

# NOTAT

Halvdagsåa, vurdering av hydrologi og produksjonsberegninger

Notat nr.:  
582661-1

Dato  
9.3.2012

Til:

Olav Sølverud

Nordic Green Power

Fork. Anmerkning

Kopi til:

Per Sølverud

Fra:

Priska Helene Hiller

Sweco Norge AS

## Halvdagsåa, vurdering av hydrologi og produksjonsberegninger

### Anbefaling for sammenligningsvannmerke (NVE)

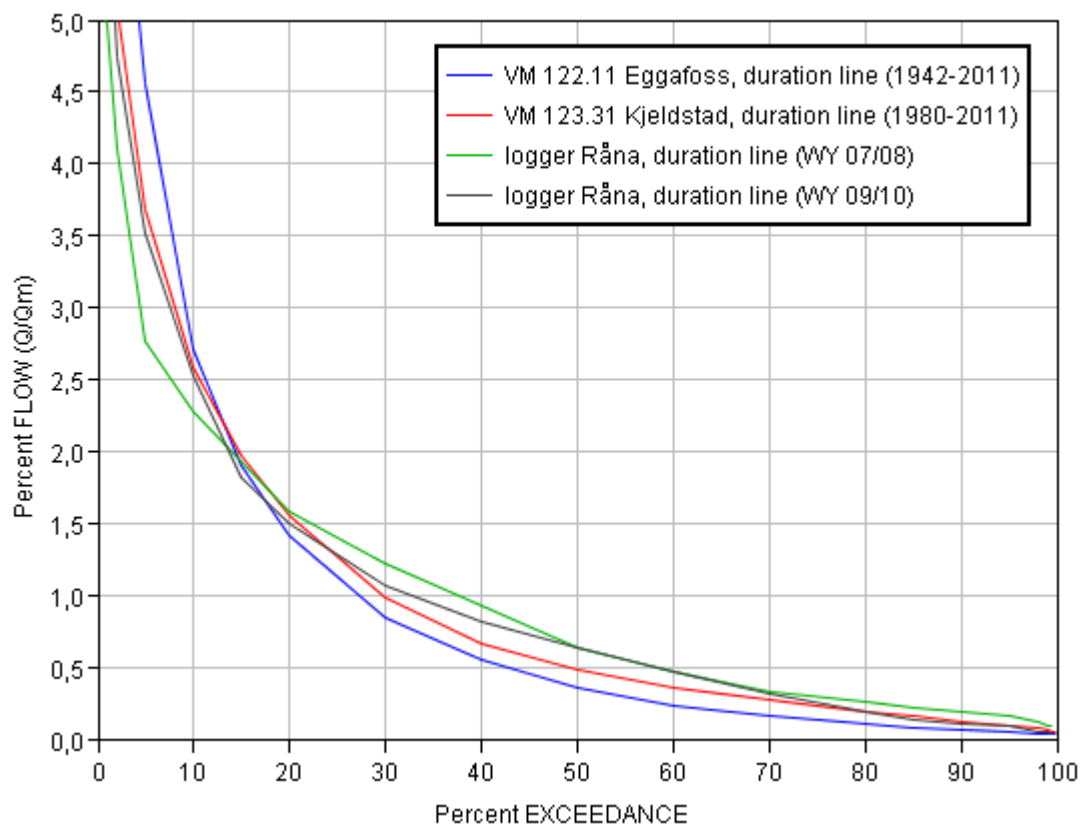
Vurdering for sammenligningsfelt ble gjort for nedbørfeltet til Halvdagsåa ved planlagt inntak på kote 525.

For å vurdere reell avrenning i forhold til NVE sitt avrenningskart ble forventet avrenning fra avrenningskartet NVE 1961-1990 beregnet og sammenlignet med gjennomsnittlig avrenning fra lange måleserier for to NVE Stasjoner, VM 123.31 Kjeldstad og VM 122.11 Eggafoss. To NVE stasjoner med mindre felt ble vurdert (VM 123.29 Svarttjørnbekken og Hokfossen), men disse ble forkastet siden seriene hadde veldig store mangler og det var ikke mulig å skaffe sammenhengende, kvalitetskontrollerte data. VM 124.2 Høggås bru ble også vurdert, men ikke benyttet videre på grunn av større effektiv innsjøandel. I tillegg ble det brukt målte data i elva Råna som ligger ca. 7 km vest for Halvdagsåa. Vurdering av vannføringsmåling i Råna på vegne av Sweco er dokumenter i Notat 577123-1 datert 21.2.2012.

