

Agder Energi Produksjon



IVELAND KRAFTVERK

Utvidelse av Iveland kraftverk

Fagrappport om hydrologiske forhold

RAPPORT

Rapport nr.: 140871 - 1	Oppdrag nr.: 140871	Dato: 13.03.2007	
Oppdragsnavn: Utvidelse av Iveland kraftverk – fagrapport hydrologi			
Kunde: Agder Energi Produksjon AS			
IVELAND KRAFTVERK Utvidelse av Iveland kraftverk Fagrapport om hydrologiske forhold			
Emneord: Iveland, hydrologi, KU, vannføring, vannstand, strømningsforhold, lokalklima, frostrøyk, is, hydrogeologi			
Sammendrag: I forbindelse med konsesjonssøknad om en utvidelse av Iveland kraftverk med et nytt aggregat og nytt inntak, tilløpstunnel og utløpstunnel, er det utarbeidet en fagrapport som beskriver endringer i hydrologiske forhold. Det vil primært bli endringer i vannføringsforholdene, grunnet økt kapasitet gjennom kraftstasjonen, på elvestrekningen i Otra fra dammen i inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og ned til utløpet fra eksisterende kraftstasjon. Dersom det velges et alternativ på den nye utløpstunnelen noe nedstrøms dagens kraftstasjon, vil dette medføre reduksjoner i gjennomstrømning og vannstander i kulpen ut for eksisterende kraftstasjon. Nytt inntak innerst i Dalanekilen vil medføre endringer i strømningsforholdene i denne delen av Gåseflåfjorden, samt gjøre at kilen sannsynligvis vil bli isfri så lenge det er drift i stasjonen.			
	Rev.:	Dato:	Sign.:
Utarbeidet av: Jan-Petter Magnell, Kjetil Sandsbråten og Amund Gaut			
Kontrollert av:			
Oppdragsansvarlig: Kjell Huseby	Oppdragsleder / avd.: Jan-Petter Magnell		

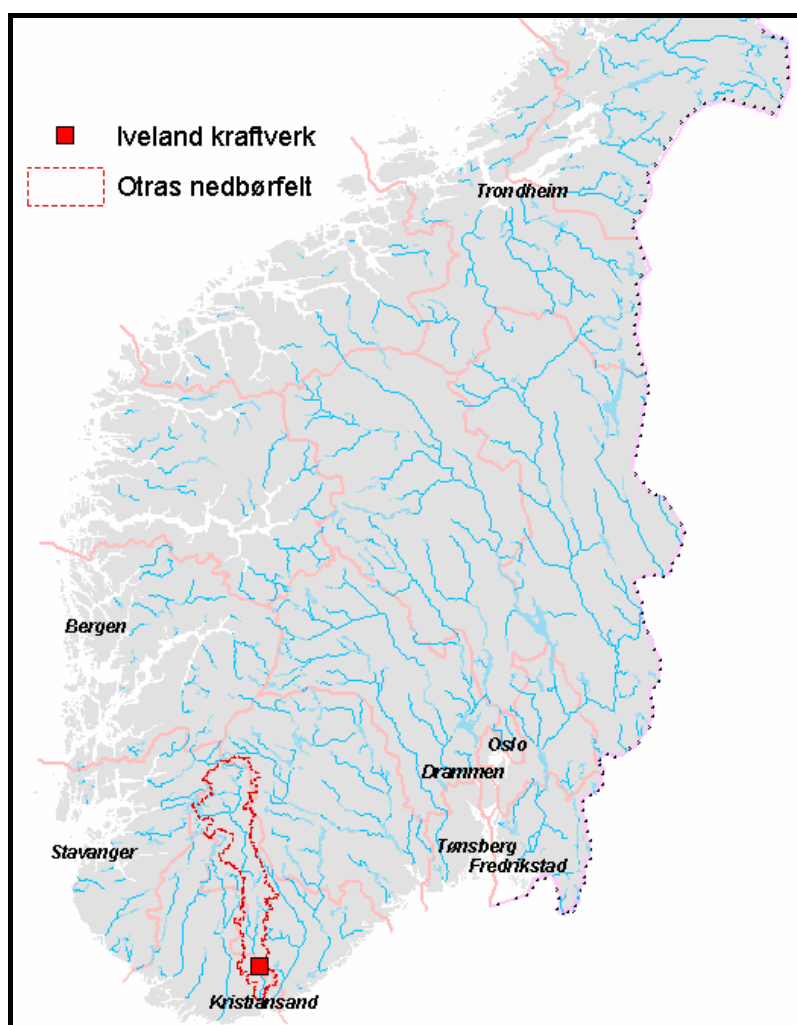
INNHold

1	INNLEDNING	3
2	TEKNISKE BESKRIVELSER	4
2.1	DAGENS IVELAND KRAFTVERK	4
2.2	UTVIDET IVELAND KRAFTVERK	4
3	METODE OG DATAGRUNNLAG	5
4	DAGENS SITUASJON	6
4.1	VANNSTANDSFORHOLD	6
4.1.1	<i>Inntaksmagasinet Gåseflåfjorden</i>	6
4.1.2	<i>Utløpsområde</i>	8
4.2	VANNFØRINGSFORHOLD	8
4.2.1	<i>Restfelt mellom inntak og utløp</i>	10
4.3	STRØMNINGSFORHOLD	11
4.3.1	<i>Dalanekilen</i>	11
4.3.2	<i>Utløpsområde</i>	12
4.4	VANNTEMPERATUR OG ISFORHOLD	13
4.4.1	<i>Vanntemperatur</i>	13
4.4.2	<i>Isforhold</i>	15
4.5	LOKALKLIMA / FROSTRØYK	16
4.5.1	<i>Meteorologiske observasjoner</i>	16
4.5.2	<i>Frostrøyk</i>	17
5	UTVIDET IVELAND	18
5.1	VANNSTANDSFORHOLD	18
5.1.1	<i>Magasiner</i>	18
5.1.2	<i>Utløpsområde</i>	18
5.2	VANNFØRINGSFORHOLD	19
5.2.1	<i>Rett nedstrøms dam/inntak i Otra (Punkt 1)</i>	21
5.2.2	<i>Otra før utløpskulpen fra Iveland kraftverk (Punkt 2)</i>	24
5.2.3	<i>I Kattfossen (Punkt 3)</i>	27
5.3	STRØMNINGSFORHOLD	30
5.3.1	<i>Dalanekilen</i>	30
5.3.2	<i>Utløpsområde</i>	31
5.4	VANNTEMPERATUR OG ISFORHOLD	32
5.4.1	<i>Vanntemperatur</i>	32
5.4.2	<i>Isforhold</i>	32
5.5	LOKALKLIMA / FROSTRØYK	32
6	HYDROGEOLOGISKE FORHOLD OG MULIGE KONSEKVENSER AV NY TUNNEL	34
7	REFERANSER	36
8	VEDLEGG – KARAKTERISTISKE UKESVANNFØRINGER	37

1 INNLEDNING

I forbindelse med Agder Energi Produksjon AS (AEP) sine planer for en utvidelse av Iveland kraftverk i Otravassdraget (jf. Figur 1) har SWECO Grøner fått i oppdrag å utarbeide en fagrapport om hydrologiske forhold. Rapporten gir en oversikt over dagens situasjon og framtidige konsekvenser på vannførings- og vannstandsforhold, strømningsforhold, lokalklima, vanntemperatur- og isforhold og hydrogeologi i det berørte området.

Rapporten er utarbeidet i henhold til NVEs fastsatte utredningsprogram av 21.9.2006 og i henhold til NVEs veileder for konsesjonsbehandling av vannkraftsaker (NVE 1998).



Figur 1 Geografisk plassering av prosjektområde

2 TEKNISKE BESKRIVELSER

Det er nedenfor gitt en kortfattet beskrivelse av eksisterende Iveland kraftverk og den planlagte utvidelsen. Beskrivelsen bygger på meldingen datert 23.1.2006 og på den tekniske forprosjektrapporten for prosjektet (Norconsult 2006), samt på annen informasjon mottatt fra AEP i forbindelse med denne studien.

2.1 Dagens Iveland kraftverk

Iveland kraftverk utnytter fallet fra Gåseflåfjorden og ned til samløpet mellom Otra og Frøysåna. Fallet er ca 50 m høyt, og elvestrekningen som berøres med redusert vannføring er ca 3,5 km lang. Kraftverket slik det er i dag ble bygget i årene 1949 til 1955. Stasjonen har en installert effekt på 45 MW fordelt på tre aggregater, og med en slukeevne på 116,4 m³/s. Dam, inntak, vannvei, kraftstasjon og berørt elvestrekning er vist på kartet fra meldingen i figur 2.

Høyeste regulerte vannstand (HRV) i inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og i oppstrøms Kilefjorden er på kote 167. Kilefjorden er tillatt regulert 0,87 m mens Gåseflåfjorden kan reguleres 4 m. Under normal drift ligger vannstanden i inntaksmagasinet stabilt tett oppunder HRV.

Fra inntaket ledes vannet i en ca 2 km lang tunnel ned til kraftstasjonen, som ligger i dagen rett ved samløpet med Frøysåna. Når vannføringen i Otra er større enn slukeevnen i stasjonen, åpnes flomlukene i Gåseflådammen og vannet slippes ned det naturlige elveleiet. Når hele vannføringen kan utnyttes gjennom stasjonen, slippes det intet vann fra Gåseflådammen, og elveleiet er tilnærmet tørrlagt på strekningen nedstrøms dammen.

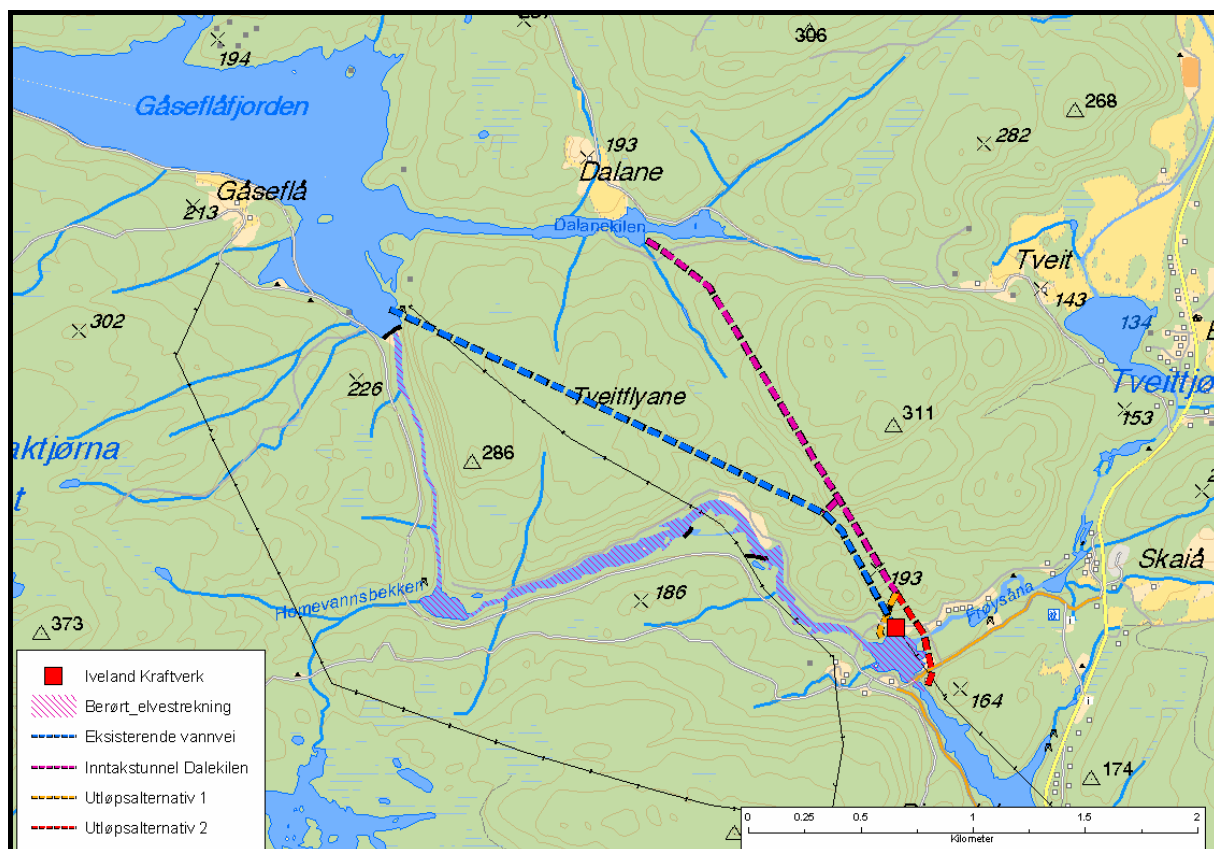
Ved utløpet fra kraftstasjonen er det en liten kulp i Otra med en liten strykestrekning i utløpet, Kattfossen, før elva fortsetter som inntaksmagasin til Nomeland kraftverk.

2.2 Utvidet Iveland kraftverk

Utvidelsen består i et nytt aggregat (nr 4) som vil bli plassert i fjell atskilt fra eksisterende stasjon. Det vil bli etablert et nytt inntak innerst i Dalanekilen, med ny tilløpstunnel og ny utløpstunnel som vist på kartet i Figur 2. For det nye utløpet er det to alternativer. Utløpstunnelen legges rett vest for dagens kraftstasjon (i denne rapporten kalt alternativ 1), eller utløpstunnelen kommer ut noe lenger nedstrøms, nedenfor Kattfossen (alternativ 2). For det siste alternativet vil fallhøyden bli økt med ca 0,3 m.

Aggregat 4 vil få en installert effekt på 45 MW og slukeevne på 100 m³/s, slik at Iveland kraftverk etter utvidelsen vil ha en samlet installert effekt på 90 MW og total slukeevne på 216,4 m³/s. Lengden på den nye tilløpstunnelen blir ca 2 km. Ved øvre svingekammer lages det en forbindelse til eksisterende tilløpstunnel, som kan avstenges med luke slik at både eksisterende Iveland og det nye aggregatet kan kjøres selv om en av tilløpstunnelene er avstengt. Kapasiteten på forbindelsen mellom de to tilløpstunnelene vil være på ca 70 m³/s.

Utvidelsen medfører ingen endringer i reguleringsgrensene i inntaksmagasinet, og heller ingen endringer på selve dammen i Gåseflåfjorden.



Figur 2 Vannveier Iveland kraftverk, for eksisterende stasjon og etter utvidelsen

3 METODE OG DATAGRUNNLAG

Utvidelsen av Iveland medfører ingen nye inngrep som vil påvirke uregulerte elvestrekninger. Det vil bli endringer i vannføringsforholdene på elvestrekningen fra dammen og ned til kraftstasjonen, grunnet reduserte flømtap, og det vil, med alternativ 2 for utløpstunnelen, også bli endringer i forholdene i kulpen ved samløpet med Frøysåna.

Før-situasjonen vil være en beskrivelse av dagens regulerte situasjon. Sentralt i beskrivelsen av dagens situasjon er driftsdata fra kraftverket, sammen med observerte data i nærheten av Iveland og fra andre målestasjoner i Otravassdraget og i nærliggende vassdrag. For å kunne vurdere virkningene med et utvidet Iveland best mulig, er simuleringer foretatt av AEP for en periode på mer enn 50 år. Simuleringene med dagens Iveland kraftstasjon og etter utvidelsen av Iveland er lagt til grunn i beskrivelsene av virkninger i inntaksmagasinet og på berørte elvestrekninger.

Det er innhentet diverse opplysninger fra AEP etter mange års drift av vassdraget og Iveland kraftverk. Det har, i forbindelse med arbeidet med hydrologistudien, vært avholdt møte med aktuelt personell fra AEP inklusive en oversiktsbefaring på Iveland.

Benyttede data, simuleringsresultater og annen informasjon er nærmere omtalt i beskrivelsene av dagens situasjon og med et utvidet Iveland kraftverk.

4 DAGENS SITUASJON

4.1 Vannstandsforhold

4.1.1 Inntaksmagasinet Gåseflåfjorden

Gåseflåfjorden er demmet opp slik at magasinet har felles HRV på kote 167 med vannet oppstrøms, Kilefjorden. Til sammen utgjør disse to vannene inntaksmagasinet til Iveland kraftverk. Dammen og inntaket i Gåseflåfjorden er vist i Figur 3.

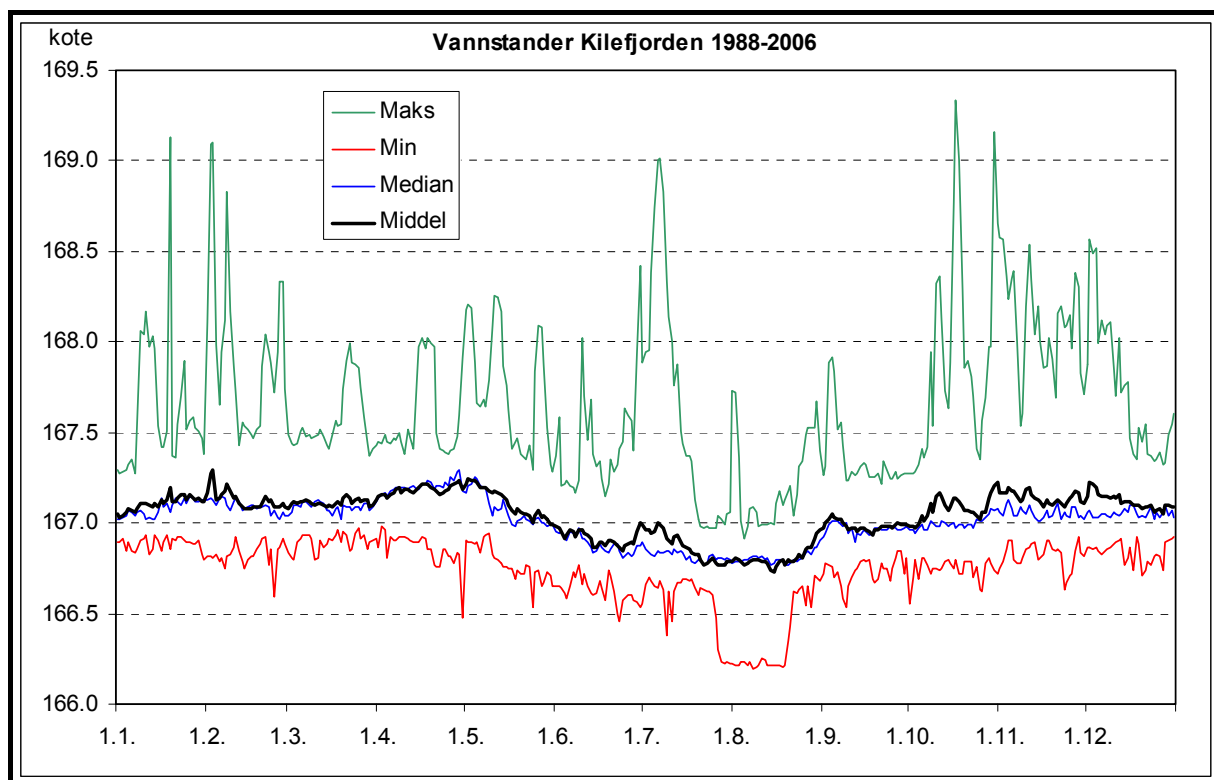
Det er imidlertid et forholdsvis trangt sund mellom magasinene som gjør at under vanlig drift vil som oftest vannstanden i Kilefjorden ligge litt høyere enn vannstanden i Gåseflåfjorden, jf. kartet i Figur 11.

Fra observerte daglige vannstander i Kilefjorden for perioden 1998 – 2006 er maksimums-, median, minimums- og middelvannstander vist i Figur 4.

