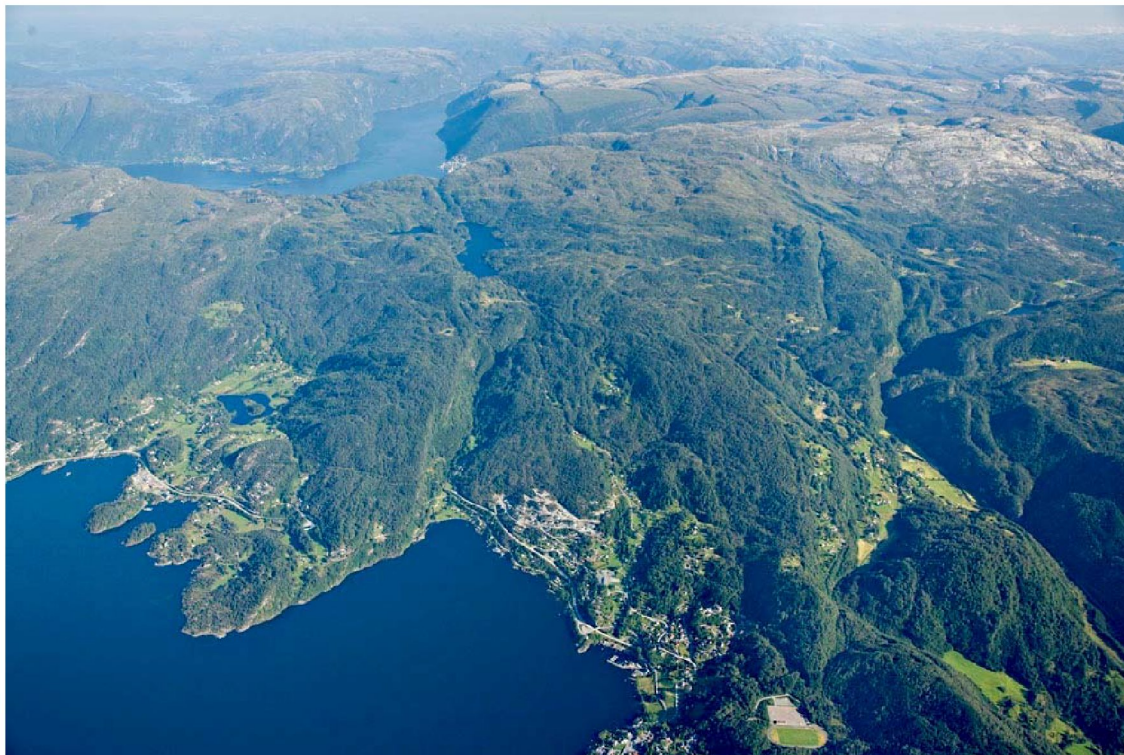


BKK Produksjon AS

Konsekvensutgreiing hydrologi



Samnanger © Finn Loftesnes

**Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselv,
Samnanger kommune, Hordaland fylke**

Rapportnavn:

Konsekvensutgreiing hydrologi

Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselv, Samnanger kommune, Hordaland fylke

Kunde:

BKK Produksjon AS

Dokument-ID:

10949466

Utarbeidet av:

Torbjørn Kirkhorn
og Louise Andersen

Godkjent av:

Dato:

26.08.2010

Versjon:

4

Fordeling:

Kunde:
Internt:

Prosjekt nr:

Gradering:

Sammendrag

Denne rapporten inneheld resultat av konsekvensutgreiingar innanfor overflatehydrologi i Samnangervassdraget og Aldalselva som følgje av utbyggingsplanane for alternativa:

1. Aldal kraftverk med småkraftverk på Frøland,
2. Nytt Frøland kraftverk med småkraftverk på Frøland
3. Rehabilitering av eksisterande Frøland kraftverk

I rapporten er metodikk, underlagsdata, dagens forhold og resultat omtalt.

Hovedresultata viser:

1. Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk aukar produksjonen i vassdraget med ca 80 GWh. Restvassføringa nedstrøms nye bekkeinntak i Aldalselva og Kvernelva er ca 12 % i forhold til i dag. Ved utløpet av Fiskevatnet er vassføringa i snitt redusert med 49% og nedstrøms Tyssefossen vert vassføringa i snitt redusert med 60 %.
2. Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk aukar produksjonen i vassdraget med ca 35 GWh. Det er venta små endringar i vassføringa i vassdraget.
3. Alternativ Rehabiliterert Frøland kraftverk aukar produksjonen med ca 11 GWh
Situasjonen i vassdraget vil i driftsfasen vere tilnærma uendra i forhold til i dag. I anleggsfasen er det estimert eit produksjonstap på minst 60 GWh. I tillegg vil det vere auka risiko for meir overløp og større flaumar i vassdraget, spesielt på strekninga frå Fiskevatnet til Frølandsvatnet.

INNHOOLD

0	SAMMENDRAG TIL KONSESJONSSØKNAD	1
0.1	Områdeskildring og dagens situasjon	1
0.1.1	Nedbørsfelt, tilsig og vassføring	1
0.1.2	Minstevassføring	2
0.1.3	Flaumforhold	2
0.2	Datagrunnlag	2
0.3	Moglege konsekvensar	2
0.3.1	Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk	2
0.3.2	Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk	4
0.3.3	Alternativ Rehabilitering av Frøland kraftverk (0-alternativet)	4
1	INNLEIING.....	5
1.1	Konsekvensutgreiingsprogram	5
1.2	Dagens situasjon	6
1.2.1	Eksisterande kraftverk og reguleringar	6
1.2.2	Vassdraga	7
1.2.3	Flaumhistorikk	8
1.3	Alternative utbyggingsplanar	9
1.3.1	Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk	9
1.3.2	Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk	9
1.3.3	Alternativ Rehabilitering av Frøland kraftverk	10
2	METODIKK OG INNGANGSDATA	10
2.1	Hydrologiske inngangsdata	10
2.1.1	Nedbørsfelt og tilsig	12
2.2	Produksjonssimulering	12
2.3	Metodikk.....	12
3	UREGULERT SITUASJON – DAGENS SITUASJON.....	12
4	PRODUKSJONSSIMULERINGER	14
4.1	Forutsetninger	14
4.1.1	Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk	14
4.1.2	Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk	14
4.1.3	Alternativ Rehabilitering av Frøland kraftverk	14
5	RESULTAT	15
5.1	Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk	15
5.1.1	Nedstrøms dam Fiskevatnet	16
5.1.2	Nedstrøms bekkeinntak Kvernelva	16
5.1.3	Nedstrøms bekkeinntak Aldalselva	16
5.1.4	Frølandsvatnet	16
5.1.5	Tysseelvi ved inntak Tysse kraftverk	16
5.1.6	Tysseelvi nedstrøms inntaket til Tysse kraftverk	16
5.1.7	Grønsdalsvatnet	17
5.1.8	Vassføring gjennom Aldal kraftverk	17
5.2	Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk.....	17
5.2.1	Strekninga nedstrøms Dam Fiskevatnet - Frølandsvatnet	17
5.2.2	Frølandsvatnet - Tysseelvi	18
5.2.3	Vassføring gjennom Nytt Frøland kraftverk.....	18
5.3	Alternativ Rehabilitering Frøland kraftverk	18
5.3.1	Frølandsvatnet	19
5.3.2	Tysseelvi ved inntak Tysse kraftverk	19
6	KONKLUSJON.....	19
6.1	Restvassføringer	19

6.1.1	Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk	20
6.1.2	Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk	22
6.1.3	Alternativ rehabilitert Frøland kraftverk.....	22
6.2	Flaumforhold	22
6.2.1	Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk	23
6.2.2	Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk	23
6.2.3	Alternativ Rehabiliterert Frøland kraftverk.....	23
6.3	Vurdering av ulike minstevassføringregimer	23
6.4	Forslag til manøvreringsreglement.....	24
6.5	Vurdering av framtidige klimaendringer.....	25
6.6	Oppfølgjande undersøkingar	25
7	REFERANSER.....	26
8	VEDLEGG.....	27

0 SAMMENDRAG TIL KONSESJONSSØKNAD

0.1 Områdeskildring og dagens situasjon

0.1.1 Nedbørsfelt, tilsig og vassføring

Storelva er regulert gjennom fleire magasin og kraftverk, som vart utbygd i perioden 1909 -1988. Vassføringa i hovudvassdraget er derfor sterkt påverka av dette. På grunn av lite magasin i Fiskevatnet, og lågare driftsvassføring i Frøland kraftverk enn det er i ovanforliggende kraftverk er det i dag til dels hyppige overløp på Fiskevatnet og i drifta av vassdraget elles må ein ta omsyn til dette.

Tabell 1 Nedbørsfelt i Samnanger- og Aldalselvassdraga

Felt	Feltareal km ²	Tilsig mill m ³ /år	Spesifikt avløp l/s·km ²	Første kraftverk nedstrøms
Øvre Dukevatnet	6,98	30,9	140	Kvittingen
Nedre Dukevatnet	2,21	9,17	132	Kvittingen
Herfangen	10,33	40,9	125	Kvittingen
Tjødnadalen	6,93	29,5	135	Kvittingen
Gjetlo	4,48	18,3	130	Kvittingen
Bekk	0,65	2,73	133	Kvittingen
2 Bekker	1,24	5,35	137	Kvittingen
Svartavatnet	37,04	149,2	128	Kvittingen
Kvittingsvatnet	28,88	101,1	111	Grønsdal
Grønsdalsvatnet	12,08	36,2	95	Myra
-Aldalselva *	8,8	27,8	100	
-Kvernelva *	4,1	11,1	86	
Fiskevatnet	11,06	35,3	100	Frøland
Tysseelva (inkl. restfelt) *	109,93	403,1	116	Tysse

* Nedbørsfelt som inngår i alternativ Aldal kraftverk

Kvernelva og Aldalselva er i dag uregulerte. Samnanger kommune nyttar Fitjavatnet (kote 336) i Aldalselva som inntakskjelde for drikkevatt. Kvernelva og Aldalselva har nokolunde likt avrenningsmønster, men Aldalselva vil på grunn av større felt og høgare sjøprosent ha noko større sjøreguleringssevne enn kva Kvernelva har. Kvernelva vil oftare ha låg vassføring enn Aldalselva.

Tabell 2 Karakteristiske vassføringer for uregulerte felt, utrekna vha LAVVANN og referanserie

Nedbørsfelt	Utrekna vha. LAVVANN			Bruk av referanseserie			
	Middel 7 døgns lågvasføring		Alminneleg lågvasføring	5-persentil		Alminneleg lågvasføring	Referanseserie
	Sommar	Vinter		Sommar	Vinter		
Aldalselva	131	135	115	51	56	46	55.4 Røykenes
Kvernelva	24	31	21	20	22	19	55.4 Røykenes
Frølandselva	2750	1113	979	2450	750	813	41.1 Stordalsvatn

5% percentil og Qalm er ikkje utrekna for Storelva og Tysseelva då desse har vore påverka av reguleringar i 100 år. Vurderingar som er gjort med omsyn til lågvasføringer i denne delen av vassdraga ligg til grunn for vurderingane for minstevassføring.

BKK har sidan hausten 2009 logga vasstand og vassføringer på 3 stader i vassdraga.

1. Masingelva, som har utløp i Fiskevatnet, utgjer ca 1/3 av lokalfeltet til Fiskevatnet
2. Frølandselva ved utløpet til Frølandsvatnet, som er ca halvparten av totalt nedbørsfelt til Tysseelva. Elva er uregulert
3. Vasstand i Frølandsvatnet.

I tillegg har det vore logging av vassføring ved Langeland i Storelva sidan 2002.

0.1.2 Minstevassføring

På strekninga mellom Grønsdalsvatnet og Fiskevatnet er det i dag sjeldan vassføring, stort sett er det berre ved overløp på Grønsdalsvatnet. Frå Fiskevatnet til Frølandsvatnet er det i samband med konsesjonsvilkåra frå 2001 bygd tersklar og vore gjennomført forsøk med ulike minstevassføringer på strekninga. Desse tiltaka er no til evaluering.

Det er no foreslått minstevassføring på 100 l/s om vinteren og 200 l/s om sommaren som resultat av desse forsøka.

Tysseelva er i dag prega av at ca halvparten av opprinneleg nedbørsfelt er regulert. Dette medfører at vintervassføringa gjennomgåande er høgare enn i uregulert situasjon. Det er gitt konsesjon for utviding av Tysse kraftverk i desember 2007. I samband med denne konsesjonen er det gitt at minstevassføringa i Tyssefossen skal vere 1 m³/s om vinteren og 3 m³/s om sommaren. I tillegg er maksimal driftsvassføring i Tysse kraftverk satt til 12 m³/s i perioden 1.juli -30.september.

0.1.3 Flaumforhold

Vassdraget ligg i grenseområdet for haust- og årsflaumar. Erfaringar viser at det er om hausten ein kan forvente å få dei største flaumane i Samnanger. For uregulerte vassdrag viser flaumfrekvensanalyse middelflaumverdier i storleiken 500 - 900 l/s·km² og eit forholdstal mellom middelflaum og skadeflaum (Q_M/Q_{10}) på 1.49

Dei seinare åra har det vore nokre større flaumar i vassdraget som har medført skadar. Ved store overløp frå Fiskevatnet vil dyrka mark ved Langeland verte satt under vatn, enkelte av bygningane ved Langeland kan også verte utsatt. Ved flaumane i 2005 som i denne regionen var ekstrem stor (ca 200 års flaum) var vasstanden på Fiskevatnet ca 160 cm over overløpet.

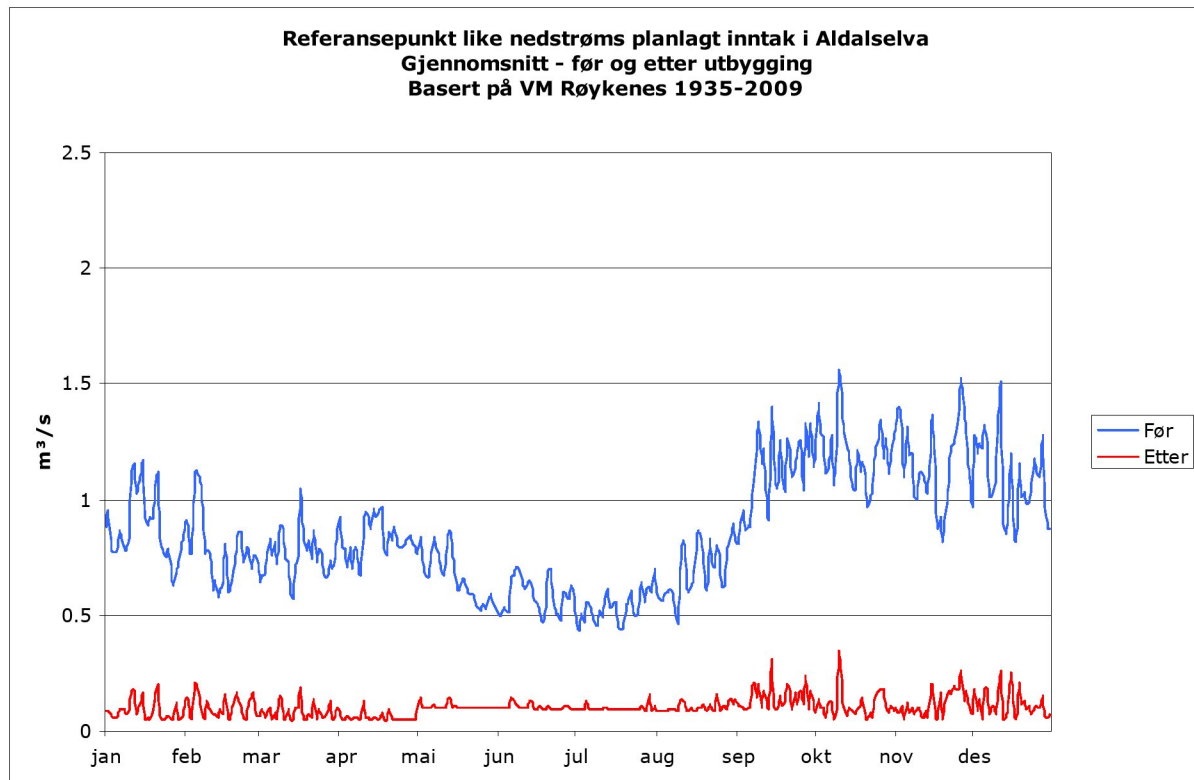
0.2 Datagrunnlag

Det er i konsekvensutgreiinga nytta VANSIMTAP for å simulere produksjon, magasinfalling og restvassføringer. For Frølandselva, Aldalselva og Kvernelva er data for representative vassmerker nytta. Resultat frå VANSIMTAP er med veks oppløsning. For Frølandselva, Aldalselva og Kvernelva er vassføringer vurdert basert på døgnmiddelverdier av representative vassmerker.

0.3 Moglege konsekvensar

0.3.1 Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Aldalselva og Kvernelva vil verte teken inn på driftstunnelen til Aldal kraftverk. Nedstrøms bekkeinntaka vil vassføringa verte sterkt redusert. Det vert foreslått minstevassføring på 20 l/s heile året i Kvernelva, og 50 l/s i vinterhalvåret og 100 l/s i sommarhalvåret i Aldalselva. I snitt vert vassføringa nedstrøms bekkeinntaket i både Aldalselva og Kvernelva redusert med ca 88 %. Sjå figur 1 for gjennomsnittsvassføring nedstrøms inntaket i Aldalselva før og etter utbygging.



Figur 1: Vassføring i Aldalselva før og etter utbygging

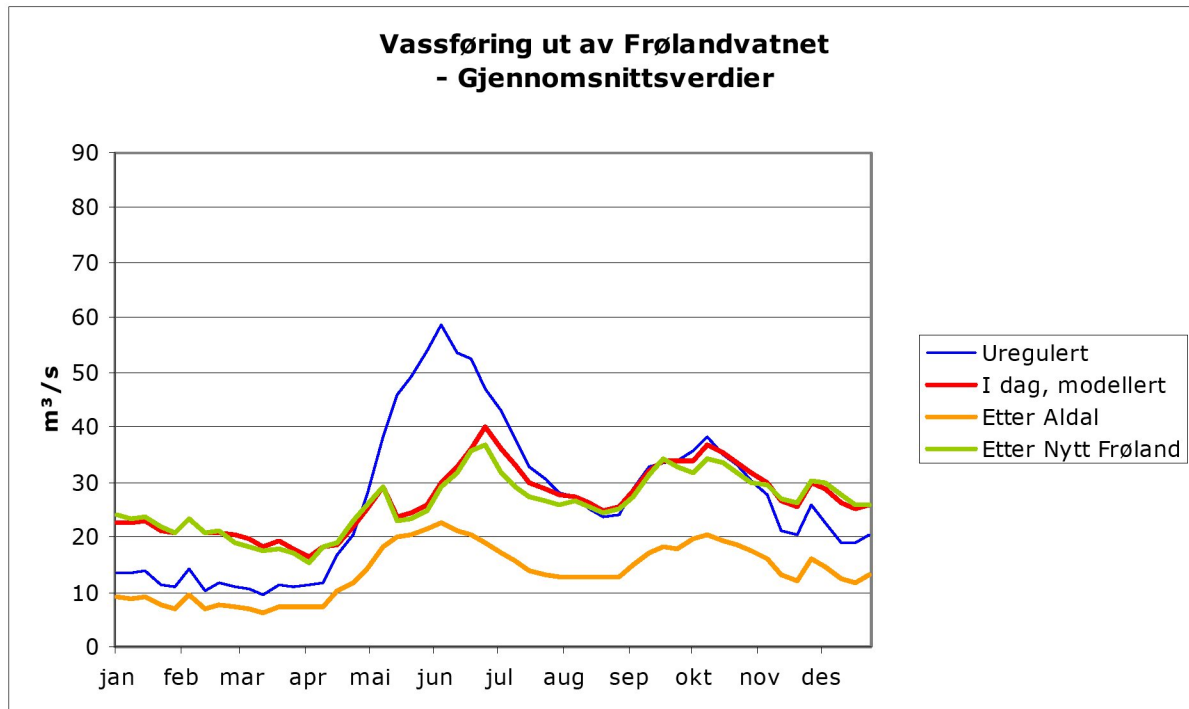
Nedstrøms Fiskevatnet vil dagens forslag til minstevassføring verte lagt til grunn. Nedstrøms inntaket til Tysse kraftverk vert dagens minstevassføringskrav og manøvreringsreglement vidareført.

Hyppigheten og storleiken på dei vanlege flaumane i vassdraget vil verte redusert på grunn av at ein har moglegheiter til å tappe vatn direkte frå Grønsdalsvatnet til sjøen. Dei største og ekstreme flaumane vil truleg vere like store som i dag.

I Storelva vil vassføringa nedstrøms Fiskevatnet i snitt verte redusert med 84 %. Vassføringa i Tysseelva vil i snitt verte redusert med 49 % og nedstrøms inntaket til Tysse kraftverk vil vassføringa i snitt verte redusert med 60 %.

Aldal kraftverk vil kunne regulerast raskt sidan dette har avløp direkte til sjøen, dette vil medføre at magasinvasstanden i Grønsdalsvatnet vil kunne variere meir enn i dag. Det vert søkt om å endre LRV frå kote 188 til kote 181 som den var før 2001. Truleg vil ein ikkje aktivt nytte magasinet mellom kote 181 og kote 188 sidan det er eit avgrensa volum i denne delen av magasinet (om lag 0,6 mill m³). Endringa av LRV er grunngjeve med at ettersyn av turbin i Grønsdal kraftverk vert enklare. Volumet mellom kote 181 og kote 188 vil også kunne fungere som ein buffer for eventuell manglande vatn for minstevassføring nedstrøms Fiskevatnet. Sjå figur 2 for vassføring ut av Frølandsvatnet.

Aldal kraftverk vil også medføre at tappemønsteret i reguleringsmagasina Svartavatnet og Kvittingsvatnet vert endra noko.



Figur 2 Gjennomsnittsvassføring ut Frølandsvatnet før og etter utbygging

0.3.2 Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Det vil ikkje verte store endringar i vassføringa i Tysseelva. På strekninga frå Fiskevatnet til Frølandsvatnet vil flaumane verte redusert i forhold til i dag og derfor er gjennomsnittsvassføringa sett over året redusert med heile 91 %.

0.3.3 Alternativ Rehabilitering av Frøland kraftverk (0-alternativet)

I anleggsperioden for rehabilitering av Frøland kraftverk vil alt tilsig til Fiskevatnet verte ført til Storelva mellom Fiskevatnet og Frølandsvatnet. Dette aukar risikoen for flaum ved Langeland. Tidspunkt for avstenging av Frøland kraftverk må sjåast i samanheng med magasinfyllinga i vassdraget slik at risikoen vert minst mogleg. Vasstapet vil medføre eit produksjonstap på minst 60 GWh i Frøland kraftverk og dette vil gje ein stor negativ konsekvens i anleggsfasen. I driftsfasen etter at kraftverket er rehabilitert vil det vere små endringar i forhold til dagens situasjon.

1 INNLEIING

Denne rapporten inneholder resultat frå konsekvensutgreiing på tema overflatehydrologi

1.1 Konsekvensutgreiingsprogram

Frå Konsekvensutgreiingsprogrammet:

Overflatehydrologi (Grunnlagsdata, vannførings- og vannstandsendringer, restvannføringer, flomforhold)

Overflatehydrologiske forhold, som vannførings- og vannstandsendringer, restvannføringer, flomforhold m.m. samt grunnlagsdata, skal utredes og beskrives i samsvar med NVEs veileder 1/98, så langt det er relevant, jf. pkt. 4.a.3 i del V. Beregning av alminnelig lavvannføring skal inngå som en del av dette. I tillegg gjøres beregninger av typiske lave vannføringer for vinterhalvåret og sommerhalvåret hver for seg (Q95-percentilen sommer (1/5-30/9) og vinter (1/10-30/4)). Vannføringen i Aldalselva, Kvernelva, Tysseelva og Storelva før og etter utbygging skal fremstilles på kurveform for "reelle år" ("vått", "middels" og "tørt").

For hvert alternativ skal det også angis hvor mange dager i året vannføringen er hhv. større enn største slukeevne og mindre enn minste slukeevne (tillagt planlagt minstavannføring) for de samme årene.

Flomforholdene skal vurderes basert på beregnede og/eller observerte flommer og det skal gis en vurdering av om skadeflommer øker eller minker i forhold til dagens situasjon. Skadeflomvurderingene kan knyttes opp mot en flom med gjentakintervall på 10 år (Q10) dersom det reelle nivået for skadeflom i vassdraget er ukjent. Flomvurderingene skal også inneholde en beregning av middelflommen.

Ovennevnte hydrologiske tema skal ligge til grunn for de øvrige fagutredningene som skal gjennomføres som et ledd i konsekvensutredningsprosessen.

Planlagt driftsvannføring gjennom kraftverket beskrives.

Minstevannføring og manøvrering

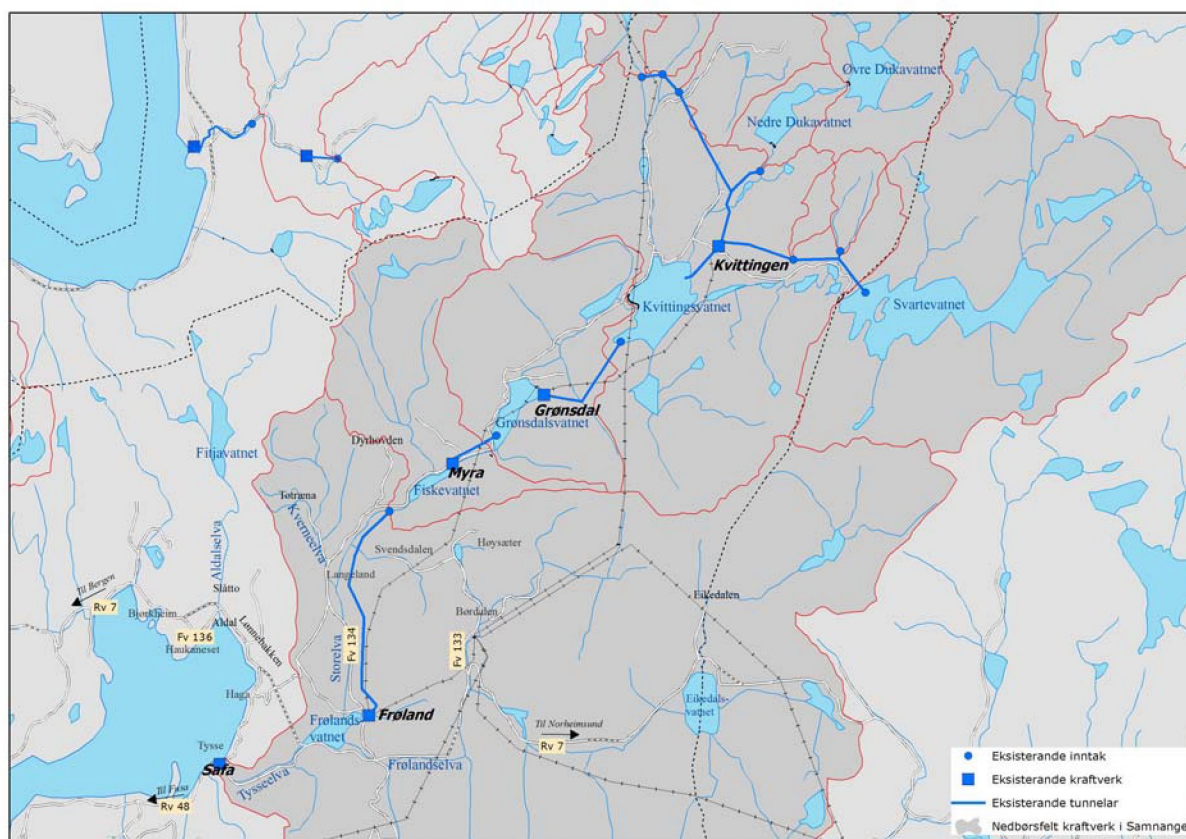
Forslag til minstevannføring skal tas inn i alle relevante hydrologiske beregninger og kurver og legges til grunn for vurderingene av konsekvenser for de øvrige fagtemaene. Dette gjelder også beregningene i forbindelse med produksjon og prosjektets økonomi som inngår i prosjektbeskrivelsen.

Det skal settes opp et forslag til reglement for manøvreringen. Vannstandsvariasjoner i Grøndalsvatnet, Fiskevatnet og Frølandsvatnet beskrives før og etter utbygging i henhold til de ulike alternativene som foreligger.

Det skal tas foto av elvene på utvalgte steder ved best mulig tallfestet vannføring og vannstand, for så langt som mulig å illustrere hvordan en eventuell minstevannføring vil fortone seg og hvordan endringer i vannstanden vil se ut.

Mulige fremtidige endringer i vannføringen skal kort vurderes på bakgrunn av klimascenariene som er omtalt i NVE rapport 1-2006.

1.2 Dagens situasjon



Figur 3: Oversiktskart dagens situasjon

1.2.1 Eksisterende kraftverk og reguleringar

Tabellane nedanfor syner data for kraftverk, magasin og nedbørsfelt i Samnanger- og Aldalselvvassdraga

Tabell 3: Eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget

Kraftverk	Slukeevne m ³ /s	Effekt MW	Fallhøgd m	Middelproduksjon GWh	Årstall
Kvittingen kraftverk	20	42	251	160	1984
Grønsdal kraftverk	22	36	165	138	1949
Myra kraftverk	20	3,7	20	10	1988
Frøland kraftverk	20	21	151	138	1912
Tysse kraftverk *	12		20	19	2006

* Safa Eiendom har fått løyve av NVE i des. 2007 å utvide slukeevna til 18 m³/s i periodar av året. Tiltaket er ikkje gjennomført pr. mai 2010.

