

NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat
Eilif Brodtkorb
Postboks 5091 Majorstua
0301 Oslo

Saksbehandler: Olav Brunvatne
E-postadresse: olav.brunvatne@ae.no
Sak ID:

Kopi til:
Vår dato: 01.12.2008

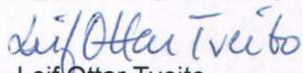
Deres referanse:
Deres dato: Side 1 av 1

Utvidelse Iveland kraftverk. Konsesjonssøknad. Notat fra Tesaker Vann AS.

Det vises til vårt brev av 25.11.08 hvor høringsuttalelser til konsesjonssøknad vedrørende utvidelse av Iveland kraftverk ble kommentert.

Med henvisning til nevnte brev, ref kommentarene vedrørende "Sikkerhetsmessige forhold", vedlegges herved notat fra Einar Tesaker (Tesaker Vann as).

Med vennlig hilsen
Agder Energi Produksjon AS


Leif Ottar Tveito
Prosjektleder

Vedlegg – Notat fra Einar Tesaker, Tesaker Vann as.

TESAKER VANN AS Tesaker Vann AS Adresse: Lerkeveien 8 B NO-7072 Heimdal NORWAY Telefon: +47 72 88 72 15 Telefaks: +47 72 88 72 25 Mobiltlf: +47 92 65 74 55 e-post: einar.tesaker@online.no web: http://www.tesaker.com ORG NR.: NO 982920523 MVA		NOTAT					
		NOTATET GJELDER Iveland kraftverk. Konsekvenser av oppgradering for elveløpet mellom dammen og kraftverket		TIL BEHANDLING	KOMMENTAR ØNSKES	TIL INFORMASJON	SOM AVTALT
ELEKTRONISK FIL KODE Nedstrøms dammen.doc		FORDELING Dagfinn Jernes, Agder Energi Produksjon AS Olav Brunvatne, Agder Energi Produksjon AS Einar Tesaker Digitally signed by Einar Tesaker DN: cn=Einar Tesaker, c=NO, o=Tesaker Vann AS, email=einar.tesaker@online.no Reason: I am the author of this document Date: 2008.11.29 13:52:52 +01'00'			X X		
PROSJEKT NR.	DATO	ANSVARLIG / FORFATTER		ANTALL SIDER			
108	26 nov 2008	Einar Tesaker		16			

1 Bakgrunn

Agder Energi Produksjon AS (AEP) planlegger utvidelse av Iveland kraftverk i Otra fra 45 til 90 MW installasjon, med oppgitt forventet økning av produksjonen fra 350 til 500 GWh.

Planene omfatter en ny tilløpstunnel fra nytt inntak i Dalanekilen, en trang vik i magasinet Gåseflåfjorden. Avløpet vil gå til Skaiåevja like ved avløpet fra nåværende stasjon. Brutto fallhøyde blir den samme for begge anlegg. Samlet slukeevne med det nye anlegget blir 216 m³/s, mot 116 m³/s for dagens anlegg.

Opgitt begrunnelse for planene er at Iveland kraftverk er en flaskehals i kjeden av kraftanlegg i Otra. Med sin slukeevne på 116 m³/s, som er mindre enn middelvannføringen på ca 130 m³/s oppstår et stort flomtap over fallet, mens slukeevnen på nedenforliggende kraftverk kan utnytte dette.

Det er i dagens situasjon ingen slipp av minstevannføring fra Gåseflådammen til det 3,5 km lange elveløpet mellom dam og kraftverksutløp. Strekningen har små naturlige tilløp, det største fra Homsvannsbekken som munner ut i Homsvannsevja ca 1,3 km nedenfor dammen. Dette tilløpet har oppgitt nedslagsfelt på 5 km² og middelvannføring ca 200 l/s. Når det ikke er slipp fra dammen, blir det derfor svært liten vannføring på strekningen.

Planen innebærer at det med optimal drift blir betydelig kortere perioder med vannslipp fra Gåseflådammen og mindre vannmengder når det er forblipp av overskuddsvann enn med dagens kraftverk.

AEP har bedt om en uavhengig hydraulisk vurdering av bruksmessige, synsmessige og sikkerhetsmessige virkninger av den planlagte utvidelsen a) uten tiltak b) med innføring av minstevannføring.

2 Dokumentasjon av situasjonen

2.1 Dokumenter og kart

Vi har mottatt følgende dokumentasjon fra AEP (nedenfor referert som dok):

1. Utdrag av konsesjonssøknad:
 - Kap 5. Beskrivelse av miljø, naturressurser og samfunn. Tiltakets virkninger.
 - Do: deler av kap 7 (side 58-60) om bruk av minstevannføring
 - Vedlegg 6: 6 bilder med ubetydelig vannføring
2. Fylkesmannen i Aust-Agder: Uttalelse – utvidelse av Iveland kraftverk – søknad om konsesjon. 17 juli 2008
3. Bilag presentert ved sluttbefaring med NVE 29 okt 2008:
 - Ortofoto av strekningen fra dam til utløp, ca 1:7000
 - Oversiktskart, 1:10000
 - Detaljkart av Dalanekilen og Skaiåevja, 1:5000
4. Sweco Grøner: Utvidelse av Iveland kraftverk. Fagrapport om hydrologiske forhold. 13 mars 2007
5. LFI-Unifob: Fiskeribiologiske undersøkelser... august 2006. Rapp nr 141. 7 feb 2007.

2.2 Befaring og prøveslipping 5 nov 2008

2.2.1 Befaringsopplegg

Den 5 nov 2008 ble den aktuelle strekningen befart/observert under tre vannføringssituasjoner:

- I uten forbislipp ved Gåseflådammen (men med ikke ubetydelig lokalt tilsig)
- II med slipp av 16 m³/s
- III med slipp av 86 m³/s

Naturlig tilsig på befaringsdagen var større enn kraftverkets slukeevne, slik at det egentlig skulle gå noe vannføring i elva. For å kunne gjennomføre befaringsopplegget var Gåseflåfjorden derfor blitt nedtappet til 20-30 cm under HRV like før befaringen. Dette buffernivået ble etter hvert fylt igjen under befaring I.