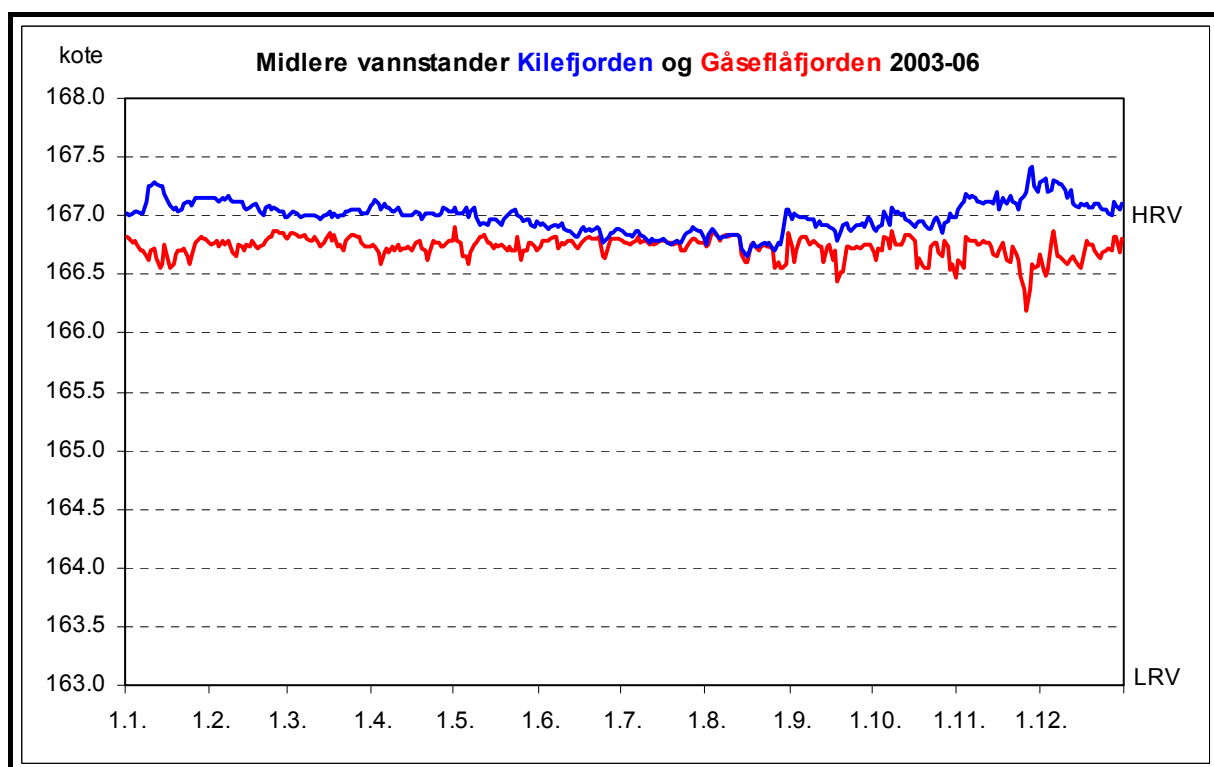
Magasinene utnyttes normalt ikke til vanlig regulering, og vannstanden i Gåseflåfjorden holdes vanligvis nær HRV. Midlere daglige vannstander i Kilefjorden og Gåseflåfjorden for perioden 2003 – 2006 er vist i Figur 5.



Figur 3 Eksisterende inntak til Iveland kraftverk i Gåseflåfjorden.



Figur 4 Variasjoner i daglige vannstander i Kilefjorden (1998 – 2006)



Figur 5 Sammenstilling av midlere vannstander i Kilefjorden og Gåseflåfjorden. I figuren er HRV og LRV i Gåseflåfjorden vist.

4.1.2 Utløpsområde

I kulpen ved det eksisterende utløpet fra kraftstasjonen renner Frøysåna sammen med Otra. Frøysåna har et forholdsvis stort nedbørfelt på 71,1 km² og gir et ikke ubetydelig vannføringsbidrag til hovedelva. Vannstanden i kulpen varierer med vannføringen, som til enhver tid er summen av restvannføringen i Otra, vannføringen i Frøysåna og driftsvannføringen i kraftstasjonen. Naturlig vannstand i kulpen er på tidligere tegninger oppgitt til kote 116,7. Stryket i utløpet av kulpen, som kalles Kattfossen, er oppgitt å ha en høyde på ca 0,3 m. AEP oppgir en normalhøyde i inntaksmagasinet til Nomeland kraftverk, som begynner straks nedstrøms Kattfossen, på kote 116,5.

Det ble i noen år på 1980-tallet foretatt vannstandsregistreringer i kulpen ved kraftstasjonen, og disse registreringene viste noe variasjon i vannstandene. Imidlertid var de registreringene åpenbart gjort i et litt ulikt høydegrunnlag enn de høydene en opererer med i dag, et grovt anslag ga en middelvannstand på ca kote 116,2. I tillegg var det ikke oppgitt noen verdier for vannføringen inn i kulpen, slik at det ble ikke prioritert å foreta noen ytterligere bearbeiding av vannstandsregistreringene, de foreligger kun i håndskrevne tabeller.



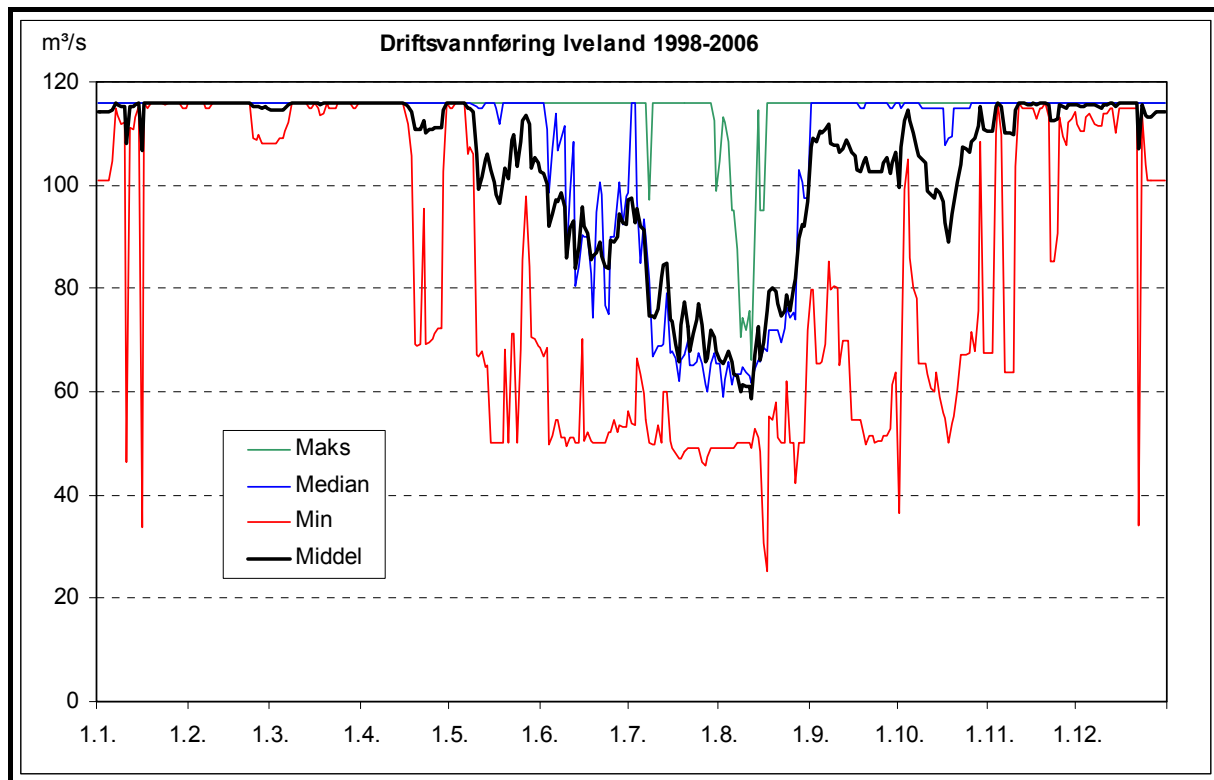
Figur 6 Utløpet av eksisterende Iveland kraftverk

4.2 Vannføringsforhold

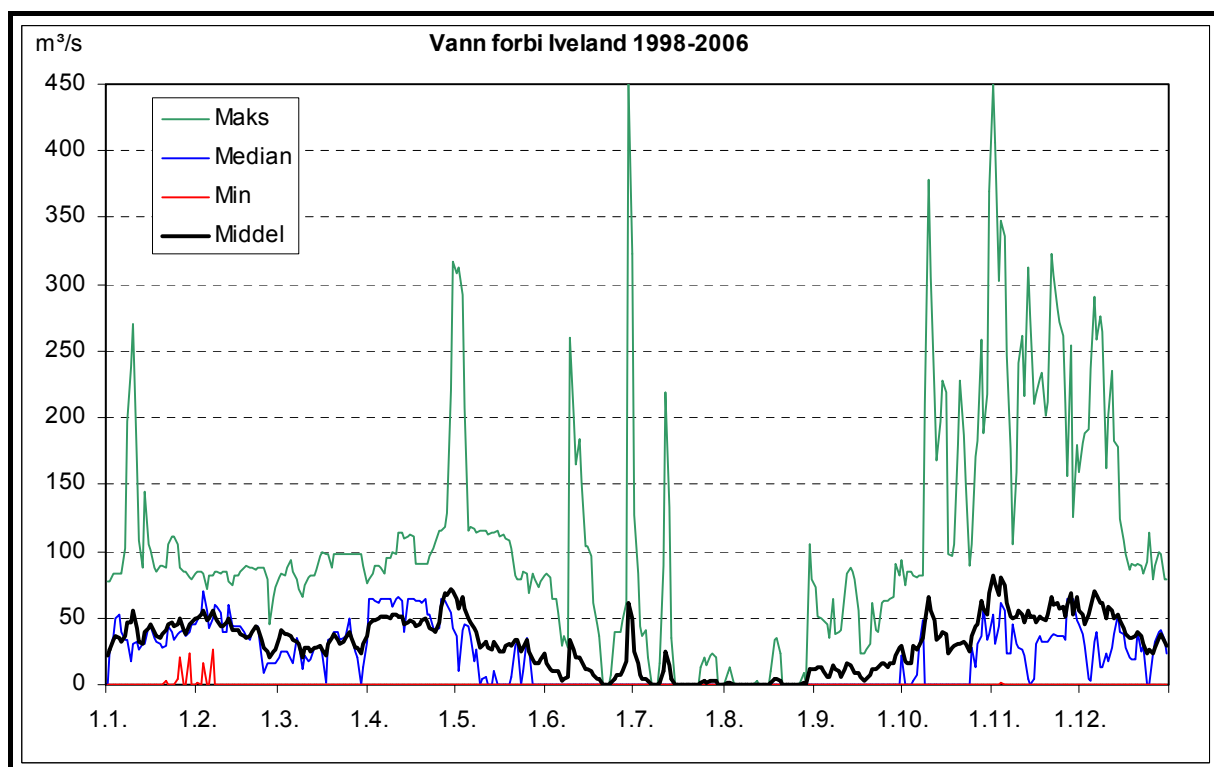
For perioden 1998 – 2006 finnes daglige data for driftsvannføring i Iveland kraftverk og vannmengder gjennom lukene i Gåseflådammen. Siden installasjonen i eksisterende Iveland kraftverk er liten sammenlignet med middelvannføringen i Otra, har det vanligvis vært til dels betydelige flomtap forbi Iveland. Årsmiddelvannføringen til Iveland kraftverk er oppgitt til 130 m³/s, mens slukeevnen i dagens Iveland er på 116,4 m³/s.

Dagens Iveland er også simulert for en sammenligning med et utvidet Iveland. Resultater fra simuleringene for både dagens situasjon og etter utvidelsen er vist i kapittel 5.

Variasjoner i observerte driftsvannføringer er vist i Figur 7. Som det framgår av figuren går stasjonen stort sett hele tiden, og det produseres vanligvis på alt tilsiget opp til maksimal slukeevne før overskytende slippes forbi dammen. Vann som er sluppet forbi på dammen er vist i Figur 8. Som det går fram av figuren er det bare på sommeren det nesten aldri må slippes vann gjennom dammen.



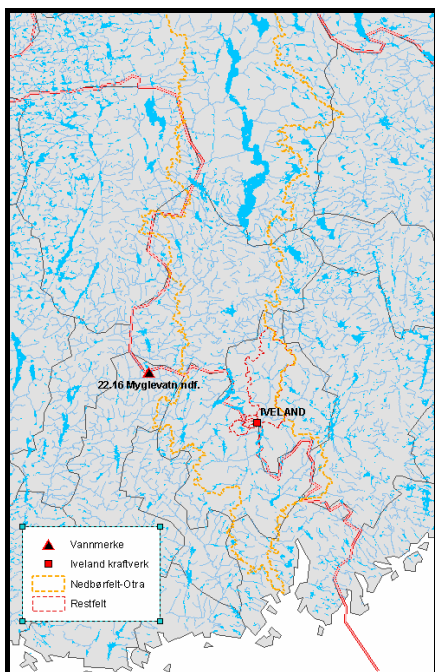
Figur 7 Observert driftsvannføring på døgnbasis for perioden 1998 – 2006



Figur 8 Vann sluppet gjennom dammen i det naturlige elveleiet

I årene 1998 – 2006 var gjennomsnittlig vannmengde utnyttet i kraftstasjonen på 104,1 m³/s mens gjennomsnittlig vannmengde som ble sluppet forbi dammen og ned det naturlige elveleiet var på 30,5 m³/s, eller på i overkant av 20 % av totalvannføringen.

For å beskrive vannføringsbidrag fra restfeltene nedstrøms dammen er avløpsstasjonen 22.16 Myglevatn ndf. i Mandalsvassdraget benyttet. Stasjonen har data for perioden 1952 – 2005. Lokaliseringen er vist i Figur 9.



Figur 9 Benyttet uregulert vannmerke

I en gjennomgang av tilsigsseriene for kraftverkene i Otravassdraget som AEP gjorde i 2006 (Sorteberg 2006) ble denne avløpsstasjonen funnet å være den mest representative enkeltstasjonen for lokaltilsiget fra delfeltene nedstrøms Byglandsfjord.

4.2.1 Restfelt mellom inntak og utløp

Nedbørfeltene mellom inntaket til - og utløpet av Iveland kraftverk er digitalisert på N50 digitalt kartgrunnlag. Feltarealer er beregnet ved bruk av ArcGIS 9.2. Midlere spesifikk avrenning for hvert delfelt er beregnet med disse utarbeidede feltgrenser og digitalt avrenningskart over Norge for perioden 1961-1990, utgitt av NVE i 2002.

Mellom inntaket og utløpet av eksisterende Iveland kraftverk består over halvparten av restfeltet på strekningen av tilløp fra delfeltet til bekken fra Homevatnet (5,05 km²) mens tilsig fra de resterende 3,9 km² kan anses som diffust tilsig med enkelte mindre bekkedrag. Bidraget fra Homevatnet kommer inn ca 1,2 km nedstrøms dammen og er største bidragsyter til restvannføring i perioder hvor det ikke er overløp/tapping over dammen.

I kulpen nedstrøms eksisterende Iveland og oppstrøms Kattfossen kommer det inn et stort uregulert sidefelt, Frøysåna (71,1 km²).

Oversiktskart over delfeltene, med unntak av øvre deler av Frøysåna, er vist i Figur 11. Beregnede verdier for arealer, spesifikk og midlere vannføring for de forskjellige delfeltene er vist i Tabell 1.



Figur 10 Bekken fra Homevatnet



Figur 11 Delfeltarealer nedstrøms dammen i Gåseflåfjorden

Tabell 1 Beregnede verdier for arealer samt spesifikk og midlere vannføring fra de enkelte delfeltene mellom inntak og eksisterende/utvidet Iveland kraftverk.

Delfelt nummer	Delfeltbeskrivelse	Areal i km ²	Midlere spesifikk avrenning i l/s·km ² i perioden 1961-1990	Qm i m ³ /s i perioden 1961-1990
1	Restfelt mellom dam og ned til utløp fra Homevatnfeltet	0,77	34,60	0,03
2	Homevatnfeltet	5,057	36,08	0,18
3	Restfelt nedstrøms utløp Homevatnfeltet	3,12	34,24	0,11
	Restfelt mellom inntak og utløp, (Alternativ 1)	8,94	35,31	0,32
4	Frøysåna	71,14	38,08	2,71
5	Lokalt restfelt til utløpskulpen	0,85	36,41	0,03
	Restfelt mellom inntak og utløp, (Alternativ 2)	80,93	37,76	3,06

En beskrivelse av vannføringsforholdene i Otra før kulpen ved eksisterende kraftstasjon er gitt i kapittel 5.2.2, der virkninger av utvidelsen av Iveland kraftverk er beskrevet.

4.3 Strømningsforhold

4.3.1 Dalanekilen

Dalanekilen er i dag en smal "fjordarm" i Gåseflåfjorden, med et bidragende lokalt nedbørfelt på ca. 3,5 km². Det midlere tilsiget til området utgjør om lag 0,13 m³/s. Dette gjør at vannstrømmen gjennom dette området i dag er meget beskjeden. Området er vist på kart i Figur 12 og i Figur 13.



Figur 12 Oversiktskart over Dalanekilen og bidragende nedbørfelt.



Figur 13 Innerst i Dalanekilen og sett utover mot Gåseflåfjorden.

4.3.2 Utløpsområde

Utløpet fra Iveland kraftverk, restvannføringen i Otra og tilløpet fra Frøysåna kommer i dag alle ut i den samme kulpen. De to førstnevnte utgjør de største påvirkningene og gjør at strømpåvirkningen på elvebredden er kraftigst på den sørvestlige delen av kulpen. Området her består for det meste av eksponert fjell i dagen og erosjonsfaren anses som liten under dagens situasjon.

Dybdekart over kulpen er vist i Figur 14.



Figur 14 Dybdekart over utløpskulpen.

4.4 Vanntemperatur og isforhold

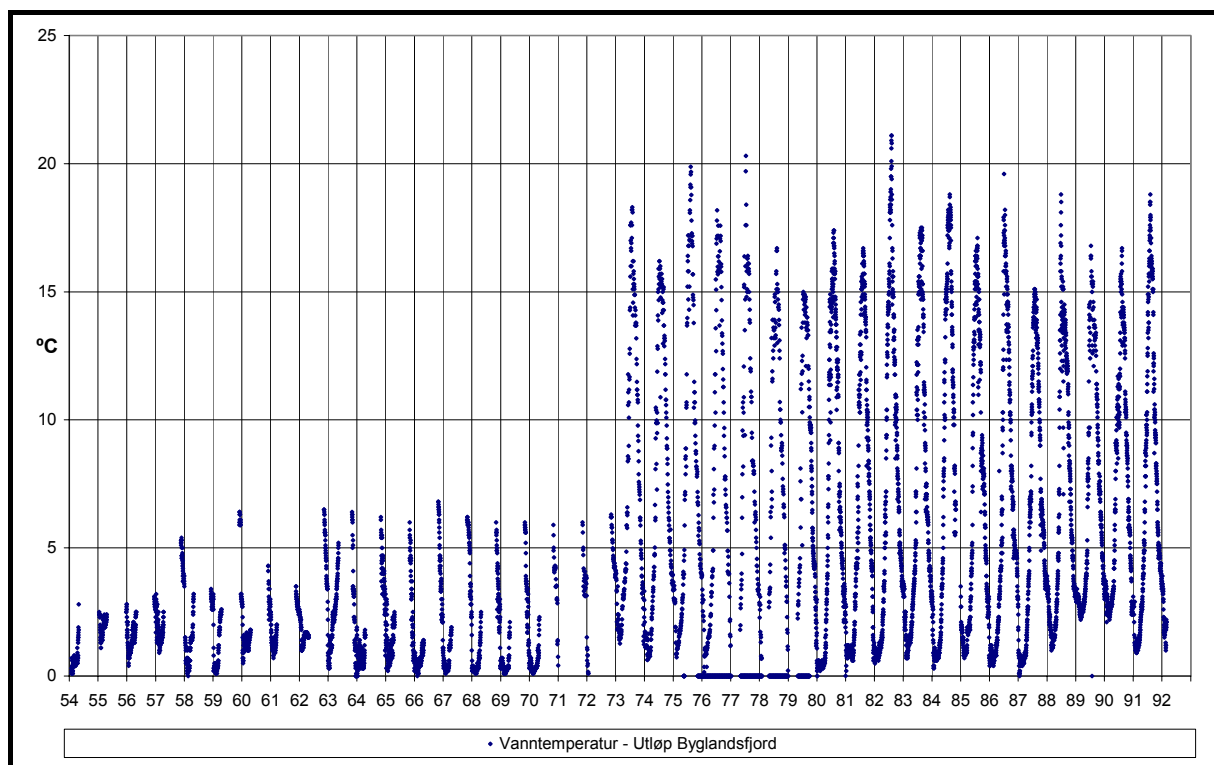
4.4.1 Vanntemperatur

Det eksisterer ingen vanntemperaturobservasjoner direkte i det aktuelle prosjektområdet. Derimot finnes en serie oppstrøms ved utløpet av Byglandsfjorden (21.88.28.1003.1) for perioden januar 1954 til februar 1992. Serien har bare vinter- og vårmålinger i perioden frem til 1973, deretter tilnærmet daglige målinger. Serien er vist i Figur 15.

