

# Notat



Til

Bjørn Honningsvåg, Sigmund Helgeland

Kopi til

Fra  
Magnus Landstad

Direkte telefon  
51 90 81 30

Direkte telefaks

Referanse  
K/523/MLA2006001585

Dato  
12.05.2006

Side  
1 av 4

## Minstevassføring ved Kalltveit i Årdalselva. Vurdering av produksjonstap i Lysebotn kraftverk.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) vedtok i brev 29.06.2000 å gjennomføre revisjon av konsesjonsvilkåra for reguleringa av Årdalsvassdraget og Stølsåna. NVE si innstilling vart sendt til Olje- og energidepartementet (OED) 26.3.2003. Saka ligg no i departementet.

I innstillinga til NVE vert det foreslått følgjande krav til minstevassføring i Årdalsvassdraget:

1.6 - 15.9: 2 m<sup>3</sup>/s  
16.9 - 31.5: 1 m<sup>3</sup>/s

Punktet der minstevassføringa skal gjelde er Kalltveit.

I same innstilling oppgir NVE at kravet til minstevassføring vil bety om lag 5 GWh/år i produksjonstap for Lyse Produksjon. Dette notatet er utarbeida for å sjå på dette anslaget på produksjonstapet.

### Vurdering av produksjonstap

Av fleire grunnar er det svært usikkert å beregne kva krava til slepping av minstevassføring ved Kalltveit vil bety for produksjonen i Lysebotn kraftverk:

**Slepppunkt:** Det er ikkje avgjort om vatnet skal sleppast frå Breiava eller Lyngsvatn. Frå Breiava er det ca. 18km til Kalltveit. Frå Lyngsvatn er det ca. 12 km til Kalltveit.

**Restfelt:** Den uregulerte delen av nedslagsfeltet oppstrøms Kalltveit (heretter kalla "restfelt Kalltveit") får mesteparten av tilsiget frå Musdalen nedstrøms Breiava, og frå Lyngsåna. Feltet Svartavatnet (1,7 km<sup>2</sup>) nord for Lyngsvatn er overført frå Lyngsåna til Lyngsvatn. Jo større restvassføringa i feltet er, jo mindre vatn må ein tappe vekk frå kraftproduksjon.

Sandvassfeltet sørvest for Lyngsvatn, renn nordover mot Urdavatnet. Denne bekken er svært spesiell, da han delar seg i fleire armar gjennom steinurene oppstrøms Urdavatnet. Noko renn vestover mot det som etter kvart vert Ullestadbåna. Denne renn ut i Årdalselva nedstrøms Kalltveit. Men noko renn inn i Urdavatnet, og dette vatnet har utløp **både** vestover mot Ullestadbåna **og** nordaustover mot Lyngsåna. Ein del av Sandvass/Urdavassfeltet vil dermed bidra til restvassføringa ved Kalltveit, ein del ikkje. Fordelinga av dette er umogleg å beregne frå kart og feltinspeksjonar, og fordelinga vil vere ulik ved ulike vassføringar frå Sandvatn. I berekningane av produksjonen har me testa både maksimalt, minimalt og 50% bidrag til Lyngsåna frå Sandvass/Urdavassfeltet.

I brev frå NVE til OED 24.02.2005 seier NVE at det berre er ved høge vassføringar Urdavatnet vil ha avløp mot Lyngsåna. Mens i notat 13.08.2002 bruker NVE fordelinga 50/50. Frå ei synfaring i området hausten 2005, er mi personlege meining at bidraget til Lyngsåna ved små vassføringar ligg rundt 10-20%.

Oppsummering av felta oppstraums Kalltveit (frå digitalt kartgrunnlag):

Musdalen oppstraums Nes:	34,1 km <sup>2</sup>
Storåna mellom Kalltveit og Nes + Lyngsåna (minus Svartavatn):	20,2 km <sup>2</sup>
<b>Sikker del av restfelt Kalltveit:</b>	<b>54,3 km<sup>2</sup></b>
Feltet Sandvatn/Urdalsvatn:	23,1 km <sup>2</sup>

**Feltkarakteristikk:** Restfeltet til Kalltveit er altså ein stad mellom 54 og 77 km<sup>2</sup>. Feltet ligg mellom 80 og 1030 moh. Ein har ikkje måleseriar for dette konkrete feltet. I revisjonsdokumentet og i kapitlet om hydrologisk grunnlag for prosjektet "Optimal produksjon for laks i Årdalsvassdraget" har ein brukt ei spesifikk vassføring for restfeltet i Årdalselva på **76 l/s, km<sup>2</sup>** (tilsigsserien 1931-1960).

