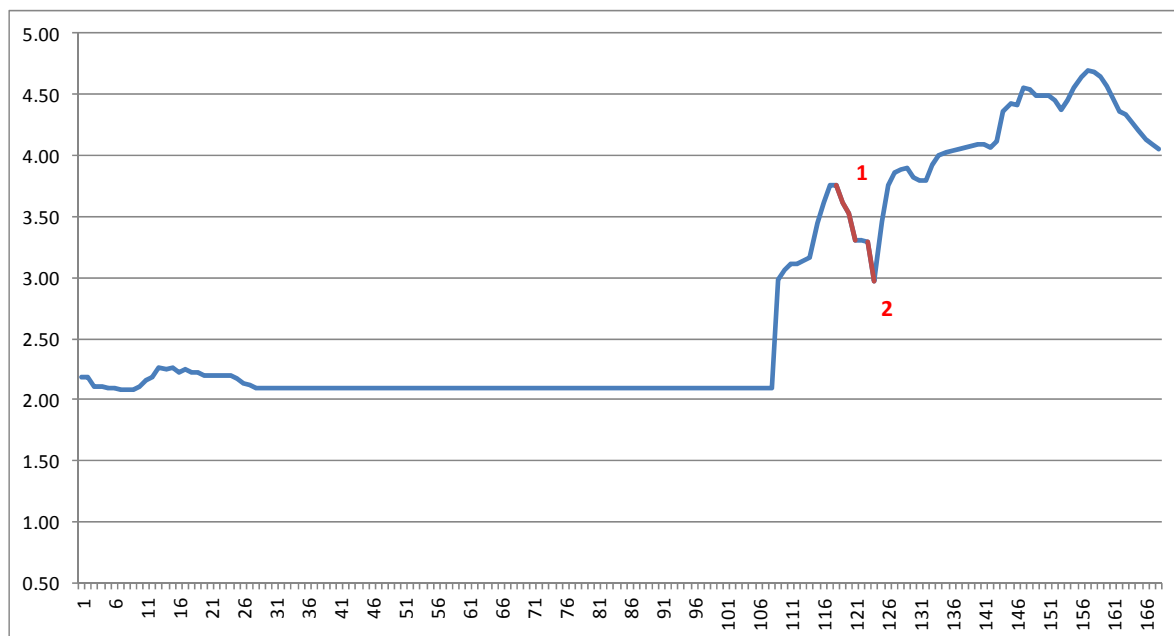
Episode	Varighet (timer)	Midlere reduksjon	
		Vannføring (m ³ /s/time)	Vannstand (cm/time)
1	3	4.5	4.0
2	2	3.6	3.0
3	3	2.2	1.7
4	9	5.0	4.3
5	12	3.1	2.4
6	9	2.3	1.8
7	7	5.8	5.0
8	4	3.7	3.3
9	4	5.5	4.8
10	4	5.4	4.8
11	5	3.8	3.6

pmd3n 2008-05-16

Bjelland kalkdoseringsanlegg uke 1-2011 – vannstand i m øverst og vannføring i m³/s nederst. Beskrevne episoder med reduksjoner i kjøringen av kraftverket er nummerert og vist med rød linje.



Bjelland kalkdoseringsanlegg uke 12-2011 – vannstand i m øverst og vannføring i m³/s nederst. Beskrevne episoder med reduksjoner i kjøringen av kraftverket er nummerert og vist med rød linje.



Bjelland kalkdoseringsanlegg uke 1-2011

Episode	Varighet (timer)	Midlere reduksjon	
		Vannføring (m ³ /s/time)	Vannstand (cm/time)
1	2	4.5	17.8
2	2	3.9	15.5

Bjelland kalkdoseringsanlegg uke 12-2011

Episode	Varighet (timer)	Midlere reduksjon	
		Vannføring (m ³ /s/time)	Vannstand (cm/time)
1	3	7.4	14.8
2	1	18.8	32.5

Kommentar

Det er viktig å være klar over at de viste endringene i vannføringer vanligvis gir en god indikasjon også på endringer på strekningen nedstrøms målepunktet. Det vil si at endringer registrert på kaldoseringsanlegget illustrerer forholdene i Mandalselva ned mot Mannflåvatn, og tilsvarende vil endringer ved 22.23 Laudal være representative for strekningen et stykke nedstrøms stasjonen.

Når det gjelder vannstandsvariasjoner forholder det seg imidlertid helt ulikt. De beregnede vannstandsvariasjonene er bare gjeldende for akkurat den lokaliteten der målingen er foretatt. Vannstandsvariasjoner er helt avhengige av elvas tverrprofil, slik at det er umulig å danne seg noe samlet bilde av vannstandsendringer generelt og reduksjonshastigheter spesielt for lengre strekninger av lakseførende strekning.

Ved å se på de beregnede vannstandsreduksjonene i cm/time så er det tydelig at de er mye større ved Bjelland kalkdoseringsanlegg enn ved 22.23 Laudal. Dette skyldes ikke primært manøvreringen av Bjelland og Laudal kraftverker, men har opplagt sammenheng

med meget ulike tverrprofiler på de to lokalitetene. Vannstandene går mye hurtigere opp og ned ved Bjelland, noe som tyder på et langt smalere tverrprofil der.

Som en illustrasjon på de ulike forholdene ved de to målestedene, kan en se på de respektive vannføringskurvene og sammenligne vannstandsendringer for noen faste vannføringsintervaller. Dette er vist i oversikten under. Som det går fram gir den samme vannføringsøkningen ca 3 ganger så stor vannstandendring ved Bjelland som ved Laudal.

Vannføringsvariasjon	Vannstandsøkning	Vannstandsøkning
	Bjelland kalkdoseringsanlegg	Laudal avløpsstasjon (22.23)
0 – 50 m ³ /s	2,38 m	0,72 m
50 – 100 m ³ /s	0,93 m	0,39 m
100 – 150 m ³ /s	0,84 m	0,32 m
150 – 200 m ³ /s	0,73 m	0,29 m

Framtidige variasjoner

De vannføringsvariasjonene som er beskrevet foran i notatet vil også kunne opptre etter at den planlagte opprustingen og utvidelsen av Skjerka kraftverk er ferdig. Det prosjektet vil ikke endre kraftstasjonene nedstrøms Ørevatn, og framtidige variasjoner vil følgelig bli innenfor det variasjonsområdet en allerede har i dag. I de tilfellene en har lastvariasjoner i Håverstad gjennom døgnet og uken, har dette vanligvis bakgrunn i den aktuelle kraftprisen.

Det vises også til kapittel 7 i fagrapporten i hydrologi for Åseralprosjektene, utarbeidet av Sweco i 2011.

Sweco Norge AS



Jan-Petter Magnell
Spesialrådgiver

pmd03n 2008-05-16