Befaring I hadde nedre stopp på vegbrua over Otra, og gikk videre opp den nedlagte traseen til Setesdalsbanen med stopp ved

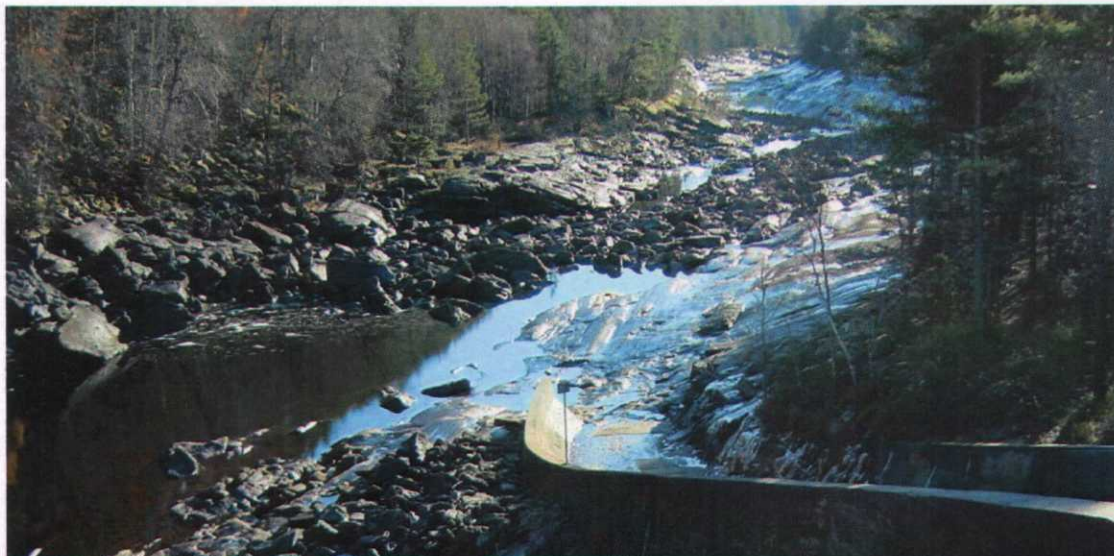
- gammel jernbanebru (utsikt oppover nedre del av elveleiet mot Tveiteøyna)
- fløtningsmur ndf Tveiteøyna (befaring/beskrivelse av lokal badeplass og påvisning av eksisterende varselskiltning)
- Homevassevja (utsikt oppover det øvre, bratte elveleiet, påvisning av tilløp fra Homevatn, påvisning/observasjon av vannstandsendringer).
- Gåseflådammen (utsikt nedover flomløpet og øvre del av det bratte elveløpet)

Befaringsruten ble gjentatt for alle de tre vannføringssituasjonene, men i noe forskjellig rekkefølge.

2.2.2 Situasjon I: Ingen tapping fra dammen

Under tur I ble det lagt vekt på å observere elveløpets karakter. Elva var ikke "sommertørr", da det var en del lokalt tilsig. Figur 1 (bilde 148) viser elveløpet umiddelbart nedstrøms dammen. Bruken av badeplassen ved fløtningsmuren nedenfor Tveiteøyna ble forklart, se bak og til høyre på figur 2 (bilde 131). Adkomsten til badeplassen er fra en kort sideveg til jernbanetraseen. Badelivet foregår helst i dette området av elva der det er sørvest-vendte svaberg og kulper som kan brukes til vanlig bading. Videre ble det nevnt som en populær sport å skli nedover gjennom

den rennen som danner det korte stryket som ses midt på bilde 131 og videre forbi fløtningsmuren. Dette er bare mulig ved små vannføringer, uten forbislipping ved dammen.



Figur 1 (Bilde nr 148). Øvre del før vannslipp, sett fra dammen.



Figur 2 (Bilde nr 131). Badeplassen før prøveslipping 5 nov 08. Ukjent vannføring fra lokalt tilsig. Bading foregår i kulpen som ses rett ovenfor stryket. Solbad på svaberg til høyre.

2.2.3 Situasjon II: 16 m³/s tapping fra dammen

Under runde II med 16 m³/s slipp gjennom luka tok det ca 5 min før slippet ga synlig virkning nederst på den strekningen som er synlig fra dammen. Fra vegkanten over Homevassevja kunne vi gjennom tett vegetasjon observere nedre del av stryket, der vannføringen økte merkbart mellom 5 og 10 min etter slippet, figur 3 (bilde 157).

Ellers ble særlig situasjonen ved badeplassen observert. Både vannspeilet som brukes for en vanlig dukkert og stryket nedenfor ble netter hvert helt ubrukelig for vanlige badegjester, figur 4 (Bilde 164). Det ble tatt bilder og notater, se tabell 1.

Ved Homevassevja noterte vi at snøkanten på en stor stein ved elvebredden lå 1,5- 2 m over vannstanden nå, som indikasjon på vannstanden under tappingen av magasinet like før befaringen. (løst anslått til 60-100 m³/s).

Tabell 1 Notater fra slipp av 16 m³/s

Klokkeslett	Standplass	Observasjon	Bilder
1215		Start åpning av luke for slipp av 16 m ³ /s	
1220	Dammen	Observerte virkning nederst på den synlige strekningen fra brua	148-153
1225	Vegkanten over Homevassevja	Så vidt merkbar endring i utløpet av Homevassevja, men godt synlig påvirkning av innstrømningsbildet til evja.	157-158
	Lunch på stasjonen		
1325	Jernbanebrua	Vannføringen merkbart større enn uten slipp, men fortsatt økende i stryket nærmest jernbanebrua.	161-162
1330	Fløtningsmuren	Tilsynelatende stabil vannføring. Umulige badeforhold	163-167
1342	Vegkant over Homevassevja	Stryket nedover fra dammen virket nå stabilt. Økning av slippet til 86 m ³ /s bestilt.	168-170



Figur 3. (bilde nr 157). Nedre del av strekning a) 10 min etter slipp av 15 m³/s fra dammen



Figur 4 (bilde nr 164). Badeplassen 15 min etter slipping av 15 m³/s fra dammen.