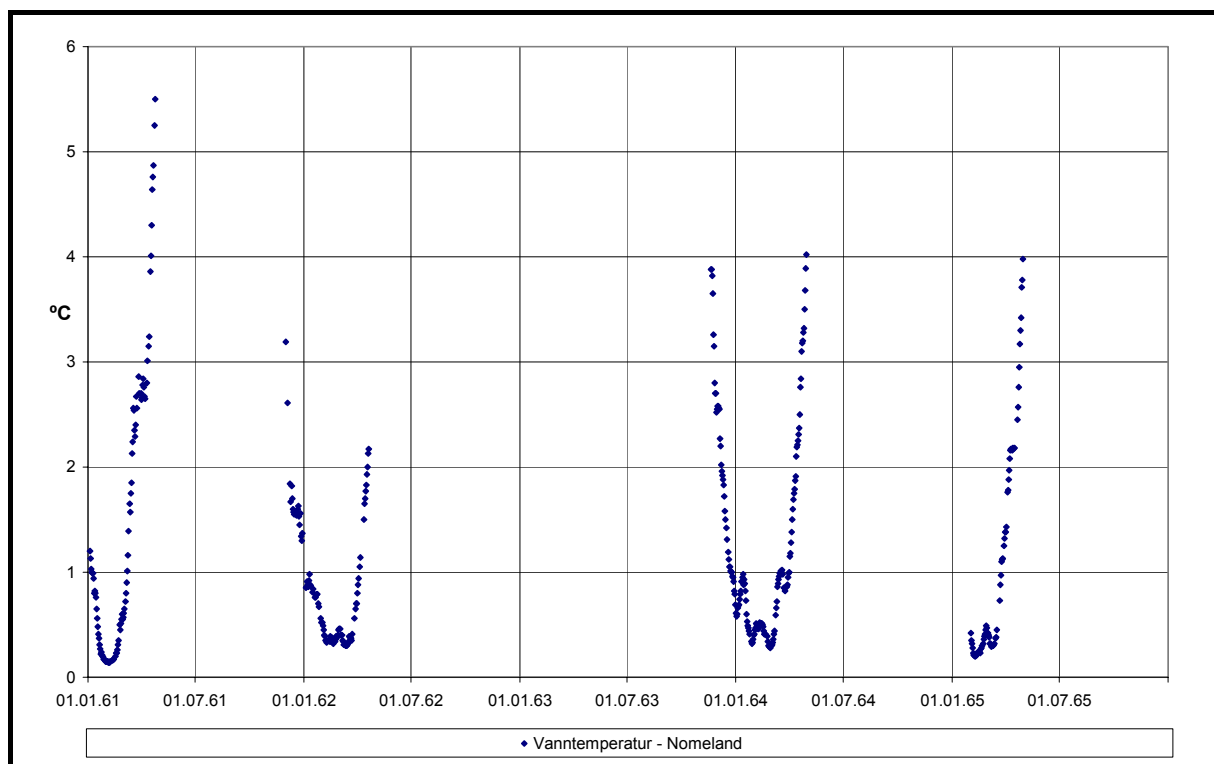
Ved Nomeland (21.10.0.1003.1), ca. 4 km nedstrøms Iveland, eksisterer det målinger i kun en kortere periode mellom januar 1961 og april 1965 i vinter og vårperioden. Data er vist i Figur 16

Sammenligninger med observasjonene fra utløpet av Byglandsfjord viser et relativt lite avvik mellom de to målepunktene. Nomeland ligger generelt ca 0,5 - 1 °C lavere i vinterperioden, men blir noe varmere enn vannet fra Byglandsfjord fra mars/april som illustrert i Figur 17 for årene 1963-1965. Vanntemperaturene ved inntak i Gåseflåfjorden antas å ligge i nivå mellom disse to.

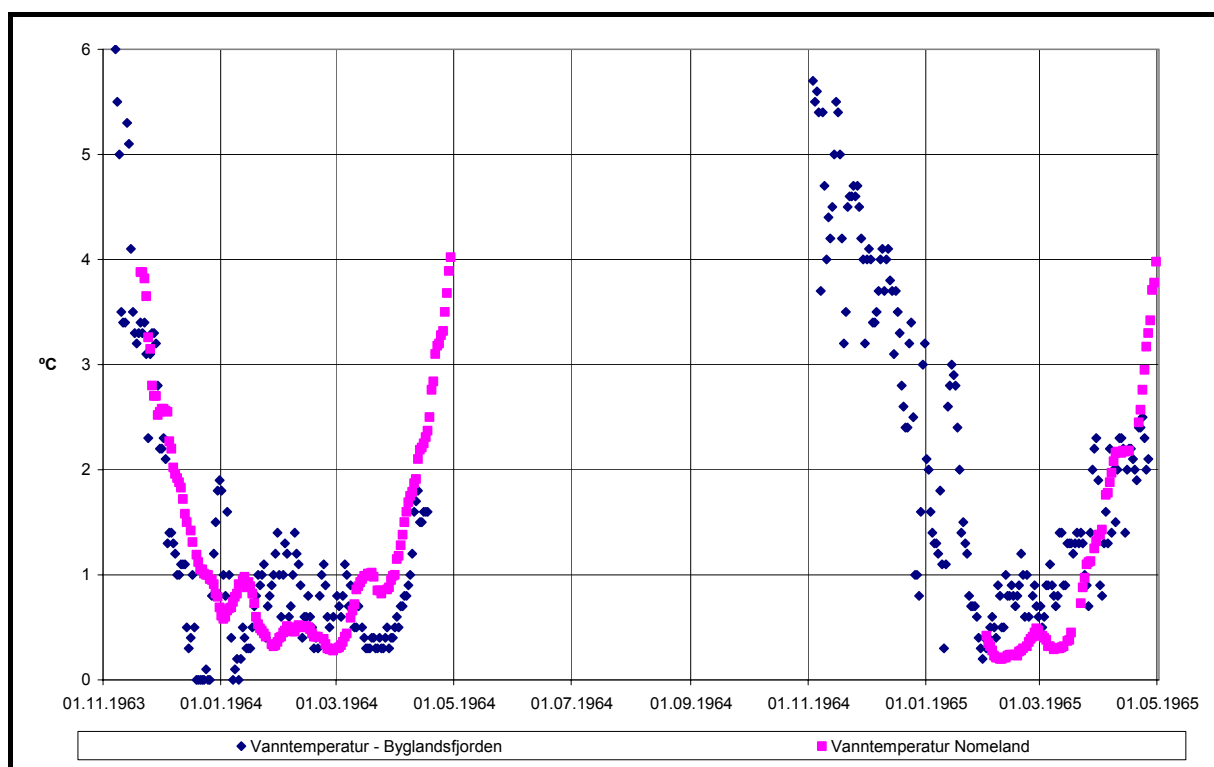
Midlere, maksimale og minste vanntemperatur over hele måleperioden for målepunktet i utløpet av Byglandsfjorden er vist i Figur 18.



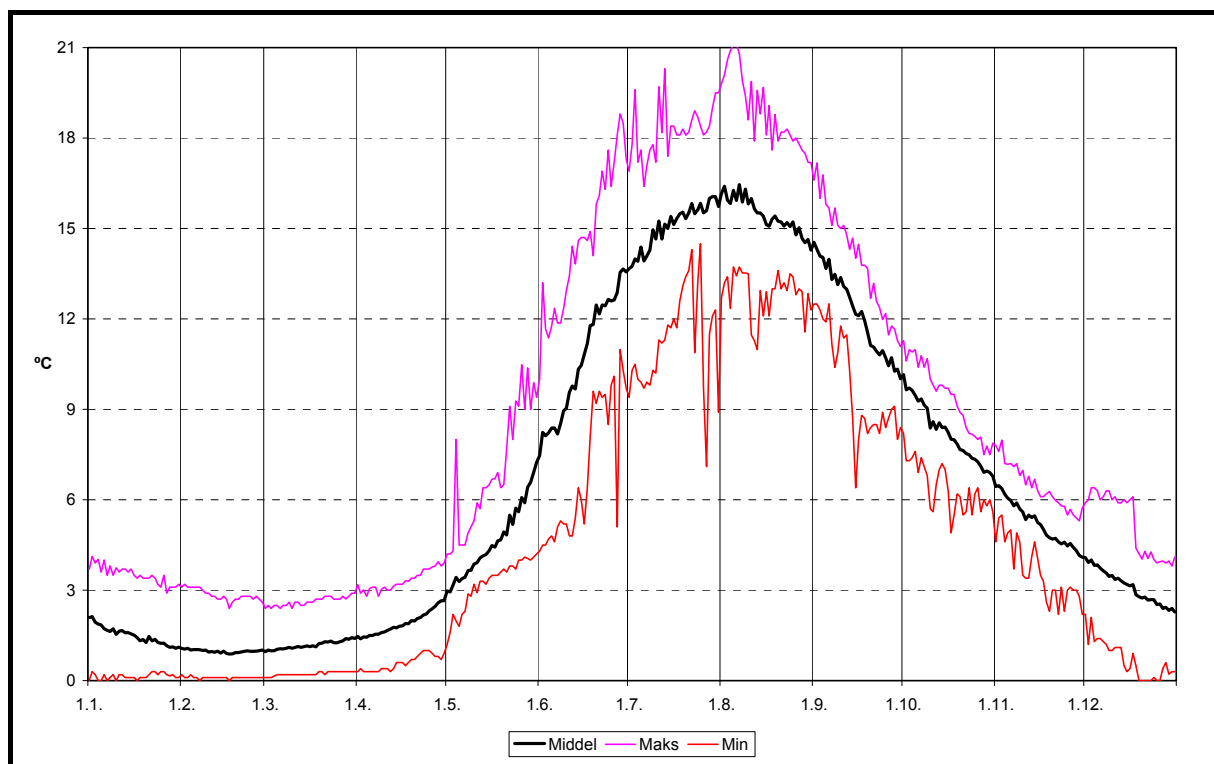
Figur 15 Vanntemperaturobservasjoner ved utløpet av Byglandsfjord (21.88.28.1003.1) for perioden 1954-1992.



Figur 16 Vanntemperaturobservasjoner ved Nomeland (21.10.0.1003.1) for perioden 1961-1965.



Figur 17 Samvariasjon av vanntemperatur ved Nomeland og i Byglandsfjorden i årene 1963-1965.



Figur 18 Maksimums-, minimums- og midlere vanntemperatur ved utløpet av Byglandsfjord i perioden 1954-1992. (21.88.28.1003.1)

4.4.2 Isforhold

Det eksisterer ingen offisielle observasjoner av is i området. Men fra AEP er det opplyst at det er jevnlig, om ikke hvert år, islegging på Gåseflåfjorden. Området nær inntaket vil hovedsakelig også i dag være isfritt.

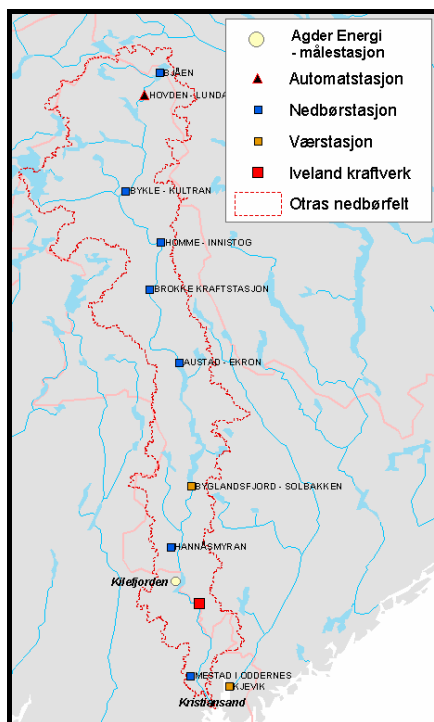
Dalanekilen er i dag en noe avsondret smal kile med liten vannutveksling, og er sannsynligvis hyppig islagt.

Elvestrekningen fra dammen og ned til kulpen ved utløpet fra kraftstasjonen er normalt ikke islagt på grunn av hyppige tilfeller gjennom vinteren med forbisliping av vann på dammen.

Ved kraftstasjonsutløpet sies det å alltid være isfritt men har muligens tidvis noe is langs de breddene som ikke er spesielt strømtsatt.

4.5 Lokalklima / frostrøyk

4.5.1 Meteorologiske observasjoner



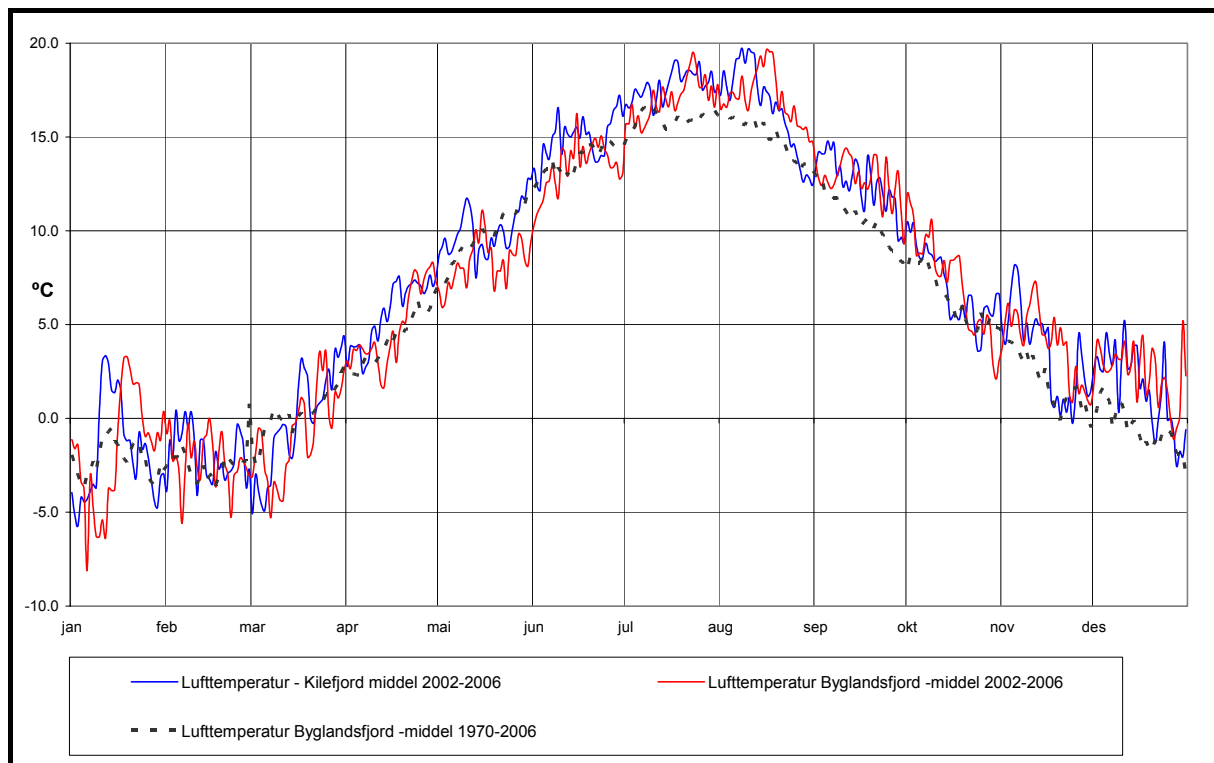
Figur 19 Plassering av meteorologiske målestasjoner i Otrass nedbørfelt

I Figur 19 ses plasseringen av meteorologiske målestasjoner innenfor Otrass nedbørfelt. 10 av disse er meteorologisk institutts stasjoner, enten rene nedbørstasjoner eller stasjoner med måling av flere klimatologiske parametere.

Lufttemperaturdata er av interesse for å gjøre enkelte vurderinger, spesielt tilknyttet islegging og frostrøyk.

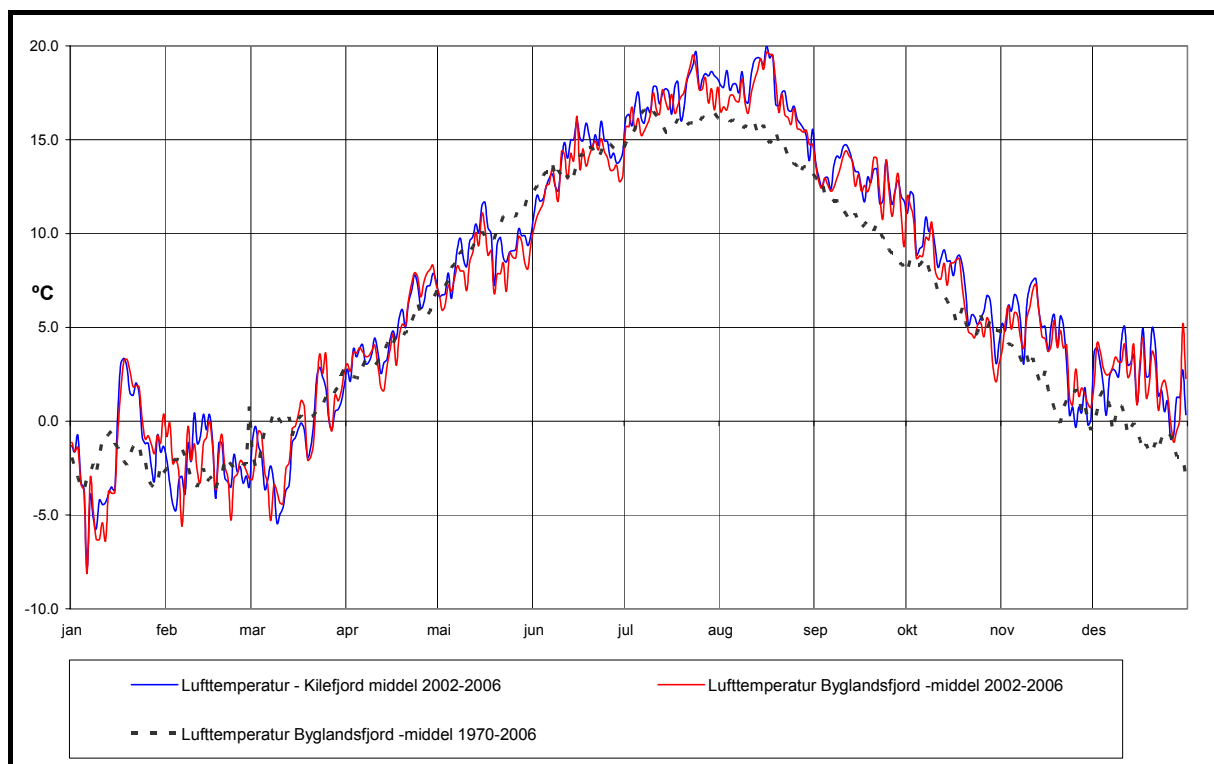
I tillegg driver Agder Energi sin målestasjon ved Kilefjorden, som er svært nær prosjektområdet. Denne stasjonen har nedbørdata fra 1999 og temperaturdata fra juni 2002. Nedbørserien er forlenget av meteorologisk institutt tilbake til 1980.

En sammenligning av eksisterende temperaturdata fra denne stasjonen og den mest nærliggende stasjonen, meteorologisk institutts værstasjon ved Byglandsfjorden, viser meget god samvariasjon. Data mottatt fra Kilefjorden ser imidlertid ut til å ha en 6 dagers forskyvning, som ses tydeligst for januar måned i Figur 20.



Figur 20 Sammenligning av midlere lufttemperaturdata for Byglandsfjord og Kilefjorden i perioden 2002-2006. Data fra Kilefjorden har sannsynlig 6 dagers parallellforskyvning.

I Figur 21 er dette korrigert for og vi ser at det kun er marginale forskjeller mellom de to målestedene. Meteorologisk institutts langtidsserie fra målestasjonen for Byglandsfjord antas derfor å kunne representere temperaturforholdene i prosjektområdet på en tilfredsstillende måte.



Figur 21 Sammenligning av midlere lufttemperaturdata for Byglandsfjord og Kilefjorden i perioden 2002-2006. Data fra Kilefjorden er korrigert for sannsynlig 6 dagers parallellforskyvning.

Ser vi siste års midler opp mot langtidsmidlene ser vi en tendens til at det de siste årene har vært noe varmere på sensommer/høst og tidlig vinter enn normalt.

Tabell 2 Midlere temperatur- og nedbørdata for Byglandsfjord og Kilefjorden

Målestasjon	T _{døgnmiddel} 1970-2006	T _{døgnmiddelmax} 1970-2006	T _{døgnmiddelmin} 1970-2006	T _{døgnmiddel} 2003-2006	T _{døgnmiddelmax} 2003-2006	T _{døgnmiddelmin} 2003-2006	P 1980- 2006
Byglandsfjord	6,1	25,0	-22,5	7,0	24,1	-16,2	1344
Kilefjorden				7,2	24,5	-19,5	1189

4.5.2 Frostrøyk

Frostrøyk er en tåke som dannes over åpent vann om vinteren ved at kald luft fra land kommer ut over varmere vann og blir tilført fuktighet.