Tabell 4: Eksisterende reguleringer i Samnangervassdraget

Magasin	HRV moh	LRV moh	Volum mill m ³
Øvre Dukevatnet	823,2	804,5	9,5
Nedre Dukevatnet	799,2	778,4	5,0
Svartevatnet	625,9	580,9	77,7
Kvittingsvatnet	368,4	334,1	35,0
Grønsdalsvatnet	198	188 *)	6,5
Fiskevatnet	178,3	172,7	0,3

Tabell 5: Nedbørsfelt i Samnanger- og Aldalselvassdraga

Felt	Feltareal km ²	Tilsig mill m ³ /år	Spesifikt avløp l/s·km ²
Øvre Dukevatnet	6,98	30,9	140
Nedre Dukevatnet	2,21	9,17	132
Herfangen	10,33	40,9	125
Tjødnadalen	6,93	29,5	135
Gjetlo	4,48	18,3	130
Bekk	0,65	2,73	133
2 Bekker	1,24	5,35	137
Svartavatnet	37,04	149,2	128
Kvittingsvatnet	28,88	101,1	111
Grønsdalsvatnet	12,08	36,2	95
-Aldalselva *	8,8	27,8	100
-Kvernelva *	4,1	11,1	86
Fiskevatnet	11,06	35,3	100
Tysseelva (inkl. restfelt) *	109,93	403,1	116

* Nedbørsfelt som inngår i alternativ Aldal kraftverk

1.2.2 Vassdraga

Samnangervassdraget – Storelva

Totalt er Storelva delen av vassdraget 128,66 km². Den regulerte delen av vassdraget, dvs til Fiskevatnet er 117,23 km². Kvernelva er ei sideelv til Storelva nedanfor Fiskevatnet og er totalt 4,27 km² ved samløpet med Storelva. Det er planlagt å utnytte 3,94 km² av dette i Aldal kraftverk.

Lengste elvelengde er ca 30 km frå Klungerdalen innerst i Herfangen til Frølandsvatnet. Vassdraget strekker seg frå 28 moh til 1320 i fjellområda på grensa mot Bergsdalsvassdraget i nordaust. Middelhøgda er ca. 750 moh.

I dei høgare liggande delane av vassdraget er det tynt vegetasjonsdekke. I resten av nedbørsfeltet er vanleg skog dekning. Det er total sett lite dyrka mark i vassdraget.

Største delen av vassdraget ligg i Samnanger kommune i Hordaland, men dei øvre delane ligg i hhv Kvam herad og Vaksdal kommune. Vassdraget grensar mot Bergsdalsvassdraget i nord og mot Vaksdalsvassdraget i vest. I aust grensar det mot Eikedalsvassdraget og Øysteseelvassdraget.

Ifbm gjennomføringa av tiltaksplanen som vart utarbeida etter konsesjonen for vassdraget i 2001 er det gjennomført ein del tiltak i vassdraget. Det er bygd celletersklar ved Tysseland, Tersklar/fisketrapp i Storelva nedanfor Langeland og terskel ved Langeland. Det er også bygd tersklar på strekninga Fiskevatnet – Grønsdalsvatnet og ovanfor Grønsdalsvatnet. I samband med evalueringa av tiltaka er det også gjort forsøk med ulike minstevassføringar frå Fiskevatnet til Frølandsvatnet. Det er kome forslag om at ei minstevassføring på denne strekninga i storleiken 200 l/s om sommaren og 100 l/s om vinteren vil vere tilstrekkeleg for både visuelle verknader og for at fisken i vassdraget skal ha tilfredsstillande leve- og oppvekstvilkår.

Frølandselvi – Eikedalsvassdraget

Frølandselvi er den uregulerte delen av Tyssselvi sitt nedbørsfelt og er 96,2 km² målt ved innløpet av Frølandselvi ved Frølandsvatnet. Høgda varierer frå 28 til 1300 moh i fjellområda mot sydaust. Middelhøgda er 650 m.

Lengste elvelengde er om lag 18 km til Eikedalsvatnet. Det er tynt vegetasjonsdekke i dei øvre delane av feltet, resten av feltet er dekkja av skog. Det er lite dyrka mark i feltet.

Eikedalsvassdraget er verna mot kraftutbygging i verneplan III i 1986.

Tysseelvi

Frå Frølandsvatnet 28 moh til fjorden. Lokalt nedbørfeltet er omlag 2,5 km². Elvelengda er 2,4 km frå Frølandsvatnet til fjorden. Dei første 2 km av elva ned til inntaket til Tysse kraftverket er relativt flat. Inntaket til Tysse kraftverk ligger på kote 20 og dette kraftverket utnyttar fallet ned til fjorden. Den berørte strekninga for Tysse kraftverk er ca 400 m. Det er bygt fisketrapp i Tyssefossen for å hjelpe anadrom fisk opp gjennom vassdraget.

Aldalselva

Elva frå Fitjavatnet til sjøen. Feltet er totalt 9,7 km², det er planlagt å utnytte 8,8 km² av dette med planlagt inntak i kote 200. Høydefordeling fra 0 til 718 moh (høgast mot nord), middelhøgda i feltet er ca 450 m. Øvre del av feltet er bart fjell eller tynt vegetasjonsdekke. Elva renner gjennom skogsterreng frå Fitjavatnet (365 moh) til fjorden. Total elvelengde er 7,6 km. Frå planlagt inntak ved kote 200 til fjorden er lengda 1,5 km. Elva har eit markert fall på ca 20m i Aldal frå ca kote 25 til kote 5. Dei siste 100 m er flate ned til utløpet i sjøen.

Fitjavatnet er nytta som drikkevasskjelde for Samnanger kommune, men dette ligg ovanfor planlagt inntak i Aldalselva og kjem ikkje i konflikt med utbyggingsplanane. Vassforbruket er totalt sett også så lite at det ikkje reduserer potensialet til bekkeinntaket særleg.

1.2.3 Flaumhistorikk

Følgende er henta frå BKK Produksjon sitt Internkontroll system, tekst fra 2001.

Flomhistorikk Samnangervassdraget

Ved målestasjonen i Samnanger (Kvittingen) ble det i perioden 1900 - 1971 registrert 3167 mm nedbør som årlig gjennomsnitt. Maksimal årsnedbør i perioden var 5087 mm i 1921, og døgnrekorden fra 26.11.1940 er på 195 mm. Månedsrekorden i perioden er fra desember 1975 med 1065 mm nedbør.

Det har vært fire relativt store flommer i Samnangervassdraget siden reguleringen kom i drift. I 1931, 38, 53, 95. Det er delte meninger om hvilken flom som var den største, den i 1938 eller flommen i 1953. Flommen i 1938 ble avmerket i grunnmuren på Frøland kraftstasjon. Vannstanden i Frølandsvatnet nådde da opptil ca 30 cm under stasjonsgulvet.

I 1953 falt det over 300 mm på to døgn. I tillegg var det snø i fjellet. Flommen i 1953 forårsaket skader på eiendommen til Samnanger Fabrikker på Tysse i form av utgraving langs grunnmuren ved elveosen.

En del veistrekninger mellom Frøland og Kvittingen ble oversvømmet. Ved Langelandsbrua ble veien skadet p.g.a. utgraving, og det var også en stund fare for at broen skulle bli tatt av vannmassene. Det rant også vann inn i kjellerne på de mest lavtliggende husene på Langeland. Utover dette vet vi ikke om andre skader disse flommene har forårsaket.

Etter at dette vart skreive i 2001 har det vore 2-3 større flaumar i vassdraget. Hausten 2005 var det to ekstremflaumar i regionen og desse to flaumane (14.september og 14. november) er også av dei totalt sett største flaumane i vassdraga i nyare tid.

Rapport frå mannskaper etter flaumane hausten 2005:

Flommen i Samnanger

- *Vannst.måling Svartavaten manglet i perioder, her vart det foretatt manuell måling så lenge vi kom opp. Overløp var på det meste 80 cm.*
- *Vannstandsmålingen Nedre Dukavatn manglet.*
- *Vannstanden i Fiskevatn var registrert opp til 180,34 moh (214cm over HRV). Dette er måling ved Myra, og ved dammen var det målt ca 160 cm overløp, men da er vannspeilet påverka av overløpet. Vegen var oversvømt frå midt på Fiskevatnet (ca 1 meter på det høgste) slik at tilkomst til Myra, Grønsdal, Kvitingen og reguleringsanlegg ovanfor Fiskevatnet var avskåret frå ca kl 12:00 den 14. november. Vegen var og stengt rett ovanfor Langelandsbrua der elva gjekk inn i vegen.*
- *Kvittingsvatnet hadde eit overløp på 65 cm.*
- *Vannstanden utanfor Myra kraftverk var ca 5cm under dørkarm.*
- *På Langeland var vannstanden i kjelleren på et bolighus målt til 80cm over golvet. Ved Fiskevatnet gjekk vatnet godt oppå kledning på ei hytte.*
- *De var også vann opp i vegen mellom riksvegen og Frøland kraftverk.*
- *De blei satt ned pumper i luftkanalen på Frøland kraftverk, der klarte vi å halde unna vatnet. Vannstanden utenfor Frøland kraftverk var 67cm under maskinsalgulv. I 1953 skal vannstanden stått helt opp til maskinsalgulvet.*
- *Pga myke lauv og rusk som flommen tok med seg gjekk ristene i Fiskevatnet tette. Dette førte til at Frøland kraftverk måtte stoppes. (grindrensker må anskaffes snarest)*
- *Vannføringsmålingen (loggaren) som stod nedenfor Langelandsbrua vart tatt av flommen.*

1.3 Alternative utbyggingsplanar

For detaljert omtale av utbyggingsplanane vert det vist til konsesjonssøknaden.

1.3.1 Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Adal kraftverk vil nytte eit fall på 198 meter mellom Grønsdalsvatnet og havnivået ved Samnangerfjorden. Kraftstasjonen vert plassert i fjell. Aldalselva og Kvernelva vert teke inn på driftstunnelen som bekkeinntak.

Frøland småkraftverk vil nytte restfeltet mellom Grønsdalsvatnet og Fiskevatnet. Småkraftverket vil nytte eksisterande infrastruktur etablert for dagens Frøland kraftverk.

Myra kraftverk vert fasa ut. Det vert trong for ventil/tappeluke som kan nyttast til å omfordele vatn frå Grønsdalsvatnet til Fiskevatnet.

Utbygging av Adal kraftverk medfører ei ny 132 kV-kraftleidning frå Dalane til Frøland koplingsanlegg.

1.3.2 Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Eit nytt Frøland kraftverk vil nytte eit fall på 164 meter frå Grønsdalsvatnet til Frølandsvatnet. Kraftstasjonen til nye Frøland kraftverk vert plassert i fjell bak eksisterande Frøland kraftverk.

Frøland småkraftverk vil nytte restfeltet mellom Grønsdalsvatnet og Fiskevatnet. Småkraftverket vil nytte eksisterande infrastruktur etablert for dagens Frøland kraftverk.

Myra kraftverk vert fasa ut. Det vert trong for ventil/tappeluke som kan nyttast til å omfordele vatn frå Grønsdalsvatnet til Fiskevatnet.

1.3.3 Alternativ Rehabilitering av Frøland kraftverk

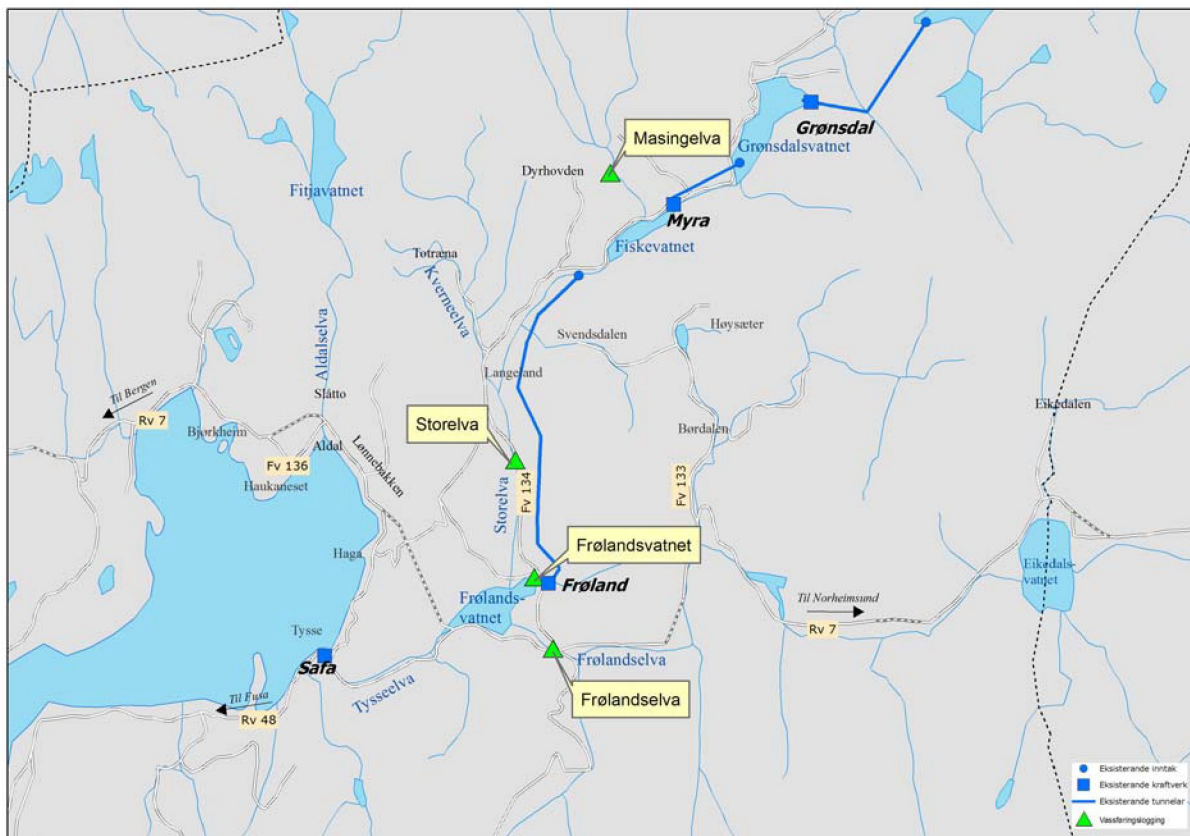
Alternativet til å byggje nytt kraftverk ved Aldal eller Frøland er ei omfattande rehabilitering av eksisterande Frøland kraftverk.

Driftstunnelen må utvidast frå 14 m² til 20 – 25 m² for å redusere falltap. Luker og stengeanordningar, elektrisk utstyr og aggregat må skiftast ut. Dagens røyrgate vert nytta og tilstanden på røyrgate og fundament må vurderast fortløpande i høve til gjeldande tryggleikskrav.

2 METODIKK OG INNGANGSDATA

2.1 Hydrologiske inngangsdata

I 2009 oppretta BKK tre nye målepunkt for vassføring og vasstand i Samnangervassdraget. To av målepunkta ligg i uregulerte vassdrag. Det eine ligg i Masingelva som renn ut i Fiskevatnet like ved Myra kraftverk og det andre ligg i Frølandselva like før utløpet i Frølandsvatnet. Det siste målepunktet registrerer vasstand i Frølandsvatnet og vassføringa i Tyssselvi skal kunne relaterast til denne loggaren.



Figur 4: Hydrologiske målestasjonar i Samnangervassdraget

I tillegg vart det i 2002 oppretta ein målestasjon i Storelva ved Langeland i restfeltet mellom Frølandsvatnet og Fiskevatnet med hensikt til å dokumentere lågvassføring i fbm evalueringa av manøvreringsreglementet i konsesjonen frå 2001. Stasjonen vart teken av flaum i 2005 og er satt opp igjen, det vart også ei endring i tverrprofilen og vassføringskurva for stasjonen er ikkje komplett og derfor ikkje dataserien lagt stor vekt i vurderingane som er gjort. Sjå også vedlegg 6 for omtale av målestasjonane.

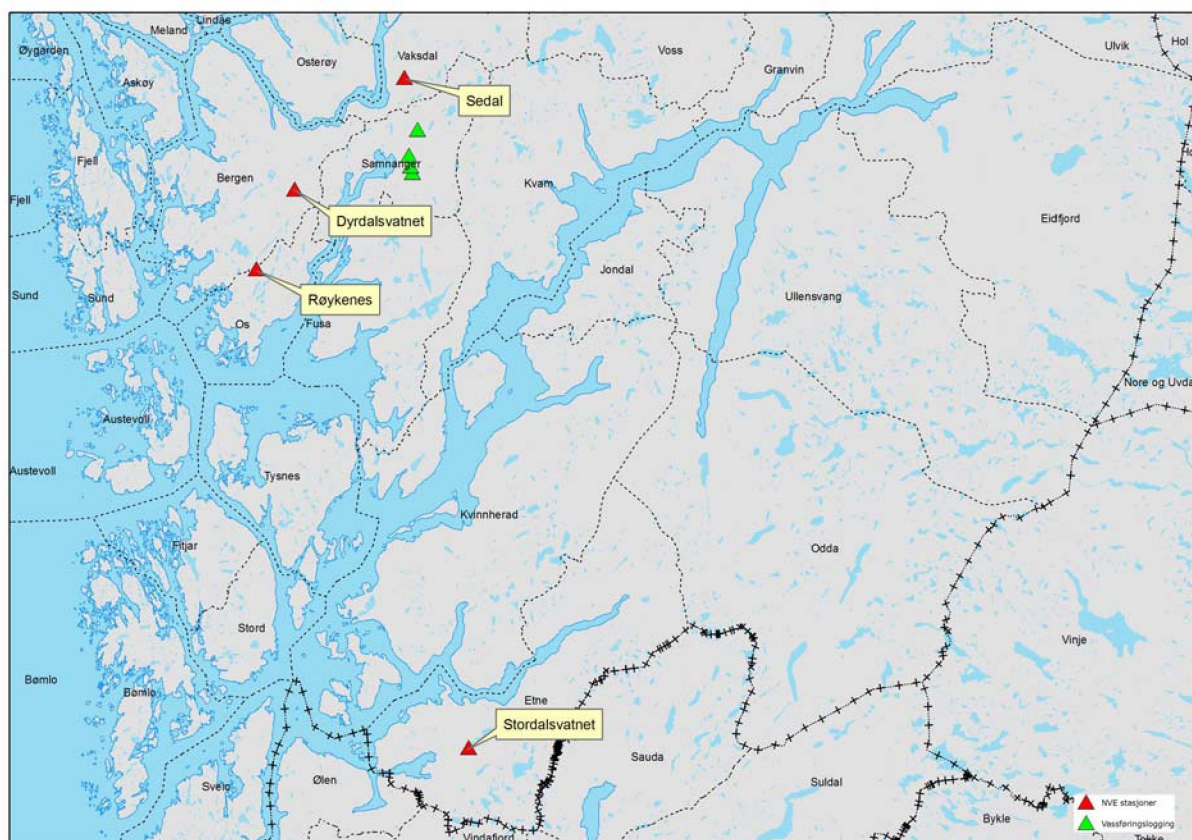
Det er også nytta driftsdata for magasin, kraftverk og delvis overløpsregisteringer for dei siste 10 åra, men driftsdata har varierende kvalitet og er heller ikkje lagt stor vekt i vurderingane.

Vidare er det for å vurdere vassføringa i dei nye bekkeinntaka brukt VM 55.4 Røykenes og VM 55.5 Dyrdalsvatnet i Oselva som grunnlag. For vurdering av tilsiget til Frølandsvatnet frå Frølandselva vil ein inntil det føreligg nok data for vassføringsloggaren som er montert i Frølandselva, nytte VM 55.4 Røykenes og VM 41.1 Stordalsvatn som grunnlag for dette feltet. Dyrdalsvatnet er også vurdert som eit alternativ referanseserie i vurderingane av dei minste nedbørsfelt

Tabell 6: Feltdata for nytta dataserier for uregulert vassføring

	VM 41.1 Stordalsvatn	VM 55.4 Røykenes	VM 55.5 Dyrdalsvatn
Feltareal [km ²]	129	50	3,25
H _{min} [moh]	51	53	436
H ₅₀ [moh]	685	307	575
H _{max} [moh]	1297	960	744
Effektiv sjøprosent [%]	6,38	2,24	4,09
Breandel [%]	0	0	0
Snøfjellprosent [%]	58,50	31,66	93,23
Sjøprosent [%]	10,7	3,9	4,0

Formålet med dei nyoppretta målepunkta er å vise at det er god korrelasjon mellom vassdraga i Samnanger og eksisterande observasjonar t.d ved Stordalsvatnet, Røykenes og Dyrdalsvatnet.



Figur 5: Nytta dataserier for uregulert tilsig

2.1.1 Nedbørsfelt og tilsig

Tilsiget i dei ulike delfelta er utrekna ved hjelp av NVE sitt avrenningskart for Noreg for perioden 1961-90 sjå tabell 5.

2.2 Produksjonssimulering

Produksjonssimuleringane er gjort i programmet VANSIMTAP, som er utviklet av Sintef Energiforskning. Dette er eit modulbasert simuleringsverktøy for optimalisering av energi produksjon i forhold til verdi av magasinering av vatn (Vannverdi-simulering). Input i programmet er fysisk omtale av vassdraga som inngår i modellen med effektkurver for kraftverk, fallhøgder, magasinkurver mv. Kjente restriksjoner og forslag til manøvereringsreglemnet er også lagt inn i modellane. Tilsiget i modellen er det brukt historiske dataserier for uregulerte vassdrag som har nokonlunde samanfallande felleigenskapar som dei modellerte nedbørsfelta.

Fordelen med modellen er at denne er markedsbasert og tek omsyn til eventuelle kontrakter på kjøp/sal av elektrisk kraft. Ulempen med modellen er at den simulerer med vekesverdiar og dette medfører at flaumar og lågvassperiodar ikkje nødvendigvis vert modellert godt nok. Ein tilsvarande modell vert også nytta til langsiktig produksjonsplanlegging i BKK. Modellane viser seg å simulere faktisk oppnådd produksjon i kraftverka ganske godt.

2.3 Metodikk

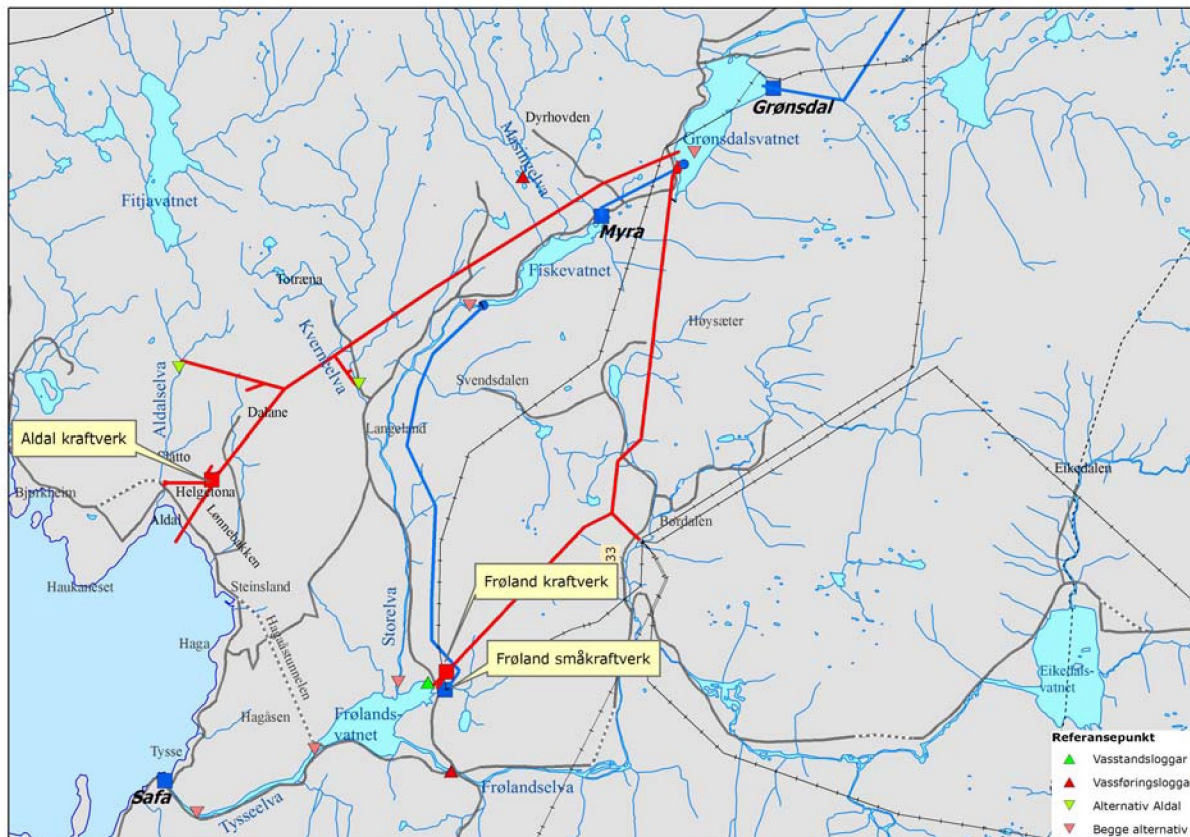
Simuleringsresultata for dei enkelte modulane som inngår i Samnangervassdraget er analysert i rekneark. Det er sett på produksjonsresultat, vassføring gjennom modulane, flaumtap/forbitapping og magasinvasstandar. I VANSIMTAP er Flaum og Forbitapping summert i samme resultatfil.

For dei ulike referansepunkta er lokal tilsig, flaumtap/forbitapping og eventuelle driftsvassføringer frå ovanforliggande modul summert.

3 UREGULERT SITUASJON – DAGENS SITUASJON

For dei uregulerte vassdraga (dvs Aldalselva, Kvernelva og Frølandselva) er karakteristiske lågvassføringer dvs alminneleg lågvassføring Qalm og 5 % percentiler utrekna/estimert vha referanseserier og LAVVANN.

I kurvene i vedlegga og resultata er dei ulike alternativa vurdert i forhold til modellert dagens situasjon og ein simulert uregulert situasjon. Den uregulert situasjonen er konstruert av dataseriane som inngår som tilsigsgrunnlaget i VANSIMTAP simuleringane.



Figur 6: Referansepunkt for vassføring før og etter utbygging

Tabell 7: Referansepunkt for vassføring

Referansepunkt	Areal km ²	Tilsig mill. m ³ /år	Merknad
Aldalselva like nedstrøms planlagt inntak	8,8	27,8	Alternativ Aldal kraftverk
Kvernelva like nedstrøms planlagt inntak	4,1	11,1	Alternativ Aldal kraftverk
Nedstrøms Dam Fiskevatnet	122,0	459,9	Alle alternativ
Tysseelva ved utløp Frølandsvatnet	228,7	844,8	Alle alternativ
Tysseelva like nedstrøms inntak Tysse kraftverk	230,8	851,7	Alle alternativ
Frølandselva	95,6	359,1	Uregulert, vassføringslogging
Masingelva	6,7	18,1	Uregulert, vassføringslogging

Tabell 8: Karakteristiske feltparametre for uregulerte felt

Nedbørsfelt	Areal	Middelvassføring	Spesifikt avløp	Felt-akse	Felt-bredde	Snaufjells prosent	Effektiv sjøprosent	Maksimal høgde forskjell
	km ²	m ³ /s	l/s·km ²	km	km	%	%	m
Aldalselva	8,8	0,88	100,2	4,7	1,9	50	4,15	518
Kvernelva	4,1	0,35	85,8	2,9	1,4	20	0,00	440
Frølandselva	96,2	11,39	119,6	12,2	7,8	55	0,31	1270

Tabell 9: Karakteristiske vassføringer for uregulerte felt, utrekna vha LAVVANN og referanseserie, verdier i l/s

Nedbørsfelt	Utrekna vha. LAVVANN			Bruk av referanseserie			
	Midlare 7 døgns lågvassføring		Alminneleg lågvassføring	5-persentil		Alminneleg lågvassføring	Referanseserie
	Sommar	Vinter		Sommar	Vinter		
Aldalselva	131	135	115	51	56	46	VM Røykenes
Kvernelva	24	31	21	20	22	19	VM Røykenes
Frølandselva	2750	1113	979	2450	750	813	VM Stordalsvatn

4 PRODUKSJONSSIMULERINGER

4.1 Forutsetninger

4.1.1 Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Tilsiget til bekkeinntaka i Aldalselva og Kvernelva er lagt til det uregulerte tilsiget til Grønsdalsvatnet/Aldal kraftverk modulen. Grønsdalsvatnet er simulert som eit buffermagasin. Effektkurvane til dei ulike alternativa for Aldal kraftverk er vurdert med 1 aggregat. Turbincenter/utløpet er lagt til kote 0. Det er simulert med slukeevner frå 20m³/s til 45 m³/s. Frøland småkraftverk nyttar Fiskevatnet som inntak og det er lagt inn effektkurve for eit aggregat. Avløpet er lagt til kote 30. Småkraftverket vil sannsynlegvis verte ein pelton turbin, i simuleringane er småkraftverket lagt inn med 3 m³/s i maksimal slukeevne.

4.1.2 Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Myra kraftverk er tatt ut av modellen. Det er lagt inn ny kraftverksmodul som er nytt Frøland kraftverk med inntak i Grønsdalsvatnet. Grønsdalsvatnet er simulert som buffermagasin. Effektkurvane for nytt Frøland kraftverk er også her vurdert med 1 aggregat. Det er simulert med slukeevner frå 20m³/s til 35 m³/s. Turbincenter er lagt til kote 30. Frøland småkraftverk er modellert på same måte som omtalt i forrige avsnitt.

4.1.3 Alternativ Rehabilitering av Frøland kraftverk

Effektkurve for eksisterande Frøland kraftverk er justert opp pga reduksjon i falltap i tunnelen og litt for oppgradering på aggregat. Driftsvassføringa er ikkje auka i forhold til dagens maksimale driftsvassføring.

5 RESULTAT

I tabellane er det vist hovudresultat frå simuleringane i VANSIMTAP. Sum GWh er for alle kraftverka i Samnangervassdraget. Tysse kraftverk er simulert med gjeldande vilkår, men som ikkje er gjennomført pr mai 2010.