2.2.4 Situasjon III: 86 m³/s tapping fra dammen

Etter økning av tappingen til 86 m³/s, Tok det bare ca 6 min før vannføringen økte merkbart ved innløpet til Homevassevja. Vider forløp ble forsøkt notert og fotografert, se Tabell 2. Det ble nå merkbart vannstandsstigning i Homevassevja.

Badeplassen ble nå fullstendig oversvømmet, fig 5 (bilde nr 196). Det ble notert merkbart økning av vannføringen i tidsrommet 24 – 35 min etter økning av slippet.

Tabell 2 Notater fra slipp av 86 m³/s

Klokkeslett	Standplass	Observasjon	Bilder
1342		Åpning av luke for øket slipp til 86 m ³ /s	
1345	Vegkanten over Homevassevja	Synlig økning av vannføringen i midtre synlige del av det lange stryket	171-172
1346	do	Tok bilde av utløpet fra evja	173
1348	do	Vannføringen øker også i nedre del av stryket, før utløpet i Homevassevja	174-175
1349-51	do	Bilder av steinen med snø på (ref 2.2.2) og noen mindre steinblokker i vannkanten	176-177
1354	do	Økende vannføring nederst i stryket	178-179
1355-57 1402	do	Flere bilder av de små steinene mens vannstanden økte	180-182 184
1406-08 1411-14-19	Fløtningsmuren og badeplassen	Vannføringen øker merkbart i løpet av ca 5 min. Murene overtoppet	185- 187 188-199
1427	Vegbrua	Bilde mot nedre stryk. Fortsatt økende vannføring	200

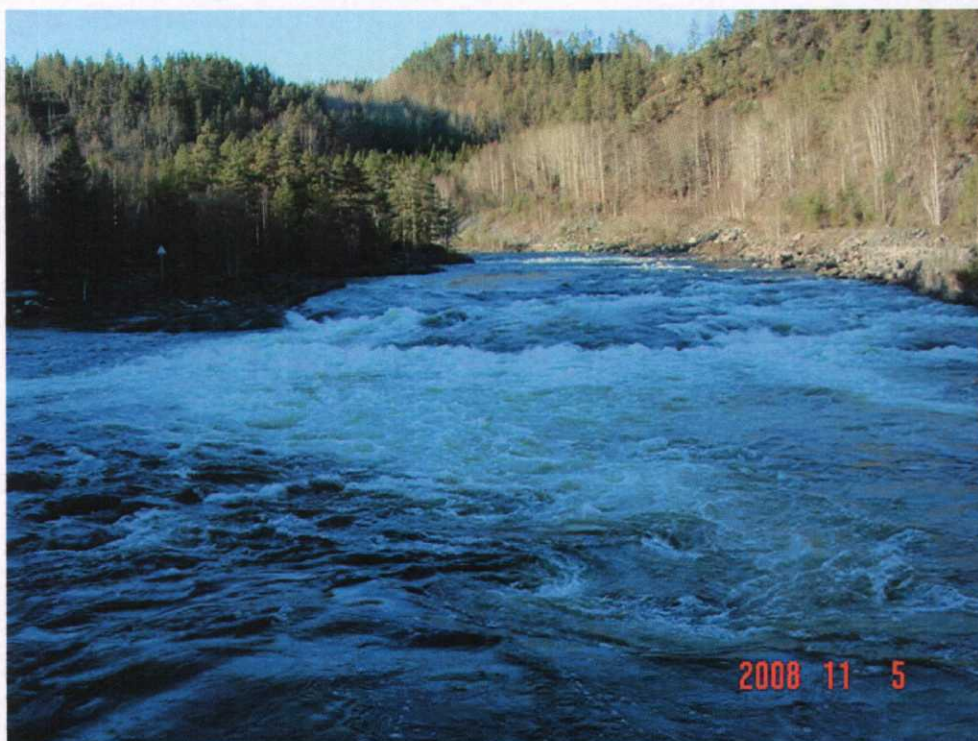


Fig 5 (bilde nr 196). Badeplassen ca 30 min etter økning av slippet til 86 m³/s

2.3 Noen opplysninger om prosjektet og elveløpet

2.3.1 Inndeling og beskrivelse av elveløpet

Elveløpet nedstrøms dammen vises på bildene. Strekningen fra dammen til kraftverksutløpet i Skaiaåevja kan grovt deles i fem strekninger med forskjellig karakter:

- a) Et øvre, bratt stryk gjennom en ca 1,1 km lang rett kløft, helning ca 1:40 nedenfor damfoten, elveløpsbredde 50-25 m ved flom, figur 1 og 3 (bilde 148.og 157)
- b) Homevassevja, en oval utvidelse, ca 100 m bred og ca 200 m lang i forbindelse med at elva skifter retning ca 140° mot venstre , figur 6, (bilde 169)
- c) En 1,0 km lang rett strekning ned til Tveiteøyna, dominert av lange kulper avbrutt av korte strykstrekninger, midlere helning ca 1:200, elveløpsbredde 20-100 m ved flom
- d) Et stryk som runder Tveiteøyna ca 90° mot høyre, ca 500 m langt, bredde 40-70 m ved flom, midlere helning ca 1:100. Et kortere sekundært flomløp går på høyre side av øya, figur 2., bilde 131
- e) En uryddig strekning med vekslende stryk, kløfter og kulper ned til utløpet i Skaiaåevja ved kraftverksutløpet, ca 750 m langt, helning ca 1:90, elveløpsbredde 120-40 m ved flom. Figur 7 (bilde 128) viser strekningen før slipp av 16 m³/s. og fig 8 (bilde 167) med 16 m³/s

Lengder og bredder er tatt fra ortofoto, helning er anslått fra der kartkoter skjærer elvebredden.



Figur 6 (bilde 169). Utløpet av Homevassevja og utsikt nedover strekning c)



Figur 7. (bilde 128). Nedre del av det regulerde elveløpet, før slipp av $16 \text{ m}^3/\text{s}$.

I den øvre del av elveløpet, figur 1 og 3, mellom dammen og Homevassevja, utgjør overløp fra dammen det alt vesentlige av vannføringen. Bortsett fra tilløp fra noen småbekker med samlet felt ca $0,6 \text{ km}^2$ er derfor denne øvre delen uten synlig strømmende vannføring når det ikke er overløp eller sterk nedbør., mens det er flere kulper med stående vannspeil.