For at det skal danne seg et tåkelag som når en høyde på 15-20 meter eller mer, og som brer seg noe særlig utenom området med åpent vann, kreves det en differanse på ca -10 °C. Med en vanntemperatur på 1 °C og en relativ luftfuktighet på 85 %, som er en rimelig vinterverdi i norske dalfører, kan en vente velutviklet frostrøyk, som brer seg utenfor åpent vann, først ved temperaturer på ca -15 °C eller lavere. Samtidig må det være vindstille eller kun svak vind (Utaaker 1993).

Frostrøyk er tidligere ikke kjent som noe utviklet fenomen eller problem i prosjektområdet. Vinterstid er det som oftest bare helt nær inntaket i Gåseflåfjorden og i kulpen nedstrøms utløpet av Iveland at det er isfritt i de islagte periodene. I vintre med dårlig eller ingen

islegging er som oftest også de temperaturmessige forutsetningene for frostrøykdannelse heller ikke tilstede.

5 UTVIDET IVELAND

5.1 Vannstandsforhold

5.1.1 Magasiner

Det forventes ingen vesentlige endringer i vannstandsforholdene i inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og Kilefjorden som følge av utvidelsen i Iveland. Et utvidet Iveland kraftverk vil gi AEP mulighet til å disponere magasinene lenger oppe i vassdraget litt annerledes, siden en ikke lenger trenger å ta hensyn til den trange installasjonen i Iveland ved disponeringen av kjøringen i vassdraget, men dette forventes ikke å medføre spesielle endringer i Gåseflå- og Kilefjorden. Magasinene vil også i framtiden primært ligge med vannstander like rundt HRV, for å få størst mulig fall i kraftstasjonen.

5.1.2 Utløpsområde

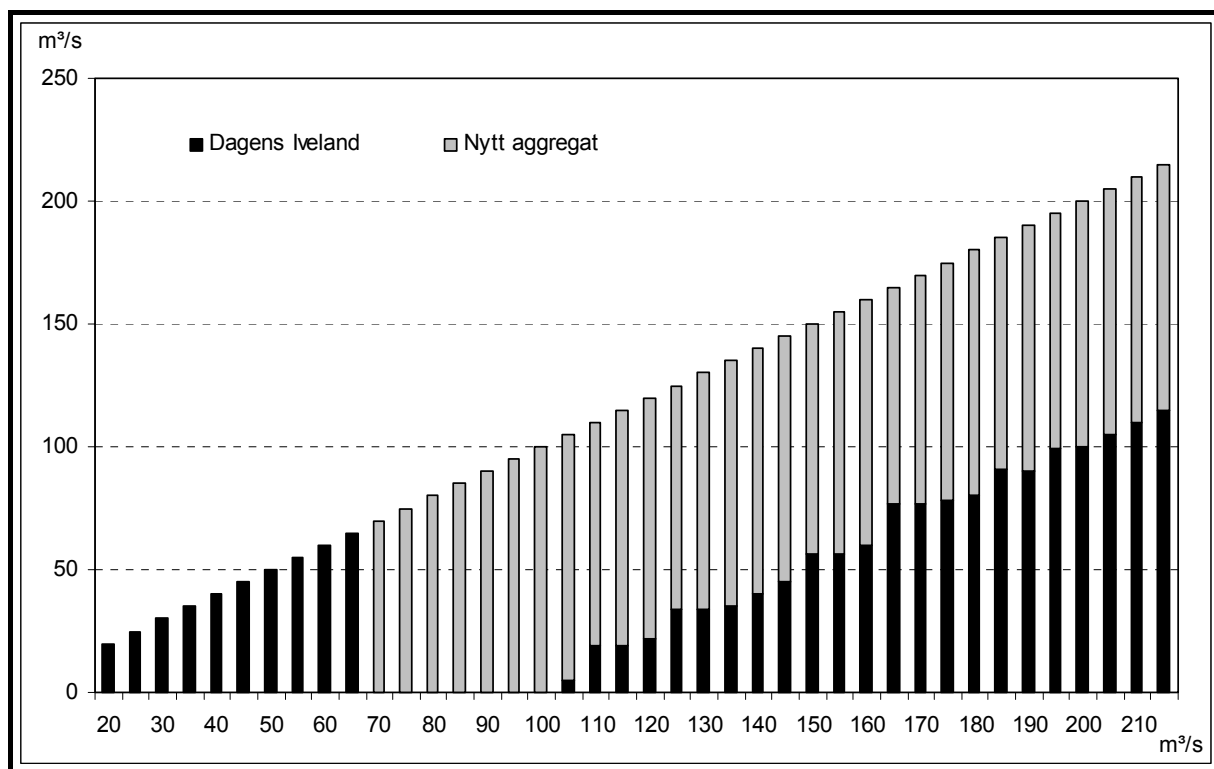
Med utløpsalternativ 1 vil vannstandsforholdene i kulpen ved samløpet med Frøysåna ikke bli berørt i vesentlig grad. Simuleringer av dagens kraftverk og et utvidet Iveland viser at det kun kan tenkes å bli marginale forskjeller i driftsvannføringene i de enkelte uker. Disse endringene er imidlertid så små og vel innenfor dagens variasjonsområde av vannføring at de forventes ikke å gi merkbare utslag i kulpen ved kraftstasjonsutløpet.

Med utløpsalternativ 2, der utløpet fra det nye aggregatet kommer like nedstrøms Kattfossen, vil vannføringene til og gjennom kulpen bli mindre. Det må generelt forventes lavere vannstander i kulpen, men siden fortsatt en del av driftsvannføringen vil utnyttes i dagens stasjon og spesielt Frøysåna fortsatt vil bidra med vannføring til kulpen, forventes det ikke vannstander mye lavere enn de som en til nå har hatt i perioder med veldig lave vannføringer i Otra. Det er foretatt en beregning av fordelingen av driftsvannføringen mellom aggregatene 1-3 (dagens stasjon) og det nye aggregatet. Fordelingen bygger på en beregning gjort av Norconsult i forbindelse med et tidligere forprosjekt i 1999, og er vist i Figur 23.

En lavere vannstand i kulpen vil også kunne influere på vannstandene oppover i Frøysåna. Imidlertid er det en naturlig terskel noen få hundre meter opp i Frøysåna, litt oppstrøms brua over til kraftverket (øverst i bildet i Figur 22), som i praksis vil være en øvre grense for påvirkningen ved lave vannstander i kulpen, slik at det forventes bare en negativ virkning for Frøysåna på den nederste strekningen.



Figur 22 Frøysåna (tatt oppstrøms fra brua over til kraftstasjonen)



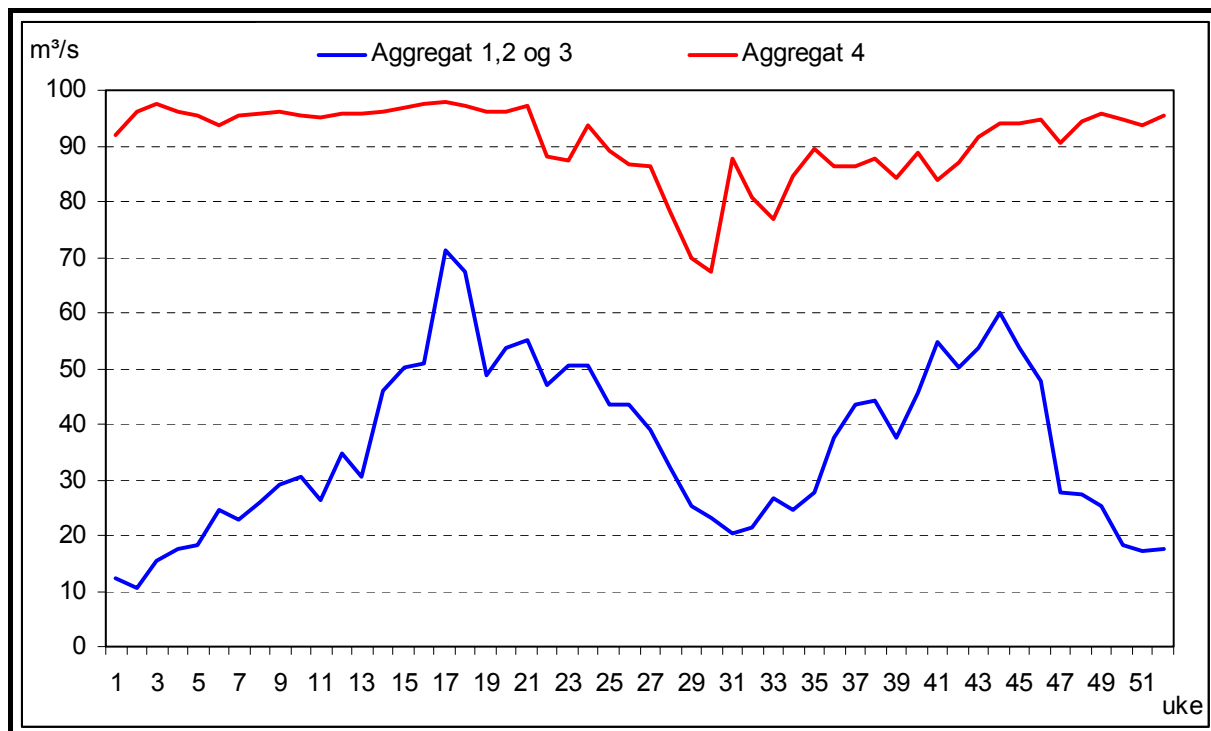
Figur 23 Fordeling driftsvannføring mellom de tre gamle aggregatene i dagens stasjon og det nye aggregatet

5.2 Vannføringsforhold

For å beskrive konsekvensene med et ekstra aggregat i Iveland kraftverk er simuleringer av dagens kraftverk og et utvidet kraftverk lagt til grunn. Simuleringene er gjort av AEP i Vansimtap på ukesbasis. For vannføringer fra de uregulerte restfeltene nedstrøms dammen er det benyttet skalering av observerte vannføringer ved 22.16 Myglevatn ndf. Stasjonen har data i årene 1952 – 2004, som også dekkes av simuleringene. Virkninger på vannføringsforhold kan dermed beskrives for en 53-års periode.

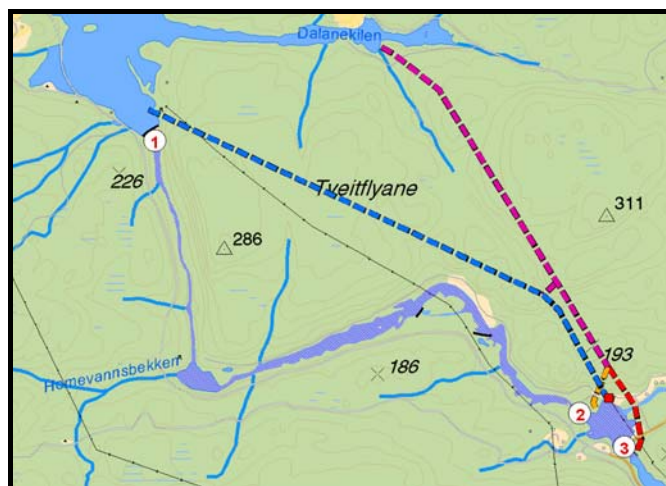
Med et utvidet Iveland vil til enhver tid 78 % av den totale driftsvannføringen bli tatt inn gjennom det nye inntaket innerst i Dalanekilen, mens 22 % blir tatt inn via det gamle inntaket rett ved dammen (Norconsult 2006).

Siden de to tilløpstunnelene har en sammenkobling med en overføringskapasitet på 70 m³/s kan de ulike aggregatene kjøres uavhengig av fra hvilket inntak og i hvilken tilløpstunnel vannet kommer. I Figur 23 er vannføringsfordelingen mellom de tre gamle aggregatene og det nye aggregatet vist for ulike størrelser på den totale driftsvannføringen. Basert på denne fordelingen vil ca 70 % av driftsvannføringen, eller 90 m³/s, over året bli kjørt gjennom det nye aggregatet. I middel for hver uke er den simulerte fordelingen for årene 1952 – 2004 vist i Figur 24.



Figur 24 Midlere simulert vannføring i gammel stasjon (aggregatene 1, 2 og 3) og i nytt aggregat 4 for perioden 1952 – 2004

Tiltaket vil ha hydrologiske konsekvenser på en ca. 3,5 km lang strekning mellom dammen i Gåseflåfjorden og ned til utløpet av Iveland kraftverk. Avhengig av benyttet alternativ for utløpstunnel kan utvidelsen også få konsekvenser i kulpen nedenfor utløpet av eksisterende Iveland. Vannføringskonsekvenser er beregnet for tre punkt i vassdraget. Ved dam (punkt 1), rett før innløp i kulp (punkt 2) og rett oppstrøms Kattfossen (punkt 3). Alle punkt er vist i Figur 25.



Figur 25 Beregningspunkt på elvestrekningen

For å beskrive vannføringsforholdene på de forskjellige beregningspunktene er årsmiddelverdier oppgitt. Videre er karakteristiske verdier vist i diagrammer og tabeller på ukesbasis.

De karakteristiske verdiene er som følger; 100 % (største verdi), 75 % (25 % over og 75 % under), 50 % (Median, 50 % av verdiene er større og 50 % er mindre), 25 % (75 % over og 25 % under) og 0 % (minste verdi).

Det er plukket ut tre typiske år, et tørt år (1996), et år med midlere forhold (2004) og et vått år (1967). Det er viktig å være klar over at selv om for eksempel 1996 i sum var et tørt år, betyr ikke dette at det var lave vannføringer gjennom hele året, tilsvarende gjelder for "middelåret" 2004 og det våte året 1967.

5.2.1 Rett nedstrøms dam/inntak i Otra (Punkt 1)

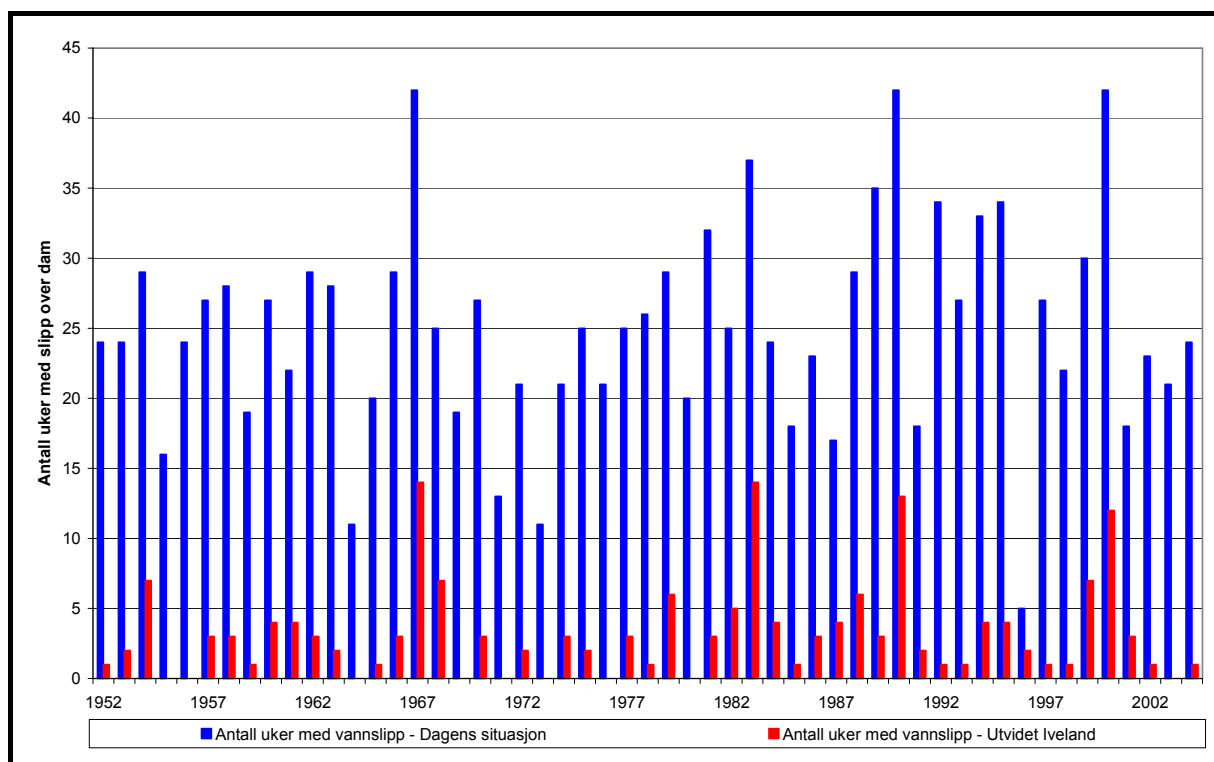
Utvidelsen av Iveland kraftverk med et nytt aggregat vil øke stasjonens slukeevne fra 116,4 m³/s til 216,4 m³/s. Dette vil generelt føre til langt færre dager der det vil bli nødvendig å slippe vann forbi gjennom luka i dammen, og følgelig en vesentlig reduksjon i vannføringene i elva nedstrøms dammen.

Årsmiddelvannføringen vil som en følge av utvidelsen i kraftverket bli redusert fra 26,8 m³/s til 2,6 m³/s, eller til 9,6 % av dagens vannføring. Tabell 3, som finnes i kapittel 8 Vedlegg, viser karakteristiske ukesverdier før og etter utvidelse av Iveland kraftverk. Konsekvensene av utvidelsen på minimums-, median- og maksimumsvannføringer er vist i Figur 27, mens Figur 28 viser forholdene i de tre typiske årene.

Under dagens situasjon er det gjennomsnittlig 24,9 uker¹ pr. år med vannslipp over dammen på Gåseflåfjorden. Med et utvidet Iveland reduseres dette til snitt 3,2 uker pr. år. Dette er fremstilt grafisk i Figur 26, basert på de simulerte dataseriene fra 1952-2004.