Tabell 10: Basisresultat

		Basis
Slukeevne Aldal /Frøland	m ³ /s	16,00
Effekt	MW	19,50
Produksjon:		
Kvittingen	GWh	167,5
Grønsdal	GWh	154,6
Myra	GWh	14,2
Frøland	GWh	133,9
Tysse	GWh	23,9
Sum (GWh)	GWh	494,0
Brukstid Frøland kraftverk	timer	6869

Flom og Forbitapping:

Svartevatnet	mill m ³ /år	7,60
Kvittingsvatn	mill m ³ /år	17,12
Grønsdalsvatn	mill m ³ /år	21,48
Fiskevatn	mill m ³ /år	65,91
Tysse	mill m ³ /år	396,43

5.1 Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Tabell 11: Aldal kraftverk, resultat med minstevassføring.

		Aldal 0	Aldal 1	Aldal 2	Aldal 3	Aldal 4	Aldal 5
Slukeevne Aldal	m ³ /s	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0
Effekt Aldal	MW	35,0	43,6	52,1	60,5	68,7	76,4
Slukeevne Frøland småkraft	m ³ /s	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Effekt Frøland småkraft	MW	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1

Produksjon:

Kvittingen	GWh	167,5	166,9	166,8	166,8	167,0	166,8
Grønsdal	GWh	157,0	156,9	156,7	156,7	156,8	156,7
Aldal	GWh	213,8	220,6	224,2	226,3	227,1	222,7
Frøland småkraft	GWh	12,7	11,4	11,1	10,9	10,9	10,9
Tysse	GWh	14,1	14,0	13,9	13,9	13,9	13,9
Sum (GWh)	GWh	565,0	569,7	572,7	574,6	575,6	570,9
Endring i forhold til basis	GWh	71,0	75,6	78,6	80,6	81,6	76,9
Brukstid Aldal kraftverk	timer	6108	5059	4303	3740	3306	2914
Brukstid Frøland småkraft	timer	3096	2784	2699	2665	2657	2652

Flom og forbitapping:

Svartevatnet	mill m ³ /år	5,18	5,03	5,00	5,07	4,82	5,04
Kvittingsvatn	mill m ³ /år	12,93	12,28	12,16	12,38	12,02	12,12
Grønsdalsvatn	mill m ³ /år	34,89	20,30	11,60	6,95	3,93	2,03
Fiskevatn	mill m ³ /år	36,39	25,15	17,36	13,07	10,14	8,28
Tysse	mill m ³ /år	181,99	170,31	162,39	157,89	154,87	152,96

Minstevassføring:

- Nedstrøms Fiskevatnet 100 l/s 1. oktober – 30. april og 200 l/s 1. mai – 30. september.
- Nedstrøms inntak Tysse kraftverk 1 m³/s 16. oktober – 31. mai og 3 m³/s 1. juni – 15. oktober.
- Nedstrøms bekkeinntak Aldalselva 50 l/s 1. oktober – 30. april og 100 l/s 1. mai – 30. september.
- Nedstrøms bekkeinntak Kvernelva 20 l/s heile året.

I dei følgjande avsnitta er resultat for alternativ 3, Aldal kraftverk med 35 m³/s i slukeevne og Frøland småkraftverk med 3 m³/s i slukeevne omtalt.

5.1.1 Nedstrøms dam Fiskevatnet

Det er i simuleringer lagt inn minstevassføring på 200 l/s i perioden 1.mai til 30.september og 100 l/s frå 1.oktober til 30.april. Resultat er flom og forbitapping frå Fiskevatnet. Kurver er vist i Vedlegg 4.

5.1.2 Nedstrøms bekkeinntak Kvernelva

Dette punktet er vurdert med at det er lagt inn minstevassføring på 20 l/s heile året. Dette tilsvarer Qalm. Det er nytta ein teoretisk overføringskapasitet til Grønsdalsvatnet på 1,5 m³/s. Ved tilsig større enn overføringskapasiteten blir det overløp på bekkeinntaket. Kurver er vist i Vedlegg 4.

Det er nytta data for 55.4 Røykenes for å illustrere vassføringa i Kvernelva.

5.1.3 Nedstrøms bekkeinntak Aldalselva

Dette punktet er vurdert med at det er lagt inn minstevassføring på 50 l/s i vinterhalvåret og 100 l/s i sommarhalvåret. Dette tilsvarer minstevassføring lik Qalm om vinteren og 2·Qalm i sommarhalvåret for Aldalselva ved inntaket. Det er nytta ein teoretisk overføringskap på 4,5 m³/s til Grønsdalsvatnet/Aldal kraftverk. Ved tilsig større enn overføringskapasiteten blir det overløp på bekkeinntaket og når tilsiget er mindre enn minstevassføringa skal alt tilsig slippast forbi inntaket.

Det er nytta data for 55.4 Røykenes for å illustrere vassføringa i Aldalselva. Kurver er vist i Vedlegg 4.

Vassføringsforholda i Aldalselva ved utløpet i sjøen vil vere marginalt høgare enn nedstrøms bekkeinntaket då restfeltet mellom inntak og utløp gir ca 100 l/s i gjennomsnitt.

5.1.4 Frølandsvatnet

Ved hjelp av data frå vasstandsobservasjonar og vassføringsmålingar i vassdraget, sjå vedlegg 6, er det etablert ein foreløpig relasjon mellom vasstand i Frølandsvatnet og vassføring ut av Frølandsvatnet. Dei simulerte vassføringa er vurdert mot denne vassføringskurva.

5.1.5 Tyssselvi ved inntak Tysse kraftverk

Her består vassføringa av lokaltilsiget frå Frølandselvi, restfeltet nedstrøms Fiskevatnet til inntak Tysse kraftverk, flaumtap og forbitapping frå Fiskevatnet og driftsvassføringa frå småkraftverket på Frøland.

Kurver er vist i vedlegg 4. I kurver er det vist med simulert driftsvassføring og krav til gjeldande minstevassføringsvilkår for Tysse kraftverk. I kurvene i Vedlegg 4 er minstevassføring for Tysse kraftverk illustrert.

5.1.6 Tyssselvi nedstrøms inntaket til Tysse kraftverk

Her består vassføringen av flaumtap og forbitapping for Tysse kraftverk frå modellsimuleringene.

Kurver er vist i Vedlegg 4. I simuleringsmodellen er det teke omsyn til gjeldande minstevassføringsvilkår og driftsrestriksjon for Tysse kraftverk frå konsesjonen gitt til Safa Eiendom i desember 2007.

5.1.7 Grønsdalsvatnet

Det er i vedlegg 5 vist kurver for magasina Grønsdalsvatnet. Både Fiskevatnet og Grønsdalsvatnet er i VANSIMTAP modellert som buffermagasin, som betyr at modellen forsøker å optimalisere bruken av magasinet slik at flaumtap vert minst mogleg samstundes som produksjonen vert høgst mogleg. I ein faktisk driftssituasjon vil sannsynlegvis Grønsdalsvatnet verte nytta som eit reguleringsmagasin slik det er i dag, men med moglegheit for raskare regulering som følge av at avløpet frå Aldal kraftverk er direkte i sjøen.

5.1.8 Vassføring gjennom Aldal kraftverk

Aldal kraftverk har avløp direkte til sjøen. Dette gir moglegheiter med omsyn til rask regulering av driftsvassføringa gjennom kraftverket. Drifta av kraftverket kan leggst opp til å vere ein effektreserve i periodar der det er behov for effekt. Vassføringa gjennom kraftverket vil kunne variere over døgnet.

5.2 Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Tabell 12: Frøland kraftverk, resultat med minstevassføring

		Frøland 0	Frøland 1	Frøland 2	Frøland 3
Slukeevne Frøland	m ³ /s	20,0	25,0	30,0	35,0
Effekt	MW	30,0	37,3	44,6	52,0
Slukeevne Frøland småkraft	m ³ /s	3,0	3,0	3,0	3,0
Effekt	MW	4,1	4,1	4,1	4,1

Produksjon

Kvittingen	GWh	168,3	168,5	168,5	168,4
Grønsdal	GWh	154,6	154,7	154,6	154,6
Nye Frøland	GWh	165,0	171,4	174,2	176,0
Frøland småkraft	GWh	12,6	10,9	10,8	10,8
Tysse	GWh	23,6	23,5	23,5	23,5
Sum (GWh)	GWh	524,1	529,1	531,7	533,3
Endring	GWh	30,1	35,0	37,7	39,3
Brukstid Nye Frøland	timer	5500	4596	3907	3384
Brukstid småkraftverk	timer	3084	2651	2641	2641

Flom og forbitapping

Svartevatnet	mill m ³ /år	6,29	5,89	6,01	6,12
Kvittingsvatn	mill m ³ /år	13,93	13,08	13,16	13,41
Grønsdalsvatn	mill m ³ /år	37,01	15,50	8,32	4,68
Fiskevatn	mill m ³ /år	7,56	6,93	6,89	6,89
Tysse	mill m ³ /år	391,48	392,49	392,29	392,11

Minstevassføring:

- Nedstrøms Fiskevatnet 100 l/s 1. oktober – 30. april og 200 l/s 1. mai – 30. september.
- Nedstrøms inntak Tysse kraftverk 1 m³/s 16. oktober – 31. mai og 3 m³/s 1. juni – 15. oktober.

I dei følgjande avsnitta og i vedlegg er resultat frå alternativ 1 Frøland kraftverk med slukeevne 25 m³/s og Frøland småkraftverk med slukeevne 3.0 m³/s omtalt

5.2.1 Strekinga nedstrøms Dam Fiskevatnet - Frølandsvatnet

Det er i simuleringer lagt inn minstevassføring på 100 l/s i perioden 1.oktober til 30 april og 200 l/s i perioden 1.mai til 30.september frå Fiskevatnet. Resultatet er flom og forbitapping frå Fiskevatnet. Kurver er vist i Vedlegg 4.

5.2.2 Frølandsvatnet - Tysseelvi

Vassføring ut av Frølandsvatnet består av driftsvassføring frå Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk, lokaltilsiget frå Frølandselvi og restfeltet nedstrøms Fiskevatnet og flomtap og forbitapping Fiskevatnet.

Kurver er vist i Vedlegg 4. Det er i simuleringene lagt inn forslag på 200 l/s i perioden 1.mai til 30.september og 100 l/s frå 1.oktober til 30.april for strekninga Fiskevatnet – Frølandsvatnet og gjeldande minstevassføringsvilkår for Tyssefossen (Tysse kraftverk)

Det er venta små endringar i vassføringa i Tysseelvi som følge av utbygging av Nytt Frøland kraftverk.

5.2.3 Vassføring gjennom Nytt Frøland kraftverk

Nytt Frøland kraftverk har avløp til Frølandsvatnet og Tyssselvi. Raske endringar i driftsvassføringar vil kunne verke uheldig på nedanforliggende delar av vassdraget. Vassføringa gjennom kraftverket vil ein truleg variere lite over døgnet. Endringar i driftsvassføringa bør verte endra ved trinnvis regulering slik at vasstanden og vassføringa i vassdraget nedstrøms ikkje vert prega av brå og hyppige endringar.

5.3 Alternativ Rehabilitering Frøland kraftverk

Tabell 13: Rehabilitering av Frøland, resultat med minstevassføring 100- 200 l/s frå Fiskevatnet og 1 - 3 m³/s forbi inntaket til Tysse kraftverk

		Frøland Rehab
Slukeevne Frøland	m ³ /s	16
Effekt	MW	21

Produksjon

Kvittingen	GWh	167.5
Grønsdal	GWh	154.4
Myra	GWh	14.2
Frøland småkraft	GWh	145.5
Tysse	GWh	23.9
Sum (GWh)	GWh	505.5
Endring	GWh	11.5
Bruktid Frøland	timer	6864

Flom og forbitapping

Svartevatnet	mill m ³ /år	7.70
Kvittingsvatn	mill m ³ /år	17.23
Grønsdalsvatn	mill m ³ /år	21.62
Fiskevatn	mill m ³ /år	64.99
Tysse	mill m ³ /år	396.16

Ved rehabilitering av kraftverket er det forutsatt at kraftverket vil vere heilt ute av drift i mellom 6 -12 månader. Analyser som driftssentralen i BKK har gjort, viser at produksjonstapet i vassdraget vil verte i storleiken 60 GWh i denne perioden. Tidspunkt på året for nedstening av anlegget vil vere avgjerande for kor stort produksjonstapet vil verte. Dei andre kraftverka i vassdraget vil også få noko redusert produksjon og magasina må vere mest mogleg nedtappa.

For strekninga nedstrøms Fiskevatnet vil vassføringa auke betydeleg i denne driftsstans perioden. Flaumrisikoen aukar også. Dette vil i anleggsfasen kunne ha svært stor negativ konsekvens.

5.3.1 Frølandsvatnet

Vasstandsvariasjonane i Frølandsvatnet vil vere tilnærma lik som i dag.

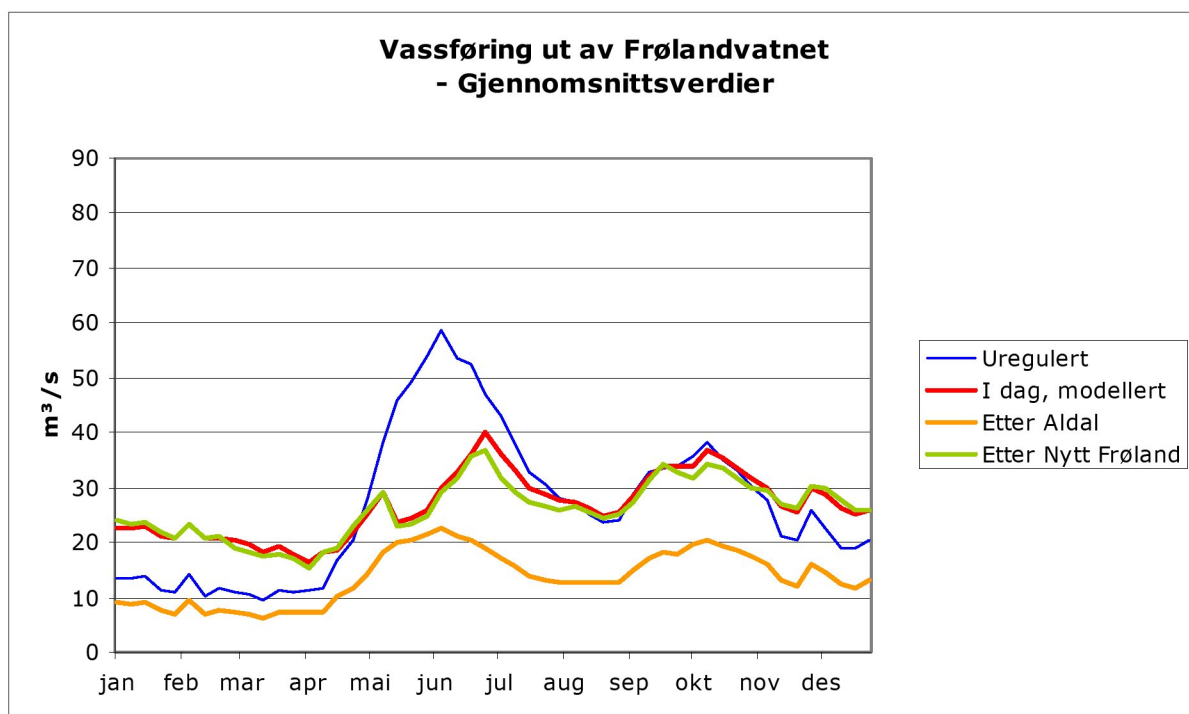
5.3.2 Tysseelvi ved inntak Tysse kraftverk

Vassføringa i Tysseelva vil vere tilnærma lik som i dag. Flomtap frå Fiskevatnet vil gå noko ned, men i staden for overløp vil delar av vatnet kunne handterast betre i kraftverket. Total vassmengd ut av Frølandsvatnet vert derfor lik som i dag.

6 KONKLUSJON

6.1 Restvassføringer

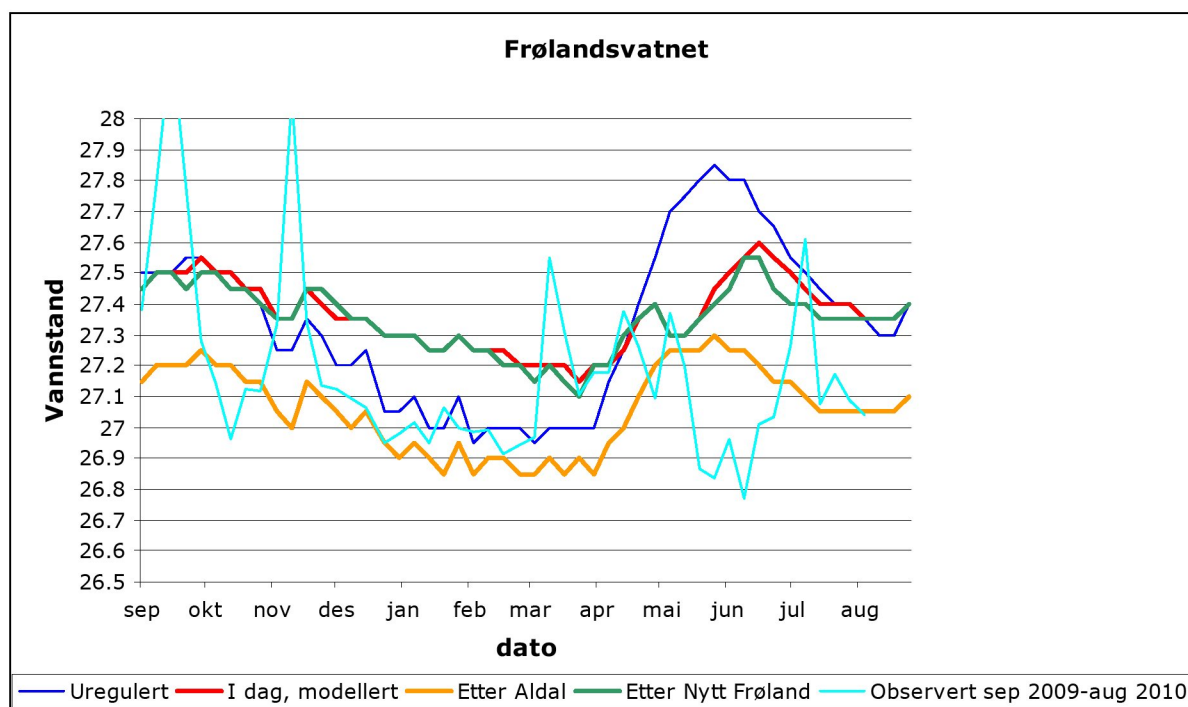
I tabellane i dei neste avsnitta er det vist kor stor andel av årleg tilsig som er att etter utbygging for hhv tørt, vått og middels år i tillegg til gjennomsnittet. Restilsiget etter utbygging er vurdert i forhold til dagens forhold.



Figur 7: Vassføring ut av Frølandsvatnet, modellerte resultat

Figuren over viser gjennomsnittsvassføringa ut av Frølandsvatnet før og etter utbygging. I tabell 14 , 15 og 16 er resultata for alle referansepunkta vist.

Referansepunktet "Tyssefossen" er nedstrøms inntak til Tysse kraftverk. I Uregulert situasjon er dette tilnærma lik Referansepunkt "Utløpet av Frølandsvatnet".



Figur 8: Frølandsvatnet, simulerte verdier for perioden 1961-1990 og observert 2009-2010

Figuren viser forventna vassstandsvariasjonar i Frølandsvatnet. Sjå vedlegg 6 for meir om vassstandsobservasjonane og utrekna vassføringskurve for Frølandsvatnet.

6.1.1 Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Det er små skilnader mellom dei ulike alternativa av Aldal kraftverk som er vurdert. Talla nedanfor og figurar i vedlegg er vist for alternativet med slukeevne på 35 m³/s.

Tabell 14: Resultat referansepunkt , før og etter utbygging av Aldal kraftverk

		Referansepunkt					
		Aldalselva			Kvernelva		
		Før m ³ /s	Etter m ³ /s	Rest	Før m ³ /s	Etter m ³ /s	Rest
Gjennomsnitt	Året	0,86	0,10	12 %	0,34	0,04	12 %
	Sommar	0,72	0,11	15 %	0,29	0,03	10 %
	Vinter	0,95	0,10	10 %	0,38	0,05	12 %
Vått år	Året	1,33	0,17	12 %	0,53	0,08	14 %
	Sommar	1,09	0,10	10 %	0,44	0,03	7 %
	Vinter	1,51	0,21	14 %	0,60	0,11	18 %
Tørt år	Året	0,50	0,08	15 %	0,20	0,03	14 %
	Sommar	0,67	0,12	18 %	0,27	0,04	14 %
	Vinter	0,38	0,05	12 %	0,15	0,02	13 %
Middels år	Året	0,84	0,09	11 %	0,34	0,04	10 %
	Sommar	0,82	0,10	12 %	0,33	0,03	8 %
	Vinter	0,86	0,08	10 %	0,34	0,04	12 %

Tabell 14: forts.

		Referansepunkt								
		Nedstrøms Fiskevatnet			Utløpet av Frølandsvatnet			Tyssefossen		
		Før m³/s	Etter m³/s	Rest	Før m³/s	Etter m³/s	Rest	Før m³/s	Etter m³/s	Rest
Gjennomsnitt	Året	1,72	0,27	16 %	26,65	13,64	51 %	11,62	4,64	40 %
	Sommar	3,19	0,48	15 %	31,74	17,93	56 %	16,82	6,77	40 %
	Vinter	0,67	0,13	19 %	23,01	10,58	46 %	7,90	3,13	40 %
Vått år	Året	6,06	0,83	14 %	39,69	20,02	50 %	23,48	7,54	32 %
	Sommar	12,68	1,87	15 %	49,46	23,72	48 %	34,27	10,28	30 %
	Vinter	1,34	0,09	7 %	32,71	17,39	53 %	15,79	5,58	35 %
Tørt år	Året	0,99	0,14	14 %	25,90	13,34	52 %	11,07	4,27	39 %
	Sommar	2,37	0,21	9 %	33,77	20,11	60 %	18,58	7,64	41 %
	Vinter	0,00	0,09		20,28	8,52	42 %	5,71	1,86	33 %
Middels år	Året	0,51	0,15	29 %	21,96	11,63	53 %	8,25	4,41	53 %
	Sommar	0,69	0,21	30 %	23,73	14,57	61 %	9,74	4,71	48 %
	Vinter	0,38	0,10	27 %	20,70	9,53	46 %	7,19	4,20	58 %

Tabell 15: Antall dager med vassføring større enn overføringskapasitet, vassføring lik minstevassføring eller vassføring mindre enn minstevassføring, for like nedstrøms bekkeinntak i Aldalselva og Kvernelva, før og etter utbygging av Aldal kraftverk

		q > q _{maks}		q = minstevannføring		q < minstevannføring	
		Før utbygging	Etter utbygging	Før utbygging	Etter utbygging	Før utbygging	Etter utbygging
Aldalselva	Tørt år	3	0	0	274	88	88
	Middels år	6	0	0	323	36	37
	Vått år	18	2	0	335	12	14
Kvernelva	Tørt år	7	0	0	297	61	61
	Middels år	10	1	0	332	23	23
	Vått år	25	4	0	339	1	1

6.1.2 Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Det er små skilnader mellom dei ulike alternativa av Frøland kraftverk som er vurdert og tallane nedanfor er vist for alternativet med slukeevne på 25 m³/s.

Tabell 16: Resultat referansepunkt, før og etter utbygging av Nytt Frøland kraftverk

		Referansepunkt								
		Nedstrøms Fiskevatnet			Utløpet av Frølandsvatnet			Tyssefossen		
		Før m ³ /s	Etter m ³ /s	Rest	Før m ³ /s	Etter m ³ /s	Rest	Før m ³ /s	Etter m ³ /s	Rest
Gjennomsnitt	Året	1,72	0,16	9 %	26,65	25,97	97 %	11,62	11,50	99 %
	Sommar	3,19	0,23	7 %	31,74	30,35	96 %	16,82	16,15	96 %
	Vinter	0,67	0,10	15 %	23,01	22,84	99 %	7,90	8,18	104 %
Vått år	Året	6,06	0,16	3 %	39,69	37,86	95 %	23,48	23,30	99 %
	Sommar	12,68	0,24	2 %	49,46	42,93	87 %	22,12	24,87	112 %
	Vinter	1,34	0,09	7 %	32,71	34,25	105 %	15,79	5,58	35 %
Tørt år	Året	0,99	0,14	14 %	25,90	25,69	99 %	11,07	11,17	101 %
	Sommar	2,37	0,21	9 %	33,77	33,14	98 %	18,58	17,95	97 %
	Vinter	0,00	0,09		20,28	20,37	100 %	5,71	6,34	111 %
Middels år	Året	0,51	0,15	29 %	21,96	21,54	98 %	8,25	8,01	97 %
	Sommar	0,69	0,21	30 %	23,73	23,12	97 %	9,74	8,99	92 %
	Vinter	0,38	0,10	27 %	20,70	20,41	99 %	7,19	7,31	102 %

6.1.3 Alternativ rehabilitert Frøland kraftverk

Det vil ikkje vere store forskjellar i forhold til dagens situasjon.

6.2 Flaumforhold

Dagens forhold i vassdraget

Nedbørfelta i Samnanger ligg på grensa mellom regionane der henholdsvis årsflaum og haustflaum er dominerande. Erfaringa frå drifta av vassdraget dei seinare åra er at det er haustflauman som er størst. Flauman skjer vanlegvis i periodar etter langvarig og kraftig regn og sidan nedbørfelta i Samnanger strekker seg høgt opp er det stor sannsynlegheit for at det kan ligge snø i nedbørsfeltet.

Frå flaumutrekningar for vassdraget som vart utført i 2003 er resultata vist nedanfor.

Tabell 17: Resultat dimensjonerande flaum for dammer i Samnangervassdraget, frå Flomberegninger Samnangervassdraget BKK 2003

Dam	Gjentaksintervall år	Tilløpsflom m ³ /s	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand moh	HRV moh
Øvre Dukevatnet	1000	44,0	26,8	823,91	823,20
Nedre Dukevatnet	1000	34,1	31,7	799,92	799,20
Svartevatnet	1000	173,9	78,7	627,34	625,90
Kvittingsvatnet	1000	269,2	265,5	369,26	368,40
Grønsdalsvatnet	500	254,8	250,3	200,14	198,00
Fiskevatnet	1000	301,8	301,8	180,52	178,30

Flaumfrekvensanalyse av nærliggande måleseriar viser at middelflaum om hausten er i storleiken 500 (Stordalsvatnet) – 900 (Røykenes) l/s·km².

Det er spesielt på strekningen frå Fiskevatnet til Frølandsvatnet som er påverka av flaum. Dei siste åra har det vore 2-3 større flaumar i vassdraget. Sjå også innleiinga, kap 1.2.3

Problema med flaum nedstrøms Fiskevatnet har dels vore på grunn av lav slukeevne i Frøland kraftverk i forhold til tilsiget og tilstopping av inntaket i Fiskevatnet. Det er etter flaumane i 2005 montert maskinstyrt grindrenskar slik at risikoen for tilstopping av inntaket er mindre no enn kva den har vore tidlegare. I periodar med stor nedbør vert det likevel raskt overløp på Fiskevatnet.

6.2.1 Alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Dei største flaumane i Aldalselva og Kvernelva vil bli upåverka då desse mest truleg vil inntreffe ved høg vasstand i Grønsdalsvatnet og då skal tunnelsystemet og inntaka vere konstruert slik at det ikkje vert overført vatn frå eit vassdrag til eit anna. Dei meir vanlege flaumane vil bli redusert då desse vil bli teke inn på systemet og enten magasinert i Grønsdalsvatnet eller går direkte til drift av kraftverket.

I vanlege og normale driftsituasjonar meiner vi at det vil bli ei forbetring av flaumforholda nedstrøms Fiskevatnet og på strekninga frå Frølandsvatnet til fjorden. I normale driftsituasjon vil Grønsdalsvatnet og ovanforliggende magasin vere nedtappa i forkant av prognoserte flaumar. Flaumane vil i snitt verte redusert tilsvarande driftsvassføringa i kraftverket.

Ved bygging av Aldal kraftverk vil ein kunne tappe ned raskt uavhengig av situasjonen elles nedstrøms i vassdraget då avløpet her går direkte til sjøen.

Dei ekstreme flaumtilfella vil verte som i dag då ein må forutsette at reguleringar og moglegheiter for manøvreringsarrangement i vassdraget kan vere satt ut av drift.

6.2.2 Alternativ Nytt Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Dette alternativet vil truleg ikkje medfører store endringar i forhold til dagens flaumar. Ved normale driftsforhold og gode prognoser vil eit nytt kraftverk raskare kunne tappe ned Grønsdalsvatnet for å ta i mot flaum og holde igjen flaumvatn frå dei øvre delane av vassdraget, enn kva tilfellet er idag. Ved å holde igjen på vatn i Grønsdalsvatnet kan ein også styre at flaumtopp frå hhv Storelva og Eikedalselva ikkje kjem samstundes og ein dermed kan redusere flaumen i Tyssselvi.

6.2.3 Alternativ Rehabiliterert Frøland kraftverk

Dette alternativet vil truleg ikkje medfører store endringar i forhold til dagens flaumar.

6.3 Vurdering av ulike minstevassføringregimer

I vurderingane som er gjort for alle alternativa og som det er vist resultat for i tabellane ovanfor og i kurver i vedlegg, er gjeldane minstevassføring og driftsrestriksjonar i Tysse kraftverk lagt til grunn. Dette er 1 m³/s i Tyssefossen i perioden 16.oktober – 31.mai og 3 m³/s 1.juni -15 oktober. I tillegg til driftsrestriksjon av Tysse kraftverk på maksimal driftsvassføring på 12 m³/s i perioden 1.juli -30.september. Det er vidare vurdert for alle alternativa at minstevassføringa frå Fiskevatnet skal vere 200 l/s i perioden 1.mai til 30. september og 100 l/s i for perioden 1.oktober til 30.april.