Det viktigste uregulerte tilløpet nedenfor dammen kommer fra Homevann med nedbørfelt ca 5 km^2 og oppgitt middelvannføring ca 200 l/s . Her danner elva en større kulp, Homevassevja, med areal ca 20000 m^2 , og skifter retning mot venstre. Også lenger nede er det noen mindre uregulerte tilløp.

2.3.2 Regulantens beskrivelse av ombyggingen

Under en pause i befaringen, se nedenfor, ga regulanten en kort orientering om prosjektet og om deres syn på bruksmessige, visuelle og sikkerhetsmessige forhold i elveløpet mellom dammen og kraftverksutløpet.

Dagens produksjon på ca 350 GWh er basert på slukeevne $116 \text{ m}^3/\text{s}$ og fallhøyde 50 m . Etter foreslått tilleggsutbygging vil slukeevnen øke til $216 \text{ m}^3/\text{s}$ med samme brutto fallhøyde. Ved større naturlig tilløp enn slukeevnen blir det overløp. Vanlig overløp vil derfor bli vesentlig sjeldnere etter ombyggingen. For detaljer ble det henvist til hydrologirapporten, dok 4.

På den annen side vil et plutselig vannslipp som skyldes ukontrollert stans i produksjonen, kunne bli større enn før, i verste fall, med fullt magasin, øke fra 116 til $216 \text{ m}^3/\text{s}$.

Beregnet årlig produksjon ventes å øke med 160 GWh , forutsatt at anlegget ikke pålegges minstevannføring. Pålegges permanent minstevannføring som tilsvarer "Alminnelig lavvassføring", ca $15 \text{ m}^3/\text{s}$, vil beregnet produksjonsgevinst reduseres med ca 60 GWh . Regulanten vurderer da utbyggingen som ulønnsom.

3 Hydrauliske forhold

3.1 Grunnlag for beregninger

Kartgrunnlaget gir ingen opplysninger om vannlinjer ved forskjellige vannføringer. Vi har heller ikke bunnprofil av tørt elveleie. Det er derfor nødvendig å basere beregninger på grove antagelser, sml avsnitt 2.3.1. Av kart og ortofoto kan en ta ut de omtrentlige bredder av løpet som ikke har vegetasjon. Dette antas å representere situasjonen ved store flommer. Vannflatens bredde ved mindre vannføringer må anslås på skjønn ut fra bilder som viser tverrsnitt.

Under befaringen ble det sluppet vann fra dammen, 16 og 86 m³/s, mens bevegelsen av bølgefronten ble observert og klokke inn relativt grovt. Det gir mulighet for å anslå vannhastigheten i den øvre strekningen. Ved hjelp av Mannings formel og anslått bredde og ruhet kan en beregne representativ vann dybde når strømmingen har stabilisert seg.

For strekningene lenger nedover er det få holdepunkter bortsett fra at en kan anslå vannspeilet bredde ut fra kart og ortofoto.

3.2 Beregninger for strekning a)

3.2.1 Prøveslipp av 16 m³/s

Ca 5 min etter slippet nådde spissen av bølgen så langt ned som synlig fra dammen, anslått til ca 600 m. Det gir som første tilnærming:

Sluppet vannmengde.	$Q \cdot t = 16 \cdot 300$	$= 4800 \text{ m}^3$
Fordelt over 600 m gir middel strømareal	$A_m = 4800/600$	$= 8 \text{ m}^2$
Midlere hastighet	$V_f = 600/300$	$= 2 \text{ m/s}$,

Anslått tid for at fronten når Homevassevja, 1100 m fra dammen: $5 \cdot 1100/600 = 9,1$ minutter

Antar tilnærmet stasjonær strømming midt i strekningen og setter inn i Mannings formel

$$Q = A \cdot M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$R^{2/3} = Q / (A \cdot M \cdot I^{1/2})$$

$$R = (Q / (A \cdot M \cdot I^{1/2}))^{1,5} = (16 / (8 \cdot M \cdot 0,025^{1/2}))^{1,5} = 45 / M^{1,5} \text{ m}$$

Prøver $M = 28 \Rightarrow R = 0,30$, $D \approx 0,3$ og $B \approx 8/0,3 = 26 \text{ m}$, som virker noe bredt

Prøver $M = 25 \Rightarrow R = 0,36$, $D \approx 0,36$ og $B \approx 8/0,36 = 22 \text{ m}$, som virker rimelig ut fra kart og foto

Velger å fortsette med $M = 25$

3.2.2 Prøveslipp av 86 m³/s

Ca 6 min etter slippet nådde spissen av bølgen kanten utløpet i Homevassevja, ca 1100 m fra dammen. Det gir som første tilnærming:

Sluppet vannmengde.	$Q \cdot t = 86 \cdot 360$	$= 30960 \text{ m}^3$
Fordelt over 1100 m gir middel strømareal	$A_m = 30960/1100$	$= 28 \text{ m}^2$
Midlere fronthastighet	$V_f = 1100/360$	$= 3 \text{ m/s}$,

Antar tilnærmet stasjonær strømming midt i strekningen og setter inn i Mannings formel

$$Q = A \cdot M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$R^{2/3} = Q / (A \cdot M \cdot I^{1/2})$$

$$R = (Q / (A \cdot M \cdot I^{1/2}))^{1,5} = (86 / (28 \cdot M \cdot 0,025^{1/2}))^{1,5} = 85 / M^{1,5} \text{ m}$$

Prøver $M = 28 \Rightarrow R = 0,57$, $D \approx 0,57$ og $B \approx 28/0,57 = 49$ m,
Prøver $M = 25 \Rightarrow R = 0,68$, $D \approx 0,68$ og $B \approx 28/0,68 = 41$ m

Velger å fortsette med $M = 25$, som ikke er overraskende ruhet ut fra fotomaterialet