I notatet fra NVE "Hydrologiske data til bruk for planlegging av mini-/mikrokraftverk i Halvdagsåa. Selbu kommune, Sør-Trøndelag" (ref.: NVE 200504110-2 rm/bsae) anbefales ut fra kartanalyse VM 122.11 Eggafoss som sammenligningsstasjon. Konklusjonen basert på sammenligning av målte data fra Råna med vannmerkene viser derimot, at hydrografen til VM 123.31 Kjeldstad representerer avrenningsmønsteret i Råna bedre enn VM 122.11 Eggafoss. Da nedbørfeltet til Halvdagsåa ligger veldig nært feltet til Råna, vurderes Råna at gjenspeiler avrenningsmønsteret til Halvdagsåa best og at det gjelder de samme vurderingene som for Råna. I tillegg viser varighetskurvene i Figur 1 at kurvene fra loggeren i Råna for de hydrologiske årene 07/08 og 09/10 ligger nærmere varighetskurven til VM 123.31 Kjeldstad enn til VM 122.11 Eggafoss. Særlig i nedre delen av kurven, det vil

si  $Q/Q_m < 2$ , ligger kurven til VM 123.31 Kjeldstad nærmest kurvene til Råna. Det er også området som er mest relevant for produksjonsberegninger, fordi maksimal slukeevne vanligvis velges rundt 200 % av middelvannføringen.

VM 123.31 Kjeldstad anbefales derfor som sammenligningsstasjon til Halvdagsåa og til videre beregninger.



Figur 1 Varighetskurver for utvalgte NVE vannmerker og logger i Råna

## Skaleringsfaktor og korreksjon av spesifikk avrenning

I Tabell 1 vises teoretisk beregnet og målt vannføring for Råna og for de vurderte vannmerkene. Målt avrenning ved Kjeldstad er over 20 % høyere enn det som avrenningskartet viser. Sweco har også erfaring fra to andre loggere i området, at avrenningskartet viser for lite avrenning i dette området.

Tabell 1 Beregnet vannføring fra NVEs avrenningskart og målt vannføring

	areal km <sup>2</sup>	avrenningskart		målt		differanse kart mot målt (el. beregnet) %
		Q <sub>m,61-90</sub> l/(s·km <sup>2</sup> )	Q <sub>m,61-90</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>m,80-11</sub> l/(s·km <sup>2</sup> )	Q <sub>m,80-11</sub> m <sup>3</sup> /s	
<b>Råna (logger nedre)</b>	20	36.69	0.72	-	-	-
<b>Kjeldstad</b>	142	39.55	5.62	47.67	6.78	<b>21</b>
<b>Eggfoss</b>	653	25.64	16.75	27.22	17.78	<b>6</b>

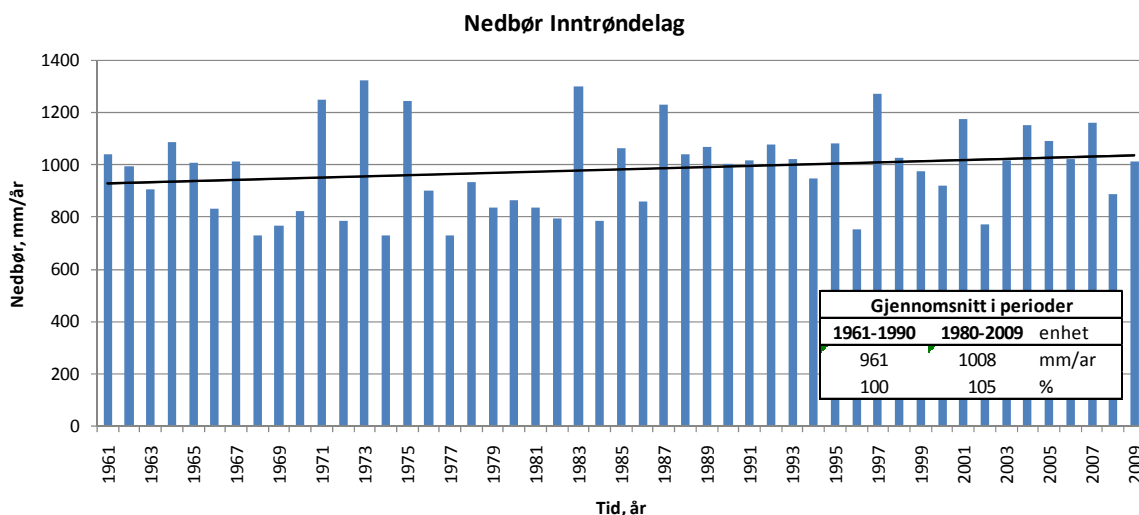
Målt vannføring i de hydrologiske årene 2007/08 og 2009/10 er sammenlignet i Tabell 2. I Råna ble det målt opp til 57 % mer avrenning enn middelavrenningen beregnet fra spesifikk avrenning fra i normalperioden 1960-1990. For VM 123.31 Kjeldstad ligger de to hydrologiske årene 07/08 og 09/10 derimot under gjennomsnittet over perioden 1980-2011.