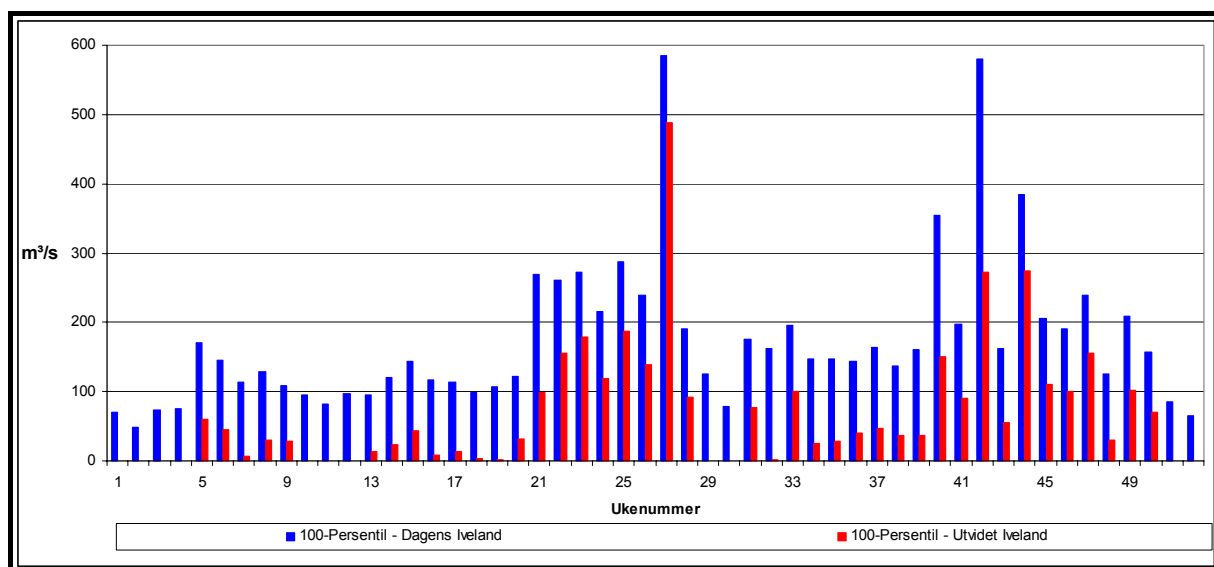
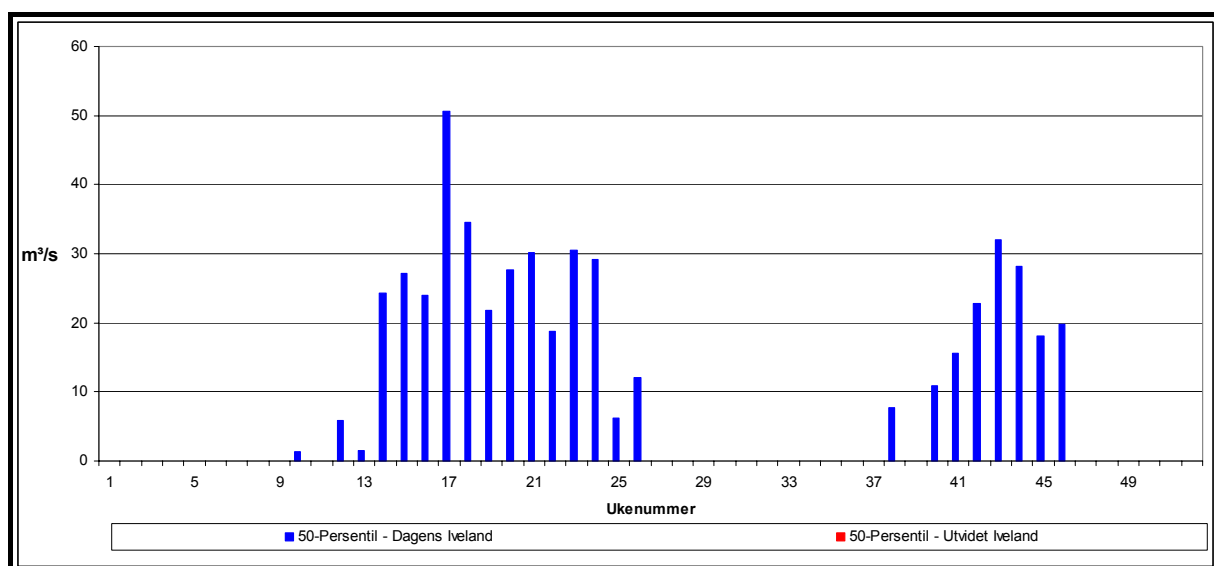
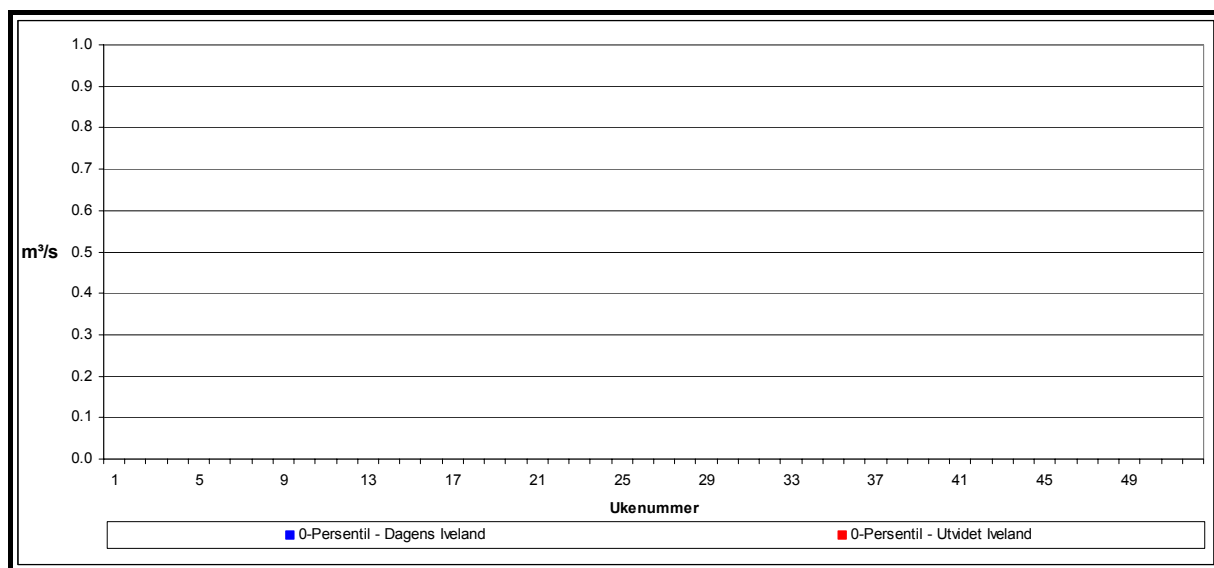
For de tre typiske årene fordeler antall uker med vannslipp seg som følger,

- 1996 (tørt år)
 - Dagens situasjon : 5 uker
 - Utvidet Iveland : 2 uker
- 2004 (middels år)
 - Dagens situasjon : 24 uker
 - Utvidet Iveland : 1 uker
- 1967 (vått år)
 - Dagens situasjon : 42 uker
 - Utvidet Iveland : 14 uker

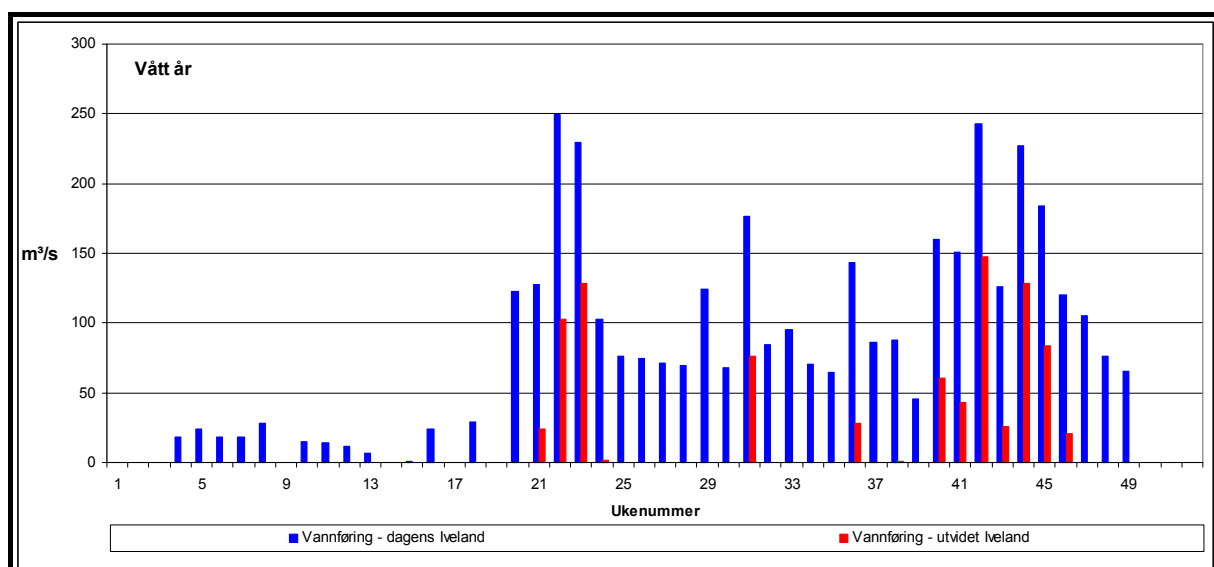
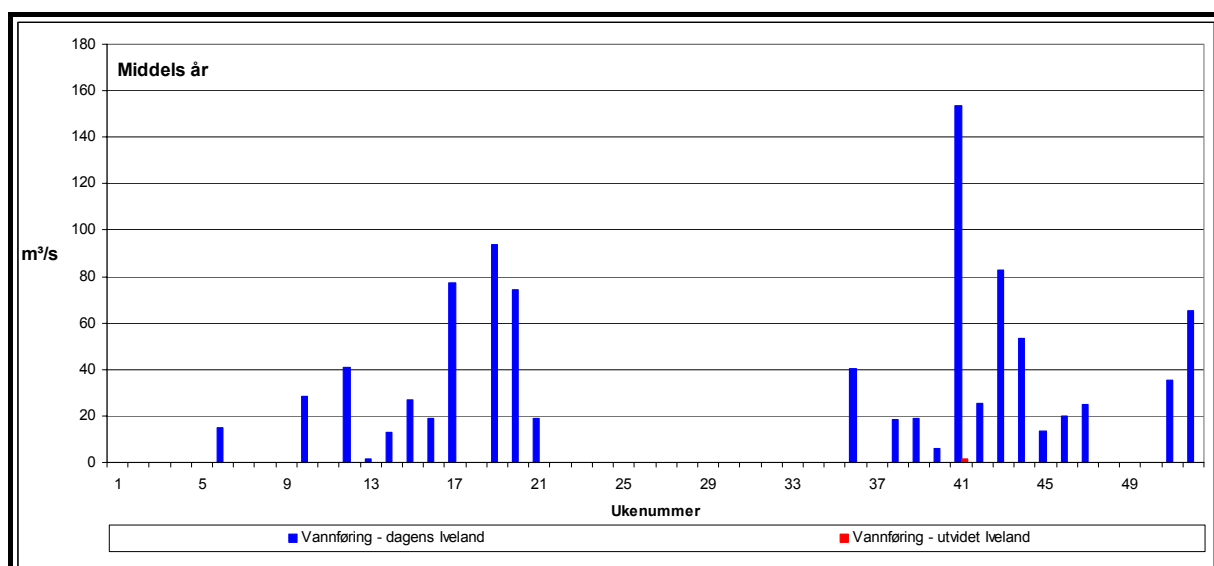
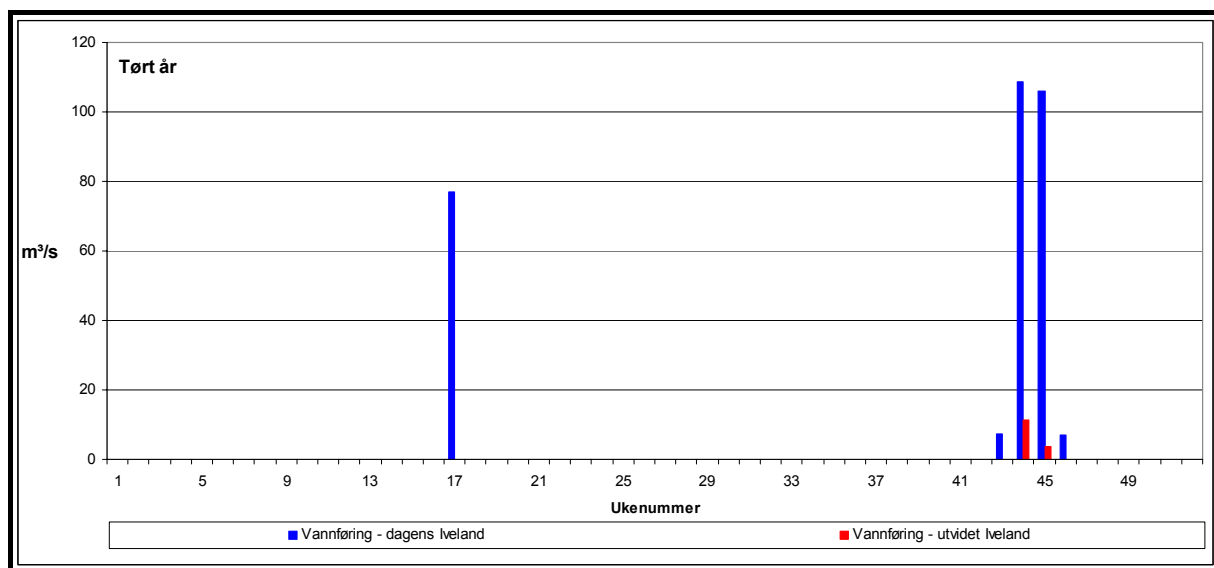


Figur 26 Antall uker med vannslipp over dam på Gåseflåfjorden i dagens situasjon og etter en utvidelse av Iveland kraftverk

¹ Med uker menes her at det i løpet av en uke har gått vann over dammen, da dette er oppløsningen på dataene.



Figur 27 Vannføringen i Otra, rett nedstrøms dammen i Gåseflåfjorden (Punkt 1) for perioden 1952-2004. Ukesverdier før og etter utvidelse av Iveland kraftverk. Minimumsvannføringer (0-persentil) øverst, medianvannføringer i midten og maksimumsvannføringer (100-persentil) nederst.



Figur 28 Simulert vannføring i Otra før og etter utvidelse av Iveland kraftverk, rett nedstrøms dammen i Gåseflåfjorden (Punkt 1), i et tørt år (1996), et middels år (2004) og et vått år (1967)

Som det framgår av den øverste delfiguren av Figur 27, jf. også Tabell 3, har det ikke forekommet vannslipp forbi dammen i alle de simulerte årene for noen av enkeltukene. For situasjonen med et utvidet Iveland blir også medianverdiene lik null, som vist på den midterste delfiguren av Figur 27. Maksimumsverdiene (jf. nederste delfiguren av Figur 27) viser at etter utvidelsen vil det kunne forekomme noe forbislipping om vinteren, men primært vil disse komme i forbindelse med vårfloppen og om høsten.

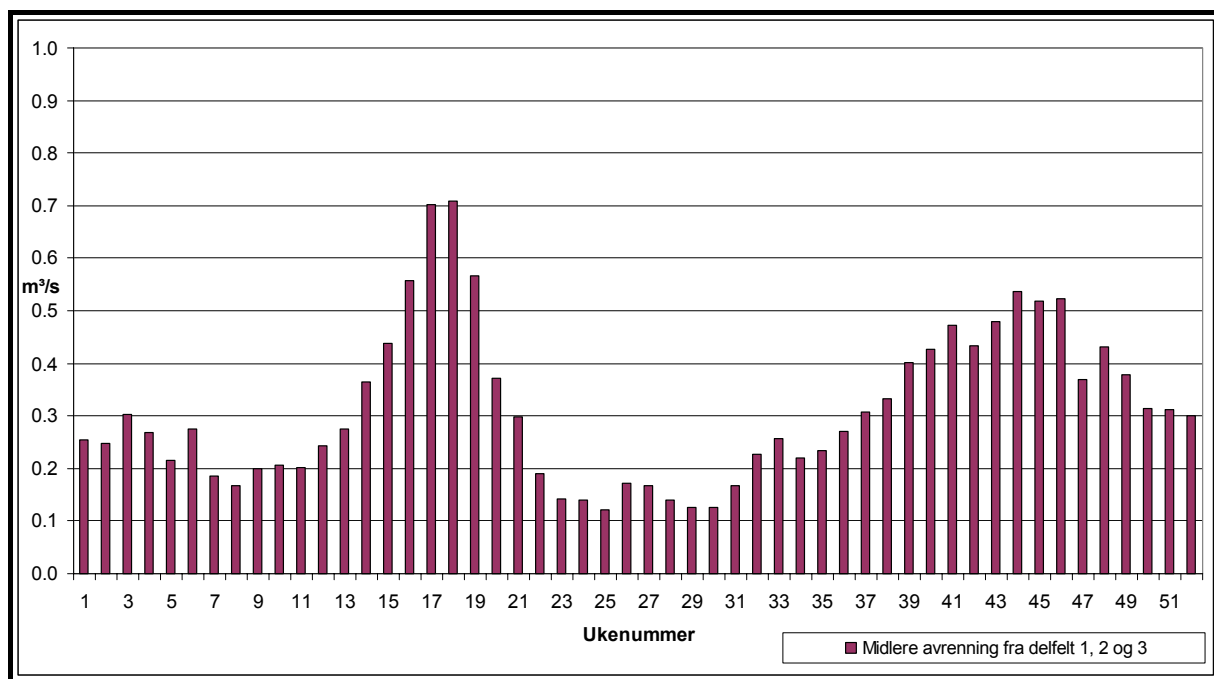
5.2.2 Otra før utløpskulpen fra Iveland kraftverk (Punkt 2)

De reduserte vannslippene fra dammen i Gåseflåfjorden etter utvidelsen av Iveland gjør at vannføringene på den utbygde elvestrekningen også blir betydelig redusert. Spesielt gjelder dette for den første strekningen ned til samløpet med bekken fra Homevatnet, som kommer inn der Otra gjør en skarp sving mot venstre.

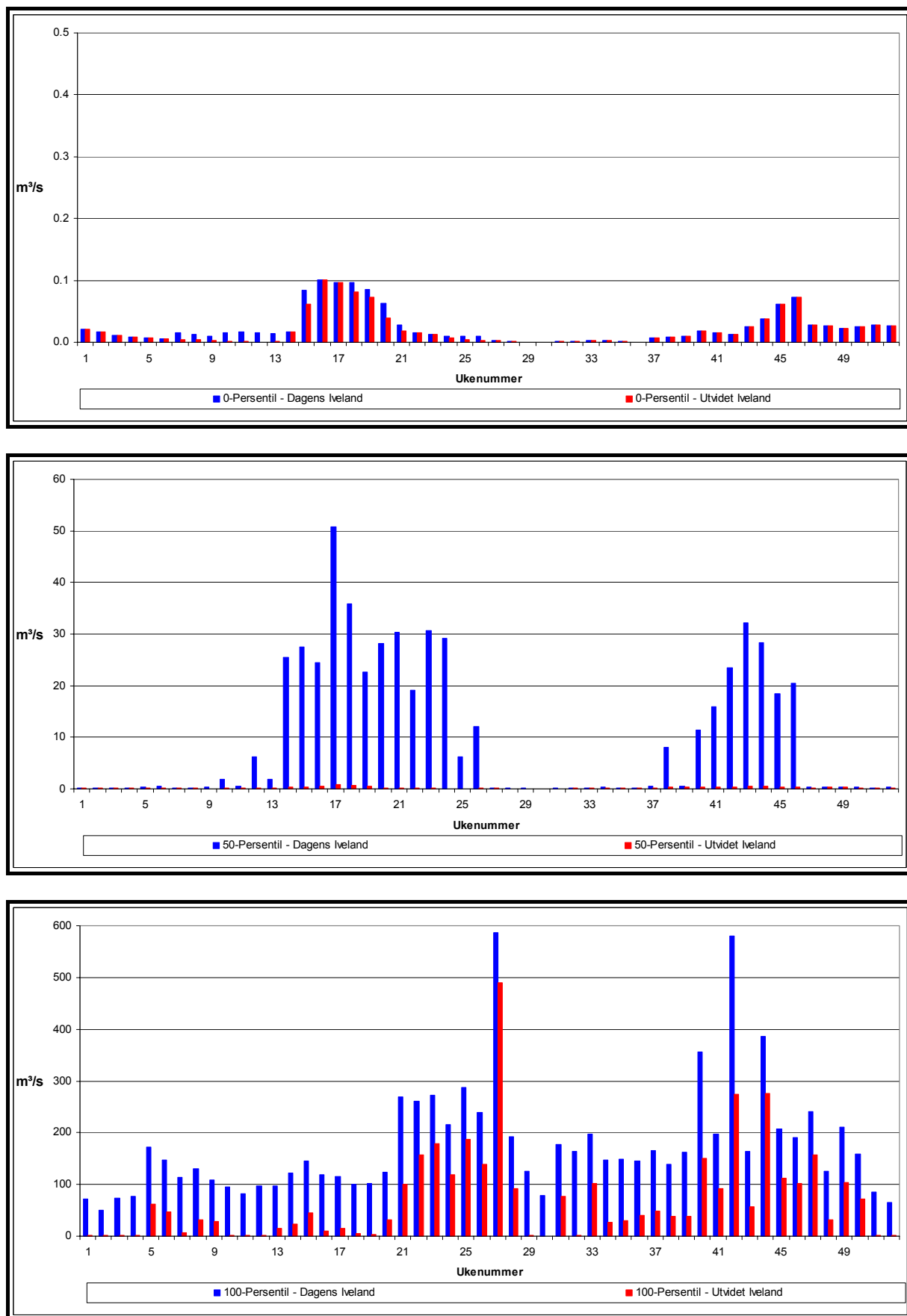
Årsmiddelvannføringen i Otra før utløpskulpen vil som en følge av utvidelsen i kraftverket bli redusert fra 27,1 m³/s til 2,9 m³/s, eller til 10,6 % av dagens vannføring. Midlere avrenning fra restfeltet mellom dammen i Gåseflåfjorden og utløpskulpen, dvs. bidragene fra delfeltene 1, 2 og 3 (jf. kartet i Figur 11), er vist i Figur 29.

I Tabell 4 (kapittel 8 Vedlegg) finnes karakteristiske ukesverdier før og etter utvidelse av Iveland kraftverk. Konsekvensene av utvidelsen på minimums-, median- og maksimumsvannføringer er vist i Figur 30, mens Figur 31 viser forholdene i de tre typiske årene.