3.2.3 Vurdering av store vannslipp på strekning a)

3.2.3.1 Slipp av $116 \text{ m}^3/\text{s}$

Anslår $B = 50$ m

$$R^{2/3} = Q/(A \cdot M \cdot I^{1/2}) = Q/(B \cdot M \cdot I^{1/2})$$

$$R^{5/3} = Q/(B \cdot M \cdot I^{1/2}) = 116/(50 \cdot 25 \cdot 0,025^{1/2}) = 0,59$$

$$R = 0,59^{0,6} = 0,7 \approx D$$

$$V = 116/50/0,7 = 3,3 \text{ m/s}$$

Tid til Homevassevja: $1100 / 3,3 / 60 = 5,5$ min

$$\text{Vannvolum strekning a): } 1100 \cdot 50 \cdot 0,7 = 38500 \text{ m}^3.$$

3.2.3.2 Slipp av $216 \text{ m}^3/\text{s}$

Anslår $B = 60$ m

$$R^{5/3} = Q/(B \cdot M \cdot I^{1/2}) = 216/(60 \cdot 25 \cdot 0,025^{1/2}) = 0,91$$

$$R = 0,91^{0,6} = 0,94 \approx D$$

$$V = 216/60/0,89 = 3,8 \text{ m/s}$$

Tid til Homevassevja: $1100 / 3,8 / 60 = 4,8$ min

$$\text{Vannvolum strekning a): } 1100 \cdot 60 \cdot 0,94 = 62000 \text{ m}^3.$$

3.2.3.3 Slipp av $216 + 16 = 232 \text{ m}^3/\text{s}$

Anslår $B = 61$ m

$$R^{5/3} = Q/(B \cdot M \cdot I^{1/2}) = 232/(61 \cdot 25 \cdot 0,025^{1/2}) = 0,96$$

$$R = 0,96^{0,6} = 0,98 \approx D$$

$$V = 232/61/0,98 = 3,9 \text{ m/s}$$

Tid til Homevassevja: $1100 / 3,9 / 60 = 4,7$ min

$$\text{Vannvolum strekning a): } 1100 \cdot 61 \cdot 0,98 = 65750 \text{ m}^3.$$

3.3 Virkning av vannslipp

3.3.1 Strekning b) Homevassevja

3.3.1.1 Vannføring $16 \text{ m}^3/\text{s}$

Homevassevja har et anslått overflateareal på 20000 m^2 . Utløpet har en bredde ca $B = 40$ m ved flom og ca $B = 15$ m ved liten vannføring, målt på ortofoto. Brukes 15 m vil $16 \text{ m}^3/\text{s}$ medføre en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 0,73 \text{ m},$$

som krever lagring av ca $14700 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det medfører en forsinkelse på

$$14700/16/60 = 15,3 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning c).

3.3.1.2 Vannføring 116 m³/s

Homevassevja har et anslått overflateareal på 20000 m². Utløpet har en bredde ca B = 40 m ved flom målt på ortofoto. Brukes 40 m vil 116 m³/s medføre en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 1,42 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 29000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$29000/116/60 = 4,1 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning c).

3.3.1.3 Vannføring 216 m³/s

Homevassevja har et anslått overflateareal på 20000 m². Utløpet har en bredde ca B = 40 m ved flom målt på ortofoto. Brukes 40 m vil 216 m³/s medføre en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 2,16 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 43000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$43000/216/60 = 3,3 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning c).

3.3.1.4 Vannføring 216 + minstevannføring 16 = 232 m³/s

Homevassevja har et anslått overflateareal på 20000 m². Utløpet har en bredde ca B = 40 m ved flom målt på ortofoto. Brukes 40 m vil 232 m³/s for å få stabilt vannstand behøve en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 2,27 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 45000 m³/s.

Av dette er allerede 14700 m³ lagret pga fast minstevannføring, se 3.3.1, slik at tilleggslagring blir 45000 - 14700 = 30300 m³.

Det medfører en forsinkelse på

$$30300/232/60 = 2,2 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning c).

3.3.2 Strekning c) Homevassevja – Tveitøyna

3.3.2.1 Vannføring 16 m³/s

Strekningen har et anslått overflateareal på 1000 · 60 = 60000 m². Den er delt av to mellomterskler ved lav vannføring, men vannstanden antas å være bestemt av terskelen ved Tveitøyna under de fleste vannføringer. Denne anslås å ha en bredde ca B = 40 m ved flom og ca B = 15 m ved liten vannføring, målt på ortofoto. Brukes 15 m vil 16 m³/s medføre en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 0,73 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 43800 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$43800/16/60 = 45 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

Når strømmingen er stabilisert, vil *vannhastigheten* variere langs strekningen etter bredde og dybde på kulpene. Størst hastighet vil det være over de tre tersklene. Brukes utløpsterskelen som eksempel vil typisk hastighet *like oppstrøms* terskelen være $V_{\text{typisk}} = 16/(15 \cdot 0,73) = 1,46 \text{ m/s}$. Over selve terskelen må denne verdien multipliseres med ca 1,5 dvs til 2,2 m/s.

Tersklene med større bredde vil ha mindre hastighet. Midtre del av strekningen består av en kulp med største bredde ca 60 m og anslått dybde 1,5 m. Det gir $V = 16/60/1,5 = 0,18$ m/s.

3.3.2.2 Vannføring 116 m³/s

Strekningen har et anslått overflateareal på $1000 \cdot 60 = 60000$ m². Den er delt av to mellomterskler ved lav vannføring, men vannstanden antas å være bestemt av terskelen ved Tveitøyna under de fleste vannføringer. Denne anslås å ha en bredde ca $B = 40$ m ved flom målt på ortofoto. Det medfører en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 1,42 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 85000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$85000/116/60 = 12 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

Når strømmingen er stabilisert, vil *typisk vannhastighet* over nedre terskel være

$$V_{\text{typisk}} = 1,5 \cdot 116/(40 \cdot 1,42) = 3,06 \text{ m/s.}$$

Tersklene med større bredde vil ha mindre hastighet. Midtre del av strekningen består av en kulp, nå med største bredde ca 70 m og anslått dybde 2,2 m. Det gir $V_{\text{kulp}} = 116/70/2,2 = 0,75$ m/s.