For alternativ Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk er det vurdert med minstevassføring i Aldalselva er 100 l/s i sommarhalvåret og 50 l/s i vinterhalvåret, 50 l/s tilsvarer alminneleg lågvassføring. Og at minstevassføring i Kvernelva skal vere 20 l/s heile året

Ei auke av minstevassføringa i Tyssefossen til hhv 2 m³/s i perioden 1.november til 31.mai og 6 m³/s 1 juni – 30 oktober gir ca 3 GWh lågare total produksjon i vassdraget for alternativ Aldal kraftverk med 35 m³/s som maksimal slukeevne.

6.4 Forslag til manøvreringsreglement

BKK Produksjon har følgjande framlegg til manøvreringsreglement for drift av Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk:

1.

A: Reguleringar

	HRV moh	LRV moh	Reguleringshøgde m
Øvre Dukevatnet	823,2	804,5	18,7
Nedre Dukevatnet	799,2	778,4	20,8
Svartavatnet	625,9	580,9	45
Kvittingsvatnet	368,4	334,1	34,3
Grønsdalsvatnet	198	181*	17
Fiskevatnet	178,3	172,7	5,6

*Einaste endring i høve til dagens gjeldande manøvreringsreglement

B: Overføringar

Avløp frå følgjande felt kan overførast og nyttast i Aldal kraftverk:

Aldalselva 8,8 km²
Kvernelva 4,1 km²

2.

Ved manøvrering skal dei naturlege flaumvassføringane nedanfor magasina og inntaka så vidt mogleg ikkje aukast.

I tørre periodar der resttilsiget og minstevassføring frå Fiskevatnet ikkje er tilstrekkelig for å oppretthalde minstevassføringsvilkåra i Tyssefossen må det tappast vatn frå Grønsdalsvatnet til Fiskevatnet. Elles kan tapping foregå etter behov.

3.

Forbi inntaket i Aldalselva skal det så framti det er tilsig i vassdraget sleppast ei minstevassføring på 100 l/s i perioden 1. mai til 30. september, og 50 l/s resten av året.

Forbi inntaket i Kvernelva skal det så framti det er tilsig i vassdraget sleppast ei minstevassføring på 20 l/s heile året.

Nedanfor dammen på Fiskevatnet skal det vere ei minstevassføring på 200 l/s i perioden 1. mai til 30. september og 100 l/s resten av året.

Frå Frølandsvatnet til nedanfor inntaket til Tysse kraftverk i Tyssselva skal minstevassføringskravet til Tyssefossen vere styrande. Dette er 1 m³/s i perioden 16 oktober – 31.mai og 3 m³/s 1.juni -15. oktober. For å sikre denne minstevassføringa i tørre periodar skal ein nytte forbitapping ved Myra.

6.5 Vurdering av framtidige klimaendringer

NVE Rapport 1 -2006 "Climate change impacts on streamflow in Norway" omtaler forventa klimaendringer i perioden 2071-2100 i forhold til perioden 1961-1990. Det er brukt klimascenarier frå RegClim prosjektet som er nedskalert og vurdert for 25 vassdrag i Norge.

Forventa endring for kystnære vassdrag på Vestlandet er at årleg tilsig vil auke med 10-25 %. Det er forventa at vassføringa på vinteren auke opptil 110 %.

Det er truleg at vårflaumane i vassdraga vert lenger sidan delar av nedbøren som i dag kjem i form av snø om vinteren vil kome som regn, og at snøsmeltinga startar tidlegare. Ein kan også forvente at flaumane om hausten vert lenger då snølegginga i vassdraget vil skje seinare enn i dag. På grunn av at det vert mindre snø i nedbørsfeltet vil sommarvassføringa gå ned.

For begge alternativa med nye kraftverk vil auka tilsig gje høgare energiproduksjon. For alternativ Nytt Frøland kraftverk vil flaumane spesielt frå Frølandsvatnet til fjorden truleg verte større og hyppigare enn i dag.

For alternativ Aldal kraftverk vil tapping frå Grønsdalsvatnet verke positivt inn for å redusere flaumane i nedre del av vassdraget då kraftverket har avløp direkte til sjø.

Det er også forventa ei havstigning som må takast omsyn til ved detaljprosjektering og bygging av Aldal kraftverk.

6.6 Oppfølgjande undersøkingar

Opplegget for vassføringsmålingar i vassdraget på dei same stadane som er nemnt i kapittel 2.1 bør fortsette.

7 REFERANSER

- NVE Avrenningskart
- NVE databasesystem HYDRA II
- NVE Rapport Miljøbasert vannføring. Lavvannføring - estimering og konsesjonsgrunnlag.
- NVE Oppdragsrapport 1 -2006 Climate change impacts on streamflow in Norway
- Flomberegning for Samnangervassdraget i Hordaland, BKK 2003.
- Flaumfrekvensanalyse for utvalde serier på Vestlandet, BKK 2008. (intern rapport)
- Intern kontroll system, BKK

8 VEDLEGG

Vedlegg 1: Oversiktskart Samnangervassdraget

Vedlegg 2: Oversiktskart Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk

Vedlegg 3: Oversiktskart Nye Frøland kraftverk og Frøland småkraftverk

Vedlegg 4: Kurver for referansepunkt

Vedlegg 5: Magasinkurver

Vedlegg 6: Vassføringsmålinger i Samnangervassdraget

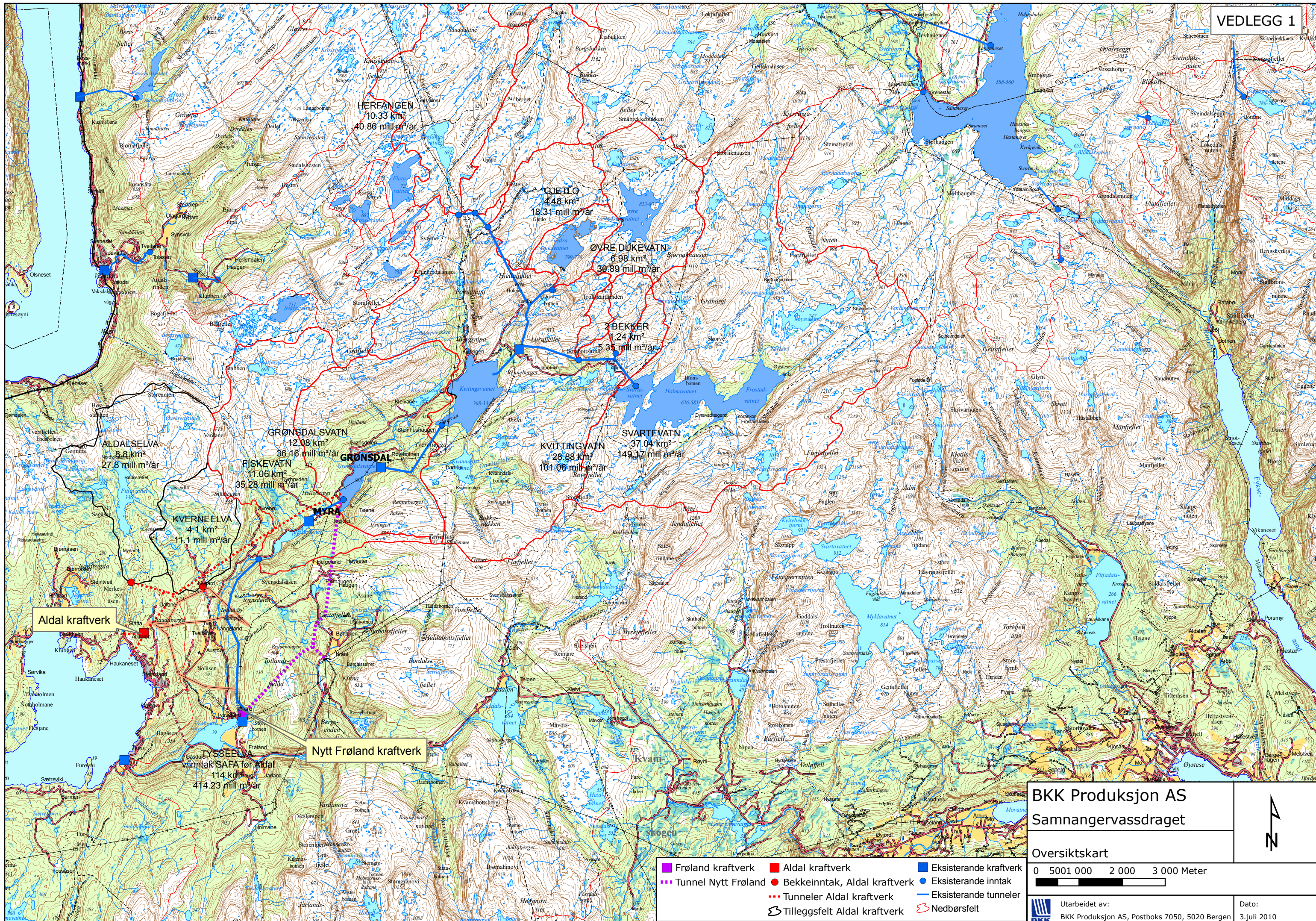
Vedlegg 7: Karakteristiske vassføringsdata for referanseserier

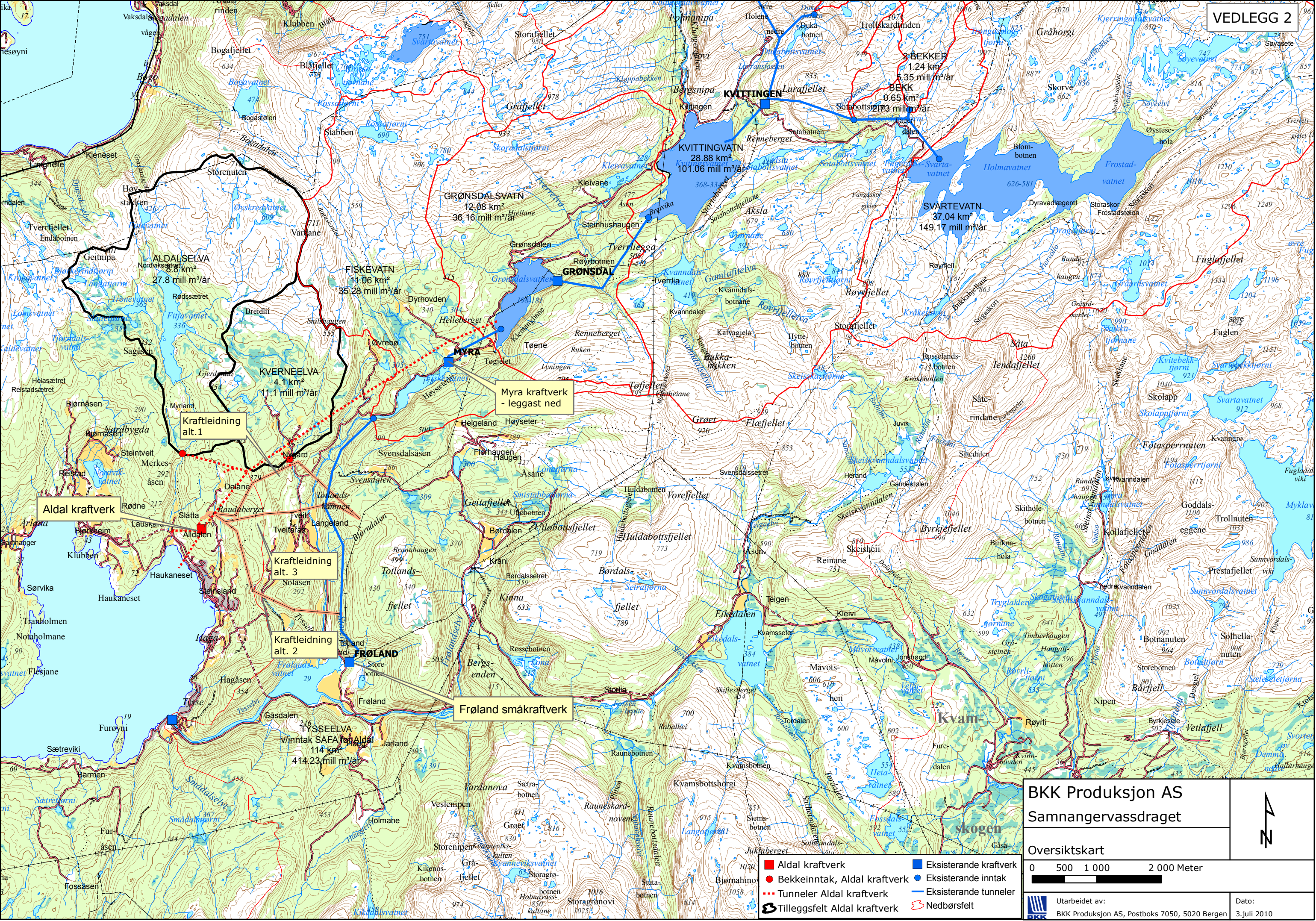
Vedlegg 8: Karakteristiske feltdata for referanseserier

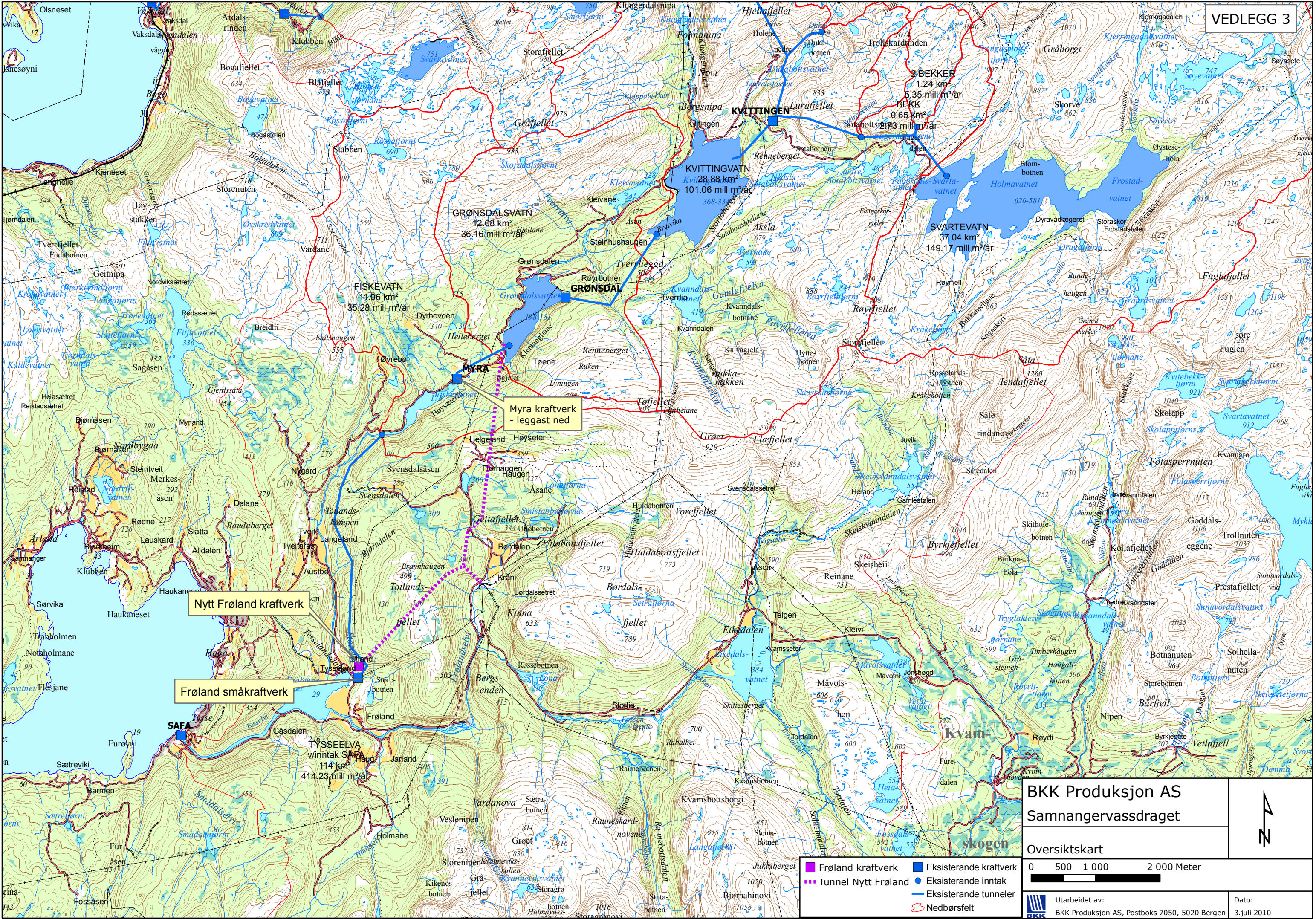
Vedlegg 9: Bilder Tysseland nedanfor bro

Vedlegg 10: Bilder Tysseland ovanfor bro

Vedlegg 11: Bilder ved Langeland

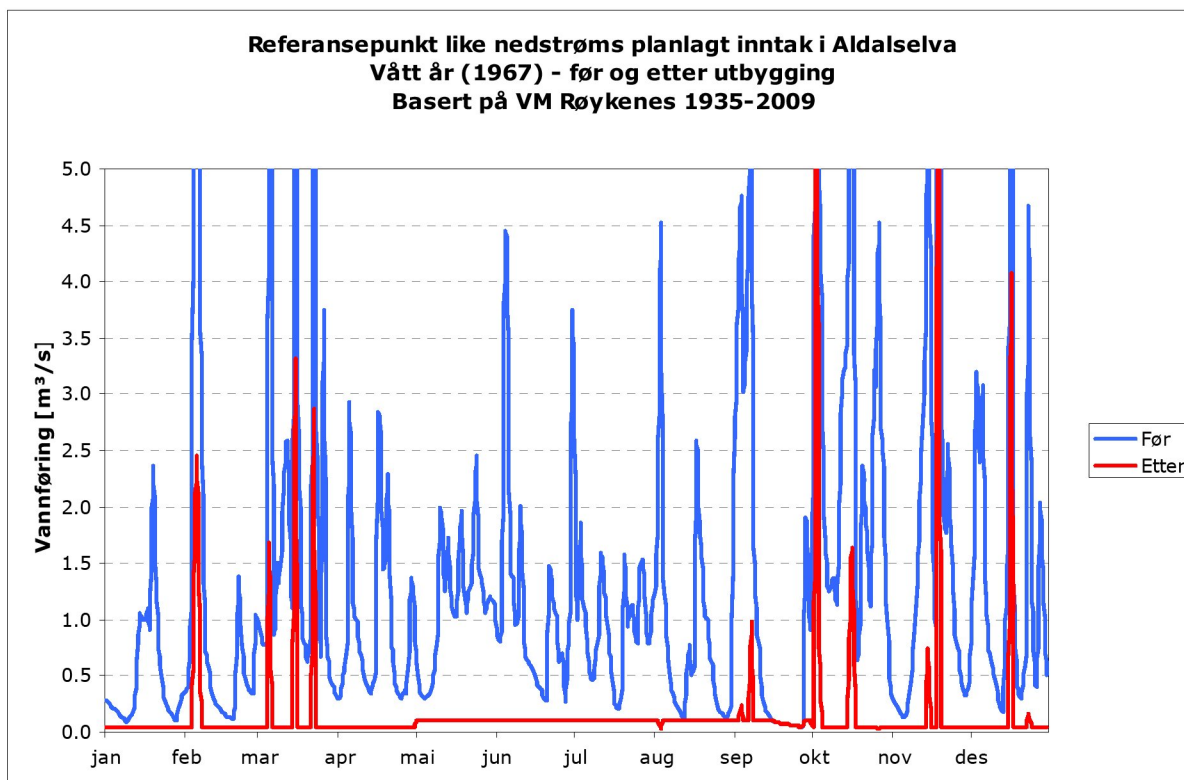
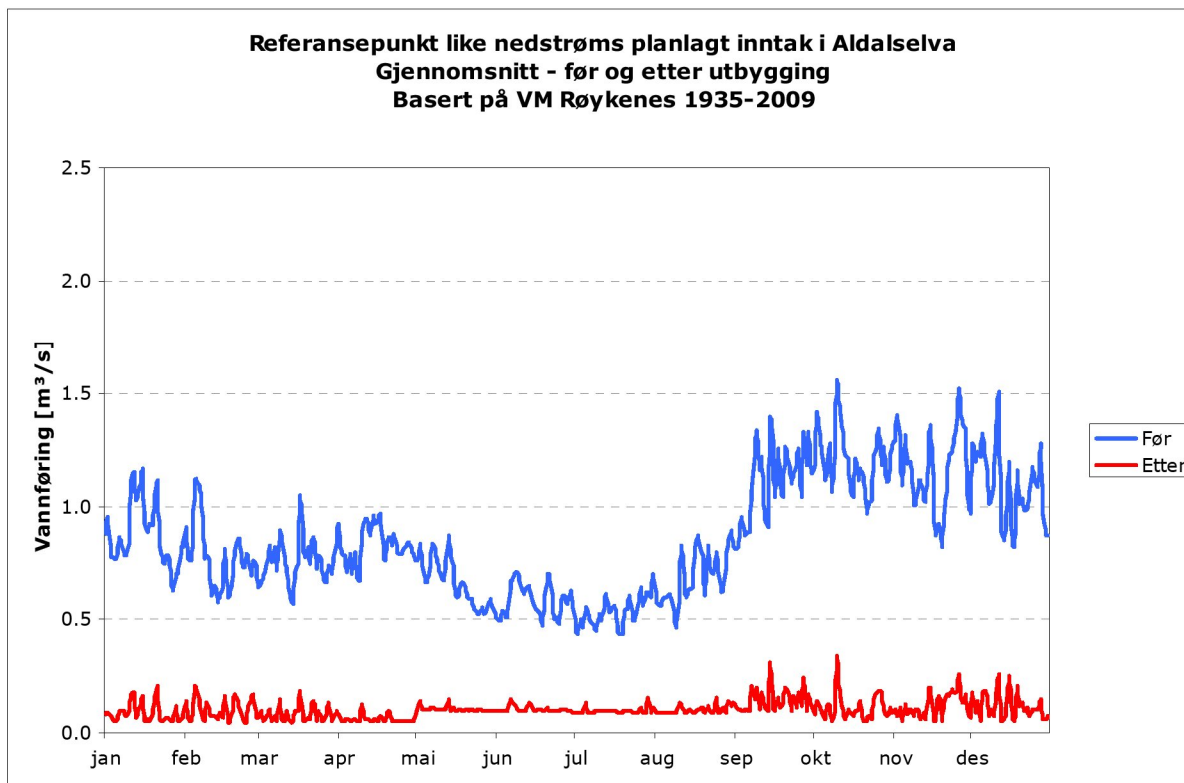


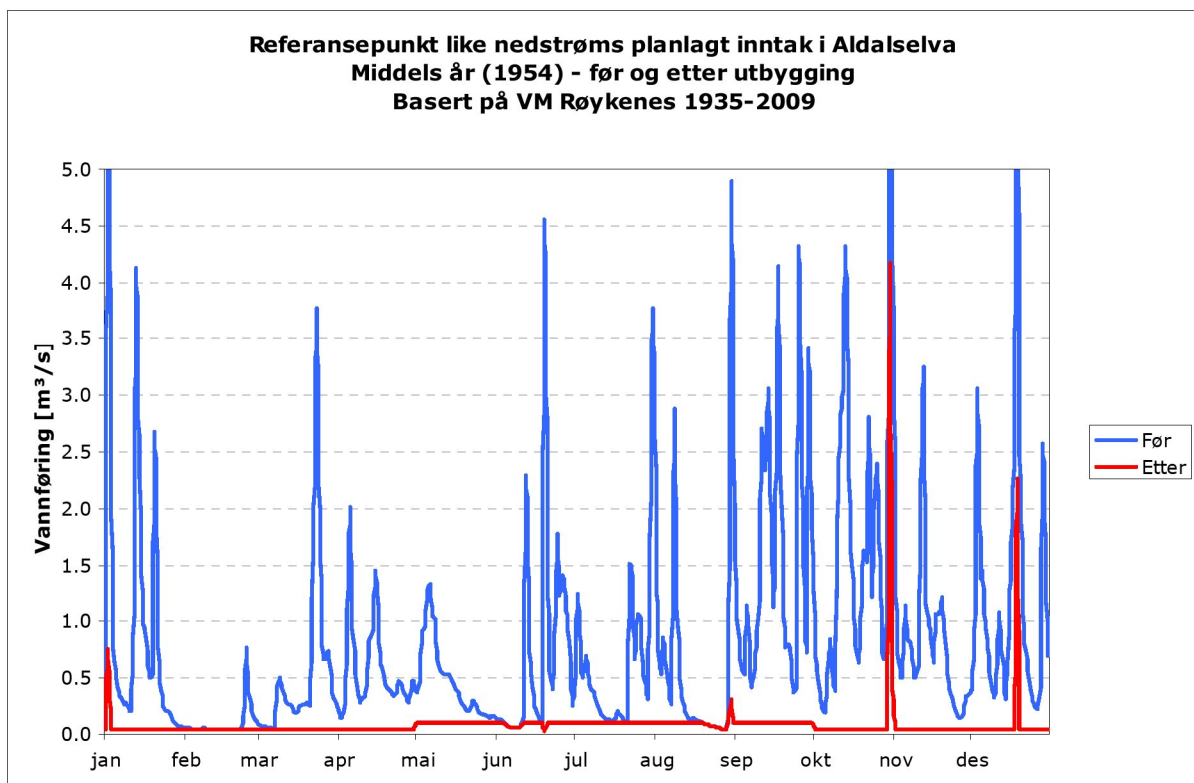
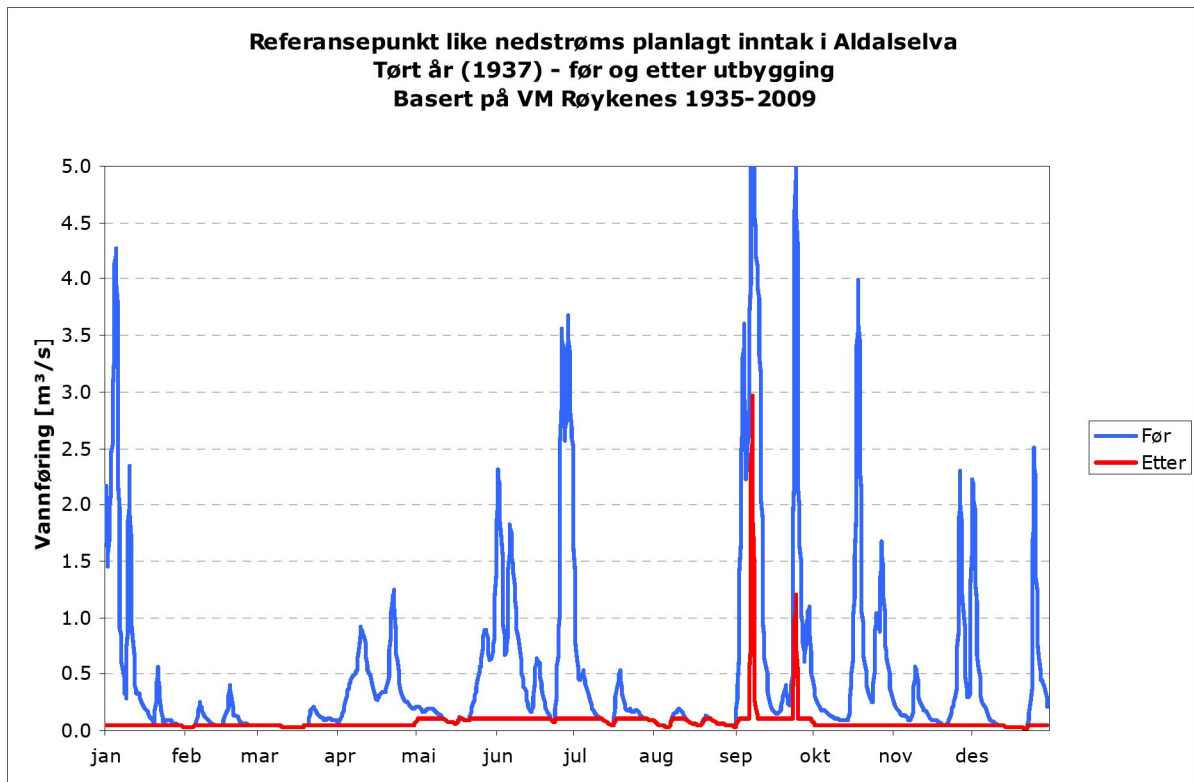