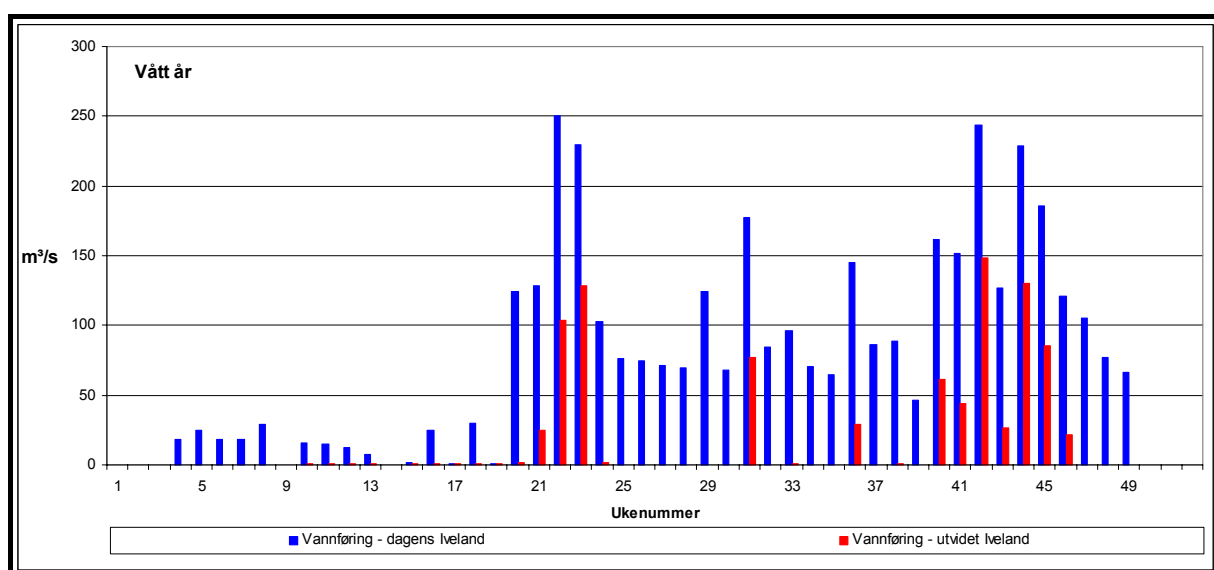
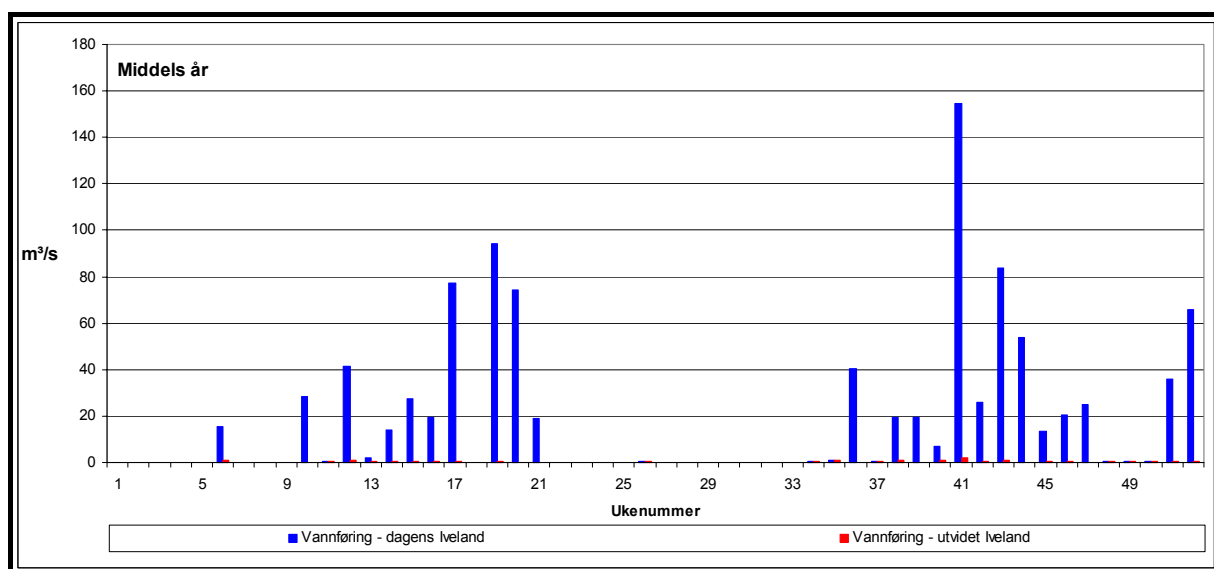
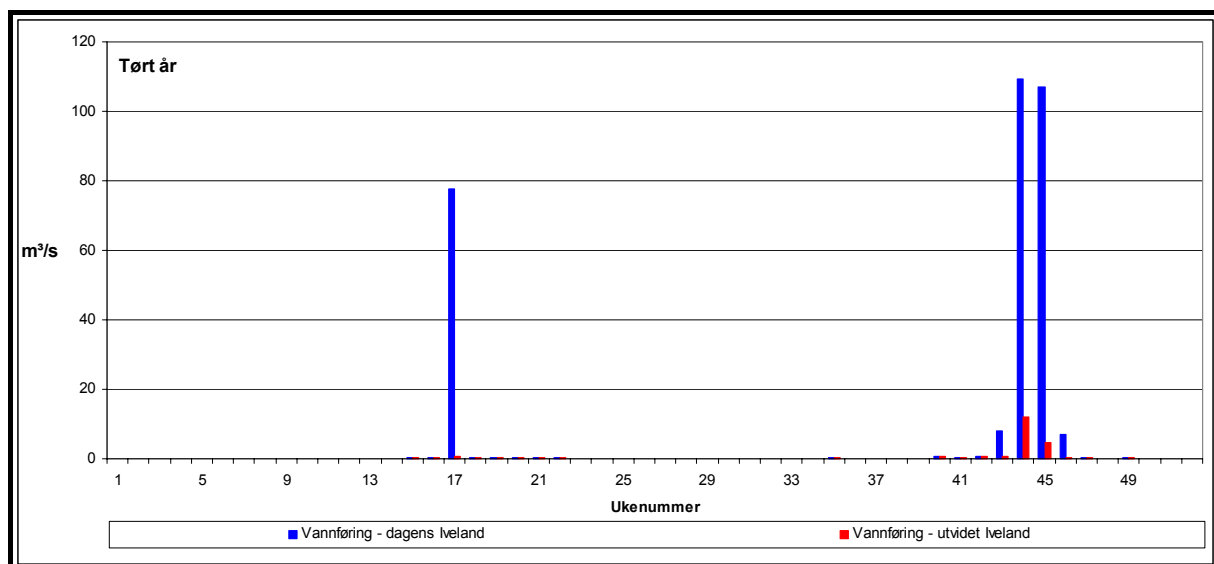
Som det går fram av Figur 30, jf. også Tabell 4, vil minimumsvannføringene omtrent ikke bli redusert. Derimot vil medianvannføringene få en kraftig reduksjon, siden det ikke vil bli noen vannslipp fra dammen i mediansituasjonen. Skalaen på aksene gjør at medianvannføringene etter utvidelsen av Iveland omtrent forsvinner på figuren, men tallverdiene kan finnes om en ser på Tabell 4.



Figur 29 Midlere vannføringsbidrag fra restfeltet mellom Gåseflåfjorden og utløpskulpen for årene 1952-2004



Figur 30 Vannføringen i Otra, rett før utløpskulpen (Punkt 2) for perioden 1952-2004. Ukesverdier før og etter utvidelse av Iveland kraftverk. Minimumsvannføringer (0-persentil) øverst, medianvannføringer i midten og maksimumsvannføringer (100-persentil) nederst.



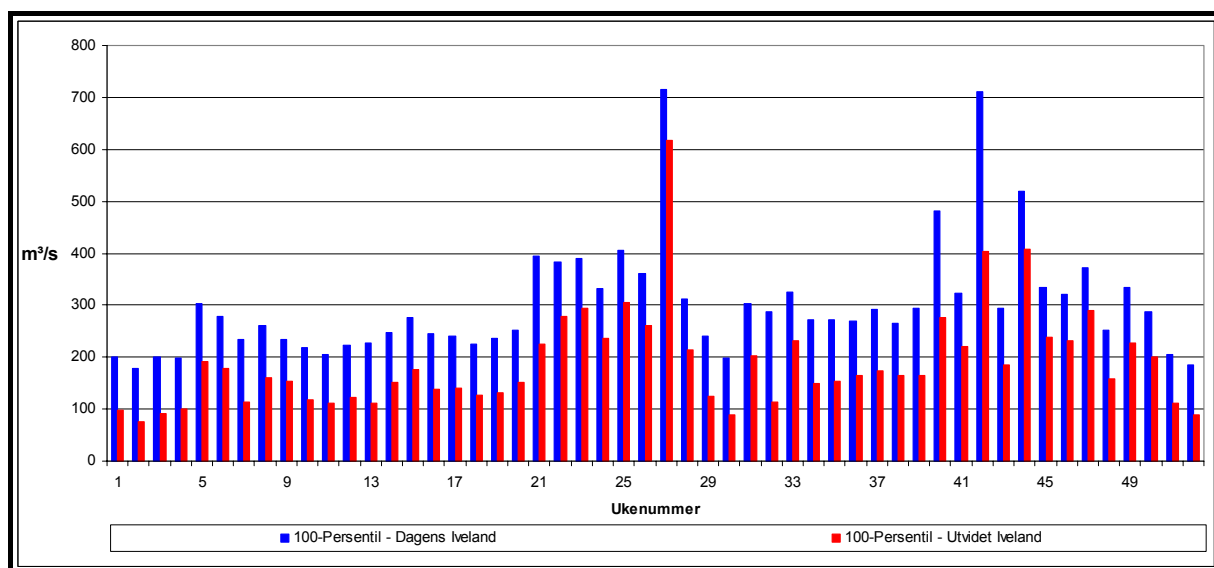
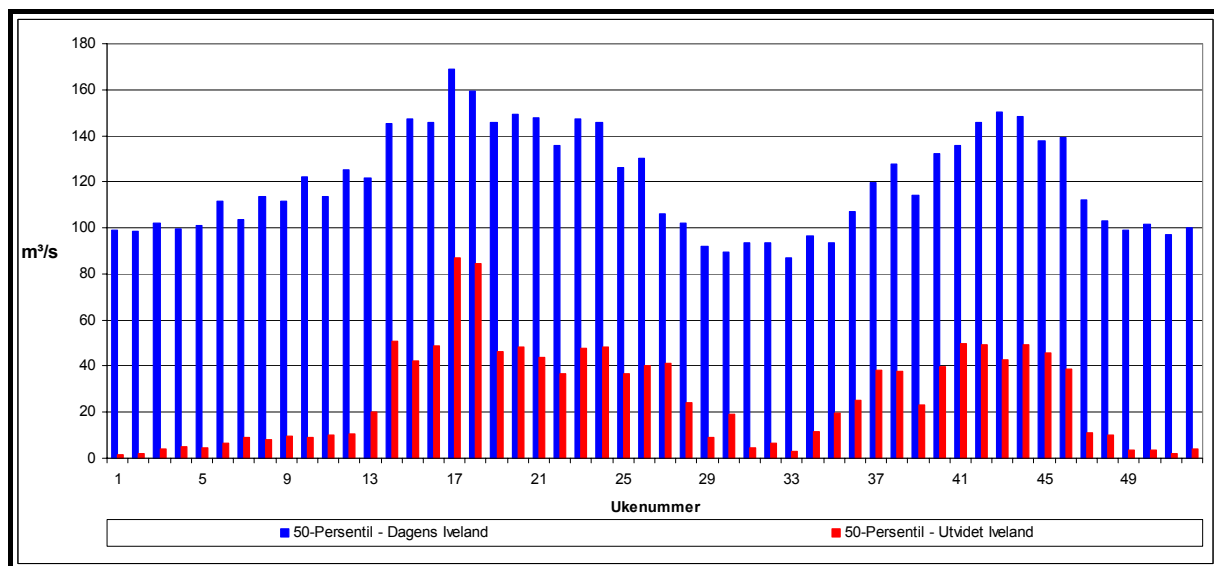
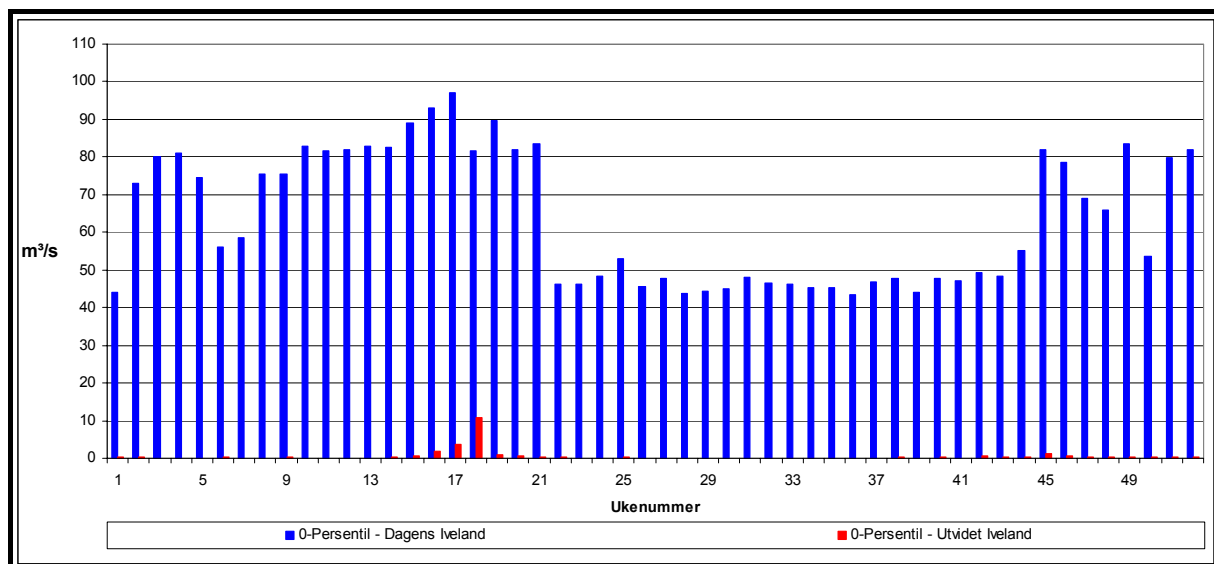
Figur 31 Simulert vannføring i Otra før og etter utvidelse av Iveland kraftverk, rett før utløpskulpen (Punkt 2), i et tørt år (1996), et middels år (2004) og et vått år (1967)

5.2.3 I Kattfossen (Punkt 3)

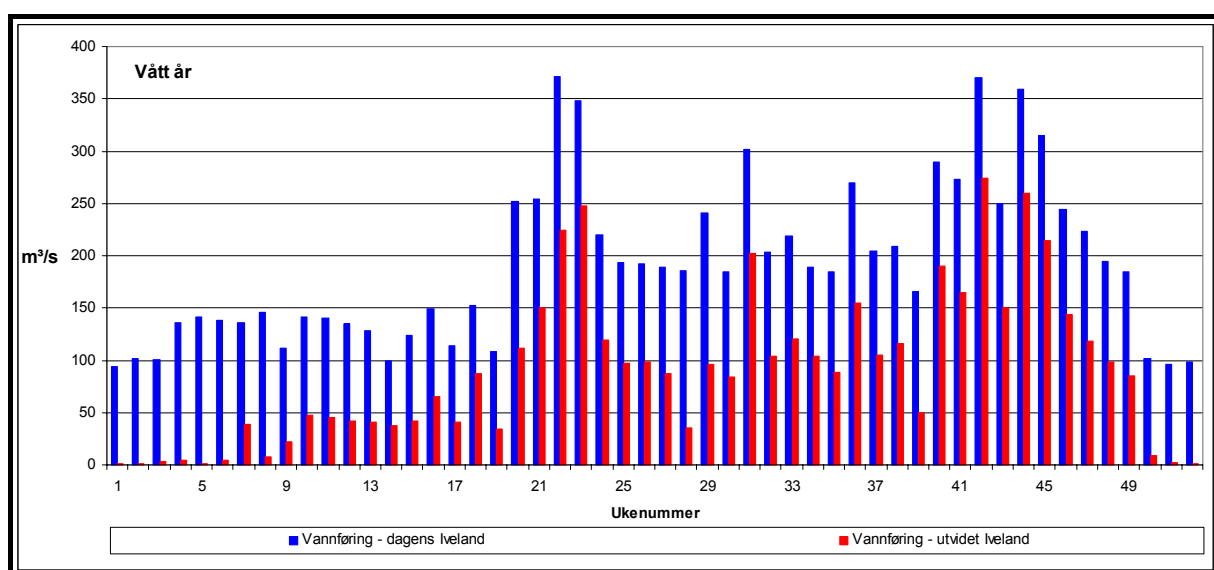
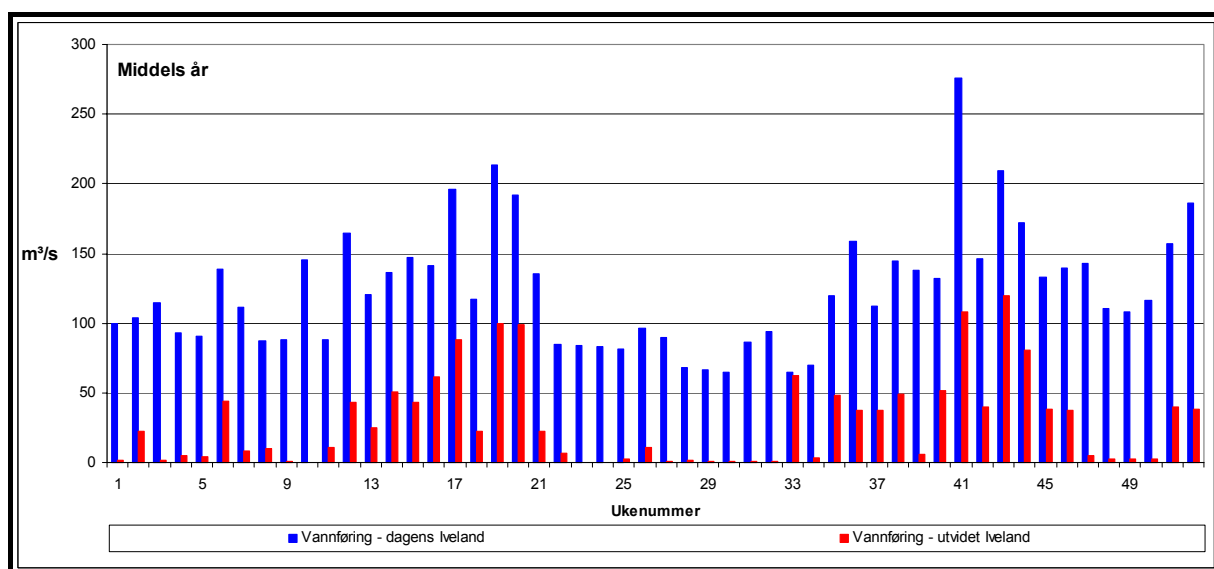
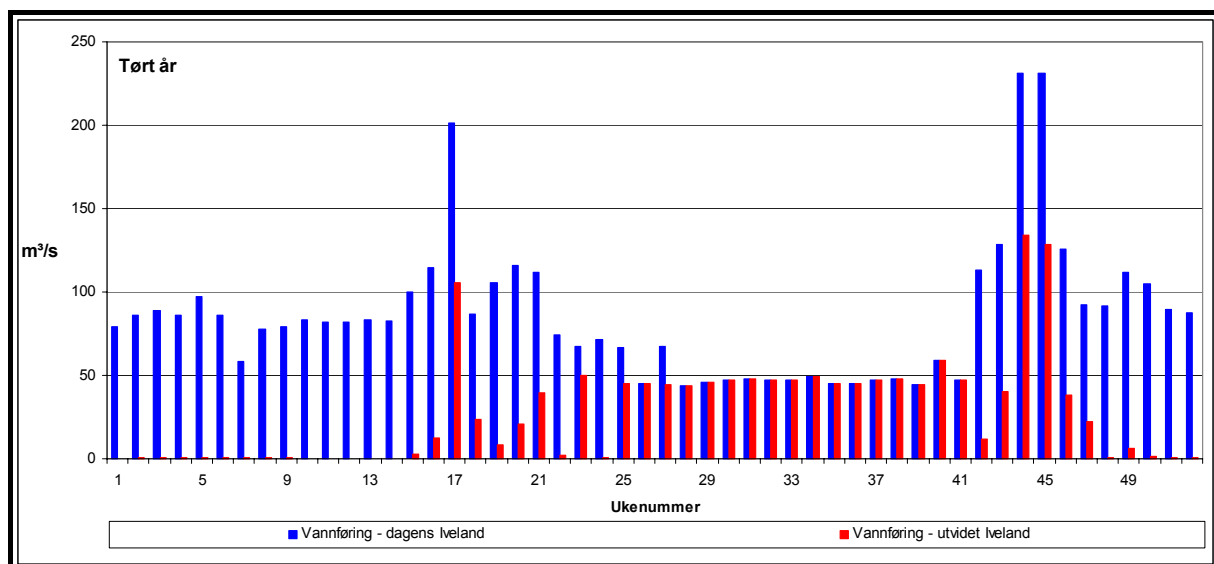
Vannføringene i Kattfossen, rett nedstrøms kulpen ved dagens kraftstasjonsutløp, vil bli forskjellige avhengig av valgt utløpsalternativ for det nye aggregatet. Med utløpsalternativ 1, utløp parallelt med dagens kraftstasjonutløp, vil det ikke bli vesentlige endringer i vannføringen på dette punktet (jf. beskrivelsen i kapittel 5.1.2). Derimot vil utløpsalternativ 2, med utløp rett nedstrøms Kattfossen, gi en vesentlig endring i vannføringsforholdene.