Tabell 2 Målte vannføringer for de hydrologiske årene 2007/08 og 2009/10 sammenlignet med middelverdiene

	Råna			Kjeldstad			
	m <sup>3</sup> /s	l/(s·km <sup>2</sup> )	% av Q <sub>m,61-90</sub>	m <sup>3</sup> /s	l/(s·km <sup>2</sup> )	% av Q <sub>m,61-90</sub>	% av Q <sub>m,80-11</sub>
Hydrologisk år (WY) 1. sep 2007 - 31. aug 2008	1.13	57.48	157	5.86	41.18	104	86
Hydrologisk år (WY) 1. sep 2009 - 31. aug 2010	0.96	48.56	132	5.59	39.29	99	82
Middelverdi, 2 WY	1.05	53.02	144	5.72	40.24	102	84

Tabell 1 og Tabell 2 viser at målt avrenning i Råna er betydelig høyere enn avrenningskartet tilsier (pluss 57 til 32 %). Den målte perioden (1980-2009) er ikke helt sammenfallende med normalperioden (1961-1990), men forskjellen er så stor, at den er vanskelig å forklare som kun en trend i tid. For å kontrollere dette ble nedbørstatistikken for begge aktuelle perioder undersøkt, se Figur 2. Nedbørdata for regionen Innrøndelag viser en svak positiv trend. Sammenligner man periodene for avrenningskartet (1961-1990) og målte verdier (1980-2009) viser nedbøren en økning på 5 %, dvs. langt mindre enn den omtalte økningen i vannføring. En mulig årsak for de lave verdier fra avrenningskartet er at VM Kjeldstad hadde mange usikre verdier før 1980, i tillegg har vannføringskurven for denne stasjonen vært dårlig. Når serien fra Kjeldstad brukes til å konstruere avrenningskartet, vil disse feilene/usikkerhetene har sterk innvirkning på avrenningskartet i området rundt Kjeldstad. NVE har i november 2010 revidert

vannføringskurven for Kjeldstad og generert en ny vannføringsserie. NVE anbefaler fortsatt ikke bruk av serien for årene før 1980. Videre har NVE en plan om ny revidering av vannføringskurven (og serien) for Kjeldstad innen ca. 2013. Grunnen til dette er at det fortsatt mangler en del manuelle vannføringsmålinger for å få et komplett grunnlag til en god vannføringskurve.



Figur 2 Nedbørstatistikk for regionen (kilde: eKlima.no) sammen med trendlinjen og middelerverdier for to perioder: 1961-1990 (avrenningskart), 1980-2009 (serie Kjeldstad).

På grunn av at de målte vannføringene i både Råna og VM 123.31 Kjeldstad er betydelig høyere enn beregnet fra spesifikk avrenning 61-90, anbefales å øke spesifikk avrenning i området med 20 %. For Halvdagsåa blir dermed spesifikk avrenning lik 45,12 l/(s·km<sup>2</sup>) og middelvannføring lik 0,275 m<sup>3</sup>/s. Sannsynligvis er den effektive avrenningen enda litt høyere.

Skaleringsfaktoren mellom VM 123.31 Kjeldstad og Halvdagsåa beregnes ut fra middelerverdiene for avrenning. Skaleringsfaktoren fra VM 123.31 Kjeldstad til Halvdagsåa er lik 0,0405.