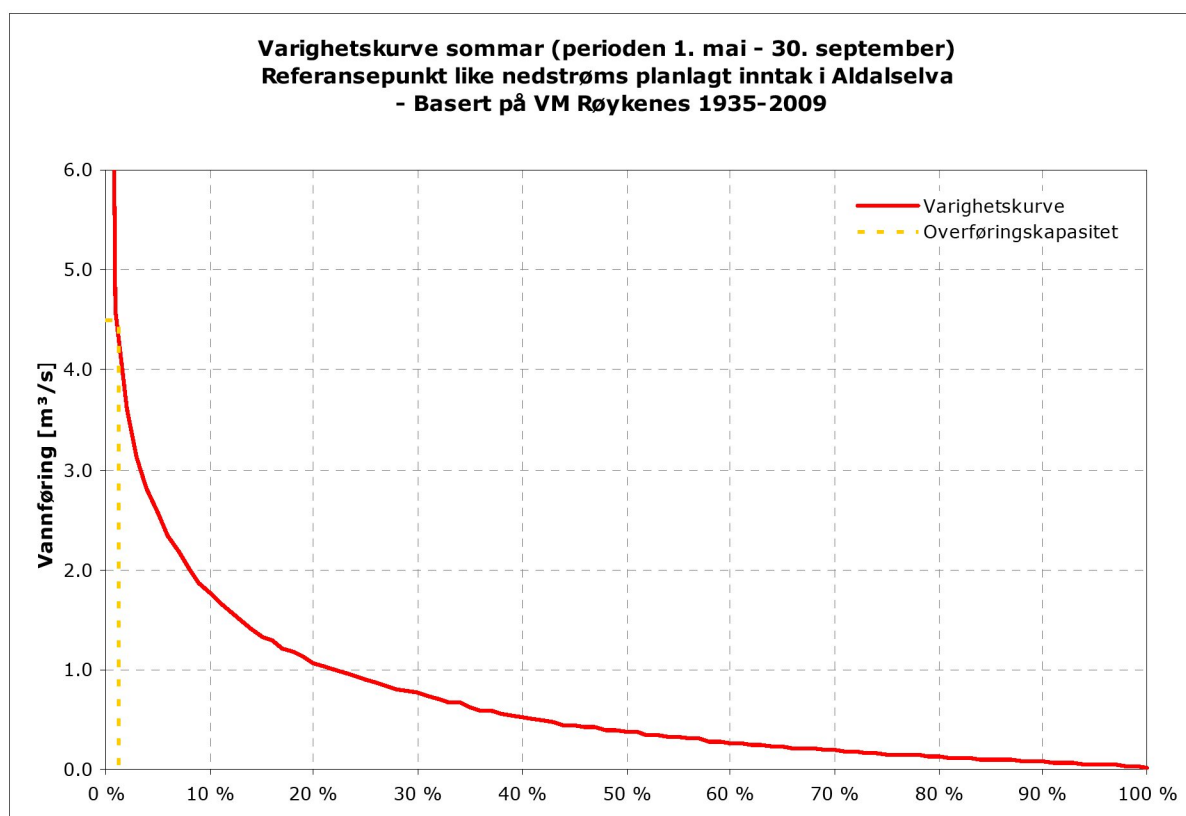
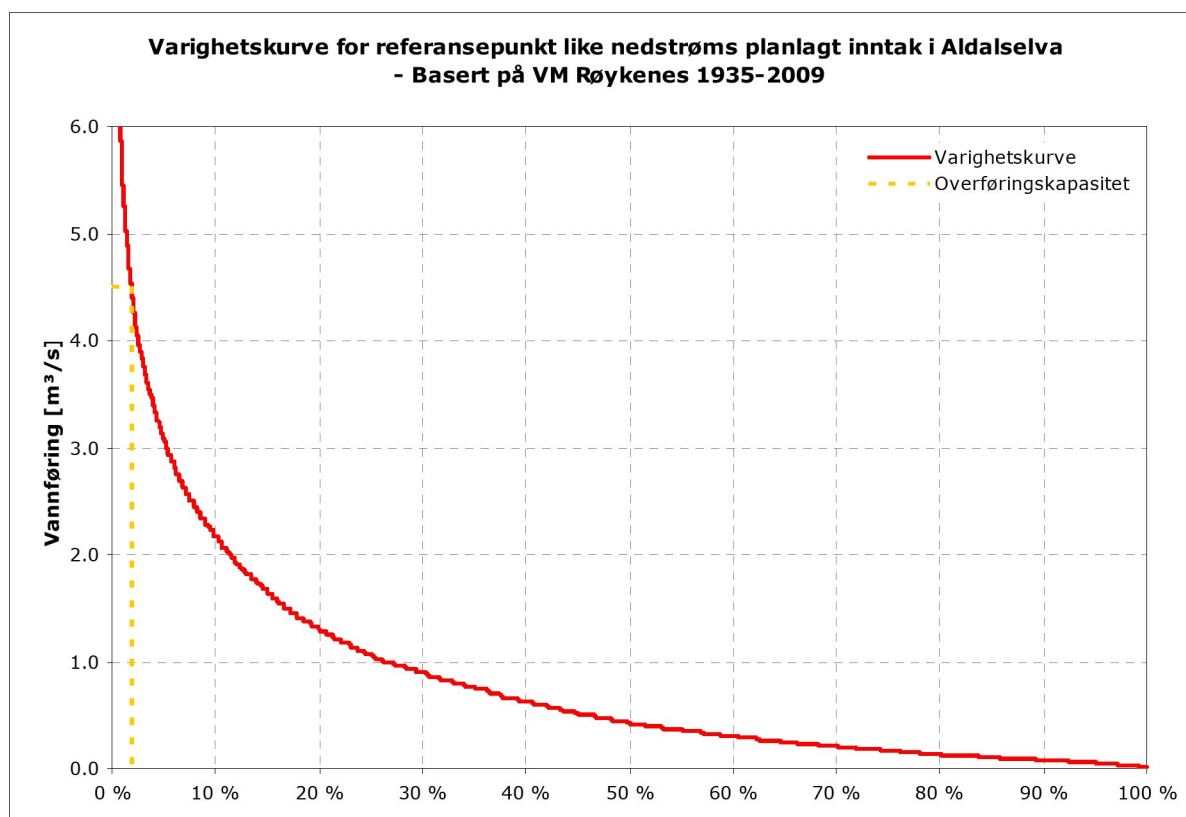


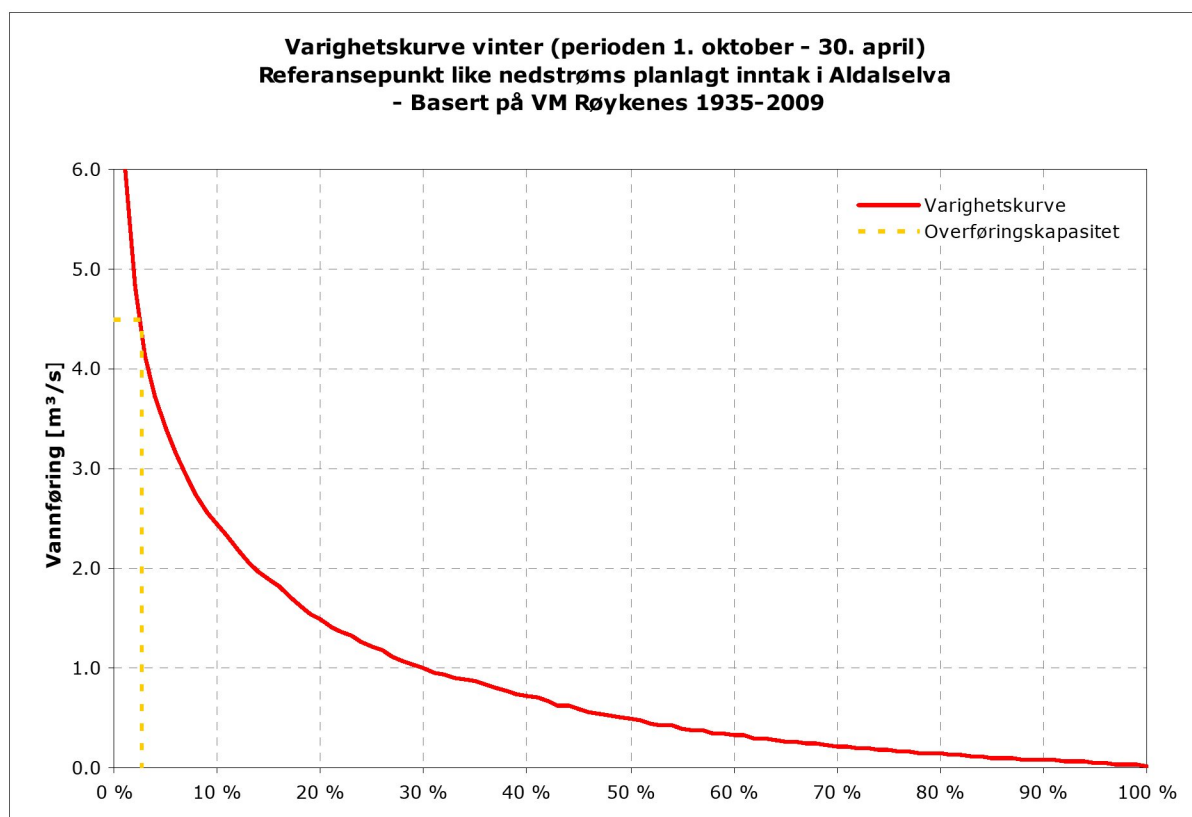
Vedlegg 4 : Kurver for referansepunkter for alle alternativer

Referansepunkt like nedstrøms planlagt inntak i Aldalselva (alternativ Aldal kraftverk)

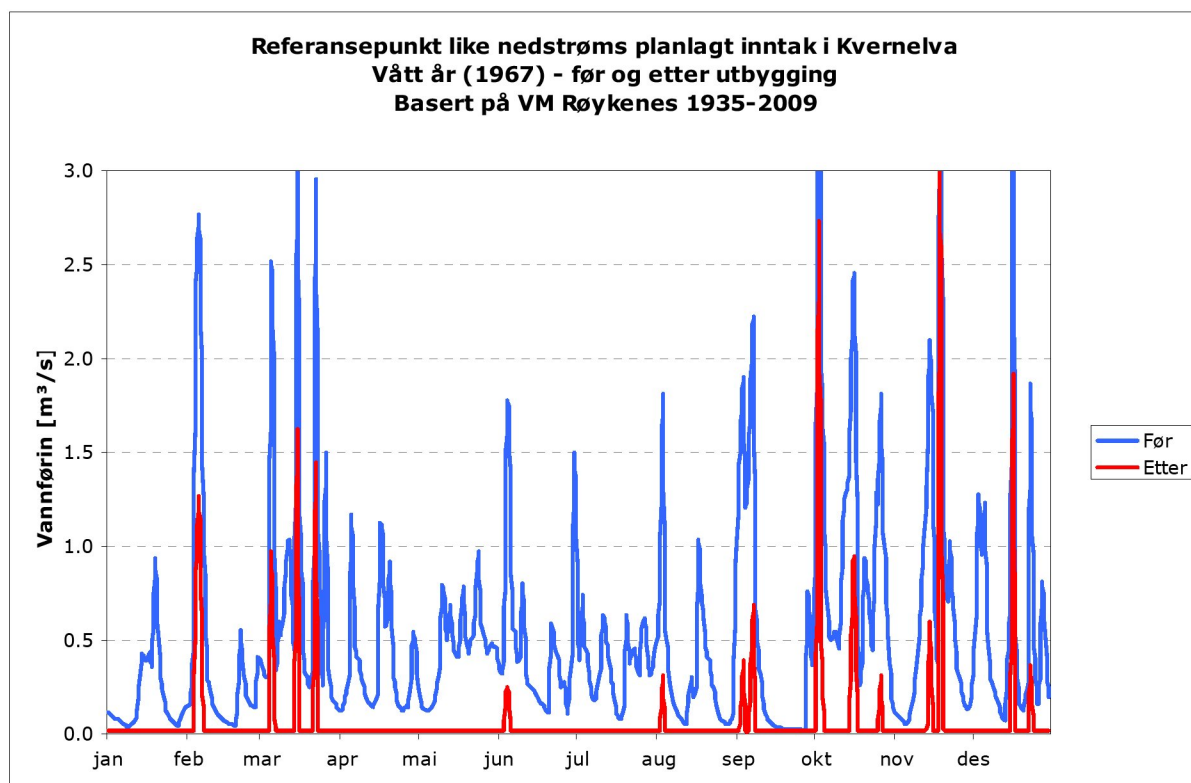
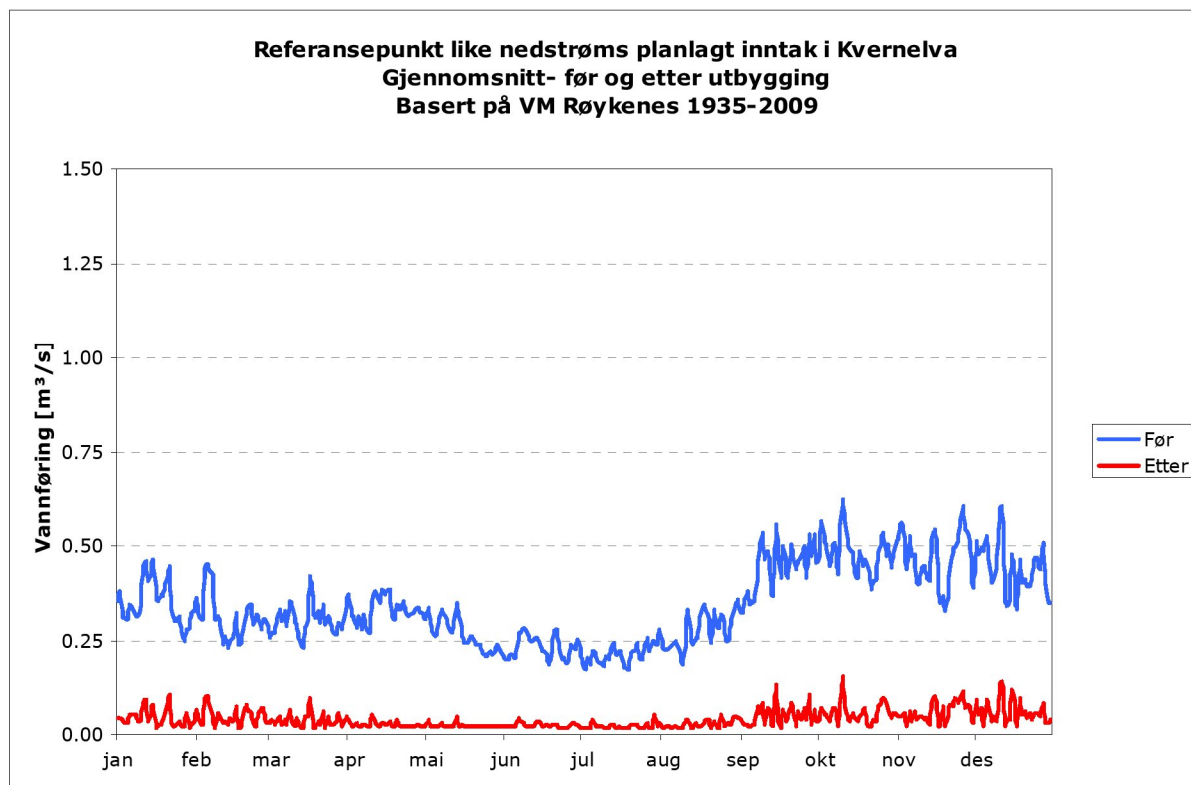


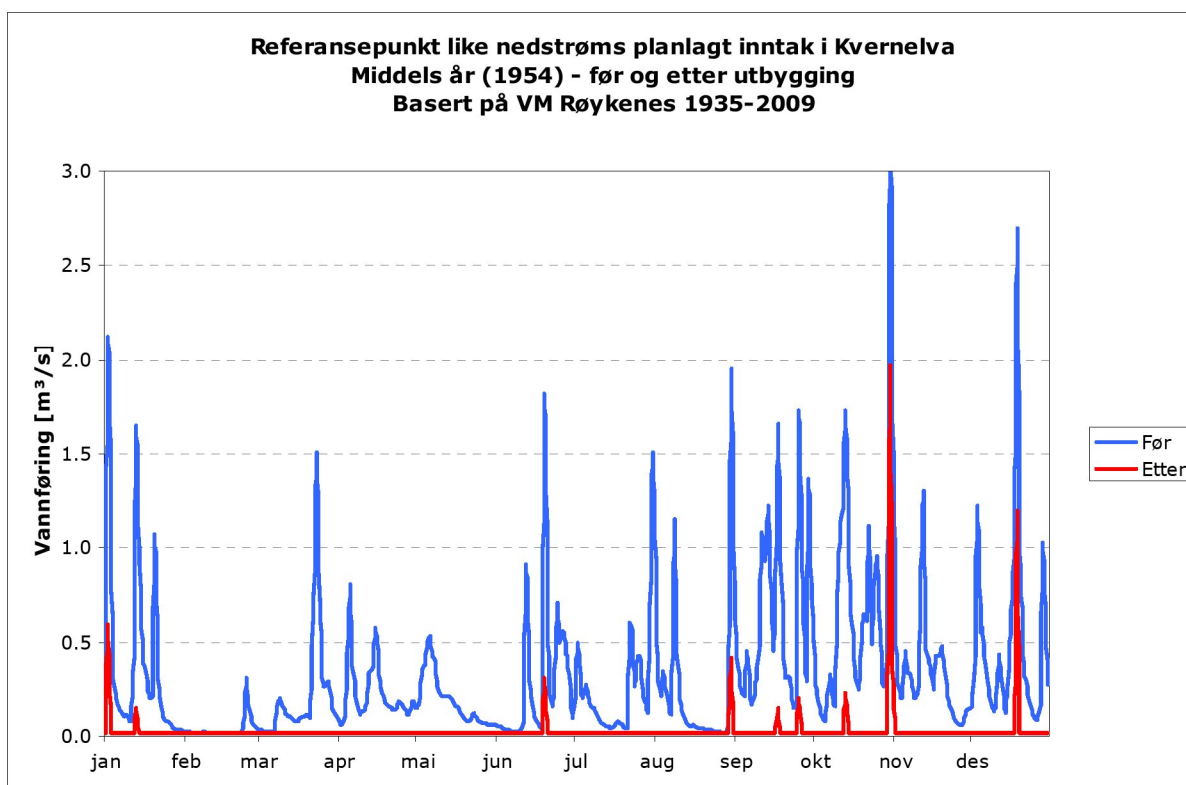
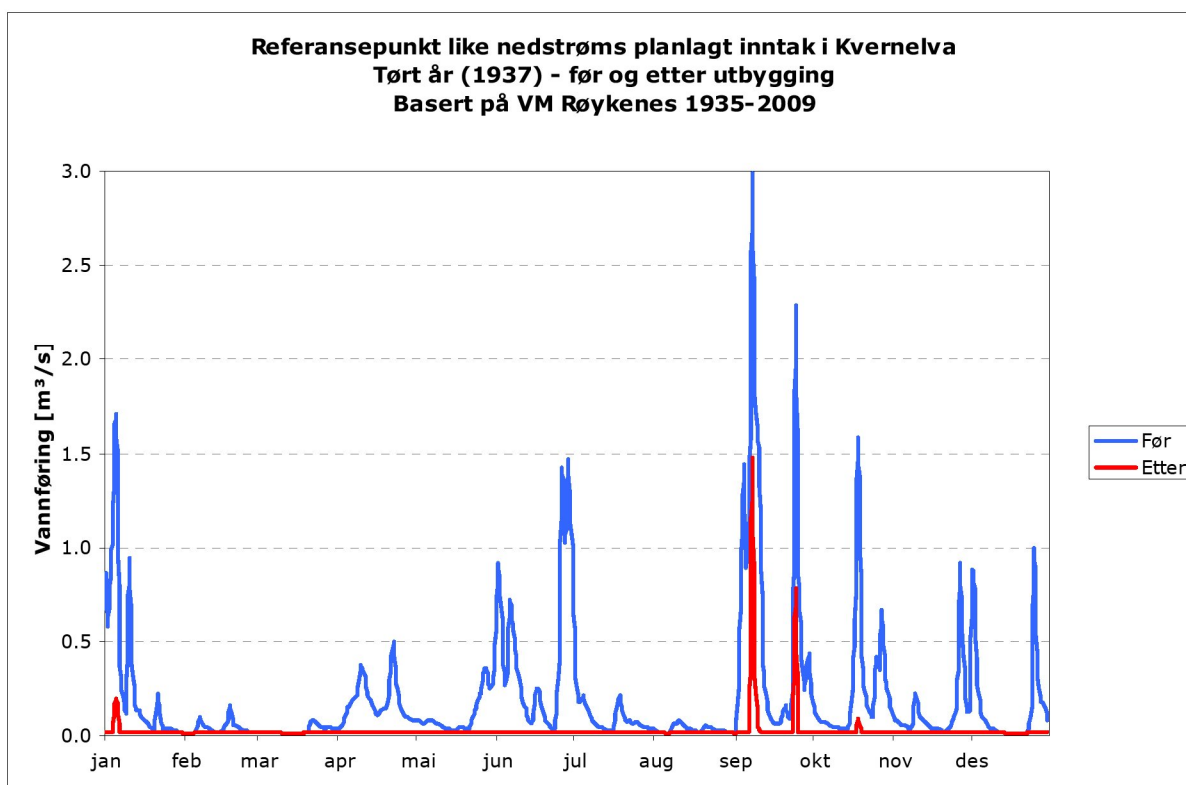


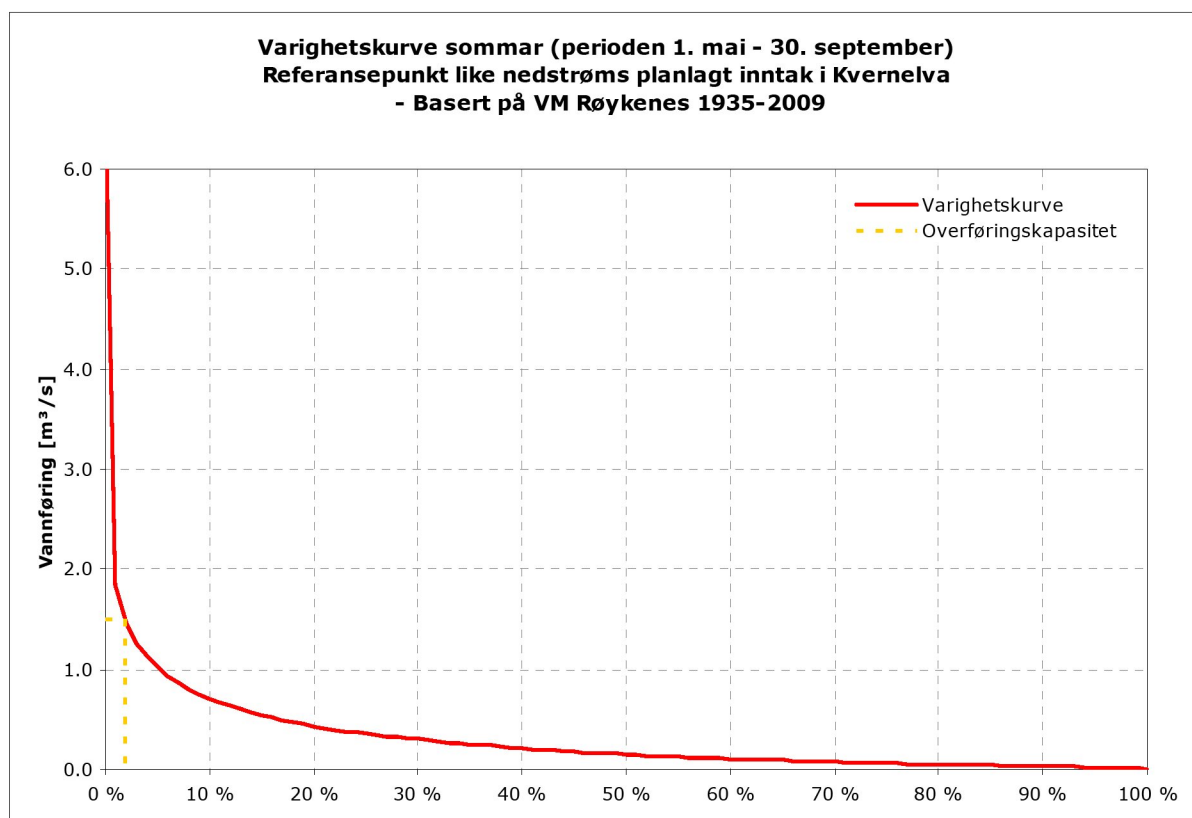
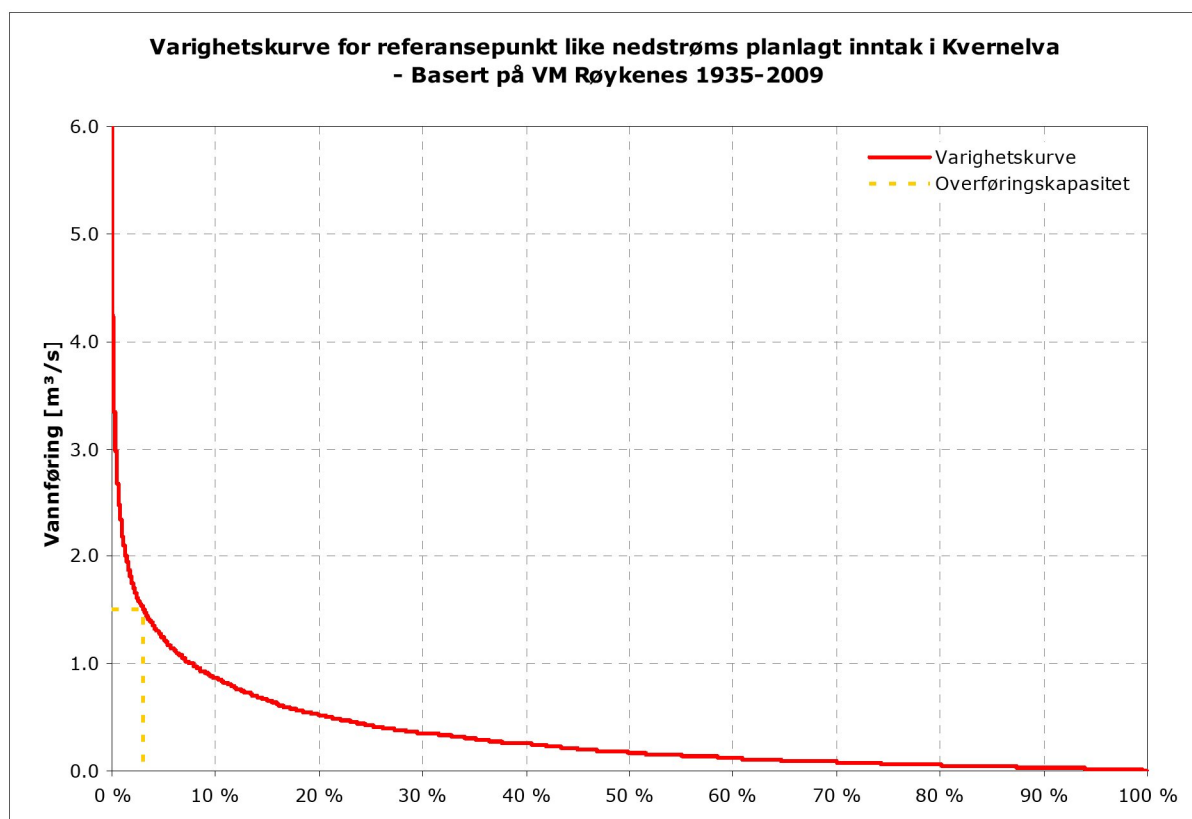


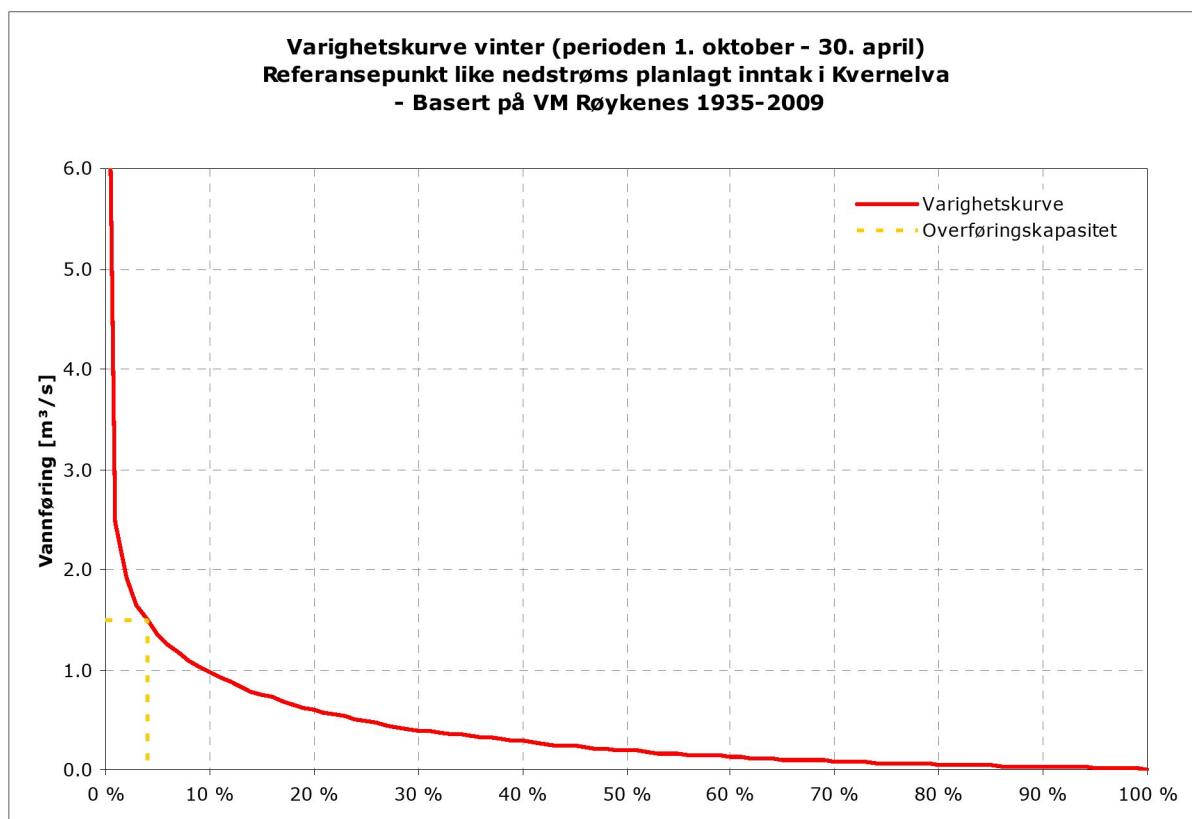


Referansepunkt like nedstrøms planlagt inntak i Kvernelva (alternativ Aldal kraftverk)