3.3.2.3 Vannføring 216 m³/s

Strekningen har et anslått overflateareal på $1000 \cdot 60 = 60000$ m². Den er delt av to mellomterskler ved lav vannføring, men vannstanden antas å være bestemt av terskelen ved Tveitøyna under de fleste vannføringer. Denne anslås å ha en bredde ca $B = 40$ m ved flom målt på ortofoto. Det medfører en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 2,16 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 130000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$130000/216/60 = 10 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

Når strømmingen er stabilisert, vil *typisk vannhastighet* over terskler være

$$V_{\text{typisk}} = 1,5 \cdot 216/(40 \cdot 2,16) = 3,75 \text{ m/s.}$$

Tersklene med større bredde vil ha mindre hastighet. Midtre del av strekningen består av en kulp, nå med største bredde ca 70 m og anslått dybde 2,8 m. Det gir $V_{\text{kulp}} = 216/70/2,8 = 1,10$ m/s..

3.3.2.4 Vannføring 216 + minstevannføring 16 = 232 m³/s

Strekningen har som før et anslått overflateareal på $1000 \cdot 60 = 60000$ m². Det medfører en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 2,27 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 136000 m³/s.

Av dette er allerede 43800 m³ lagret pga fast minstevannføring, se 3.4.1, slik at tilleggslagring blir $136000 - 43800 = 92200$ m³.

Det medfører en forsinkelse på

$$92200/232/60 = 6,6 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

Når strømmingen er stabilisert, vil *typisk vannhastighet* over terskler være

$$V_{\text{typisk}} = 1,5 \cdot 232 / (40 \cdot 2,27) = 3,83 \text{ m/s.}$$

Tersklene med større bredde vil ha mindre hastighet. Midtre del av strekningen består av en kulp, nå med største bredde ca 70 m og anslått dybde 2,9 m. Det gir $V_{\text{kulp}} = 232/70/2,9 = 1,14 \text{ m/s.}$

3.3.3 Strekning d) strykene rundt Tveitøyna

3.3.3.1 Vannføring 16 m³/s

Denne strekningen er uoversiktlig, men har et anslått overflateareal på $500 \cdot 60 = 30000 \text{ m}^2$ ved større vannføringer.

Brukes $B = 30 \text{ m}$ vil 16 m³/s medføre en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 0,46 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 7000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$7000/16/60 = 7 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning e).

3.3.3.2 Vannføring 116 m³/s

Denne strekningen er uoversiktlig, men har et anslått overflateareal på $500 \cdot 60 = 30000 \text{ m}^2$ ved større vannføringer.

Det medfører en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 1,09 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 33000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$85000/116/60 = 4,7 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

3.3.3.3 Vannføring 216 m³/s

Denne strekningen er uoversiktlig, men har et anslått overflateareal på $500 \cdot 60 = 30000 \text{ m}^2$ ved større vannføringer.

Det medfører en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 1,65 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 50000 m³/s.

Det medfører en forsinkelse på

$$50000/216/60 = 3,8 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

3.3.3.4 Vannføring 216 + minstevannføring 16 = 232 m³/s

Denne strekningen er uoversiktlig, men har et anslått overflateareal på $500 \cdot 60 = 30000 \text{ m}^2$ ved større vannføringer.

Det medfører en vannstandsstigning

$$h = (Q/B/1,7)^{2/3} = 1,73 \text{ m,}$$

som krever lagring av ca 52000 m³/s.

Av dette er allerede 7000 m³ lagret pga fast minstevannføring, se 3.5.1, slik at tilleggslagring blir $52000 - 7000 = 45000 \text{ m}^3$.

Det medfører en forsinkelse på

$$45000/232/60 = 3,2 \text{ minutter}$$

før tappingen når full effekt på strekning d).

3.3.3.5 Vannhastigheter på strekning d)

Vannhastighetene i stryket er uoversiktlige, varierer sterkt og er derfor umulig å spesifisere, men pga større helning vil de i gjennomsnitt være vesentlig større enn beregnet i avsnitt 3.3.2 for strekning c).

3.3.4 Situasjonen ved badeplassen, øverst på strekning e)

Elveløpet er her så uoversiktlig at forsøk på beregning av vanndybder og hastighet har liten verdi. Situasjonen på badeplassen kan best skjønnnes ved å sammenligne figur 2, 4 og 5.

Det som kan trekkes ut av beregningene for strekningene ovenfor er omtrentlige anslag over tiden som vil gå til det blir full virkning ved badestedet etter plutselige slipp av forskjellige vannføringer. Det finnes ved å summere beregnede forsinkelser på strekningene a) til d). Virkningen vil begynne å bli merkbar noe før tabellen viser og vil øke gradvis til full effekt.

Tabell 3 Tidsforsinkelser ved flomslipp fra Gåseflådammen, angitt i minutter

Strekning	16 m ³ /s	116 m ³ /s	216 m ³ /s	16 +216 m ³ /s
a) Dammen - Homevassevja	9	5,5	4,8	4,7
b) Gjennom Homevassevja	15	4,1	3,3	2,2
c) Homevassevja - Tveiteøyna	45	12	10	6,6
d) Runding av Tveiteøyna	7	4,7	3,8	3,2
Sum forsinkelse til badestedet	76	26,2	21,9	16,7

De tre første tallkolonnene gjelder plutselig slipp til tørt elveleie.

Fjerde tallkolonne gjelder slipp av 216 m³/s til elveleie med konstant minstevannføring 16 m³/s

4 Evaluering og kommentarer

4.1 Om allmennhetens bruk av det regulerte vassdraget

En rekke naturlige kulper gir det regulerte elveløpet strekninger med sammenhengende vannspeil og mulighet for både fiske og badeliv. Det er en viss fiskebestand i de mange kulpene i elveløpet, i flg Rapp nr 141 fra LFI-Unifob (dok 7.) Det er rimelig god adgang til nedre deler av strekningen fra traseen til den nedlagte Setesdalsbanen. Øvre strekning mellom dammen og Homevassevja har bratte sider og er vanskelig tilgjengelig. Ved liten vannføring synes de tørrlagte svabergene videre nedover å gi godt utgangspunkt for fiske. Ved større vannføringer vil de skog- og krattbevokste elvebreddene ellers gir dårlige forhold for stangfiske.