Årsmiddelvannføringen i Kattfossen vil som en følge av utvidelsen i kraftverket bli redusert fra 132,6 m³/s til 41,7 m³/s, eller til 31,5 % av dagens vannføring.

I Tabell 5 (kapittel 8 Vedlegg) finnes karakteristiske ukesverdier før og etter utvidelse av Iveland kraftverk. Konsekvensene av utvidelsen på minimums-, median- og maksimumsvannføringer er vist i Figur 32, mens Figur 33 viser forholdene i de tre typiske årene.



Figur 32 Vannføringen i Otra, i Kattfossen rett før utløpsalternativ 2 (Punkt 3) for perioden 1952-2004. Ukesverdier før og etter utvidelse av Iveland kraftverk. Minimumsvannføringer (0-persentil) øverst, medianvannføringer i midten og maksimumsvannføringer (100-persentil) nederst.



Figur 33 Simulert vannføring i Otra før og etter utvidelse av Iveland kraftverk, i Kattfossen rett før utløpsalternativ 2 (Punkt 3), i et tørt år (1996), et middels år (2004) og et vått år (1967)

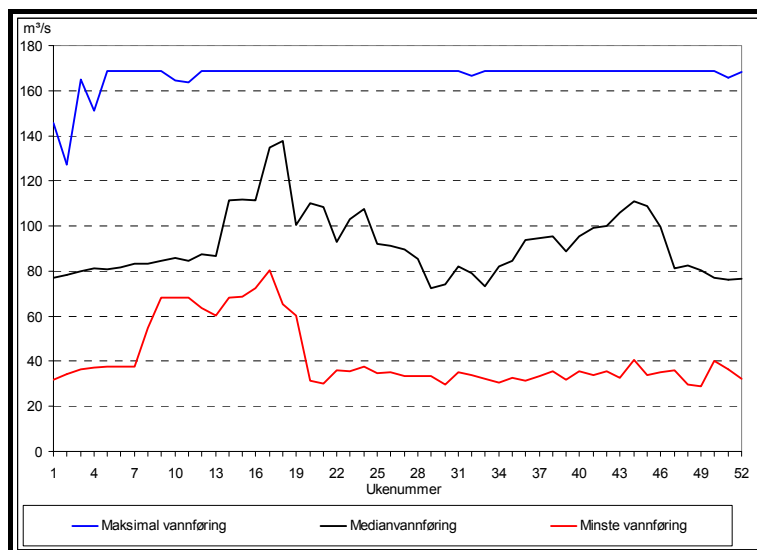
5.3 Strømningsforhold

5.3.1 Dalanekilen

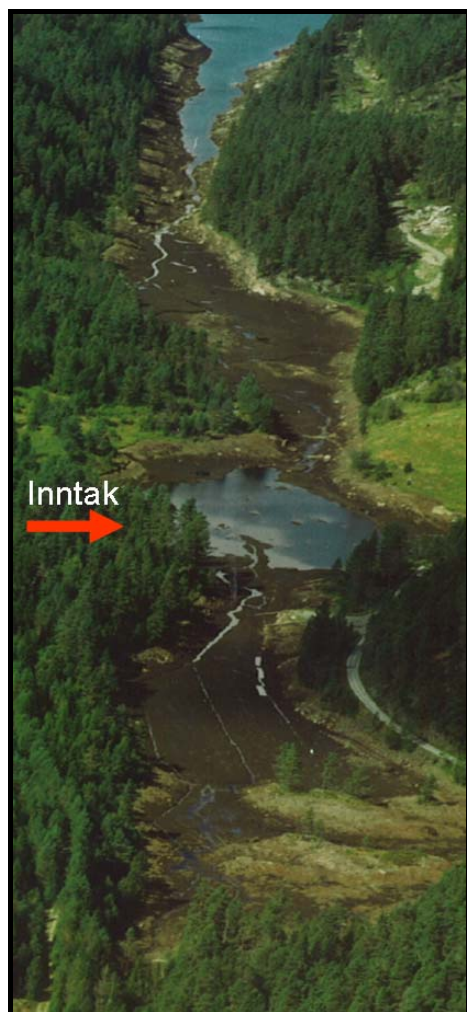
Plassering av et nytt inntak innerst i Dalanekilen fører til betraktelig økning av vannmasser som skal passere dette trange området. Mellom 30 og 170 m³/s vil ifølge beregninger, som vist i Figur 34, gå i dette inntaket.

På noen steder er Dalanekilen så smal at en utvidelse av løpet er nødvendig, i form av kanalisering og sprengning. I følge tekniske planer (Norconsult 2006) er det planlagt et minstetverrsnitt på 135 m².

Detaljkart over Dalanekilen med skissert inntaksplassering og tippområde er vist i Figur 36.



Figur 34 Vannføring i nytt planlagt inntak i Dalanekilen, basert på tilsigsdata 1931-2004.



Figur 35 Foto fra Dalanekilen under en nedtappingssituasjon i 2002 (Foto fra Agder Energi AS)

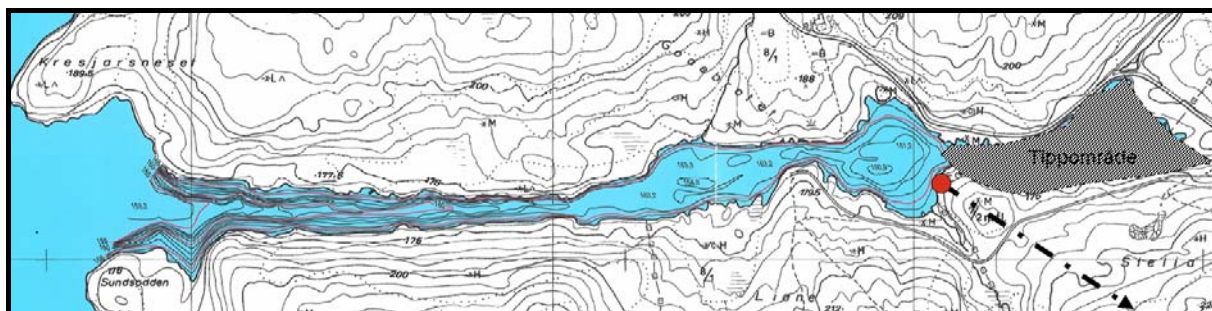
Antas jevn vannhastighet i hele tverrprofilet, gir vannmengden som skal passere her på det maksimale en hastighet på 1,26 m/s. Vannhastigheten vil imidlertid ikke være jevnt fordelt men størst i midtseksjonen og avta mot bunn og sider. Vannhastigheten vil imidlertid måtte anses som relativt høy og sikring av området bør vurderes.

Vannføring rundt median, dvs. ca 90 m³/s, vil gi en hastighet på om lag 0,7 m/s ved jevn fordeling. Antagelig rundt 1 m/s som raskest ved det smaleste.

I de indre deler av Dalanekilen, mot inntaket, er det større mengder løsmasser i form av dyann, sand og grus.

Utvidelse i dette området vil i tillegg skje i form av mudring eller lignende. Dette for å utvide løpet og dermed redusere vannhastigheten og dels for å unngå uønsket erosjon i bunnmaterialet. Disse masser er foreslått deponert i det innerste området i Dalanekilen.

Figur 35 viser et bilde tatt under en nedtappingssituasjon i 2002 og viser tydelig de bunntopografiske forholdene og løsmassessituasjonen i dette området.

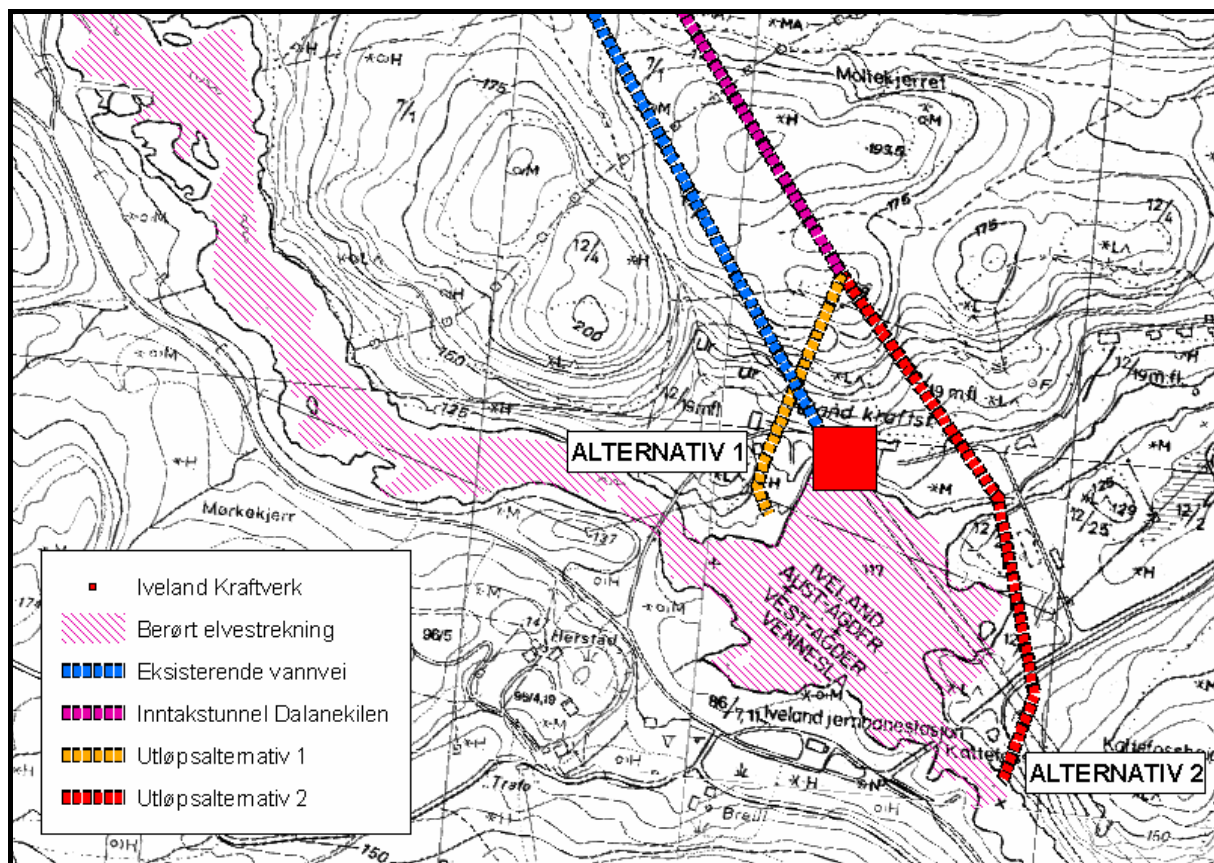


Figur 36 Detaljkartlegging av Dalanekilen med dybdekoter.

5.3.2 Utløpsområde

Ved utløpsalternativ 1, det vil si at utløpet fra Iveland 4 kommer ut rett vest av de eksisterende utløpene og i samme kulpen, vil endringene i strømforholdene kunne anses som små. Legges utløpet slik at vannstrømmen ut fra Iveland 4 kommer tilnærmet parallelt ut med eksisterende elveløp vil endringer anses som marginale.

Ved utløpsalternativ 2, det vil si at utløpet av Iveland 4 legges nedenfor eksisterende utløpskulp og Kattfossen, vil gjennomstrømningen i kulpen i strøstedelen av tiden være mindre enn under dagens situasjon. Iveland 1-3, restvannføring i Otra samt vannføringen fra Frøysåna vil fortsatt ha sitt utløp som i dagens situasjon. Strømningsmønsteret vil følge som dagens situasjon i perioder med lav total vannføring i Otra ($< 65 \text{ m}^3/\text{s}$) da bare de gamle aggregatene vil kjøres. Fordelingen av vann i aggregater, gamle og nye er tidligere vist i Figur 23. Herav følger også at med totalvannføringer mellom 70 og $120 \text{ m}^3/\text{s}$ vil driftsvannføringen hovedsakelig gå i nytt aggregat og vannføringen i kulpen oppstrøms Kattfossen vil bestå bare av restvannføring i Otra og bidraget fra Frøysåna.



Figur 37 Detaljkart over varianter av utløpsmuligheter fra utvidet Iveland kraftverk.

5.4 Vanntemperatur og isforhold

5.4.1 Vanntemperatur

Redusert vannslipp/flomtap over dammen i Gåseflåfjorden kan gi noe temperaturmessig effekt, i form av økt kjøling på kalde dager vinterstid og økt oppvarming på varme dager sommerstid, på strekningen mellom dammen og utløpet av Iveland kraftverk.

Økt areal av åpent vann ved det nye inntaket innerst i Dalanekilen vil kunne gi noe økt kjøleeffekt i kalde dager. Disse mulige endringer vil imidlertid kunne anses som helt marginale.

Effektene vil ikke være merkbare utover det som allerede oppleves under dagens situasjon i de perioder det går lite eller intet vann over dammen.

Tiltaket anses generelt ellers å ha liten eller ingen effekt på vanntemperaturforholdene.

5.4.2 Isforhold

Nytt inntak, plassert innerst i den trange Dalanekilen vil føre til øket strømhastighet i kilen og redusert eller ingen isdannelse i dette området. De årene det legger seg is i hoveddelen av magasinet vil isen kunne bli noe dårligere rett ut for Dalanekilen. I området ved dammen og eksisterende inntak vil det fortsatt bli isfritt og områder med dårlig is, som med dagens kraftverk.

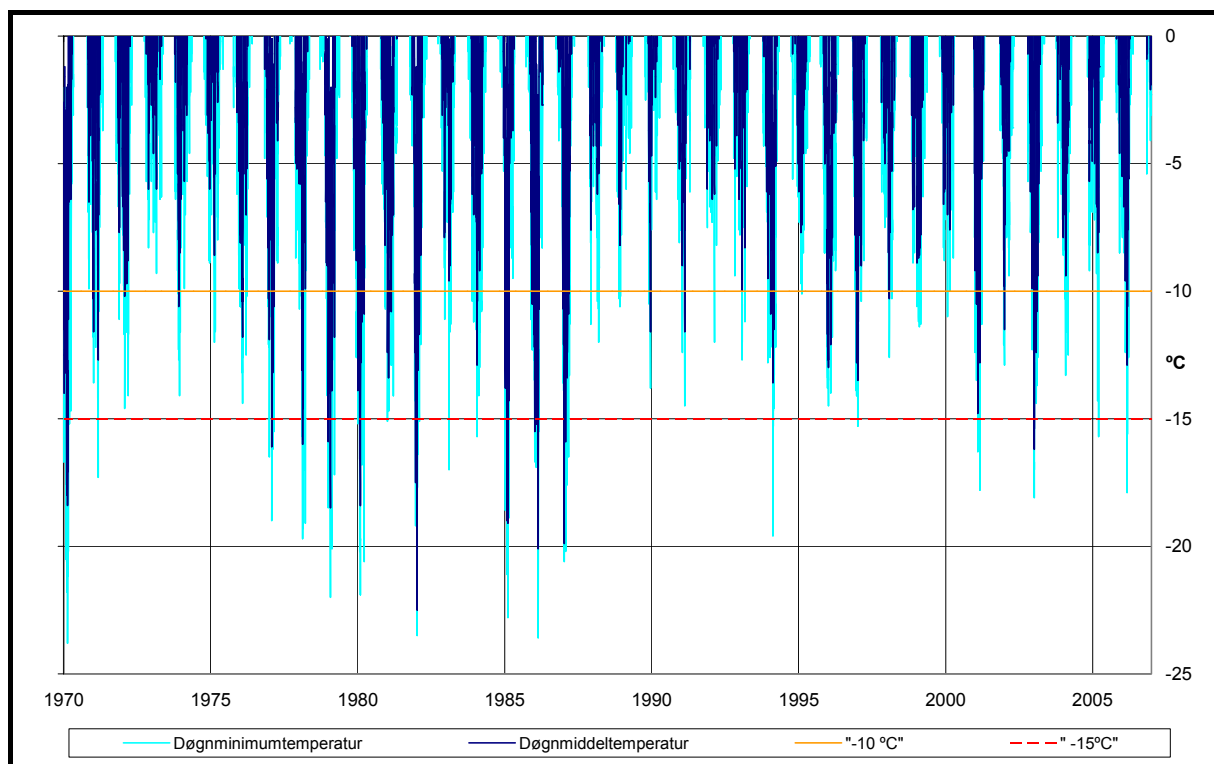
På elvestrekningen fra dammen og ned til kulpen ved eksisterende kraftstasjon vil en få kraftig redusert vannføring og tilnærmet fullstendig bortfall av tilfeller med forbisliping av vann om vinteren. Spesielt på strekningen nedstrøms samløpet med bekken fra Homevatn vil det bli en liten vannføring også etter utvidelsen av Iveland der det vil kunne bli islegging, primært avhengig av værforholdene i den enkelte vinter.

Området nedstrøms utløpet av kraftverket og rundt det eksisterende inntaket er i dag alltid isfritt og det planlagte tiltaket anses ikke føre til endringer i dette.

5.5 Lokalklima / frostrøyk

Redusert eller ingen islegging i et større område i Dalanekilen vil kunne gi bedre forutsetninger, i form av åpent vann, for dannelse av frostrøyk i dette området. Ser vi imidlertid på nedre del av den representative temperaturserien som vist i Figur 38, fra utløpet av Byglandsfjorden, inntreffer temperaturer på under -10 °C ikke alle år og enda sjeldnere over noe lengre perioder. Temperaturer på under -15 °C inntreffer ytterst sporadisk og spesielt sjelden de siste 20 årene.

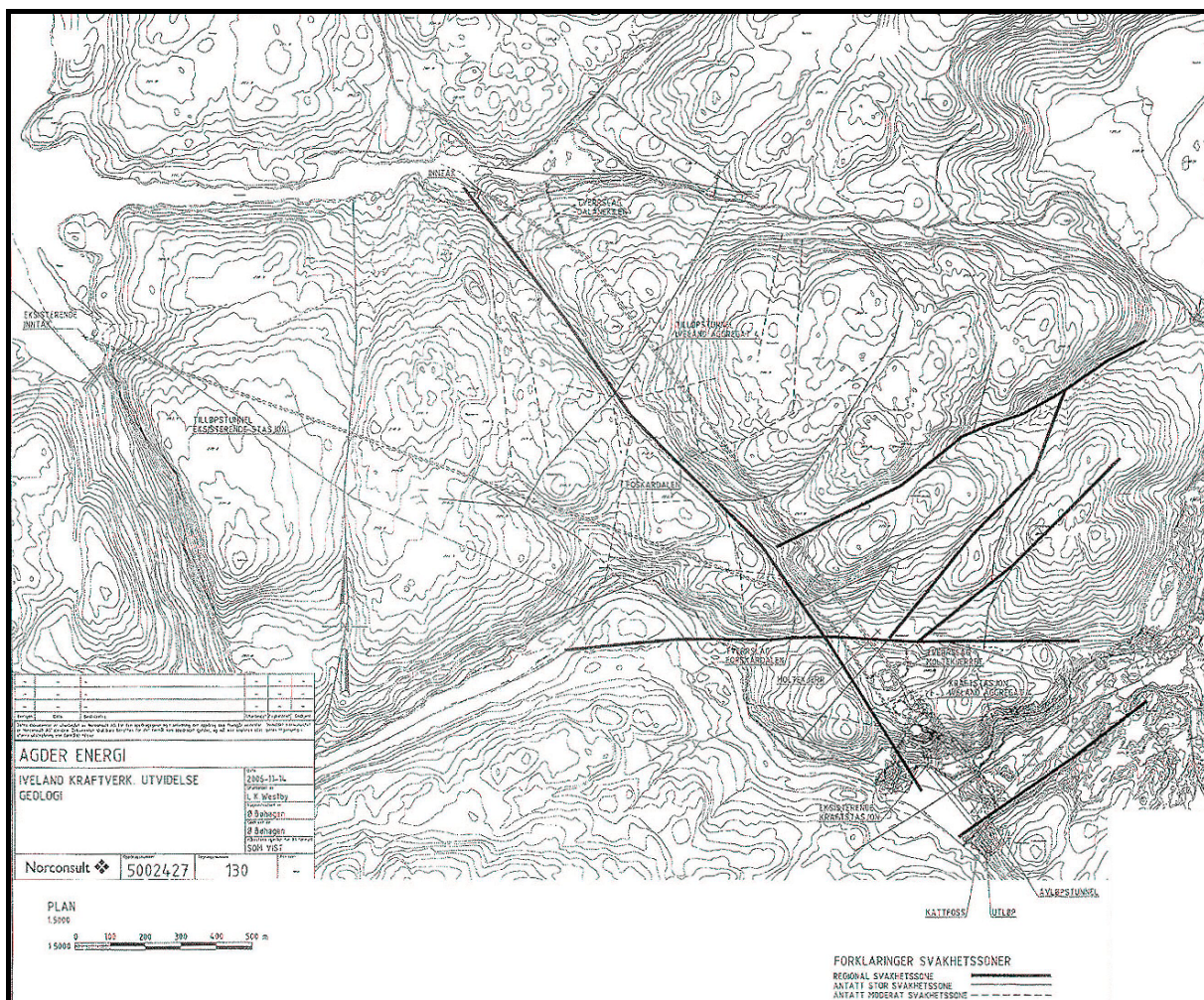
Økt risiko for frostrøyk anses derfor å være minimal.