### Lavvannsverdier for Halvdagsåa

Verdiene er hentet både fra NVEs lavvannskart og fra skalering av verdier fra VM 123.31 Kjeldstad for perioden 1980-2011 (skaleringfaktor 0,0405). De skalerte verdiene er høyere enn resultatet fra lavvannskartet. Som beskrevet over justeres avrenningsverdiene for Halvdagsåa opp med +20 %. De justerte lavvannføringene til Halvdagsåa er fortsatt lavere enn de skalerte fra VM 123.31 Kjeldstad. Nedbørfeltet til Halvdagsåa er med rundt 6,1 km<sup>2</sup> mer enn 23 ganger mindre enn nedbørfeltet til VM 123.31 Kjeldstad. Når man skalerer fra et stort felt til et mindre, blir verdiene vanligvis litt for høye. Denne effekten oppstår ikke ved bruk av justerte verdier fra lavvannskartet. Både de skalerte og verdiene fra lavvannskartet vises i Tabell 3.

p:\03\1\_2008-05-16

Tabell 3 Lavvannsverdier for Halvdagsåa

	fra lavvannskartet		fra lavvannskartet, justert opp med +20%	skalert fra VM 123.31
	Avrenning l/(s·km <sup>2</sup> )	Vannføring m <sup>3</sup> /s	Vannføring m <sup>3</sup> /s	Vannføring m <sup>3</sup> /s
Middelvannføring (61-90)	37.6	0.229	0.275	0.275
Alminnelig lavvannføring	1.8	0.011	0.013	0.025
5-persentil år	1.9	0.012	0.014	0.025
5-persentil sommer (1/5-30/9)	2.2	0.013	0.016	0.039
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.4	0.009	0.010	0.023

## Usikkerhet

Usikkerheter finnes for både NVE sine data og Sweco sine data.

For Kjeldstad sier NVE at vannføringskurven er dårlig og at det ikke anbefales å bruke serien fra denne stasjonen. Vannføringskurven for Kjeldstad har blitt revidert november 2010 (NVE) og en ny vannføringsserie har blitt beregnet. Vannføringskurven er ikke helt bra ennå, men må brukes inntil videre. NVE har planer om en ny revisjon innen 2013. Vannmerket Eggafoss i Gaula har et fast profil i fjell og vannføringskurven er dermed mer stabil.

Muligens kan spesifikk avrenning til Halvdagsåa økes med opp til 35 %, da de målte hydrologiske årene i Råna er tørrere for VM 123.31 Kjeldstad enn gjennomsnittet. Selv med en oppjustering med +20 % vil middelvannføringen for de målte hydrologiske årene i Råna ligge over langtidsmiddelvannføringen. Ved VM 123.31 Kjeldstad derimot, ligger middelvannføringen for disse to årene under langtidsgjennomsnittet. Flere år med målinger i Råna vil gi et bedre grunnlag for justering av spesifikk avrenning i nedbørfeltet.

Usikkerhet ved vannføringsmålinger i Råna er beskrevet i Sweco notatet 577123-1.

## Produksjonsberegning

Gjennomsnittlig produksjon for planlagt Halvdagsåa kraftverk ble beregnet til 2,5 GWh/år. For beregningene ble det forutsatt en maksimal slukeevne på 0,375 m<sup>3</sup>/s, dette tilsvarer 136 % av middelvannføringen. Minste slukeevne er satt lik 3 % av maksimal slukeevne. Totalvirkningsgrad ble antatt til 0,85. Det forutsettes slipp av minstevannføring tilsvarende 0,009 m<sup>3</sup>/s over hele året. Middelvannføring er lik 0,275 m<sup>3</sup>/s ifølge justert spesifikk avrenning i området. Som sammenligningsstasjon brukes døgnverdiene fra NVE vannmerket 123.31 Kjeldstad 1980-2011. Vannmerket ble skalert etter middelvannføring. Skaleringsfaktoren fra VM 123.31 Kjeldstad til Halvdagsåa ved planlagt inntak er 0,0405. Forutsetningene og beregnet produksjon for sommer og vintersesong vises i Tabell 4.