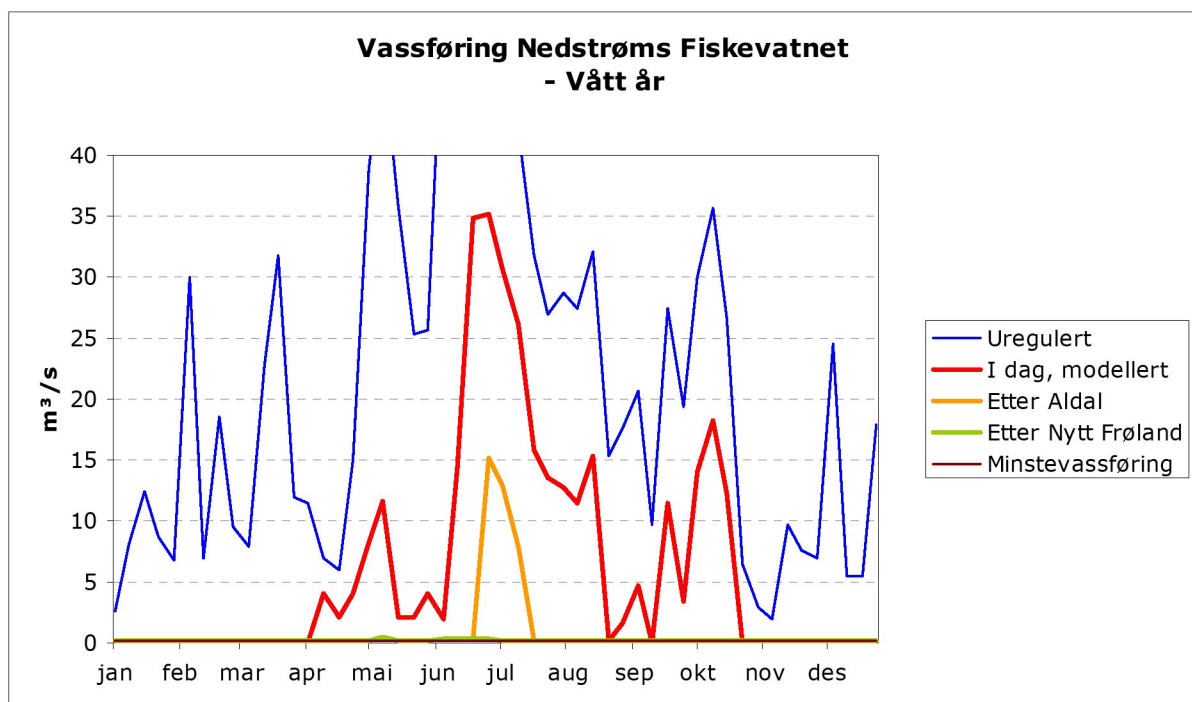
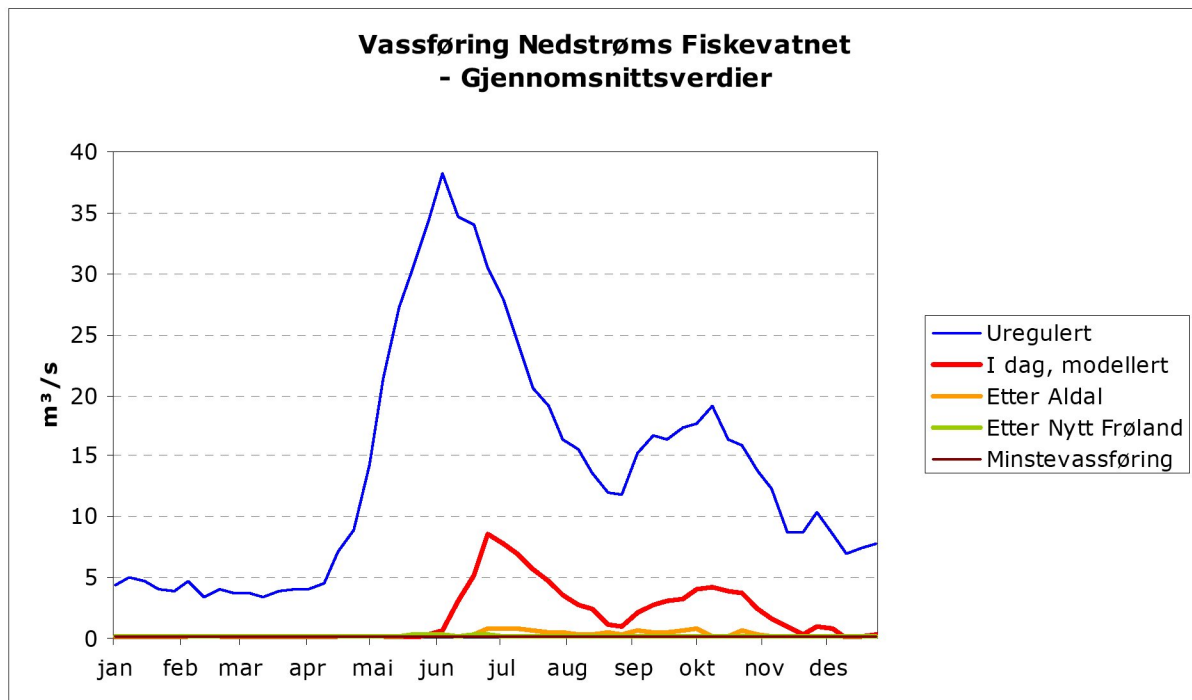


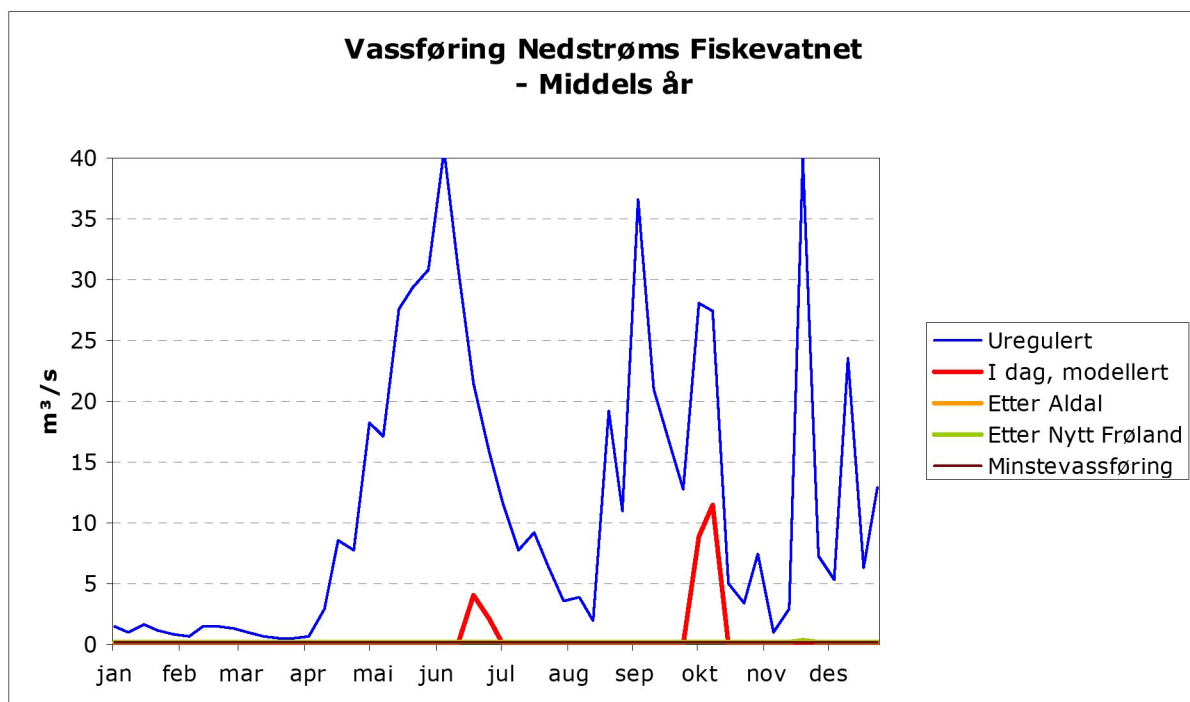
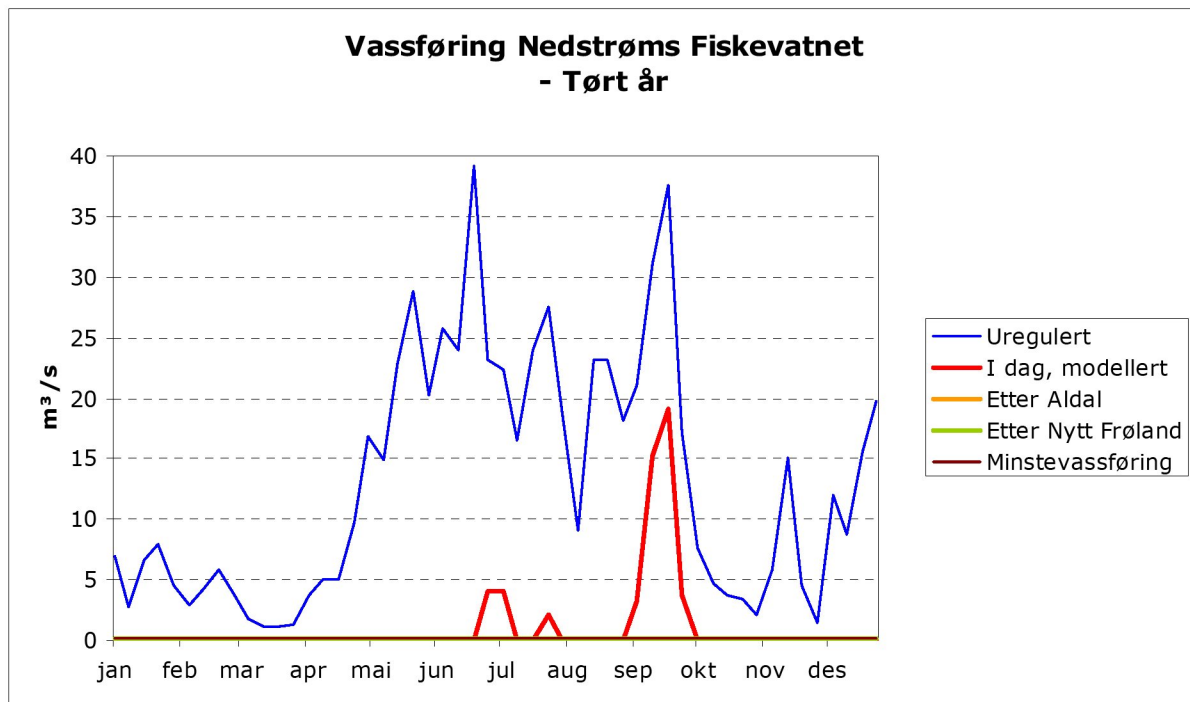




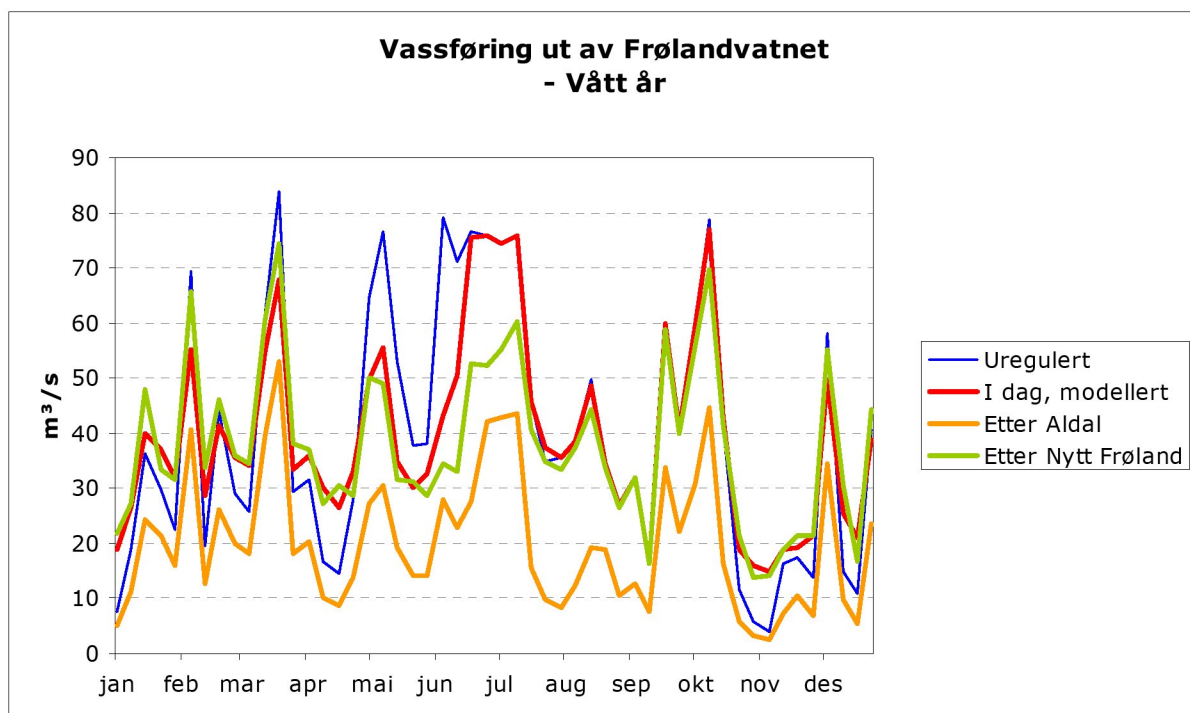
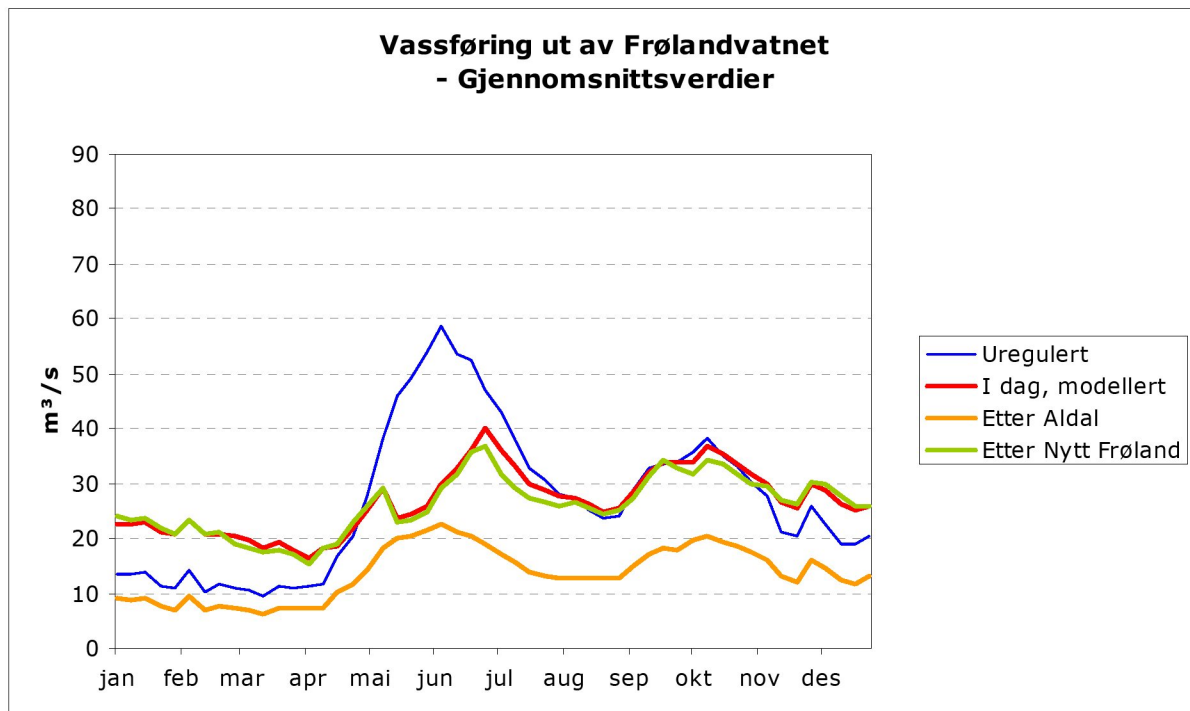


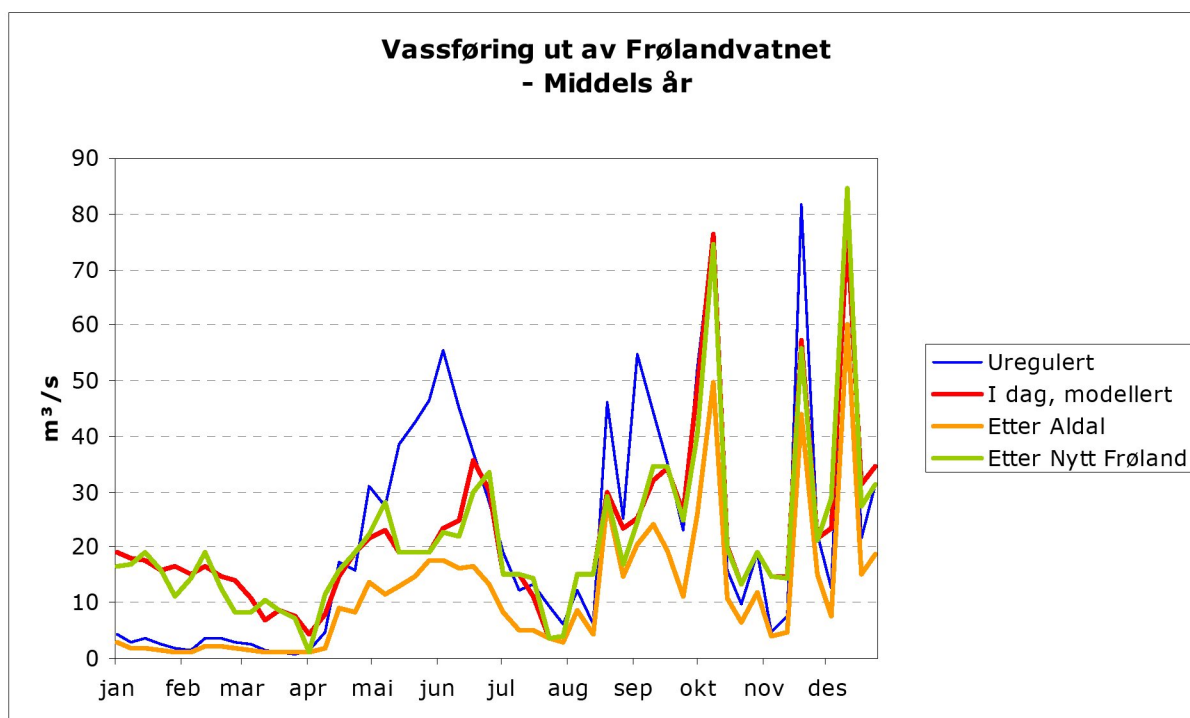
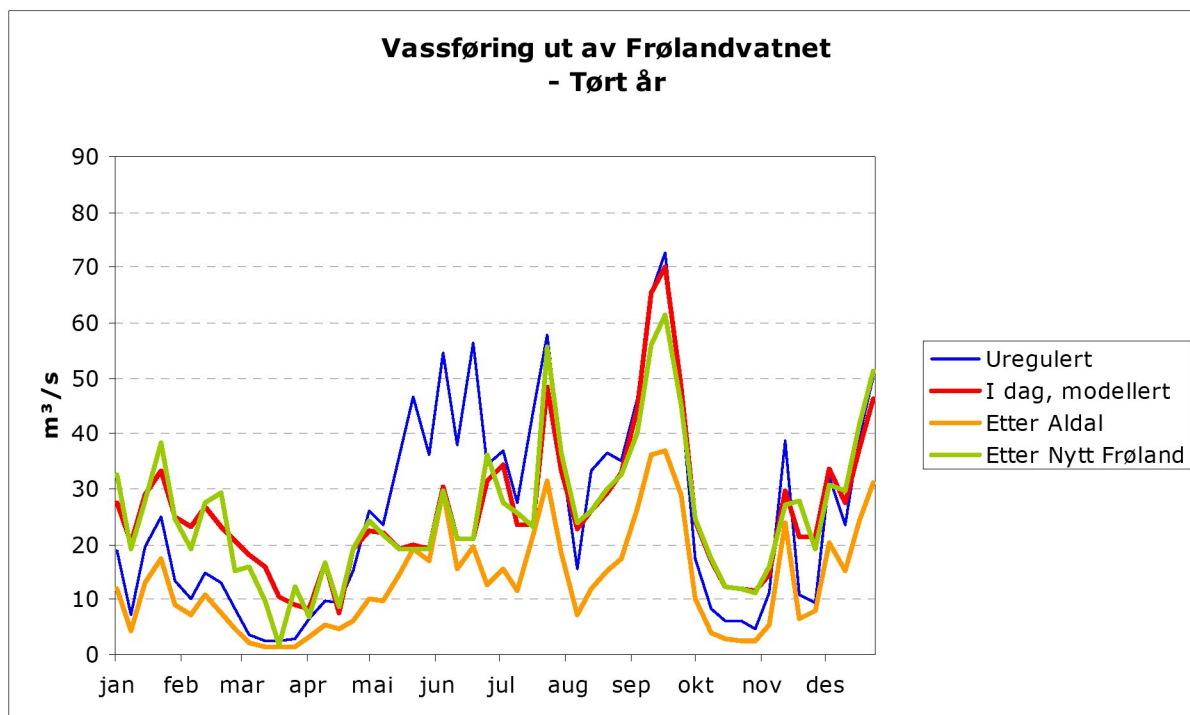
Referansepunkt nedstrøms Dam Fiskevatnet (alle alternativer)



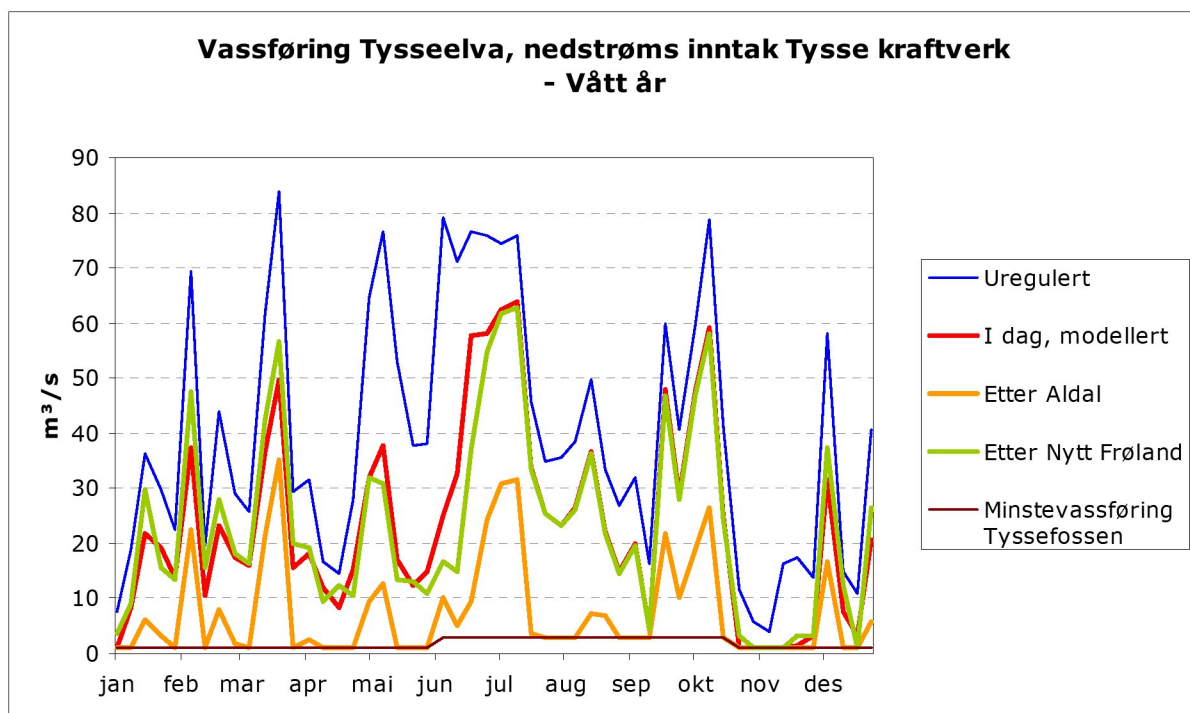
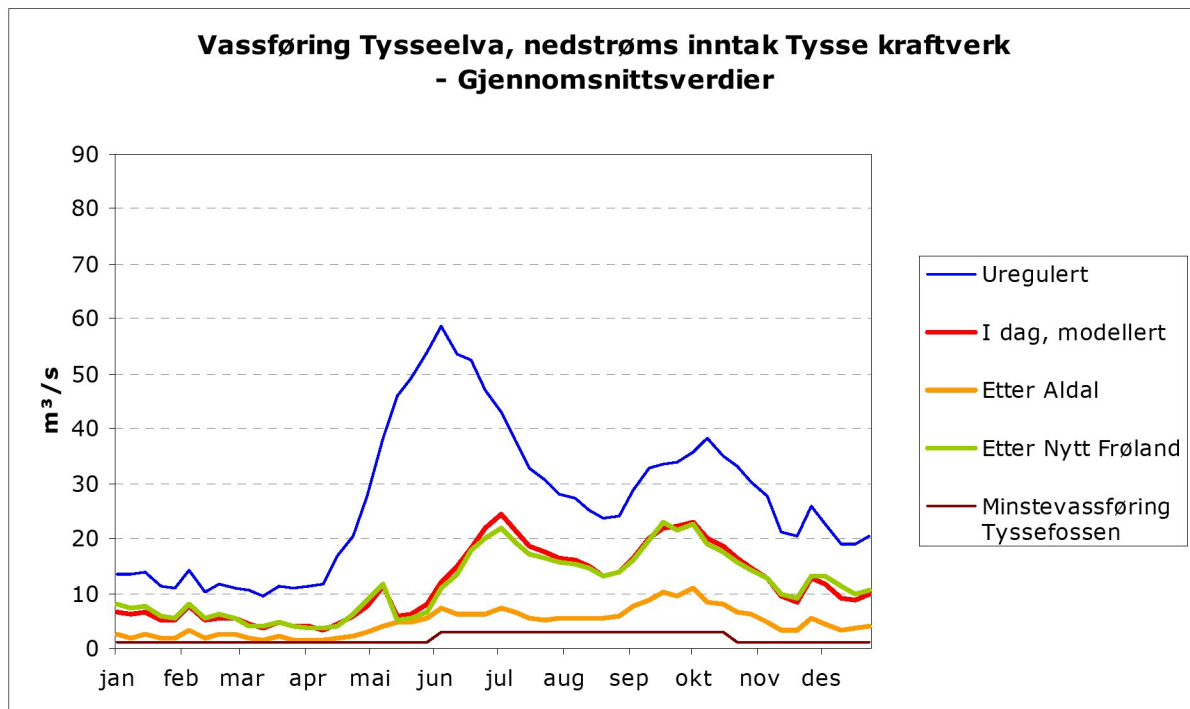


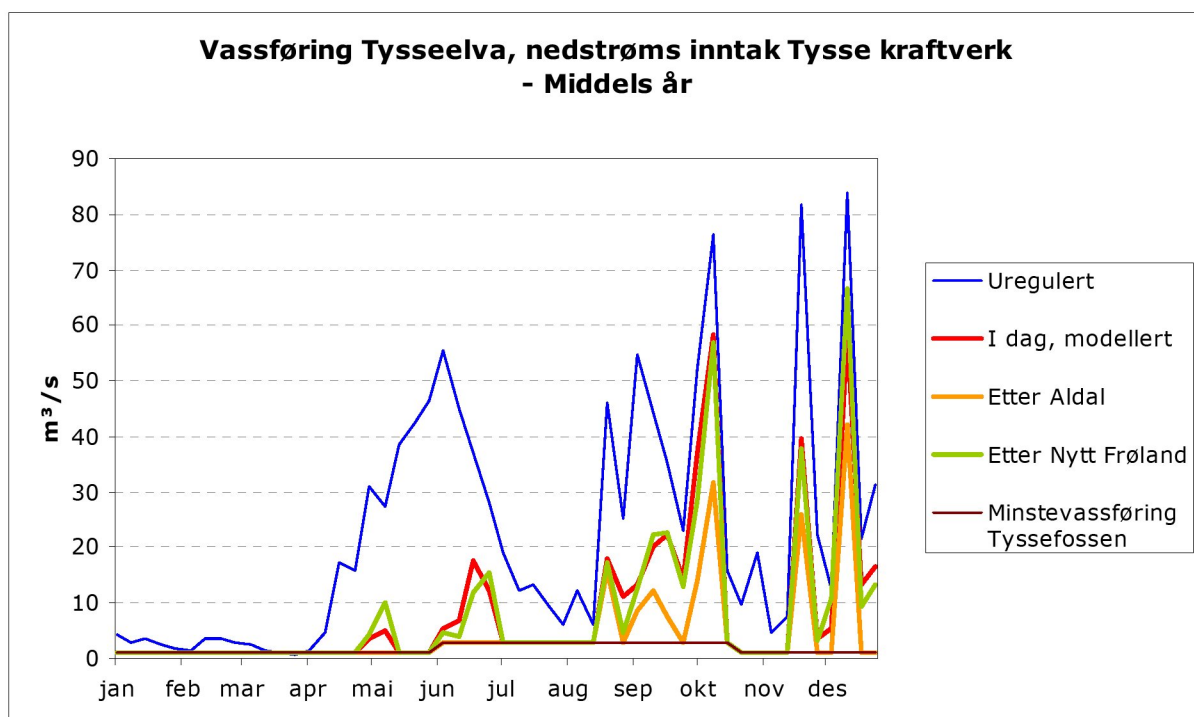
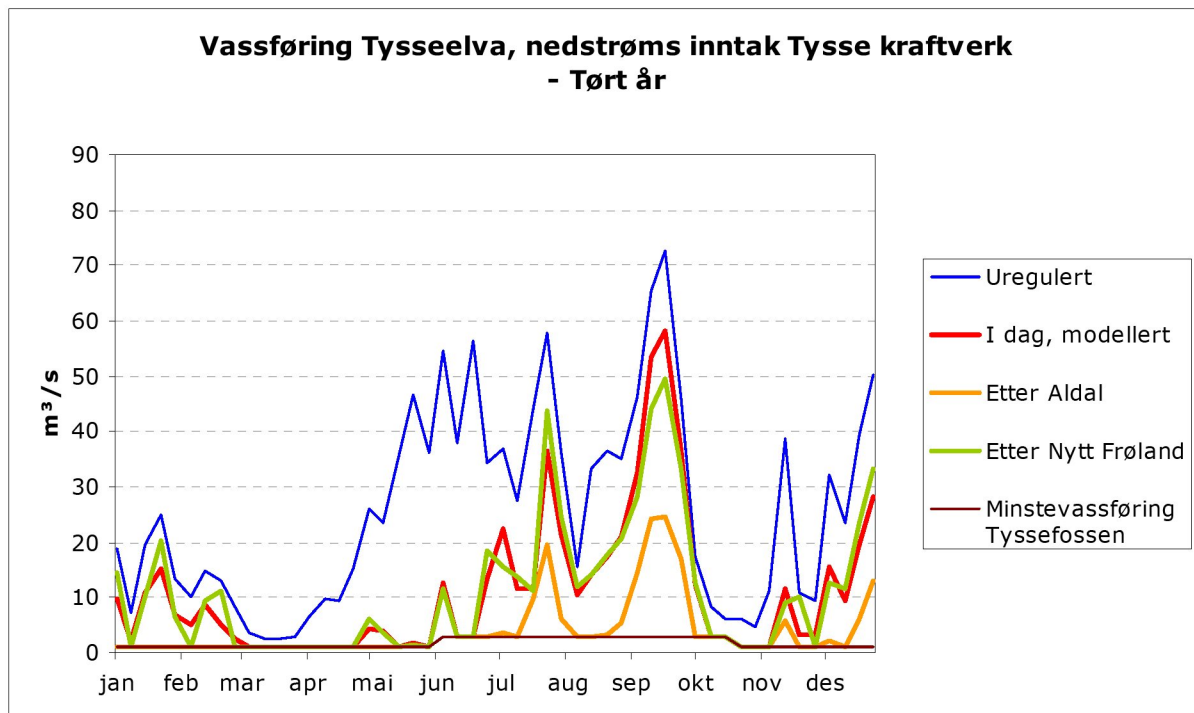
Referansepunkt i Tysseelva ved utløp av Frølandsvatnet (alle alternativer)



