

VEDLEGG 1

TIL:

FRA:

KOPI

VÅR REF: Beathe Furenes

DERES REF:

DATO: 10.02.2014

ANSVARLIG:

POSTADRESSE
Skagerak Kraft AS
Postboks 80
3901 Porsgrunn

Floodeløkka 1
3915 PORSGRUNN

SENTRALBORD
35 93 50 00

TELEFAX
35 55 97 50

INTERNETT
www.skagerakenergi.no

E-POST
firmapost@skagerakenergi.no

ORG. NR.: 979 563 531 MVA

Utfyllende beregninger til kapittel 4.2 i Revisjonsdokument

Dette dokumentet er utfyllende beregninger til kapittel 4.2 i revisjonsdokumentet.

Utfyllende beregninger for restvannføring i Sønndalsvatn (kapittel 4.2.1)

Vassdragsnummer som inngår i Sønndalsvatn restfelt er listet i Tabell 1:

Tabell 1: Oversikt over areal og avrenning for delfelt i Sønndalsvatn regulerte felt.

Vassdragsnr	Areal enhet (km ²)	Avrenning (l/s km ²)
016.EACA2	0.42	26.05
016.EAD2	4.69	27.07
016.EAC10	21.75	25.98
016.EAC2	6.49	21.9
016.EAAB2	0.44	23.51
016.EAA6	0.76	14.89
016.EAD1	12.09	27.08
016.EAAA3	4.67	21.18
016.EAB	30.59	22.3
016.EAAA4	2.13	19.15
016.EAA9	0.31	15.17
016.EAA5	1.5	17.3
016.EAE1	0.66	33.38
016.EADA	1.17	28.35
016.EAAB1	1.29	25.83
016.EAAA9	0.03	19.02
016.EAAB2	1.09	25.54

016.EAAAB1	2.31	28.34
016.EAAA2	18.39	24.7
016.EAAAA	3.92	23.35
016.EAAA1	1.82	16.7
016.EACA1	0.21	22.21
016.EAD9	1.7	28.16
016.EAC1B	11.33	47.02
016.EAC1A	21.86	33.48
Total Sønnlandsvatn rest/Vektet qmiddel	151.62	27.19
Grovåi/qmiddel NVE (61-90)	41	19.41/28.34*

Det foreligger vannføringsmålinger for Sønnlandsvatn fra 1986 til 2011 i NVEs database Hydra. Det er observasjonsbrudd i hele 1992 og 2001. Historiske data for vannføring i Sønnlandsvatn er lastet ned og brukt til beregning av vannføring for Sønnlandsvatn restfelt. For å få data tilbake til 1959 er det skalert om fra uregulert tilsig i Grovåi. Grovåi har målinger tilbake til 1973, og videre fra 1973 tilbake til 1959 er beregnet.

Observasjonsbrudd i Sønnlandsvatn i 1992 og 2001 er fylt inn med skalerte verdier fra Grovåi serien.

Vannføringsmålingene i Sønnlandsvatn representerer data for Sønnlandsvatn restfelt, med flomspill inkludert.

Det er også beregnet vannføring for Sønnlandsvatn naturlige felt. Vannføring for det naturlige feltet til Sønnlandsvatn er gitt av vannføring for restfeltet pluss summen av Vindsjøen lokalfelt, Bonsvatn lokalfelt, Kovvatn lokalfelt og delfelt som er overført til Breidvatn:

$$Q_{Sønnland_nat} = Q_{Sønnland_rest} + Q_{Vindsjøen_lokal} + Q_{Bonsvatn_lokal} + Q_{Kovvatn_lokal} + Q_{Breidvatn_ovf}$$

Arealet til Sønnlandsvatn naturlig felt er summen av arealet til Sønnlandsvatn restfelt, Bonsvatn lokalfelt, Vindsjøen lokalfelt, Kovvatn lokalfelt og delfelt som er overført til Breidvatn, tilsammen 373.22 km².

For å beregne $Q_{Breidvatn_ovf}$ er det er skalert om fra Breidvatn lokal til delfelt Breidvatn overføring etter respektive areal og avrenningstall, se Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over areal og avrenning for delfelt i Sønnlandsvatn naturlige felt som er overført til Breidvatn.