Tabell 4 Forutsetninger og beregnet produksjon for Halvdagsåa kraftverk

<b>Planlagt Halvdagsåa kraftverk</b>		
<b>TILSIG</b>		
Nedbørfelt	km <sup>2</sup>	6.1
Årlig tilsig til inntaket	mill. m <sup>3</sup>	8.7
Spesifikk avrenning	l/(s·km <sup>2</sup> )	45.1
Middelvannføring	m <sup>3</sup> /s	0.275
Alminnelig lavvannføring	m <sup>3</sup> /s	0.011
5-persentil sommer (1/5-30/9)	m <sup>3</sup> /s	0.013
5-persentil vinter (1/10-30/4)	m <sup>3</sup> /s	0.009
<b>KRAFTVERK</b>		
Inntak	moh.	525
Avløp	moh.	325
Brutto fallhøyde	m	200
Totalvirkingsgrad	%	85
Midlere energiekvivalent	kWh / m <sup>3</sup>	0.463
Slukeevne, maks	m <sup>3</sup> /s	0.375
Slukeevne, min	m <sup>3</sup> /s	0.011
Planlagt minstevannføring, sommer	m <sup>3</sup> /s	0.009
Planlagt minstevannføring, vinter	m <sup>3</sup> /s	0.009
Installert effekt, maks	MW	0.625
Bruktid	timer	4000
<b>PRODUKSJON**</b>		
Produksjon, vinter (1/10 – 30/4)	GWh	1.0
Produksjon, sommer (1/5 – 30/9)	GWh	1.5
Produksjon, årlig middel	GWh	2.5

\* Restfeltets middelvannføring like oppstrøms kraftstasjonen

\*\* Netto produksjon der foreslått minstevannføring er fratrukket

## Følsomhetsanalyse for produksjonsberegning

På grunn av usikkerhet i spesifikk avrenning i normalperioden 1961-1990 i området, ble effekten av forandret avrenning på produksjonen undersøkt. I tillegg til produksjonsberegningen ovenfor ble beregningene gjennomført for henholdsvis 20 % mer og 20 % mindre spesifikk avrenning (dvs +0 % og +40 % i forhold til avrenningskartet). Maksimal slukeevne er forutsatt lik 0,375 m<sup>3</sup>/s for alle tilfellene. Minste slukeevne er satt til 3 % av maksimal slukeevne. Det forutsettes slipp av minstevannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring på 0,009 m<sup>3</sup>/s over hele året. Resultatet vises i Tabell 5.

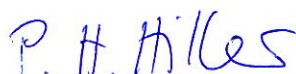
Tabell 5 Følsomhetsanalyse for produksjonsberegning

Variasjon i spesifikk avrenning		0 %	+ 20%	-20 %
Spesifikk avrenning	l/(s·km <sup>2</sup> )	45.08	54.1	36.1
Middelvannføring, Q <sub>m</sub>	m <sup>3</sup> /s	0.275	0.330	0.220
maks. slukeevne, relativ til Q <sub>m</sub>	%	136	114	170
maks. slukeevne, Q <sub>s, maks</sub>	m <sup>3</sup> /s	0.375	0.375	0.375
min. slukeevne = 3% Q <sub>s, maks</sub>	m <sup>3</sup> /s	0.011	0.011	0.011
Maks. effekt	MW	0.625	0.625	0.625
Gjennomsnittlig produksjon				
Sommer (1. mai - 30. sept.)	GWh/år	1.49	1.60	1.34
Vinter (1. okt. - 30 apr.)	GWh/år	1.03	1.18	0.86
År	GWh/år	2.52	2.78	2.20
Avvik	%	0.0	10.3	-12.7

Når spesifikk avrenning økes med 20 %, øker gjennomsnittlig årsproduksjon med 10,3 %. Ved 20 % mindre avrenning, vil gjennomsnittlig årsproduksjon minske med ca. 0,32 GWh/år, tilsvarende 12,7 % mindre produksjon.

Ut fra de hydrologiske vurderingene i Notat 577123-1 for Råna, som antakeligvis også gjelder for Halvdagsåa, vil avrenningen i Halvdagsåa sannsynligvis være lik eller høyere enn beregnet middelvannføring på 0,275 m<sup>3</sup>/s. Antakeligvis vil gjennomsnittlig produksjon ligge mellom 2,5 og 2,8 GWh/år for en maksimal slukeevne lik 0,375 m<sup>3</sup>/s.

Sweco Norge AS



Priska Helene Hiller  
Sivilingeniør Vassdragsteknikk