Figur 38 Minimumstemperaturer for værstasjonen 39690 Byglandsfjord i perioden 1970-2006

6 HYDROGEOLOGISKE FORHOLD OG MULIGE KONSEKVENSER AV NY TUNNEL

Berggrunnen i området hvor den nye tunnelen skal føres, består i følge geologiske kart av båndede gneiser, med amfibolitt og biotittgneiser (glimmergneiser) i veksling med lys gneis. Stedvis er det også tynne bånd av kvartsitt. Agder naturmuseum har gjennomført en registrering av mineralforekomster i området, og nevner i sin rapport i tillegg enkelte mindre pegmatittforekomster. Det foreligger ikke noe detaljert geologisk kart over området, men Norconsult (2006) har utarbeidet et kart med inntegning av sprekke- og svakhetssoner, antageligvis på grunnlag av flyfotostudier, se Figur 39.



Figur 39 Geologisk kart – Svakhetssoner.

Hydrogeologisk sett er dette normale, forholdsvis stive, gneisbergarter som vil kunne holde vannførende sprekker åpne ned til forholdsvis stort dyp. En del av sprekkesonene som vises på Norconsults kart vil kunne drenere mye vann, selv om det ofte er slik at store svakhetssoner er så knust og inneholder så mye leirmineraler at permeabiliteten er begrenset.

Den nye inntakstunnelen er lagt 100 - 200 m øst for svakhetssonen som følger Foskardalen. Ettersom tunnelen ikke ligger mer enn i størrelsesorden 50 m lavere enn dalbunnen, er det usannsynlig at den vil kunne drenere et lite tjern og en liten myr som ligger der.

På toppen av Tjørnmyrheia, øst for Foskardalen ligger også et mindre myrområde. Horisontal og vertikal avstand fra tunnelen er hhv. 3-400 m og mer enn 150 m. Myrene ligger på toppen av en rund fjellkulle, sannsynligvis fordi fjellet her er tett, og gir liten mulighet for å drenere vann som samler seg i forsenkninger på toppen. Det kan likevel ikke helt utelukkes at disse myrene kan bli påvirket, men det er lite sannsynlig. Myrene antas for øvrig å ha begrenset verdi for rekreasjon og i miljømessig sammenheng.

Inntakstunnelen skjærer flere av de svakhetssonene som er markert på Norconsults kart, men i følge tilgjengelige kart, er det ingen myrer eller vassdrag som kan bli berørt langs disse svakhetssonene. Det synes som om terrenget er godt drenert på forhånd.

Den eksisterende inntakstunnelen ligger ca 100 m fra de sydøstre 500 m av den nye tunnelen. Langs denne strekningen kan den gamle tunnelen også ha bidratt til dreneringen.

Med utløpsalternativ 2, der utløpet fra det nye aggregatet legges nedstrøms Kattfossen, vil utløpstunnelen gå under Frøysåna, der det er vist en regional svakhetssone på Norconsults kart. Om det ikke tas forholdsregler, er det sannsynlig at man her vil kunne få overflatevann inn i tunnelen under driving. Det bør imidlertid være kurant å tette tunnelen så godt at Frøysåna, med et forholdsvis stort uregulert nedbørfelt på over 70 km², ikke vil bli merkbart påvirket. Forskjellen mellom vannstanden i Frøysåna og trykknivået i tunnelen under drift vil bare være i størrelsesorden 0,5 m. Forskjellen mellom det hydrauliske potensialet i tunnelen og i bunnen av Frøysåna vil derfor være svært lite.

Vi vurderer det slik at bortsett fra Frøysånas nedre del, er det bare liten sannsynlighet for at noen bekker, myrer eller vann skal bli berørt av tunneldrivingen, og om så skulle skje, vil påvirkningen være liten eller ubetydelig. Med normal tetting av tunnelen er det også lite sannsynlig at Frøysåna vil bli påvirket, og i så fall bare i ubetydelig grad. Totalt sett vurderes det derfor å være en liten sannsynlighet for at tunnelen vil gi en ubetydelig til liten negativ konsekvens for de hydrogeologiske forhold.

7 REFERANSER

Beldring, S., Roald, L.A. & Voksø, A. 2002. *Avrenningskart for Norge*. NVE Dokument 2/2002. 50s.

Norconsult 2006 *Iveland kraftverk. Utvidelse*. Norconsult oppdragsrapport 502427.

NVE 1998. *Konsesjonsbehandling av vannkraftsaker*. NVE Veileder 1/98.

Sorteberg 2006. *Tilslagsserier for Otravassdraget 021 1930-2005*. AEP-notat.

Utaaker, Kåre. 1993 *Virkninger av vassdragsreguleringer på lokalklimaet*. NVE Publikasjon Nr. 12/1993.

8 VEDLEGG – KARAKTERISTISKE UKESVANNFØRINGER

Tabell 3 Karakteristiske ukesvannføringer (1952-2004) i m³/s. Otra, rett nedstrøms dam i Gåseflåfjorden (punkt 1).

Uke	Rett nedstrøms dam i Gåseflåfjorden (Punkt 1)									
	Flom- og forbitapping					Utvidet Iveland				
	0-Persentil	25-Persentil	50-Persentil	75-Persentil	100-Persentil	0-Persentil	25-Persentil	50-Persentil	75-Persentil	100-Persentil
1	0	0	0	0	70,9	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	47,8	0	0	0	0	0
3	0	0	0	3,0	72,8	0	0	0	0	0
4	0	0	0	11,8	75,4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	24,1	171,2	0	0	0	0	60,1
6	0	0	0	28,1	145,7	0	0	0	0	45,7
7	0	0	0	33,8	113,5	0	0	0	0	7,0
8	0	0	0	31,4	129,4	0	0	0	0	29,4
9	0	0	0	38,4	108,1	0	0	0	0	27,8
10	0	0	1,4	43,9	94,7	0	0	0	0	0
11	0	0	0	34,3	81,3	0	0	0	0	0
12	0	0	5,9	45,1	96,5	0	0	0	0	0
13	0	0	1,5	31,7	95,4	0	0	0	0	13,8
14	0	0	24,3	48,2	120,4	0	0	0	0	22,7
15	0	0	27,2	58,4	143,4	0	0	0	0	43,4
16	0	1,9	23,9	51,2	116,6	0	0	0	0	9,1
17	0	21,7	50,5	80,3	114,0	0	0	0	0	14,0
18	0	9,0	34,6	56,7	98,4	0	0	0	0	3,5
19	0	0	21,9	60,6	107,4	0	0	0	0	1,9
20	0	1,4	27,6	66,8	122,6	0	0	0	0	31,6
21	0	0	30,2	77,1	268,9	0	0	0	0	99,3
22	0	0	18,9	67,8	260,6	0	0	0	0	155,9
23	0	0	30,6	69,4	273,2	0	0	0	0	178,0
24	0	0	29,2	64,8	215,8	0	0	0	0	117,9
25	0	0	6,1	50,6	288,1	0	0	0	0	186,8
26	0	0	12,1	41,2	239,1	0	0	0	0	138,8
27	0	0	0	35,8	584,9	0	0	0	0	487,8
28	0	0	0	42,5	191,0	0	0	0	0	91,3
29	0	0	0	0	124,7	0	0	0	0	0,1
30	0	0	0	0	77,8	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	176,2	0	0	0	0	76,3
32	0	0	0	0	162,3	0	0	0	0	1,0
33	0	0	0	13,9	195,8	0	0	0	0	101,0
34	0	0	0	13,9	146,8	0	0	0	0	25,8
35	0	0	0	25,0	147,2	0	0	0	0	28,7
36	0	0	0	36,5	143,8	0	0	0	0	39,3
37	0	0	0	40,6	164,6	0	0	0	0	47,0
38	0	0	7,7	56,5	136,7	0	0	0	0	36,7
39	0	0	0	48,8	160,4	0	0	0	0	36,6
40	0	0	10,8	63,7	354,3	0	0	0	0	150,2
41	0	0	15,5	91,1	196,4	0	0	0	0	89,5
42	0	0	22,7	80,6	579,3	0	0	0	0	272,3
43	0	0	32,0	82,9	162,9	0	0	0	0	55,1
44	0	0	28,1	107,2	384,4	0	0	0	1,4	273,3
45	0	0	18,1	77,8	205,2	0	0	0	0	111,0
46	0	0	19,8	87,3	189,8	0	0	0	0	100,4
47	0	0	0	34,4	238,6	0	0	0	0	156,1
48	0	0	0	21,0	124,7	0	0	0	0	30,7
49	0	0	0	9,5	209,5	0	0	0	0	102,6
50	0	0	0	0	156,9	0	0	0	0	70,3
51	0	0	0	3,2	85,4	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0,2	65,5	0	0	0	0	0

Tabell 4 Karakteristiske ukesvannføringer (1952-2004) i m³/s. Otra, rett før utløpskulpen (punkt 2).

Uke	Rett før utløpskulpen fra Iveland kraftverk									
	Flom-, forbitapping og restfelt					Flom-, forbitapping og restfelt				
	Dagens Iveland					Utvidet Iveland				
	0-Persentil	25-Persentil	50-Persentil	75-Persentil	100-Persentil	0-Persentil	25-Persentil	50-Persentil	75-Persentil	100-Persentil
1	0	0,1	0,1	0,4	72,2	0	0,1	0,1	0,4	1,3
2	0	0	0,2	0,5	49,4	0	0	0,2	0,3	1,5
3	0	0,1	0,2	3,9	73,9	0	0,1	0,1	0,4	1,2
4	0	0,1	0,2	12,1	76,2	0	0,1	0,1	0,3	1,4
5	0	0,1	0,3	24,5	172,8	0	0,1	0,1	0,3	61,7
6	0	0,1	0,4	28,2	147,5	0	0,1	0,1	0,4	47,5
7	0	0,1	0,2	34,0	113,9	0	0	0,1	0,2	7,5
8	0	0,1	0,2	31,5	131,0	0	0	0,1	0,2	31,0
9	0	0,1	0,3	38,4	109,0	0	0	0,1	0,2	28,8
10	0	0,1	1,9	44,1	95,3	0	0	0,1	0,2	1,2
11	0	0,1	0,5	34,6	82,0	0	0,1	0,1	0,3	0,9
12	0	0,2	6,2	45,2	97,5	0	0,1	0,2	0,3	1,0
13	0	0,1	1,8	32,0	97,0	0	0,1	0,2	0,4	15,4
14	0	0,5	25,5	48,4	121,6	0	0,1	0,3	0,6	23,9
15	0,1	0,4	27,5	58,5	145,1	0,1	0,2	0,4	0,5	45,1
16	0,1	2,5	24,5	52,1	117,9	0,1	0,3	0,6	0,7	10,4
17	0,1	22,2	50,7	80,5	115,0	0,1	0,3	0,8	1,1	15,0
18	0,1	9,7	35,9	57,1	99,5	0,1	0,3	0,6	1,0	4,3
19	0,1	0,7	22,6	60,8	102,6	0,1	0,2	0,4	0,9	3,2
20	0,1	1,6	28,1	66,9	124,0	0	0,1	0,2	0,5	32,1
21	0	0,2	30,3	77,2	269,9	0	0,1	0,2	0,3	100,3
22	0	0,1	19,0	67,8	261,3	0	0	0,1	0,3	156,5
23	0	0,2	30,6	69,5	273,2	0	0,1	0,1	0,2	178,1
24	0	0,3	29,2	64,8	215,9	0	0	0,1	0,3	117,9
25	0	0,1	6,2	51,2	288,3	0	0	0,1	0,1	187,0
26	0	0,1	12,1	41,7	239,7	0	0	0,1	0,4	139,3
27	0	0,1	0,2	35,9	586,4	0	0	0,1	0,2	489,3
28	0	0,1	0,1	42,5	191,6	0	0	0,1	0,2	91,9
29	0	0	0,1	0,4	124,7	0	0	0,1	0,2	1,0
30	0	0	0,1	0,4	78,2	0	0	0	0,2	0,7
31	0	0	0,1	0,4	177,2	0	0	0,1	0,2	77,3
32	0	0	0,1	0,7	163,2	0	0	0,1	0,3	1,5
33	0	0	0,2	14,2	197,2	0	0	0,2	0,3	102,4
34	0	0	0,3	14,2	147,6	0	0	0,2	0,3	26,6
35	0	0	0,1	25,6	148,1	0	0	0,1	0,4	29,6
36	0	0	0,1	37,2	144,7	0	0	0,1	0,3	40,2
37	0	0,1	0,6	41,1	165,8	0	0,1	0,2	0,5	48,2
38	0	0,2	8,1	56,8	138,0	0	0,1	0,3	0,5	38,0
39	0	0,1	0,5	49,3	162,1	0	0,1	0,3	0,5	37,8
40	0	0,2	11,3	64,2	355,4	0	0,2	0,4	0,6	151,2
41	0	0,2	16,0	92,4	197,3	0	0,1	0,3	1,0	91,1
42	0	0,2	23,4	80,9	580,8	0	0,1	0,3	0,6	273,8
43	0	0,2	32,2	83,9	164,5	0	0,2	0,5	1,0	56,5
44	0	0,3	28,3	107,6	386,2	0	0,2	0,5	2,0	275,1
45	0,1	0,3	18,4	78,1	206,5	0,1	0,2	0,3	0,8	112,2
46	0,1	0,2	20,4	88,2	191,3	0,1	0,2	0,4	0,9	101,8
47	0	0,1	0,3	34,5	240,4	0	0,1	0,2	0,4	157,9
48	0	0,1	0,4	21,9	125,8	0	0,1	0,3	0,7	31,7
49	0	0,1	0,3	9,8	210,3	0	0,1	0,3	0,5	103,4
50	0	0,1	0,3	0,8	158,3	0	0,1	0,2	0,4	71,8
51	0	0,1	0,2	4,0	85,6	0	0,1	0,2	0,5	1,1
52	0	0,1	0,3	0,9	65,9	0	0,1	0,2	0,4	0,9

Tabell 5 Karakteristiske ukesvannføringer (1952-2004) i m³/s. Otra i Kattfossen rett før utløpsalternativ 2 (punkt 3).

Uke	Kattfossen, rett før utløpsalternativ 2									
	Flom-, forbitapping, restfelt og Iveland 1-3					Flom-, forbitapping, restfelt og Iveland 1-3				
	Dagens Iveland					Utvidet Iveland				
	0-Persentil	25-Persentil	50-Persentil	75-Persentil	100-Persentil	0-Persentil	25-Persentil	50-Persentil	75-Persentil	100-Persentil
1	44,1	92,4	98,8	115,2	199,8	0,2	0,7	1,4	21,8	99,1
2	73,1	91,9	98,5	118,8	178,8	0,2	0,4	1,8	22,6	75,6
3	80,2	92,1	102,1	127,9	200,3	0,1	0,5	3,9	40,4	91,9
4	81,0	88,5	99,5	131,3	199,3	0,1	0,8	5,2	30,5	100,4
5	74,7	90,7	101,3	141,6	303,1	0,1	0,7	4,5	23,8	192,0
6	56,1	88,7	111,7	145,4	279,3	0,2	1,1	6,4	37,1	179,3
7	58,6	83,5	103,5	150,9	234,4	0,1	0,9	9,1	45,5	114,7
8	75,5	91,9	113,8	148,9	261,5	0,1	1,2	8,1	57,8	161,5
9	75,4	88,2	111,5	155,0	233,6	0,2	0,5	9,4	59,9	153,3
10	82,9	91,8	122,1	162,2	217,5	0,1	0,9	9,1	63,3	117,5
11	81,7	88,3	113,6	153,3	204,3	0,1	0,8	9,9	57,4	111,9
12	82,0	99,1	125,1	163,8	222,8	0,1	1,6	10,3	78,6	122,8
13	82,8	97,5	121,7	153,2	227,3	0,1	1,8	19,9	62,6	111,3
14	82,7	113,6	145,5	165,8	248,3	0,2	4,7	50,8	83,2	150,6
15	89,0	116,7	147,2	175,8	276,6	0,6	25,1	42,2	82,6	176,6
16	93,1	121,8	145,6	175,4	245,0	1,7	25,4	48,8	86,3	137,4
17	97,0	143,2	168,8	201,1	240	3,8	47,1	87,0	107,7	140
18	81,6	132,6	159,6	179,2	225,3	10,8	40,4	84,4	104,7	126,8
19	89,8	114,1	145,6	178,6	236,2	0,8	25,1	46,1	86,8	130,7
20	82,1	119,9	149,1	185,9	252,0	0,6	23,9	48,1	86,0	152,6
21	83,4	112,1	147,9	196,3	394,9	0,3	21,3	43,8	98,4	225,4
22	46,2	97,3	136,0	184,3	382,9	0,4	19,4	36,6	84,1	278,1
23	46,2	113,2	147,3	187,1	390	0,1	11,0	47,6	97,7	294,8
24	48,5	104,5	146,0	181,3	333,1	0,1	6,9	48,5	85,9	235,2
25	52,9	97,1	126,3	168,8	406,5	0,2	4,6	36,6	80,3	305,2
26	45,5	96,7	130	162,3	361,0	0,1	10,7	40,3	65,0	260,6
27	47,8	89,1	106,3	152,3	715,3	0,1	3,5	41,0	60,8	618,1
28	43,8	72,0	102,2	159,0	313,0	0	0,9	24,3	49,8	213,4
29	44,4	72,6	92,0	108,5	241,3	0	1,6	9,2	48,5	124,9
30	45,0	69,2	89,5	108,8	198,1	0	1,3	19,0	47,4	88,1
31	48,0	85,5	93,8	109,6	302,1	0	1,0	4,5	22,2	202,2
32	46,7	84,5	93,7	112,5	287,3	0	0,5	6,7	45,4	114,7
33	46,2	70,2	86,9	133,4	325,5	0	0,5	3,3	49,1	230,7
34	45,2	84,0	96,5	133,2	271,0	0	1,9	11,5	39,2	149,8
35	45,2	86,0	93,3	146,8	272,5	0	1,3	19,5	47,3	154,0
36	43,4	89,1	107,3	157,8	269,7	0	22,0	25,0	48,8	163,9
37	47,0	93,0	119,6	161,8	292,4	0,1	24,8	38,1	59,9	174,8
38	47,7	97,7	127,6	175,8	265,4	0,4	23,1	37,8	68,2	165,4
39	44,2	88,1	113,9	169,7	293,2	0,1	5,0	23,2	59,7	164,1
40	47,7	104,3	132,1	184,5	480,6	0,2	9,8	39,5	81,1	276,3
41	47,2	93,8	135,9	218,1	322,0	0,1	3,9	49,7	107,2	221,3
42	49,4	97,1	145,7	199,7	709,9	0,5	5,9	49,4	103,9	402,9
43	48,5	101,5	150,1	209,4	294,2	0,2	21,6	42,8	110,4	184,6
44	55,2	102,9	148,2	229,6	518,2	0,4	24,2	49,4	120,4	407,1
45	81,8	102,3	137,8	196,6	333,7	1,1	25,1	45,6	98,7	239,4
46	78,5	102,3	139,3	212,1	320,3	0,7	4,1	38,7	103,4	230,8
47	68,9	92,2	112,4	151,8	372,5	0,3	1,4	11,0	40,7	290
48	66,1	91,5	102,9	149,7	251,5	0,3	1,0	10	51,8	157,4
49	83,4	92,6	99,3	130,4	334,0	0,2	1,2	3,4	36,9	227,0
50	53,6	93,8	101,5	116,0	287,1	0,2	1,4	3,6	38,0	200,5
51	79,9	91,8	96,9	127,3	204,1	0,3	0,9	2,1	37,3	110,5
52	81,9	92,0	100,2	121,5	186,1	0,3	0,7	4,0	38,6	88,9