**Referanseseriar:** For å simulere korleis sleppinga av vatn pga. minstevassføringskravet ved Kalltveit vert, må me finne ein tilsigsserie som har liknande karakteristikk som restfeltet til Kalltveit. Det vesentlege når ein ser på minstevassføring, er korleis dei låge vassføringane opptrer. Eit felt med stor damping vil fordele vassføringa jamnare enn eit felt med lite damping,. Eit felt med liten damping stig vassføringa raskt, men går ned tilsvarende kjapt. Felt med god damping er karakterisert av stort areal, høg sjøprosent og våtmark / terrenget med mektig jordsmonn. Motsett er felt med liten damping karakterisert av at dei er små, har bratt helling, mykje fjell og lite jordsmonn.

Restfeltet til Kalltveit er mellomstort når det gjeld areal. Det har stor terrenghelling, lite areal av sjø og våtmark, og mykje fjellgrunn. Feltet må dermed kunne karakteriserast å ha liten damping av vassføringa. Både NVE og konsulenten Norconsult har gjort fleire vurderingar av kva målestasjonar for vassføring som er mest eigna til å simulere vassføringsvariasjonane i Kalltveit restfelt.

I NVE-notat 30.04.2002 vert stasjonen 26.4 Fidjelandsvatn brukt til å beregne alminneleg lågvassføring ved Nes, men den gong for feltet slik det var før regulering. Dette er eit felt på 229 km<sup>2</sup> som strekk seg innover heia forbi Breiava og Nilsebuvatn. Det er dermed ikkje godt samanliknbart med Kalltveits restfelt..

Konsulentfirmaet Norconsult har i samband med revisjonsdokumentet gjort berekningar av nødvendig tapping for minstevassføring (2001). Dei konkluderte med at stasjonen 26.26 Jogla er best eigna til å simulerer restfeltet til Kalltveit. Etter diskusjon med NVE vart 33.10 Sandvatn (eit høgfjellsfelt oppstrøms Nilsebuvatn) vurdert som endå betre. Men denne måleserien er kort, 1991-2000.

I NVE-notat 13.08.2002 gjorde NVE ei grundig vurdering av kva måleseriar som er best eigna til å representere Kalltveit restfelt. Konklusjonen her var feltet 35.15 Djupadalsvatn, som ligg i Hjelmeland, nord for Årdalsvassdraget.

Vassmerket Tveid ligg i same vassdrag som Kalltveit, men vert av ingen vurdert som representativt. Dette da det inneheld heile restfeltet frå Tysdalsvatnet. Vassføringa ved Tveid i Årdalselva har ei mykje høgare damping enn oppstrøms samløpet med Bjørg (utløpselva frå Tysdalsvatnet). Dette pga. stor magasinering i Tysdalsvatnet, og at feltarealet er betydeleg høgare.

For å sjå på følsamemda i produksjonsberekingane, har me testa både Jogla, Djupadalsvatn og Strandvatn. Har òg sett på Liarvatn, som er eit felt som me har vurdert. For samanlikning er også Tveid med. Under er ei oppsummering av aktuelle vassmerke:

	Q-middel m3/s 1931-60	Periode med data	km2	l/s, km2 1931- 60	moh	Q-10% / Qmiddel	Merknad. Avstand frå Kalltveit.	
35.16 Djupadal	2,6	1991-2004	44,3	59	338-1133	0,14	Ureg. felt. 15km mot nord.	Utløpsos
26.26 Jogla	2,0	1973-1998, 2000-2004	30,7	65	610-1198	0,05	Ureg. felt. 40km mot sør aust.	I elv
33.10 Sandvatn, avløpsserien	5,7	1991-2000	60,3	95	852-1240	0,24	Ureg. felt. 20km mot aust.	Utløpsos
33.2 Tveid	40,8	1896-1956	501	81	35-1250		Ureg. tom. 1956. 5km mot vest.	I elv
33.2 Tveid	15,6	1985-1999	188	83	35-ca. 900	0,25	Etter siste regulering. Overløp gir meir vatn.	I elv
32.1 Liarvatn	4,2	1915-25, 1936-2004	53	79	301-770	0,07	Uregulert felt (serien er korrigert for reguleringa). 15km mot sørvest.	I elv
Restfelt Kalltveit (målepunkt minstevassføring)	4,1 – 5,9		54 - 77	76	80-1030			I elv

Q-middel referert til 1931-1960 er skalert ut frå Lyse sin interne kompletterte serie for tilsiget til Lysebotn kraftverk perioden 1931-2001. Antatt lik variasjon for ulike tidsperiodar for alle vassmerka.