Vassdragsnummer	Areal enhet (km ²)	Avrenning (l/s km ²)
016.EACB	10.21	35.73
016.EACA4	0.6	33.75
016.EAAB3	2.06	35.12
016. EAAB4	1.55	28.4
016.EAAAC	6.63	31.06
016.EAAAB3	2.42	30.98
016.EAAAB4	1.52	28.5
Total Breidvatn_ovf/Vektet qmiddel	24.99	33.04
Breidvatn lokal/qmiddel NVE (61-90)	77.30	30.81

Overført del av Breidvatn skaleres etter følgende sammenheng:

$$\frac{Q_{Breidvatn_ovf}}{A_{Breidvatn_ovf} \cdot q_{Breidvatn_ovf}} = \frac{Q_{Breidvatn_lokal}}{A_{Breidvatn_lokal} \cdot q_{Breidvatn_lokal}}$$

Dette gir

$$\begin{aligned} Q_{Breidvatn_ovf} &= Q_{Breidvatn_lokal} \frac{A_{Breidvatn_ovf} \cdot q_{Breidvatn_ovf}}{A_{Breidvatn_lokal} \cdot q_{Breidvatn_lokal}} \\ &= Q_{Breidvatn_lokal} \frac{24.99 \cdot 33.04}{77.30 \cdot 30.81} \end{aligned}$$

Utfyllende beregninger for restvannføring i Hjartdøla nedenfor Hjartsjø (kapittel 4.2.2)

Vassdragsnummer som inngår i Hjartsjø naturlige felt er listet i Tabell 3

Tabell 3: Oversikt over areal og avrenning for Hjartsjø naturlig felt. *) Midlere avrenning NVE Atlas 61-90 for Grovåi er beregnet 19.41 l/s km², mens beregninger fra data gir 28.34 l/s km².

Vassdragsnr	Areal enhet (km ²)	Avrenning (l/s km ²)
016.EC1	5.52	17.24
016.EC2	5.42	16.09
016.EC31	0.13	9.5
016.EC32	5.42	18
016.EC3A	7.97	21.15
016.EC41	0.1	9.48

016.EC42	13.28	30.17
016.ECZ	35.46	21.54
016.ED0	24.65	21.89
016.EDA0	2.21	22.32
016.EDAA	0.86	26.3
016.EDB	7.94	25.05
016.EE	7.84	26.13
016.EG	18.63	39.19
016.EF	32.29	34.76
016.EACA3	0.19	29.76
016.EB1C	5.36	28.2
016.EC3B	2.19	29.23
016.EDAB	23.1	27.5
016.EDC	9.44	29.24
016.EDD	12.03	35.22
Total Hjartsjø nat/Vektet qmiddel	220.03	27.45
Grovåi/qmiddel NVE (61-90)	41	19.41/28.34*

Skalering av Grovåi felt til Hjartsjø naturlige felt gir:

$$\frac{Q_{Hjartsjø_nat}}{A_{Hjartsjø_nat} \cdot q_{Hjartsjø_nat}} = \frac{Q_{Grovåi}}{A_{Grovåi} \cdot q_{Grovåi}}$$

Dette gir

$$Q_{Hjartsjø_nat} = Q_{Grovåi} \frac{A_{Hjartsjø_nat} \cdot q_{Hjartsjø_nat}}{A_{Grovåi} \cdot q_{Grovåi}}$$

Som tilsvare

$$Q_{Hjartsjø_nat} = Q_{Grovåi} \frac{220.03 \cdot 27.45}{41 \cdot 28.34}$$

For å beregne vannføring i regulert felt summeres vannføring fra Hjartsjø restfelt og produksjonsvannføring fra Hjartrdøla kraftverk:

$$Q_{Hjartsjø_reg} = Q_{Hjartsjø_rest} + Q_{Hjartrdøla_prodvf}$$

Hjartsjø restfelt har et areal på ca. 116 km² og består av vassdragsnummer som listet i Tabell 4Feil! Fant ikke referanseilden.. Data for produksjonsvannføring fra Hjartrdøla kraftverk er hentet fra ukerapporter (fordelt på døgn over en ukeprofil) og fra døgndata i nyere tid (2004 og utover).

Tabell 4: Oversikt over areal og avrenning for Hjartsjø restfelt.

Vassdragsnr	Areal enhet (km ²)	Avrenning (l/s km ²)
016.EC3A	7.97	21.15
016.EDB	7.94	25.05
016.ED0	24.65	21.89
016.EC1	5.52	17.24
016.ECZ	35.46	21.54
016.EC31	0.13	9.5
016.EDA0	2.21	22.32
016.EDAA	0.86	26.3
016.EC32	5.42	18
016.EE	7.84	26.13
016.EC42	13.28	30.17
016.EC2	5.42	16.09
016.EC41	0.1	9.48
Total Hjartsjø rest/Vektet qmiddel	116.8	22.52
Grovåi/qmiddel NVE (61-90)	41	19.41/28.34*

Arealet for hele det regulerte feltet for Hjartsjø er summen av Hjartsjø restfelt og Hjartdøla total, dvs. $116.8 + 365.32 = 482.12 \text{ km}^2$.

Utfyllende beregninger for restvannføring i Omnesfossen (kapittel 4.2.3)

Omnesfossen lokalfelt består av vassdragsnummer som listet i Tabell 5:

Tabell 5: Oversikt over areal og avrenning i Omnes lokalfelt.