Stedet hvor lokalbefolkningen bader, ble påvist og beskrevet under befaringen. Det gjelder særlig i området nedstrøms Tveiteøyna, figur 2 (bilde 131). Det ble opplyst at det settes ut søppelkasser her i badesesongen. En av kulpene har avløp i et kort stryk, nærmest en renne, langs venstre bredd på figur 2. Det ble fortalt at det var en utbredt sport å la seg drive gjennom stryket til kulpene nedenfor. Denne er delvis dannet av en gammel fløtningsmur som går på skrå nedover elva fra vestsiden og avsluttes mot et nytt stryk. Figur 7, (bilde 167). I flg regulanten foregår bading her bare når det ikke slippes nevneverdig vann fra dammen, både pga strømforholdene i kulpene ved økte vannføringer og fordi vann fra dammen er relativt kaldt.

Andre badesteder i bruk ble ikke påpekt. Formodentlig henger det sammen med vanskelig adkomst eller dårligere solingsforhold på resten av strekningen. Det er en brukbar strand i Skaiåevja, men denne er lite populær pga lav temperatur i vannet fra kraftverket.



Figur 8. Bilde nr 167. Gammel fløtningsmur nedstrøms badestedet. Slipp av $16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kanopadling og rafting vil være mulig ved moderate vannføringer på de relativt rolige strekningene b) og c) fra Homevassevja til Tveiteøyna, men i flg opplysninger er det ikke nevneverdig slik aktivitet i dagens situasjon. Strykene videre nedover virker mer hasardiøse å forsere, selv med liten vannføring. Beregning av vannhastigheter i avsnitt 3.3.2 antyder brukbare forhold på strekning c) for vannføringer omkring $16 \text{ m}^3/\text{s}$ og noe oppover. Store flomvannføringer gir uforsvarlige forhold, særlig fordi strykene forbi og nedenfor Tveiteøyna er risikable og må unngås.

Under befaringen, se avsnitt 2.2, fikk vi erfare at vegen opp til og videre forbi dammen brukes som turveg både av syklist og bilister.

4.2 Visuelle forhold

Til sammen gir hele strekningen et varierende og instruktivt visuelt inntrykk av en typisk regulert elv med sterkt redusert vannføring. På grunn av svært uregelmessig bunn med mange naturlige kulper, og noen små sidetilløp, virker elveløpet likevel ikke dødt.

Det er rimelig bra utsikt til strekning a) og c) fra veien (den gamle jernbanetraseen) som passerer høyt over Homevassevja. Utsikten er likevel sterkt hindret av vegetasjon, figur 8 (bilde 169).

Strekning a) kan også observeres fra dammen, og strekning c) og e) ses glimtvis fra veien nedover fra Homevassevja. Badeplassen og fløtningsanleggene nedenfor Tveiteøyna har adkomst fra en kort sideveg som ender i en beskjedne rydning som brukes som parkeringsplass. Strekningen nedenfor fløtningsmuren kan observeres fra jernbanebrua like oppstrøms Skaiåevja, og ses ellers glimtvis fra veien.

Under dagens driftsforhold er det relativt hyppige avløp over dammen i vinterperioden. I snitt over året er det minst én hendelse i uka i 24,9 uker. Disse gjør at elveløpet varierer betydelig i utseende. Etter ombyggingen vil hyppigheten av driftsbestemt overløp avta sterkt, simulert til bare å inntreffe i gjennomsnitt 3,2 uker hvert år. I den grad man oppfatter stor vannføring som et viktig visuelt element, er dette en betydelig endring. Imidlertid er det visuelle inntrykket av det grovt utformede vannløpet med moderat vannføring over glattslipte svaberg og knøler også et fascinerende syn.

I følge hydrologirapporten (dok 6) kan flomvannføringer mellom 50 og 100 m³/s forventes de fleste år, i sjeldne år opptil 600 m³/s. Dette vil sørge for å holde det opprinnelig våte elveløpet fritt for vegetasjon.

Eksisterende regulering er ikke pålagt minstevannføring. Utvidelsen er derfor også planlagt uten, eller bare med slipp av en "sirkulasjonsvannføring" på 200 l/s fra dammen. Denne vannmengden tilsvarer middelavløpet fra Homevann og ventes ikke å forstyrre det biologiske regimet som er etablert gjennom snart 60 år med eksisterende regulering. Samtidig utgjør det en forbedring av dagens situasjon når det ikke er overløp fra dammen og avløpet fra Homevann samtidig er spesielt lite.

Bruk av alminnelig lavvassføring, ca 15 m³/s, som minstevannføring, som ofte kreves ved nye reguleringer, vurderes som unødvendig ut fra visuelle hensyn. Bruk av badeplassen nedstrøms Tveiteøyna baserer seg på at vannføringen er uten bidrag fra dammen store deler av sommeren. Badeplassen vil neppe kunne brukes ved så stor vannføring som 15 m³/s.

4.3 Sikkerhetsmessige forhold.

Sikkerhetsspørsmål for strekningen er først og fremst knyttet til plutselig økning av vannføringen mens det foregår friluftaktivitet i elveløpet. Overløp pga for stor tilrenning under normal drift vil utvikles langsomt pga den store overflaten i Gåseflådammen, og vil derfor gi badende og andre rimelig varsel. Et forsøk på å kvantifisere dette er gjort i kapittel 3.

Konsekvenser av en plutselig slipping av hele kraftverkets slukeevne fra dammen pga uforutsett full driftstans er behandlet nærmere i kapittel 3. Et viktig spørsmål i den forbindelse er hvor lang tid det vil ta for vannet å nå ned til f.eks badeplassen, der det er størst risiko for at mennesker kan befinne seg, og tiden det tar å varsle effektivt. Dette er belyst i tabell 3. Også evt kanoaktivitet og rafting på strekning c) vil bli utsatt i en slik situasjon, sml kommentaren i avsnitt 4.1.

Sikkerhetsmessige tiltak i dagens situasjon er bla to varselskilt ved badeplassen nedenfor Tveiteøyna. Disse skal sikre publikums påpasselighet i tilfelle økende vannføring pga slipp fra dammen. Dette virker ikke tilstrekkelig, særlig siden skiltene står for langt fra den sidevegen som fører ned til fløtningsanlegget og parkeringsplassen for badende. Et større forklarende skilt ved avkjørselen vil være å anbefale..