Q-10% / Q-middel seier noko om kor lågt vassføringa vil gå i dei tørre periodane i elva. Ein ser at det er liten skilnad på Sandvatn og Tveid. For Sandvatn, som er eit lite felt, kan det tyde på svært god sjølvregulering i Sandvatnet (dvs. trontg utløp). Men det kan òg vere slik at vassføringsskurven er unøyaktig ved låge vassføringar. For Liarvatn og Jogla, som står i elvekulpar, ser me at Q10/Qm er mykje lågare. Målaren ved Djupadalsvatn står i eit lite vatn, og har noko meir demping enn "elvemålarane".

**Sleppemargin:** I og med at sleppepunktet er 12 – 18 km oppstrøms målepunktet ved Kalltveit, må tappestrategien nødvendigvis vere slik at ein alltid ligg noko over minstevassføringskravet, slik at ein har tid til å kompensere når restvassføringa i feltet går ned. Erfaringstal frå andre regulantar:

Sira-Kvina har krav om minstevassføring ved Stegemoen i Kvina. Sleppepunktet er Homstølvatn, 4 mil oppstrøms, vatnet treng ca. 2 døgn på denne strekninga. Høgdeforskjellen på strekket er ca. 350m. Kravet til sommarvassføring er 4 m3/s, men dei opplyser at dei startar tapping når vassføringa ved målepunktet kjem under 6 m3/s, og berre heilt unntaksvis lar dei vassføringa kome under 5m3/s. Sira-Kvina har etablert ei vassføringsmåling midt mellom Homstølvatn og Stegemoen for å ha betre kontroll med behovet for tapping. Me ser her at i forhold til det formelle kravet til minstevassføring, legg tappestrategien opp til at ein reelt må ligge på 125 - 150% av dette. For vintertappinga har Sira-Kvina erfaring for at isopstuvning og ustabile forhold ved islegging kan forseinkje tappinga, dei må derfor ha ei viss margin sjølv ved stabile og forutsigbare tilsigsforhold i vassdraget. (Ref. Tor Olsen, Sira-Kvina.)

Statkraft har minstevassføringskrav oppstrøms Vøringsfossen, og tappar frå Sysendammen, 6 km oppstrøms. Minstevassføringskravet på sommaren er 12 m3/s, og erfaringmessig legg dei seg 0,3-0,4 m3/s over dette. (Ref. Anders Tolleifsen, Statkraft.)

Breiava-Kalltveit er 18 km, fallhøgda på strekket er 550m. Strekninga er altså brattare enn Kvina, slik at responsida på tapping truleg er raskare. Men vatna i Viglesdalen vil dempe tappebølgja. Responsida vil ligge rundt i døgn.

I simuleringa har me testa både 0, 10, 25 og 50% auke i reell minstevassføringsgrense.

**Produksjonsverdi av tappevatn:** Det vatnet som vert tappa anten frå Breiava eller Lyngsvatn reduserer produksjonen i Lysebotn kraftverk. Eksisterande Lysebotn kr.v. har inntak i Strandvatn, og gjennomsnittleg

energikvivalent (eekv) 1,46 kWh/m<sup>3</sup>. Eit nytt Lysebotn kr.v er under planlegging, med inntak i Lyngsvatn og Strandvatnet. Det vatnet som vert tappa mot Årdal ville ein kunne brukt frå Lyngsvatn, eekv for dette vatnet er 1,65 kWh/m<sup>3</sup>.

**Simuleringsmodell:** Døgndata frå dei ulike seriane er skalert tilsvarende tilsiget til Kalltveitfeltet. For kvart døgn i perioden vert det berekna kor mykje lågare restvassføringa ved Kalltveit er enn minstevassføringskravet (korrigert for sleppemargin). Dermed vert behovet for tapping berekna for kvart døgn, og summert over åra. Dette er teoretisk tappebehov, men usikkerheita pga. tidsforseinkinga frå tapping til måling ligg inne i sleppemarginen.

## Konklusjon

Som ein ser av resultat i vedlegg 1, er det stort sprik i resultata. Den største følsemda ligg i val av referanseserie. Ut frå det som er diskutert kring dette over, kan det ikkje vere tvil om at Kalltveitfeltet har lita demping. Det kan sjå ut til at Djupadalsvatn, som NVE tidlegare har anbefalt, er det best representative. Dempinga i måleosen ved Djupadalsvatn er da med på og auke sjølvreguleringa, truleg meir enn det som er relevant i forhold til Kalltveitfeltet.

Størrelsen på den delen av Sandvatnfeltet som renn mot Lyngsåna, er òg ei stor usikkerheit. Som diskutert over, er det truleg at ein plass mellom 0 og 50% er rette å bruke.

Normaltilsiget ved Kalltveit er sett til 76 l/s, km<sup>2</sup> (1931-1960). Usikkerheita her kan vere +/-10%, men er det som gjer minst utslag på produksjonstabberberekingane. Om ein sett 85 l/s, km<sup>2</sup> i staden for 76 l/s, km<sup>2</sup> for Kalltveitfeltet, utgjer det 1-2 GWh/år mindre produksjonstab.