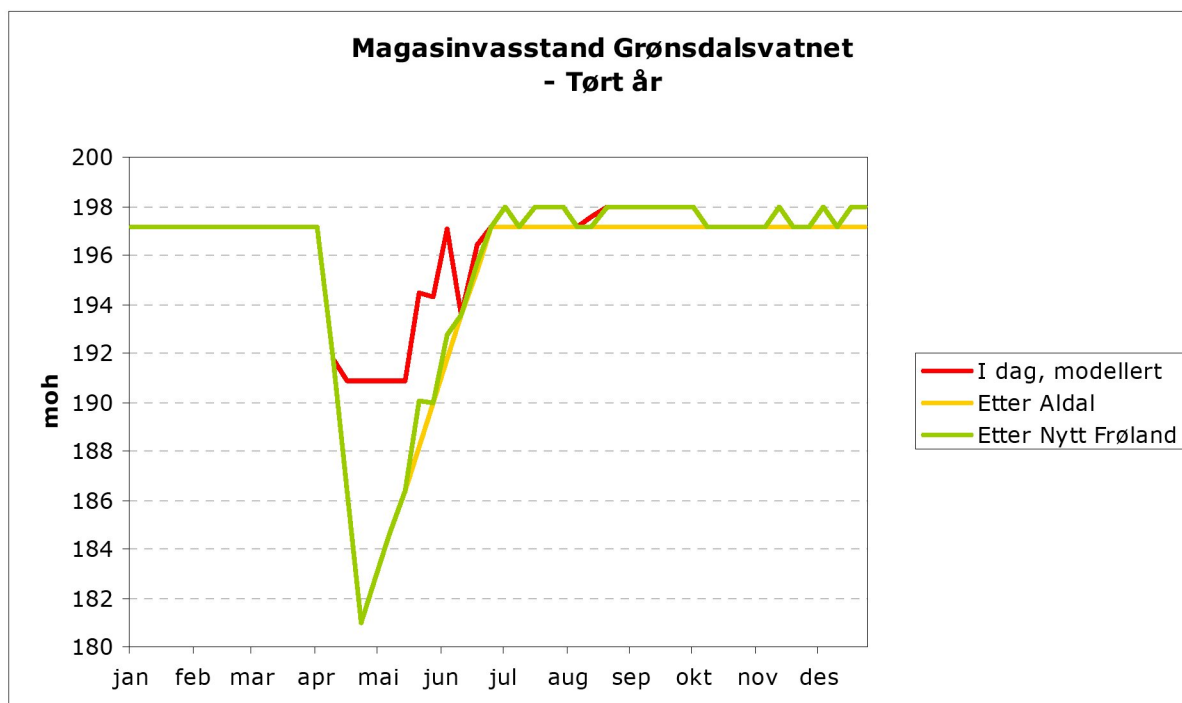
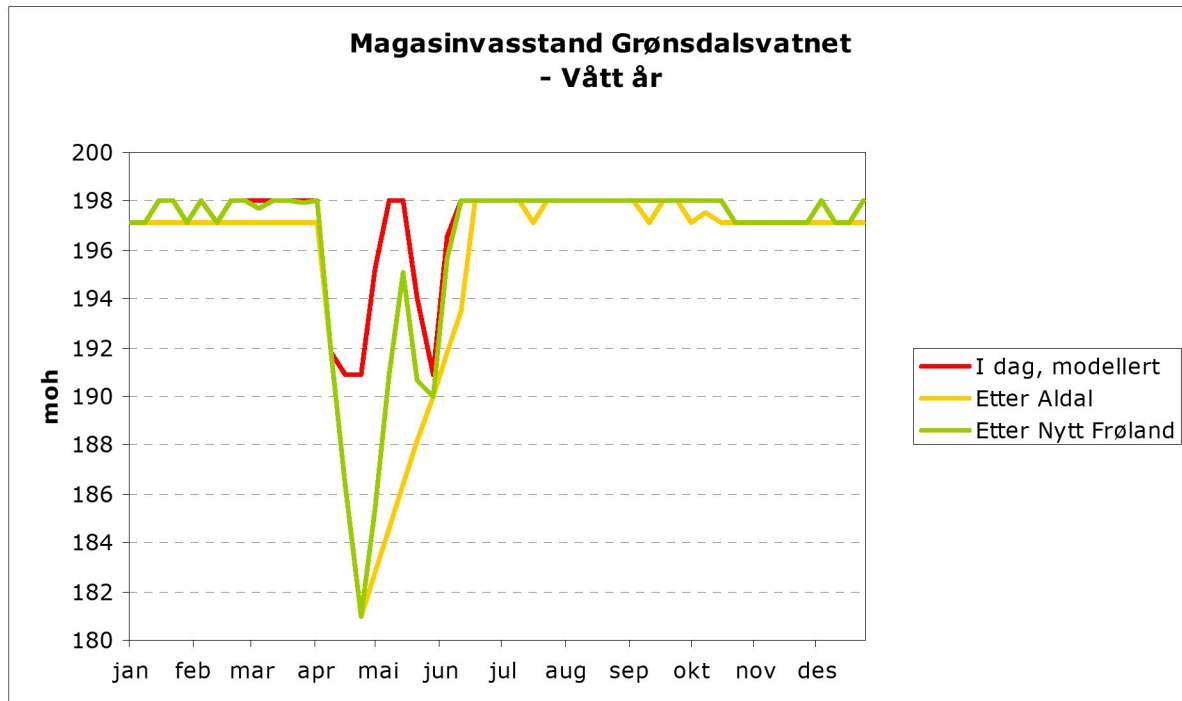


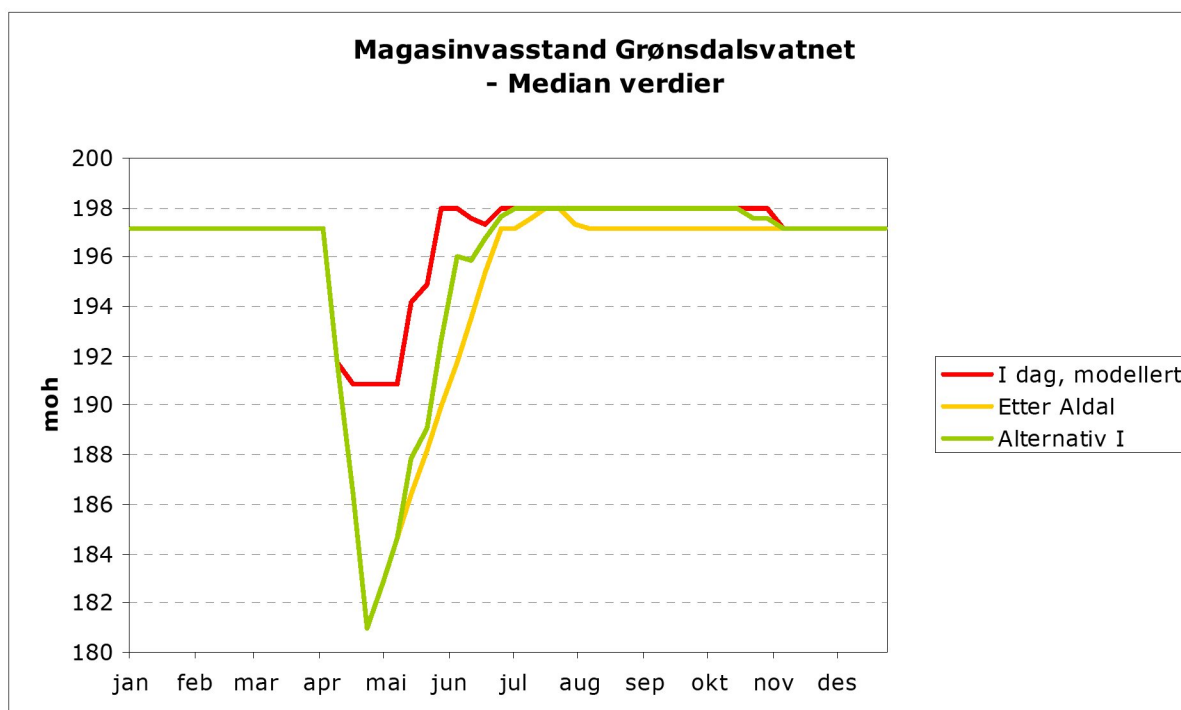
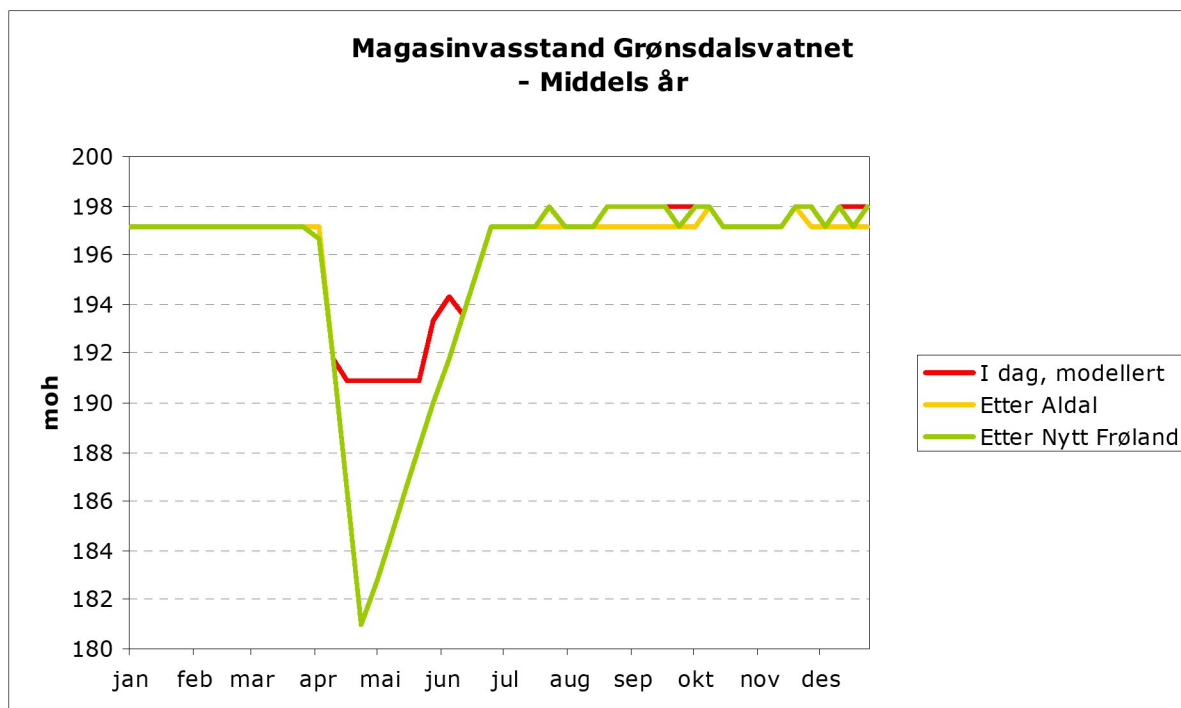
Referansepunkt like nedstrøms inntak til Tysse kraftverk (alle alternativer)





Vedlegg 5 : Magasinkurver for Grønsdalsvatnet



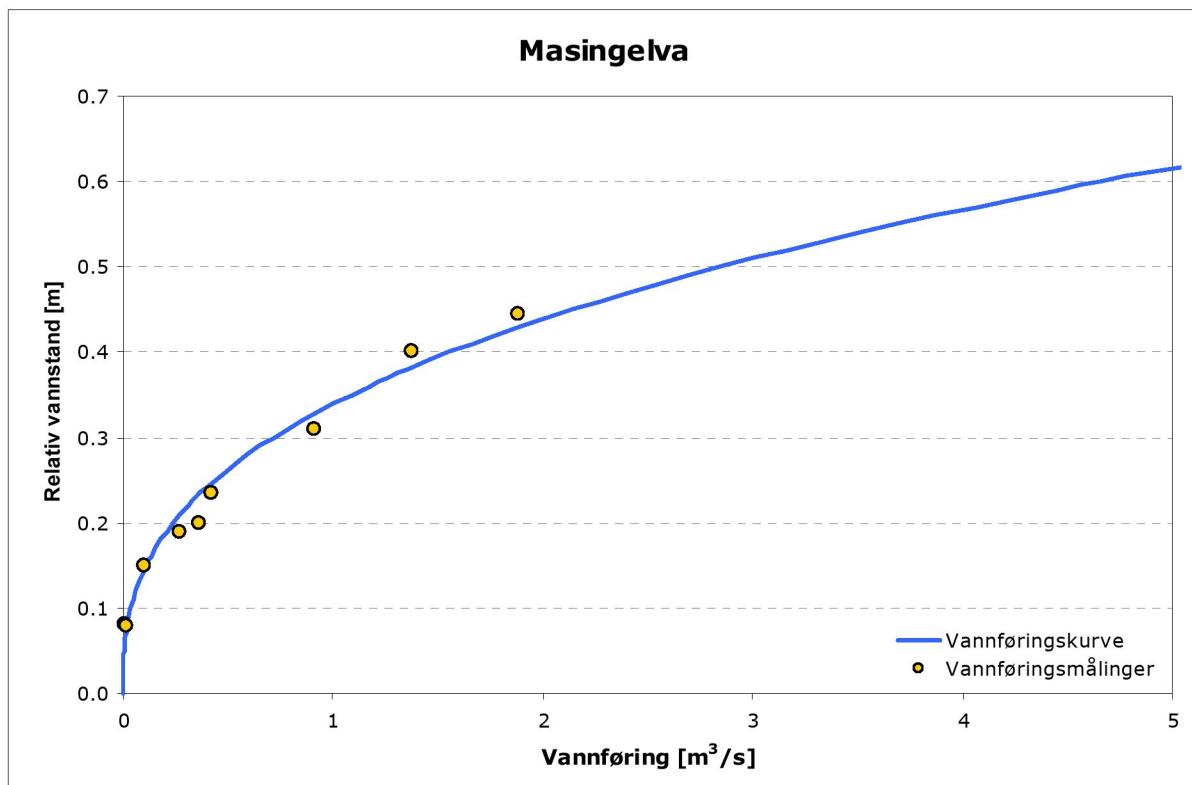


Vedlegg 6 : Vassføringsmålinger i Samnangervassdraget

Masingelva

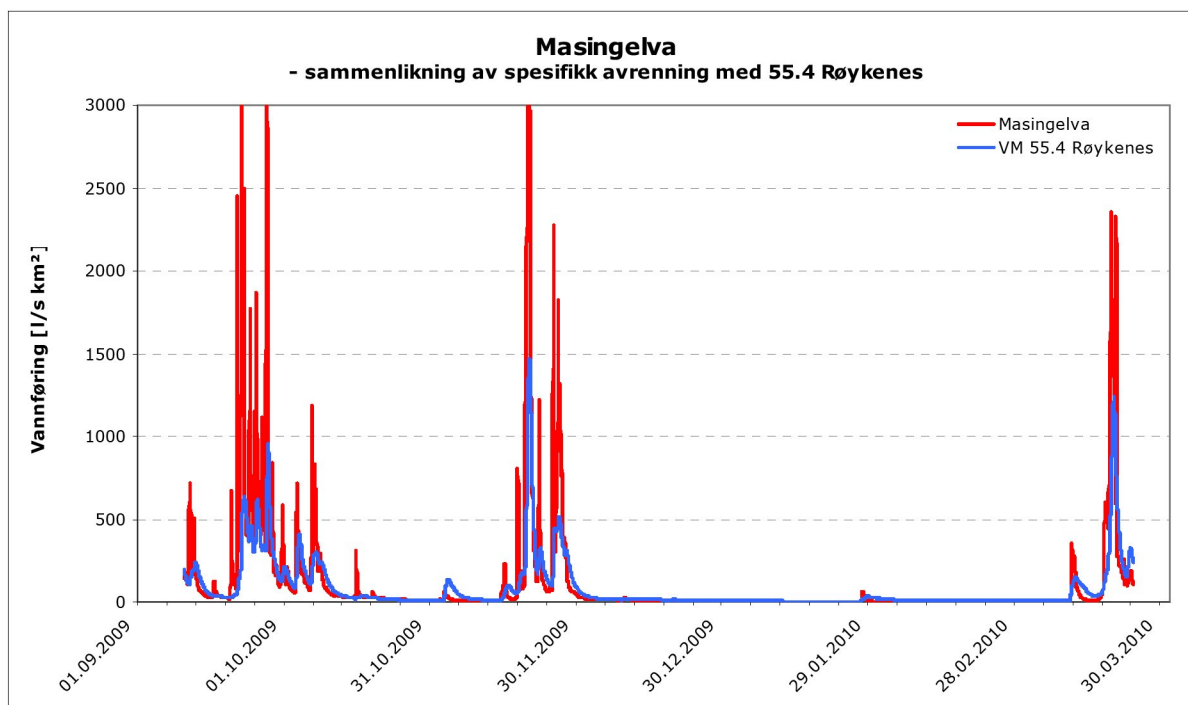
Vannstandsloggeren i Masingelva (jf. avsnitt 2.1 for målestasjonens plassering) har registrert vannstand hver time siden 10. september 2009.

Det er inntil nå tatt 9 vannføringsmålinger, se foreløpig vannføringskurve på figur 1. Målingene er av varierende kvalitet og er derfor vurdert ved oppsetning av vannføringskurven. Vannføringskurven er godt bestemt for mindre vannføringer, men for vannføringer høyere enn 2 m³/s finnes ingen målinger til fastsettelse av kurven. Det er altså stor usikkerhet forbundet med beregning av vannføring for høye vannstander.



Figur 1 Foreløpig vannføringskurve for Masingelva.

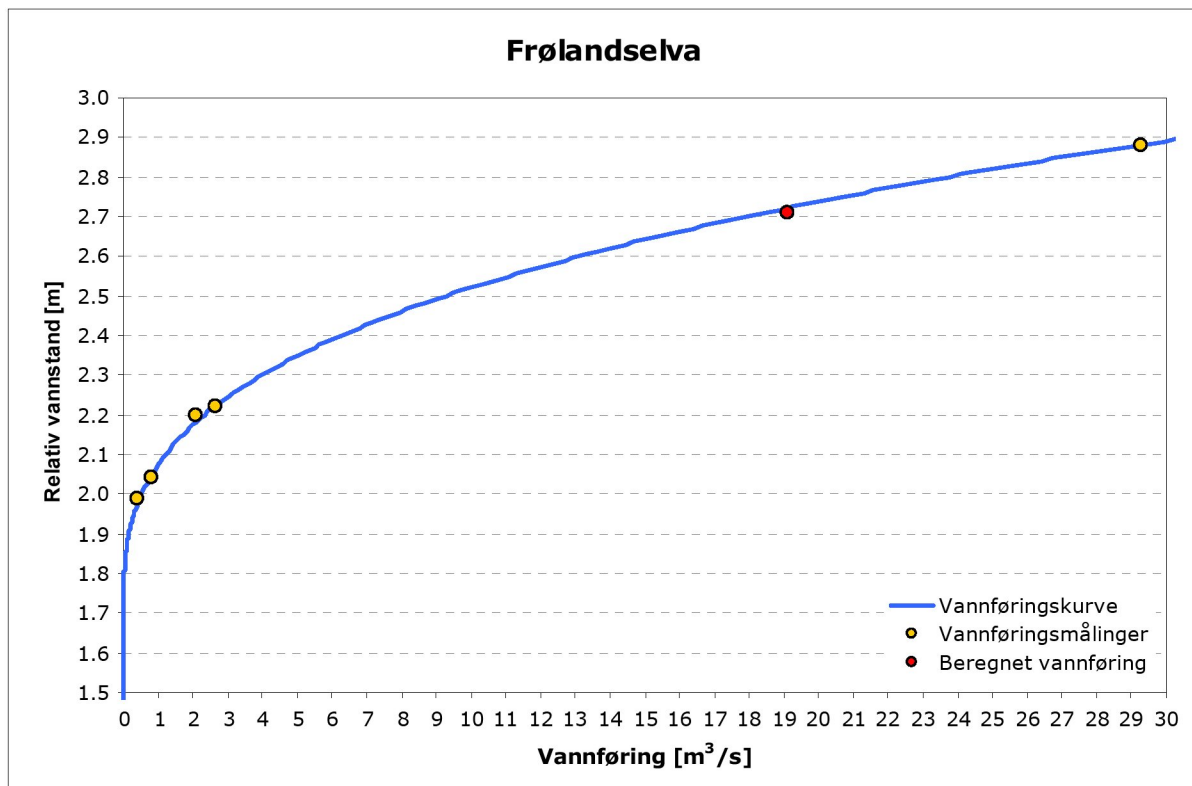
Den foreløpige tidsserie (spesifikk avrenning) for Masingelva ses på figur 2. På figuren er tidsserien for Masingelva sammenliknet med VM 55.4 Røykenes. Vannføringsvariasjonene er lik og det er fin overensstemmelse mellom seriene. Sammenlikningen kan indikere at flomvannføringen i Masingelva er overestimert.



Figur 2 Sammenlikning av spesifikk avrenning for Masingelva og VM 55.4 Røykenes.

Frølandselva

Vannstandsloggeren i Frølandselva (jf. avsnitt 2.1 for målestasjonens plassering) har registrert vannstand hver time siden 4. september 2009.

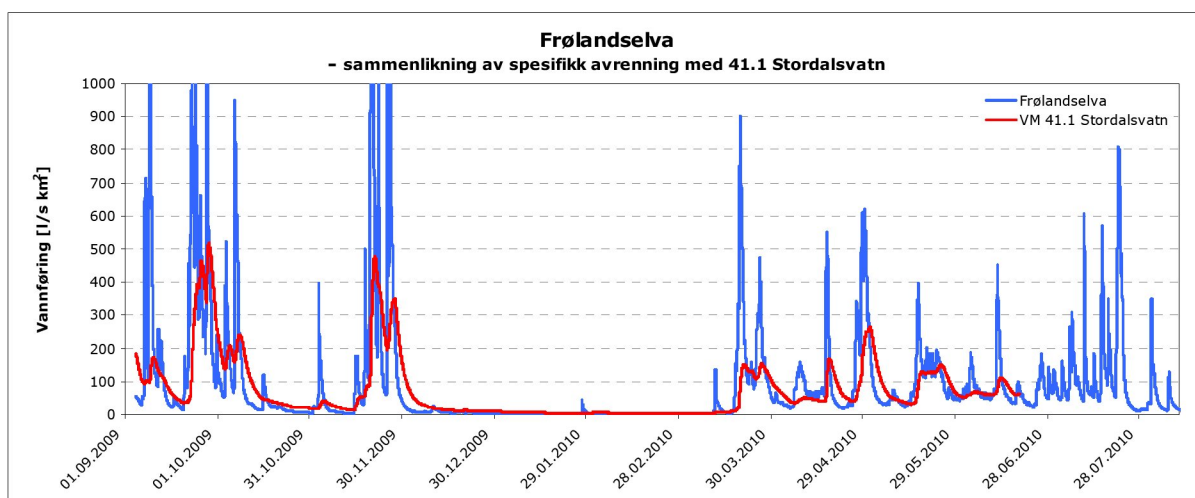


Figur 3 Foreløpig vannføringskurve for Frølandselva.

Det er gjort 5 vannføringsmålinger og i tillegg er det beregnet en vannføring på grunnlag av vannføring målt ved utløpet av Frølandsvatnet. På figur 3 ses en foreløpig vannføringskurve for Frølandselva. Målingene er av middels til bra kvalitet og spredningen på målingene er bra.

Den foreløpige tidsserie (spesifikk avrenning) for Frølandselva ses på figur 4. På figuren er tidsserien for Frølandselva sammenliknet med VM 41.1 Stordalsvatn.

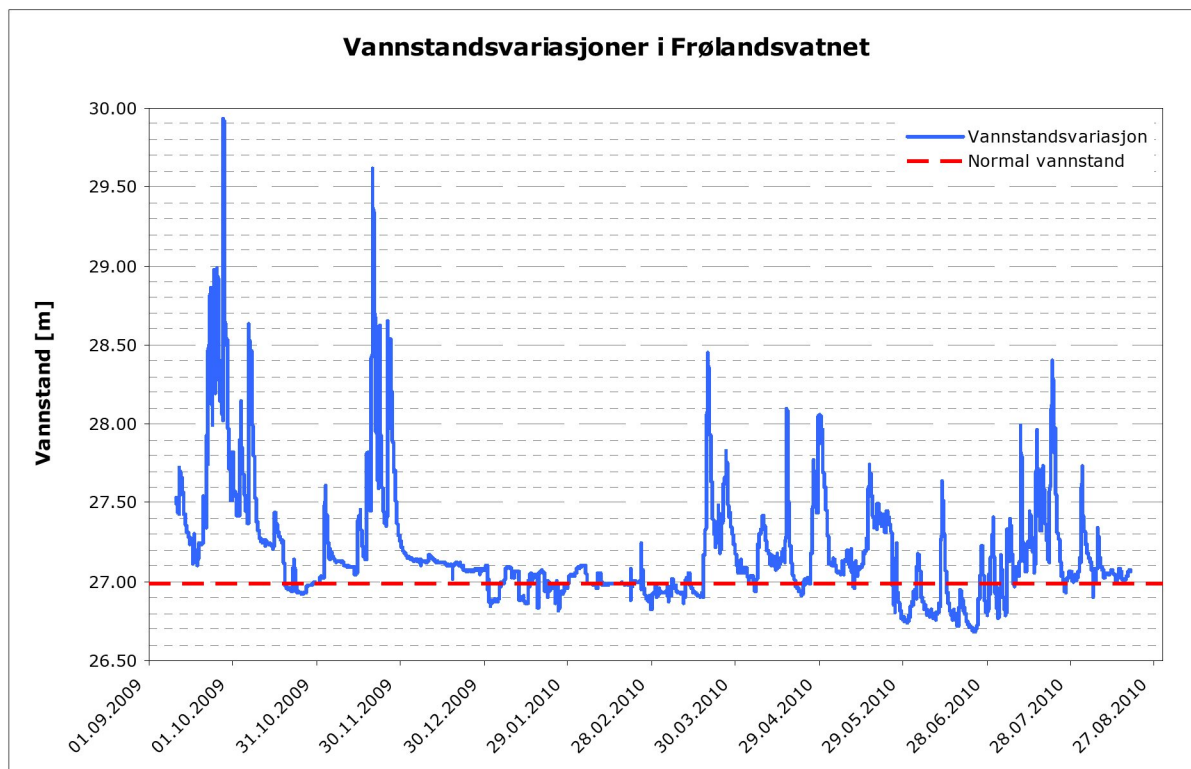
Vannføringsvariasjonene er lik og det er fin overensstemmelse mellom seriene.