I forskjellige dokumenter er det nevnt at etablering av minstevannføring, ca 15 m³/s, vil kunne hindre bruk av badeplassen, og dermed indirekte være et sikkerhetstiltak. Så stor vannføring

forekommer imidlertid også av og til i badesesongen med dagens regulering. Vi har forstått det slik at lokalbefolkningen har den nødvendige oversikt, slik at badeplassen ikke brukes i slike tilfeller, både av sikkerhetsmessige og temperaturmessige årsaker. Slipp av minstevannføring vil kunne utløse annen bruk av strekningen i form av padling, rafting og fiske. En slik bruk vil kunne foregå helt opp til Homevassevja.

4.4 Momenter for å vurdere fast minstevannføring som sikkerhetstiltak

Minstevannføring pålegges vanligvis som miljø- og biotiltak, og er bla nevnt i dok 1 (konsesjonssøknaden) og i dok 7 om forholdene for fisk. Når ikke andre grunner er viktige, velges oftest såkalt "alminnelig lavvannføring" som minstevannføring, etter opplysning vil det her si ca 15 m³/s.

I dokumentene er minstevannføring også nevnt som et sikkerhetstiltak, ut fra tanken om at den vil holde publikum borte fra elveløpet, og dermed hindre risikosituasjoner ved plutselig slipping av hele kraftverkets driftsvannføring pga linjefeil ol.

Det kan være grunner her for å vurdere om minstevannføring skal pålegges, og i tilfelle om "alminnelig lavvannføring" er riktig valg:

Først noen momenter til dagens situasjon:

- Strekningen mellom Gåseflådammen og Skaiåevja har vært uten konstant minstevannføring i snart 60 år. Det har etablert seg et biologisk miljø som ser ut til å fungere: Fisk er til stede i kulpene selv langt opp mot damlegemet. Det vil være rimelig å anta at de uregelmessige overløp av overflodsvann fungerer tilfredstillende for de biologiske forhold i dag.
- Vannføringen fra dammen varierer nå fra 0 til nær 600 m³/s. Alt tilsig opp til 116 m³/s brukes normalt av kraftverket, resten slippes i elva. Historisk har det i et tørt år, 1996, vært registrert vannslipp bare kortere perioder i 5 uker, i et vått år, 1967, har det vært vannslipp i løpet av 42 uker. Gjennomsnittlig antall uker med vannslipp er beregnet til 24,9.
- Svabergene som ligger tørrlagte ved vanlige vannføringer, er gunstige for fiske og friluftsliv. De holdes rene for vegetasjon av regelmessige flommer, mens det er tett vegetasjon og til dels svært bratt ellers langs elveløpet
- Eksisterende regulering er gunstig for bruk av stedets lokale badeplass. Det er rimelig mange perioder i sommersesongen med liten nok vannføring til å gi sikre badeforhold. En badeplass i en elv med kulper og stryk har alltid sine risikomomenter, men det lokale publikum har tilpasset seg situasjonen med uregelmessige variasjoner av vannføringen, og holder seg borte når det er for stort slipp av vann. Dette skyldes like mye at vannet fra dammen er kaldt, som hensyn til økt risiko ved uforsiktighet under badingen.
- Det er ikke kjent at kano eller rafting er i bruk i dag. Strekningen mellom Homevassevja og Tveiteøyna, ca 1 km, er antagelig brukbar til dette når vannføringen er moderat. En permanent minstevannføring vil kunne innebære slik bruk.
- Ved tvungen stopp av kraftverket kan det bli nødvendig å slippe 116 m³/s på kort varsel. Dette vil bruke ca 26 minutter for å nå badeområdet med full effekt. I innledende fase av et lastavslag vil vannføringen være jevnt økende og godt synlig da vannføringen i utgangspunktet er svært begrenset.

Så noen momenter til den foreslåtte utvidelsen av kraftverket:

- Strekningen vil uten minstevannføring få lengre perioder uten vannslipp fra dammen.

- Vannføringen fra dammen uten minstevannføring vil ha nesten samme variasjonsspenn som nå, men det vil bli vesentlig færre uker med vannslipp, gjennomsnittlig bare i 3,2 uker pr år.
- De store flommene vil passere dammen omtrent med samme frekvens som før, men redusert med ca $100 \text{ m}^3/\text{s}$ som går i det nye aggregatet.. Det vil fortsatt ventelig være nok til å holde elveløpet fritt for vegetasjon.
- Endringen vil uten minstevannføring bedre mulighetene og øke lengden på brukbare perioder for bading på den tradisjonelle plassen. Den viktigste kulpen vil alltid ha nok vann fra Homevann. Med minstevannføring lik "alminnelig lavvannføring" vil badeplassen antagelig bli ubrukelig for vanlig bading.
- Strekning c) som muligens egner seg for kano og rafting, vil vanligvis få noe vannføring fra Homevann, men dette ventes å gi for lite vannføring for fri passasje i de to mellomstrykene. Det vil alltid være nok vann i de langstrakte kulpene.
- Ved tvungen stopp av kraftverket kan det bli nødvendig å slippe $216 \text{ m}^3/\text{s}$ på kort varsel. Denne slippbølgen vil bruke ca 22 minutter for å nå badeområdet, dersom det ikke går annen vannføring i løpet på forhånd. Dersom det på forhånd slippes en minstevannføring på $15 \text{ m}^3/\text{s}$ vil ankomsttiden reduseres til ca 17 minutter.
- Med en "sirkulasjonsvannføring", f eks 200 l/s , vil nødvendig fornyelse av vannet i kulper være sikret. Denne vannføringen ventes ikke å komplisere badeforholdene. Den er også så beskjeden at den ikke vil påvirke ankomsttiden for tvungent vannslipp eller andre større overløp nevneverdig.
- I innledende fase av et lastavslag vil vannføringen være jevnt økende og godt synlig hvis det kun slippes en "sirkulasjonsvannføring". Hvis det i utgangspunktet går en minstevannføring på $15 \text{ m}^3/\text{s}$ vil vannføringsøkningen være vesentlig vanskeligere å oppdage.