Oppsummering av vår vurdering av produksjonstabet til Lyse Produksjon som følgje av krava til minstevassføring:

Eksisterande Lysebotn kraftverk:	15 GWh/år (12-19 GWh/år)
Nytt Lysebotn kraftverk:	17 GWh/år (14 – 21 GWh/år)

Vedlegg 1      Kart nedslagsfelt Kalltveit  
Vedlegg 2      Resultat produksjonsberekingar

## Vedlegg 1

Resultat frå døgnsimulering med ulike vassmerke

**Produksjonstap i eksisterande Lysebotn kraftverk:** eekv (kWh/m<sup>3</sup>) = 1,45

**Alt. A Restfelt Kalltveit 54,3 km<sup>2</sup>. 0% bidrag frå Sandvatnfeltet.**

**Prod.tap (GWh/år)**

Referanseserie	Liarvatn 1915-1925, 1936-2004	Djupadal 1991-2004	Jogla 1973-1998, 2000-2004	Sandvatn 1991-2000	Tveid 1985-1999
Margin slepping:					
0 %	11,1	7,2	14,0	1,0	2,8
10 %	13,1	9,1	16,4	1,7	3,9
25 %	16,4	12,4	20,1	3,2	5,7
50 %	22,6	18,5	26,8	6,7	9,8

**Alt. B Restfelt Kalltveit 65,8 km<sup>2</sup>. = 50% bidrag frå Sandvatnfeltet.**

**Prod.tap (GWh/år)**

Referanseserie	Liarvatn 1915-1925, 1936-2004	Djupadal 1991-2004	Jogla 1973-1998, 2000-2004	Sandvatn 1991-2000	Tveid 1985-1999
Margin slepping:					
0 %	9,6	5,4	12,1	0,4	1,7
10 %	11,3	6,9	14,3	0,7	2,4
25 %	14,2	9,5	17,9	1,5	3,8
50 %	19,6	14,6	24,0	3,7	6,8

**Alt. C Restfelt Kalltveit 77,4 km<sup>2</sup>. = 100% bidrag frå Sandvatnfeltet.**

**Prod.tap (GWh/år)**

Referanseserie	Liarvatn 1915-1925, 1936-2004	Djupadal 1991-2004	Jogla 1973-1998, 2000-2004	Sandvatn 1991-2000	Tveid 1985-1999
Margin slepping:					
0 %	8,4	4,1	10,5	0,1	1,0
10 %	10,0	5,3	12,6	0,2	1,5
25 %	12,5	7,4	15,8	0,7	2,5
50 %	17,3	11,7	21,7	2,0	4,8

**Nytt Lysebotn kraftverk:** eekv (kWh/m<sup>3</sup>) 1,65

**Alt. A Restfelt Kalltveit 54,3 km<sup>2</sup>. 0% bidrag frå Sandvatnfeltet.**

**Prod.tap (GWh/år)**

Referanseserie	Liarvatn	Djupadal	Jogla	Sandvatn	Tveid
Margin	1915-1925,		1973-1998,		
slepping:	1936-2004	1991-2004	2000-2004	1991-2000	1985-1999
0 %	12,6	8,2	15,9	1,2	3,2
10 %	14,9	10,4	18,6	2,0	4,4
25 %	18,7	14,1	22,9	3,6	6,5
50 %	25,8	21,1	30,5	7,6	11,1

**Alt. B Restfelt Kalltveit 65,8 km<sup>2</sup>. = 50% bidrag frå Sandvatnfeltet.**

**Prod.tap (GWh/år)**

Referanseserie	Liarvatn	Djupadal	Jogla	Sandvatn	Tveid
Margin	1915-1925,		1973-1998,		
slepping:	1936-2004	1991-2004	2000-2004	1991-2000	1985-1999
0 %	10,9	6,1	13,7	0,4	1,9
10 %	12,9	7,8	16,3	0,8	2,7
25 %	16,1	10,8	20,3	1,7	4,3
50 %	22,2	16,7	27,3	4,2	7,7

**Alt. C Restfelt Kalltveit 77,4 km<sup>2</sup>. = 100% bidrag frå Sandvatnfeltet.**

**Prod.tap (GWh/år)**

Referanseserie	Liarvatn	Djupadal	Jogla	Sandvatn	Tveid
Margin	1915-1925,		1973-1998,		
slepping:	1936-2004	1991-2004	2000-2004	1991-2000	1985-1999
0 %	9,6	4,7	12,0	0,1	1,1
10 %	11,4	6,1	14,3	0,3	1,7
25 %	14,2	8,4	18,0	0,7	2,8
50 %	19,7	13,3	24,7	2,2	5,4