Vassdragsnr	Areal enhet (km ²)	Avrenning (l/s km ²)
016.EAA2	33.72	20.32
016.EAA3	10.49	18.69
016.EAA1	11.89	12.46
016.EA32	3.44	8.69

016.EB1B	9.85	27.86
016.EAA4	19.98	24.02
016.EB2	36.17	23.36
016.EA4Z	47.06	26.68
016.EA41* (bare ca. 10% av areal)	2.78	9.42
016.EB11	7.09	12.72
016.EB1A	18.33	21.93
016.EA42	0.02	8.78
016.EB12	14.76	19.18
Total Omnes lokal/Vektet qmiddel	215.8	21.87
Grovåi/qmiddel NVE (61-90)	41	19.41/28.34*

Omnes lokalfelt skaleres fra Grovåi:

$$Q_{Omnes_lokal} = Q_{Grov\ddot{a}i} \frac{215.8 \cdot 21.87}{41 \cdot 28.34}$$

Vannføring i Omnesfossen regulerte felt beregnes som summen av vannføring i Hjartsjø regulert felt, Sønnlandsvatn restfelt og Omnes lokalfelt:

$$Q_{Omnesfossen_reg} = Q_{Hjartsj\ddot{o}_reg} + Q_{S\ddot{o}nnlandsvatn_rest} + Q_{Omnesfossen_lokal}$$

Arealet til det regulerte feltet er summen av arealet til Hjartsjø regulert felt, Sønnlandsvatn restfelt og Omnesfossen lokalfelt, dvs. $482.12 + 151 + 215.8 = 848 \text{ km}^2$.

Utfyllende beregninger for restvannføring i Heiåi (kapittel 4.2.4)

Fordelingen av avrenningstall for restfeltet til Heiåi er vist Tabell 6:

Tabell 6: Oversikt over areal og avrenning for restfelt i Heiåi.

Vassdragsnr	Areal enhet (km ²)	Avrenning NVE (l/s km ²)
016.CD3A	23.0	18.18
Total Heiåi rest/Vektet qmiddel	23.0	18.18
Skjesvatn lokal/qmiddel NVE (61-90)	90.47	30.94

Den beregnede tilsigsserien for Skjesvatn lokalfelt skaleres til Heiåi restfelt etter følgende sammenheng:

$$\frac{Q_{Hei\ddot{a}i_rest}}{A_{Hei\ddot{a}i_rest} \cdot q_{Hei\ddot{a}i_rest}} = \frac{Q_{Skjesvatn_lokal}}{A_{Skjesvatn_lokal} \cdot q_{Skjesvatn_lokal}}$$

Dermed fås

$$Q_{Hei\ddot{a}i_rest} = Q_{Skjesvatn_lokal} \cdot \frac{A_{Hei\ddot{a}i_rest} \cdot q_{Hei\ddot{a}i_rest}}{A_{Skjesvatn_lokal} \cdot q_{Skjesvatn_lokal}}$$

som tilsvarer

$$Q_{Hei\ddot{a}i_rest} = Q_{Skjesvatn_lokal} \cdot \frac{23 \cdot 18.18}{90.47 \cdot 30.94}$$

Det er også beregnet vannføring for naturlig felt til Heiåi. Oversikt over areal og avrenning for Heiåi naturlig felt er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Oversikt over areal og avrenning for Heiåi naturlig felt.

Vassdragsnr	Areal enhet (km ²)	Avrenning (l/s km ²)
016.CD3D	10.94	25.42
016.CD3C	7.25	21.29
016.CD3B	13.97	22.77
016.CD3E	7.86	26.73
016.CD3A	23.0	18.18
Total Heiåi naturlig/Vektet qmiddel	63.02	21.88
Skjesvatn lokal/qmiddel NVE (61- 90)	90.47	30.94

Vannføring i Heiåi naturlig felt skaleres fra Skjesvatn lokalfelt etter følgende sammenheng:

$$\frac{Q_{Hei\ddot{a}i_nat}}{A_{Hei\ddot{a}i_nat} \cdot q_{Hei\ddot{a}i_nat}} = \frac{Q_{Skjesvatn_lokal}}{A_{Skjesvatn_lokal} \cdot q_{Skjesvatn_lokal}}$$

Det gir

$$Q_{Hei\ddot{a}i_nat} = Q_{Skjesvatn_lokal} \cdot \frac{A_{Hei\ddot{a}i_nat} \cdot q_{Hei\ddot{a}i_nat}}{A_{Skjesvatn_lokal} \cdot q_{Skjesvatn_lokal}}$$

$$Q_{Hei\ddot{a}i_nat} = Q_{Skjesvatn_lokal} \cdot \frac{63.02 \cdot 21.88}{90.47 \cdot 30.94}$$