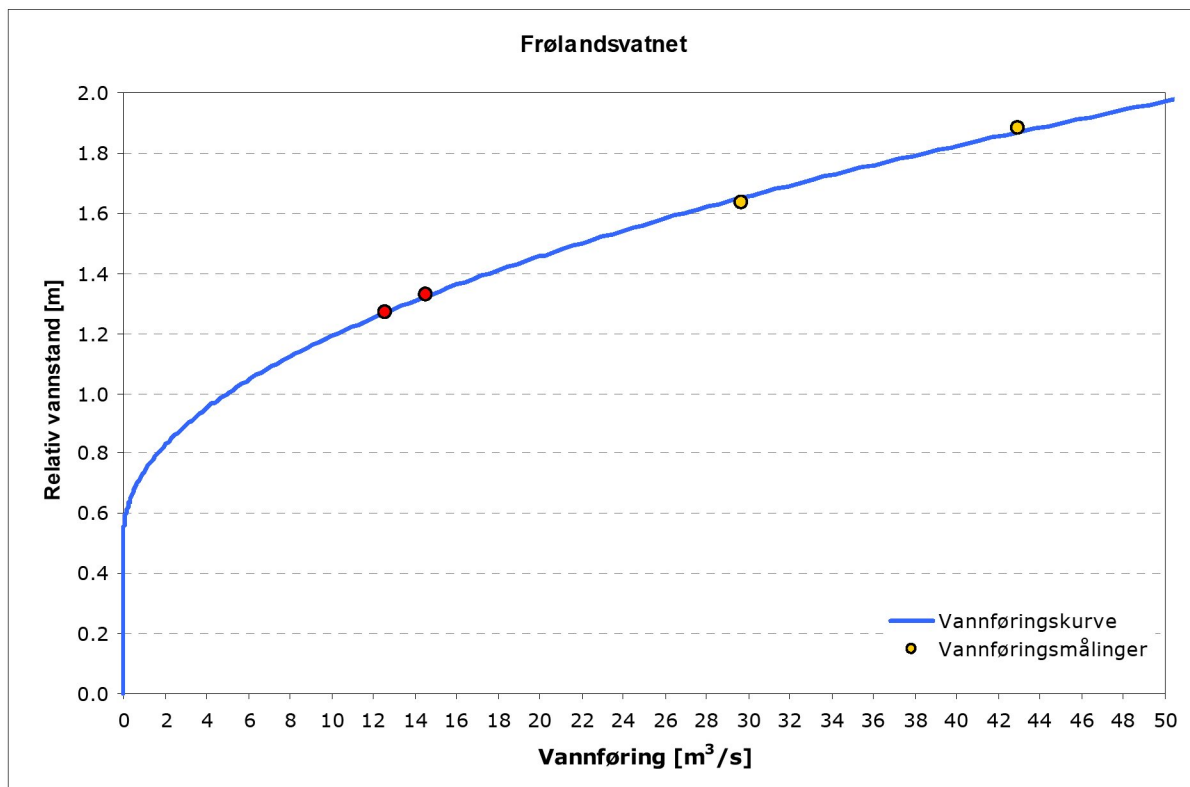
Figur 4 Sammenlikning av spesifikk avrenning for Frølandselva og VM 41.1 Stordalsvatn.

Frølandsvatnet

Vannstandsloggeren i Frølandsvatnet (jf. avsnitt 2.1 for målestasjonens plassering) har registrert vannstand hver time siden 10. september 2009. På figur 5 ses vannstandsvariasjonene i Frølandsvatnet.



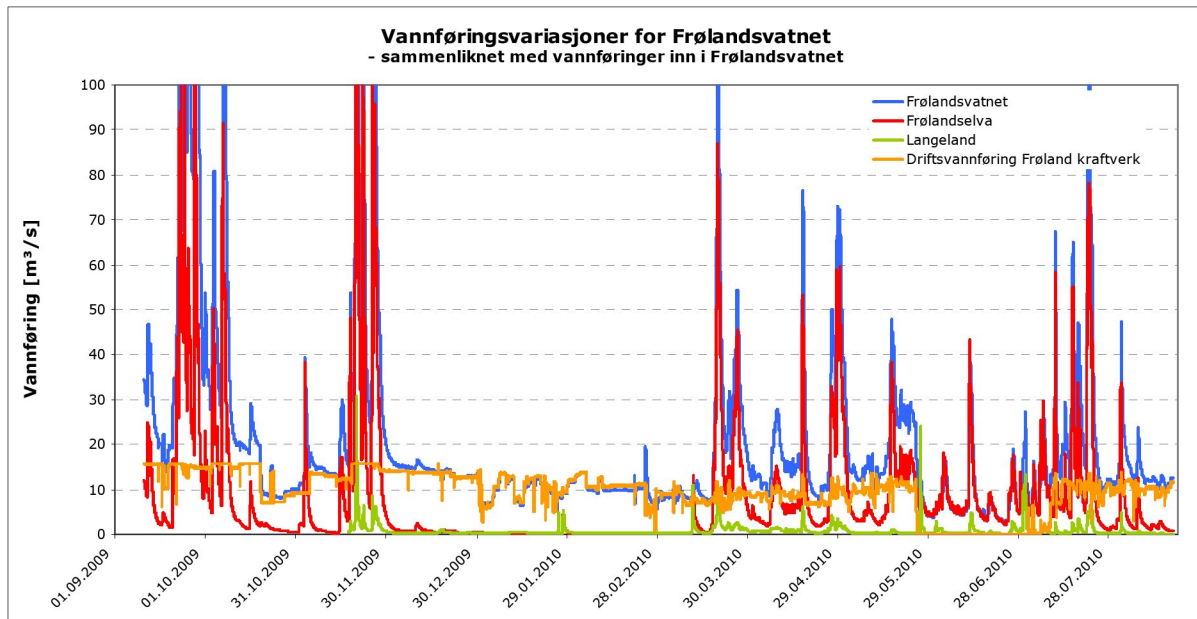
Figur 5 Vannstandsvariasjoner i Frølandsvatnet. Vannstandsvariasjonene er relatert til et fastmerke som er målt inn med GPS (kotehøyden til fastmerket er bestemt med ca. 4 cm nøyaktighet). Normalvannstand på grafen er kotehøyden til vannkant i digital kart fra området.



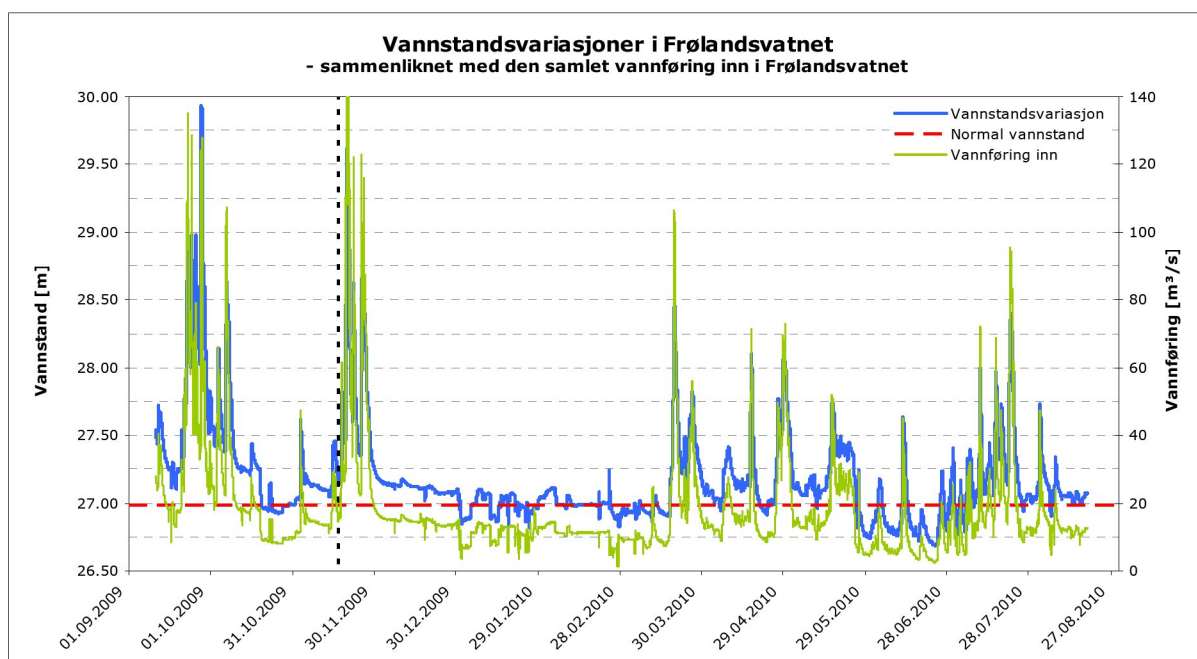
Figur 6 Foreløpig vannføringskurve for Frølandsvatnet.

Det er gjort 2 vannføringsmålinger i Tysseelva nær utløpet av Frølandsvatnet. I tillegg er vannføring beregnet 2 ganger på grunnlag av vannføring målt i Frølandselva. På figur 6 ses en foreløpig vannføringskurve for Frølandsvatnet. De faktiske målinger er av bra kvalitet og spredningen på alle punktene er bra.

Den foreløpige tidsserie for Frølandsvatnet ses på figur 7. Vannføringen ut av Frølandsvatnet er sammenlignet med vannføring fra Frølandselva, Langeland (Storelvi) og driftsvannføring fra Frøland kraftverk. Ved høy vannføring er det fin overensstemmelse mellom vannføringsvariasjonene for Frølandsvatnet, Frølandselva og Langeland. Ellers synes det å være driftsvannføringen fra Frøland kraftverk som er bestemmende for vannføringen og variasjonene.



Figur 7 Vannføringen ut av Frølandsvatnet sammenlignes med vannføring i Frølandselva, vannføring målt ved Langeland (Storelvi) og driftsvannføring fra Frøland kraftverk.



Figur 8 Vannstandsvariasjon i Frølandsvatnet sammenlignet med den samlede vannføring inn i Frølandsvatnet, dvs. fra Frølandselva, Storelvi (Langeland) og driftsvannføring Frøland kraftverk. Det mangler data fra stasjonen ved Langeland i perioden fra 1. september 2009 til 17. november 2009 (markert med sort stiplet linje).

Vedlegg 7 : Karakteristiske vassføringer for referanseserier

Følgende data er hentet vha Etabell og FINUT i NVE sitt datasystem HYDRA_II

VM 41.1 Stordalsvatn

Hydrologisk avdeling

Dato: 6. 3-3910

41. 1. 0.1001. 1 Stordalsvatn

Naturlig nedbørfelt : 127.000 km²

Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata

Vassdragområde :041.C

Datakilde: HYDAG

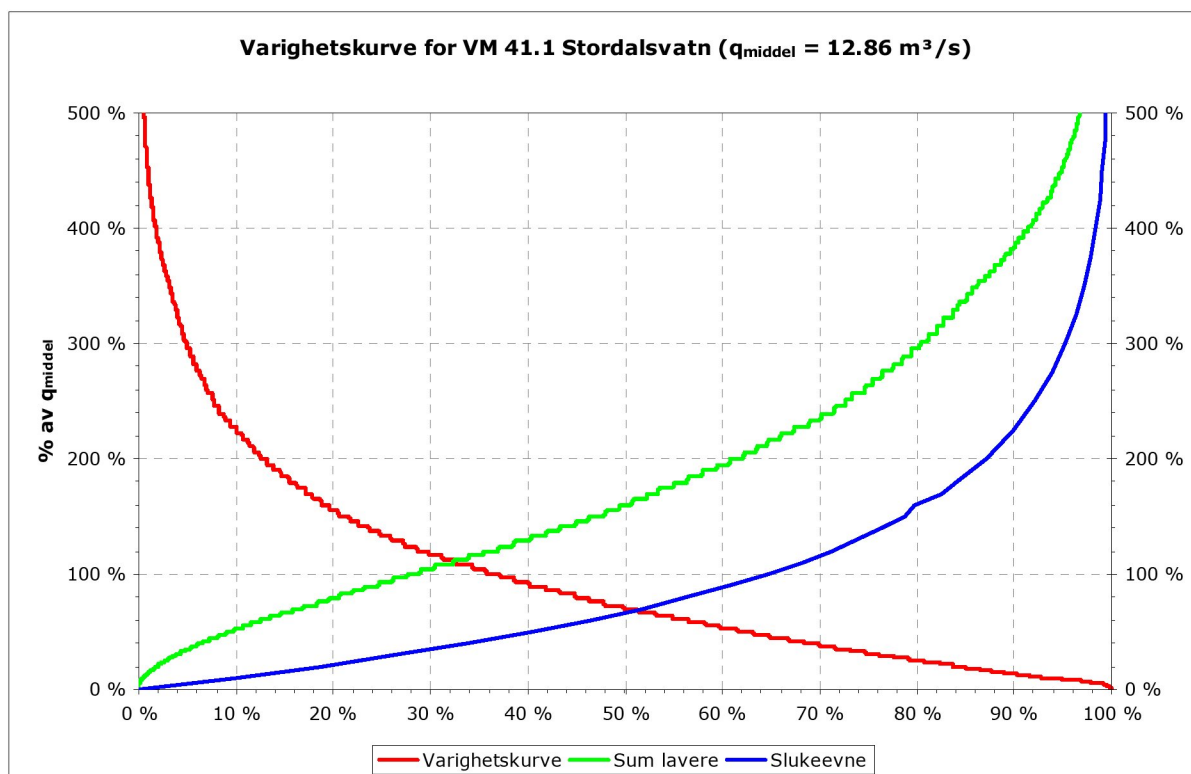
	Årlig avløp		Vassføring i m ³ /sek		
Hydrologisk år	mill. m ³	l/sek. pr.km ²	Største	Minste	
1/9-31/8				i 350 dager	i året
1912 - 1913	326.7	81.6	66.571	1.631	1.241
1913 - 1914	427.4	106.7	89.701	1.801	0.999
1914 - 1915	311.4	77.8	84.017	1.159	0.771
1915 - 1916	279.3	69.7	45.489	0.845	0.492
1916 - 1917	316.9	79.1	92.191	0.921	0.492
1917 - 1918	443.5	110.7	71.679	2.366	1.631
1918 - 1919	293.7	73.3	73.171	0.699	0.492
1919 - 1920	472.5	118.0	68.739	1.159	0.845
10-års middel	-	-	-	-	-
1920 - 1921	416.3	103.9	54.905	0.921	0.492
1921 - 1922	427.1	106.6	61.640	0.771	0.628
1922 - 1923	379.3	94.7	78.506	0.845	0.699
1923 - 1924	421.2	105.2	73.923	1.241	0.921
1924 - 1925	442.3	110.4	56.223	2.572	1.241
1925 - 1926	379.9	94.9	78.506	1.631	1.078
1926 - 1927	406.6	101.5	56.223	2.366	1.469
1927 - 1928	361.5	90.3	57.555	0.771	0.428
1928 - 1929	336.4	84.0	48.536	0.845	0.559
1929 - 1930	431.1	107.6	74.678	1.981	1.241
10-års middel	400.2	99.9	64.069	1.394	0.875
1930 - 1931	332.8	83.1	72.424	1.631	1.078
1931 - 1932	384.1	95.9	73.171	1.241	0.999
1932 - 1933	364.0	90.9	60.264	1.801	1.241
1933 - 1934	347.8	86.8	106.900	1.078	0.699
1934 - 1935	407.8	101.8	98.986	1.801	1.159
1935 - 1936	298.0	74.4	111.419	0.845	0.771
1936 - 1937	324.7	81.1	70.939	0.845	0.699
1937 - 1938	475.8	118.8	84.017	1.241	0.921
1938 - 1939	505.1	126.1	107.796	1.469	1.241
1939 - 1940	249.6	62.3	46.697	0.845	0.628
10-års middel	369.0	92.1	83.261	1.280	0.943

1940 - 1941	302.7	75.6	227.498	0.699	0.492
1941 - 1942	256.2	64.0	73.171	0.492	0.365
1942 - 1943	539.8	134.8	67.290	2.169	1.159
1943 - 1944	428.2	106.9	76.964	1.631	1.324
1944 - 1945	383.9	95.9	73.171	1.801	1.159
1945 - 1946	359.1	89.6	46.697	1.801	1.078
1946 - 1947	281.9	70.4	54.905	0.365	0.306
1947 - 1948	327.3	81.7	45.489	1.241	0.428
1948 - 1949	592.4	147.9	62.334	3.734	2.366
1949 - 1950	434.2	108.4	60.950	1.981	1.241
10-års middel	390.6	97.5	78.847	1.591	0.992
1950 - 1951	312.5	78.0	61.640	0.492	0.365
1951 - 1952	463.3	115.7	69.468	1.631	1.159
1952 - 1953	357.0	89.1	58.227	1.324	0.999
1953 - 1954	396.9	99.1	118.832	0.699	0.559
1954 - 1955	393.6	98.3	72.424	1.159	0.921
1955 - 1956	362.3	90.5	142.406	1.078	0.628
1956 - 1957	360.7	90.0	53.602	1.469	1.159
1957 - 1958	408.0	101.9	66.571	0.845	0.628
1958 - 1959	277.8	69.4	70.202	1.159	0.699
1959 - 1960	241.2	60.2	41.391	0.999	0.699
10-års middel	357.3	89.2	75.476	1.085	0.781
1960 - 1961	329.6	82.3	68.739	1.241	0.845
1961 - 1962	413.4	103.2	73.923	1.631	1.241
1962 - 1963	273.8	68.4	53.602	0.559	0.492
1963 - 1964	402.1	100.4	107.796	0.921	0.628
1964 - 1965	333.8	83.3	51.039	1.469	0.999
1965 - 1966	301.3	75.2	55.562	0.428	0.365
1966 - 1967	582.9	145.5	91.358	3.734	2.572
1967 - 1968	493.1	123.1	71.679	1.631	1.078
1968 - 1969	282.0	70.4	62.334	1.078	0.845
1969 - 1970	320.2	80.0	79.283	0.098	0.000
10-års middel	373.2	93.2	71.531	1.279	0.907
1970 - 1971	376.1	93.9	43.162	2.787	1.981
1971 - 1972	398.7	99.6	73.923	0.628	0.428
1972 - 1973	421.8	105.3	64.436	2.366	1.241
1973 - 1974	363.7	90.8	59.581	1.324	1.159
1974 - 1975	443.4	110.7	59.581	1.801	1.324
1975 - 1976	518.8	129.5	88.879	1.801	1.078
1976 - 1977	218.6	54.6	38.806	0.559	0.365
1977 - 1978	378.5	94.5	59.581	1.241	0.999
1978 - 1979	450.5	112.5	73.923	0.845	0.628
1979 - 1980	334.3	83.5	68.013	0.845	0.628
10-års middel	390.4	97.5	62.988	1.420	0.983
1980 - 1981	499.6	124.7	84.017	2.787	1.324
1981 - 1982	434.1	108.4	73.923	1.324	1.078
1982 - 1983	603.2	150.6	68.013	2.169	1.241
1983 - 1984	489.5	122.2	134.326	1.241	1.078
1984 - 1985	407.6	101.8	65.856	1.078	0.921
1985 - 1986	429.0	107.1	62.334	1.469	1.241
1986 - 1987	455.3	113.7	89.701	1.324	1.078
1987 - 1988	422.8	105.6	63.031	2.572	1.981
1988 - 1989	660.8	165.0	91.358	5.422	3.993
1989 - 1990	600.0	149.8	84.017	4.824	2.366
10-års middel	500.2	124.9	81.657	2.421	1.630

1990 - 1991	429.3	107.2	63.732	2.169	1.631
1991 - 1992	625.2	156.1	95.560	3.993	2.572
1992 - 1993	531.4	132.7	86.432	3.242	1.981
1993 - 1994	413.1	103.1	66.571	1.981	1.078
1994 - 1995	504.2	125.9	54.130	5.095	3.484
1995 - 1996	323.8	80.9	81.217	0.997	0.699
1996 - 1997	427.1	106.6	85.111	1.627	1.164
1997 - 1998	510.4	127.4	66.593	3.053	1.471
1998 - 1999	438.2	109.4	62.226	2.583	1.104
1999 - 2000	590.0	147.3	84.203	5.301	4.306
10-års middel	479.3	119.7	74.577	3.004	1.949
2000 - 2001	328.4	82.0	41.481	1.276	0.949
2001 - 2002	452.8	113.1	63.954	1.785	1.187
2002 - 2003	297.6	74.3	49.577	0.817	0.683
2003 - 2004	371.6	92.8	70.716	2.150	1.288
2004 - 2005	541.2	135.1	95.286	1.804	1.268
2005 - 2006	349.9	87.4	132.987	0.909	0.661
2006 - 2007	582.6	145.5	112.255	2.987	1.981
2007 - 2008	489.0	122.1	90.644	2.998	1.801
2008 - 2009	429.0	107.1	78.102	1.864	1.231
2009 - 2010	-	-	-	-	-
10-års middel	-	-	-	-	-
Middel For 97 År i	405.3	101.2	74.749	1.669	1.120

Absolutt minste vannføring : 0.000 m³/s
Median lavvannføring i 350 dager : 1.324 m³/s
Alminnelig lavvannføring : 1.078 m³/s

Med alminnelig lavvannsføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.



VM 55.4 Røykenes

Hydrologisk avdeling

Dato: 6. 3-3910

55. 4. 0.1001. 1 Røykenes

Naturlig nedbørfelt : 50.000 km²

Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata

Vassdragområde :055.7C

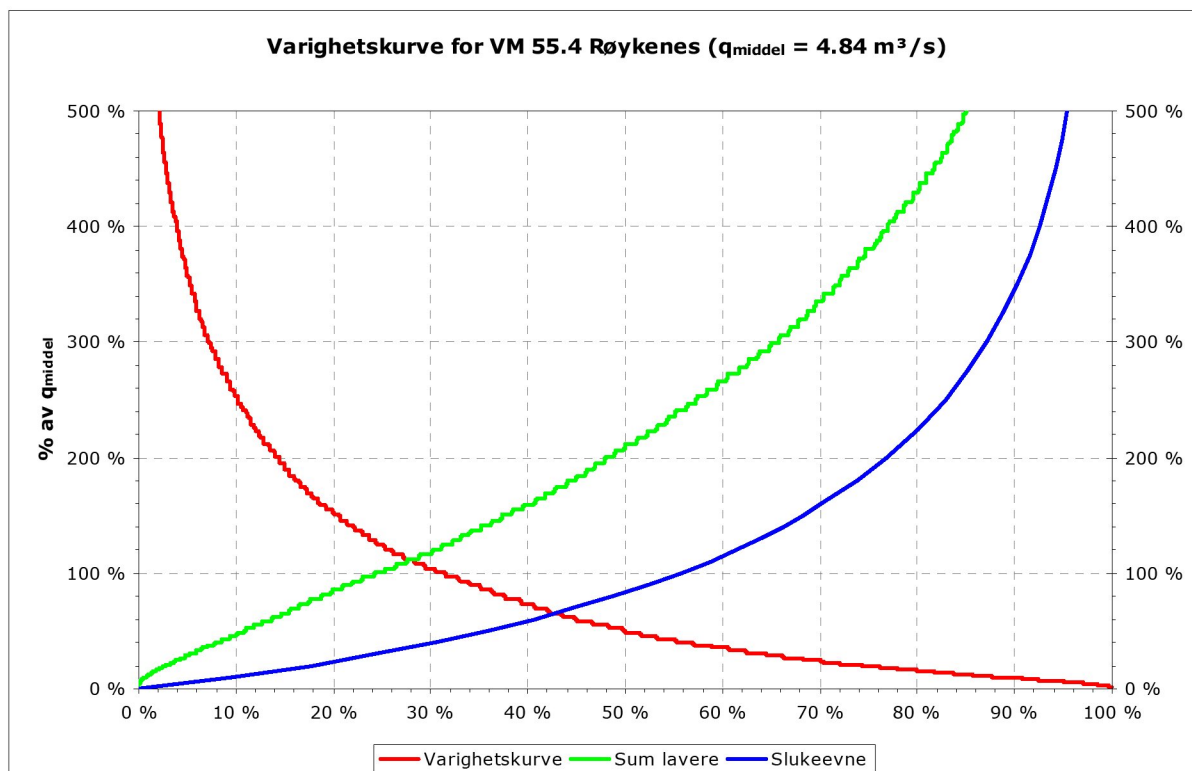
Datakilde: HYDAG

	Årlig avløp		Vassføring i m3/sek		
Hydrologisk år	mill. m3	l/sek. pr.km2	Største	Minste	
1/9-31/8				i 350 dager	i året
1934 - 1935	175.2	111.1	73.061	0.315	0.163
1935 - 1936	120.0	76.1	34.478	0.246	0.140
1936 - 1937	110.2	69.9	52.816	0.163	0.119
1937 - 1938	172.8	109.6	43.159	0.279	0.119
1938 - 1939	167.1	105.9	44.700	0.441	0.246
1939 - 1940	95.2	60.4	27.582	0.188	0.119
10-års middel	-	-	-	-	-
1940 - 1941	106.3	67.4	113.285	0.246	0.140
1941 - 1942	105.4	66.8	45.220	0.101	0.070
1942 - 1943	208.2	132.0	77.095	0.395	0.188
1943 - 1944	151.8	96.2	54.521	0.315	0.101
1944 - 1945	124.4	78.9	34.935	0.215	0.140
1945 - 1946	136.9	86.8	67.851	0.315	0.215
1946 - 1947	95.0	60.3	49.488	0.085	0.058
1947 - 1948	121.5	77.1	32.682	0.215	0.058
1948 - 1949	224.0	142.0	59.797	0.140	0.058
1949 - 1950	165.7	105.1	48.944	0.441	0.279
10-års middel	143.9	91.3	58.382	0.247	0.131
1950 - 1951	131.2	83.2	38.216	0.279	0.188
1951 - 1952	166.5	105.6	27.991	0.489	0.353
1952 - 1953	131.8	83.6	65.947	0.315	0.163
1953 - 1954	167.4	106.2	144.067	0.279	0.215
1954 - 1955	144.5	91.7	48.944	0.188	0.070
1955 - 1956	142.2	90.2	64.071	0.395	0.215
1956 - 1957	166.5	105.6	59.199	0.315	0.215
1957 - 1958	171.2	108.6	48.403	0.353	0.279
1958 - 1959	128.1	81.2	47.865	0.315	0.188
1959 - 1960	106.7	67.6	39.667	0.315	0.188
10-års middel	145.6	92.3	58.437	0.324	0.207
1960 - 1961	121.6	77.1	44.184	0.315	0.215
1961 - 1962	154.2	97.8	39.667	0.395	0.353
1962 - 1963	120.7	76.6	42.146	0.246	0.140
1963 - 1964	174.7	110.8	69.782	0.353	0.215
1964 - 1965	133.9	84.9	50.035	0.315	0.246
1965 - 1966	128.0	81.2	34.935	0.215	0.140
1966 - 1967	202.9	128.7	66.579	0.788	0.315
1967 - 1968	190.1	120.5	64.693	0.279	0.215
1968 - 1969	110.0	69.7	62.835	0.279	0.101
1969 - 1970	136.9	86.8	56.252	0.353	0.279
10-års middel	147.3	93.4	53.111	0.354	0.222

1970 - 1971	148.2	94.0	44.700	0.489	0.353	
1971 - 1972	161.7	102.6	56.252	0.188	0.058	
1972 - 1973	186.5	118.3	73.061	0.441	0.188	
1973 - 1974	153.7	97.5	57.422	0.489	0.215	
1974 - 1975	164.4	104.3	34.025	0.395	0.246	
1975 - 1976	184.9	117.2	55.672	0.119	0.058	
1976 - 1977	77.3	49.0	23.313	0.140	0.101	
1977 - 1978	135.5	85.9	40.650	0.315	0.188	
1978 - 1979	168.6	106.9	35.395	0.215	0.119	
1979 - 1980	122.7	77.8	36.323	0.395	0.246	
10-års middel	150.3	95.3	45.681	0.319	0.177	
1980 - 1981	189.1	119.9	58.011	0.657	0.353	
1981 - 1982	167.1	106.0	49.488	0.395	0.188	
1982 - 1983	191.8	121.7	69.135	0.597	0.353	
1983 - 1984	155.3	98.5	50.035	0.353	0.279	
1984 - 1985	133.7	84.8	37.263	0.279	0.188	
1985 - 1986	132.7	84.1	25.585	0.441	0.163	
1986 - 1987	165.4	104.9	46.798	0.279	0.188	
1987 - 1988	130.5	82.7	37.263	0.279	0.119	
1988 - 1989	227.9	144.5	42.146	0.859	0.542	
1989 - 1990	195.5	124.0	48.403	0.657	0.315	
10-års middel	168.9	107.1	46.413	0.480	0.269	
1990 - 1991	164.9	104.6	42.651	0.441	0.353	
1991 - 1992	204.6	129.8	71.740	0.542	0.163	
1992 - 1993	163.4	103.6	74.394	0.489	0.119	
1993 - 1994	108.3	68.7	55.095	0.214	0.094	
1994 - 1995	164.1	104.1	44.569	0.430	0.286	
1995 - 1996	116.0	73.6	45.053	0.118	0.056	
1996 - 1997	139.0	88.1	45.319	0.163	0.092	
1997 - 1998	178.6	113.3	60.147	0.706	0.392	
1998 - 1999	166.5	105.6	58.829	0.240	0.139	
1999 - 2000	184.3	116.9	56.100	0.360	0.167	
10-års middel	159.0	100.8	55.390	0.370	0.186	
2000 - 2001	119.1	75.5	24.126	0.429	0.273	
2001 - 2002	159.8	101.4	31.109	0.349	0.239	
2002 - 2003	118.0	74.8	30.242	0.418	0.165	
2003 - 2004	150.5	95.4	44.475	0.381	0.177	
2004 - 2005	205.0	130.0	55.837	0.514	0.395	
2005 - 2006	162.1	102.8	95.025	0.266	0.161	
2006 - 2007	217.6	138.0	46.629	0.279	0.169	
2007 - 2008	181.7	115.2	46.826	0.562	0.351	
2008 - 2009	164.3	104.2	48.223	0.365	0.197	
Middel For 75 År i	152.9	97.0	51.632	0.348	0.199	

Absolutt minste vannføring : 0.056 m³/s
Median lavvannføring i 350 dager : 0.315 m³/s
Alminnelig lavvannføring : 0.279 m³/s

Med alminnelig lavvannsføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.



VM 55.5 Dyrdalsvatn

Hydrologisk avdeling

Dato: 6. 3-3910

55. 5. 0.1001. 1 Dyrdalsvatn

Naturlig nedbørfelt : 3.180 km²

Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata

Vassdragområde :055.7C

Datakilde: HYDAG

		Årlig avløp		Vassføring i m ³ /sek		
Hydrologisk år 1/9-31/8		mill. m ³	l/sek. pr.km ²	Største	Minste	
					i 350 dager	i året
1977 - 1978		-	-	-	-	-
1978 - 1979		11.4	113.6	2.982	0.003	0.000
1979 - 1980		8.1	80.6	4.052	0.006	0.001
10-års middel		-	-	-	-	-
1980 - 1981		13.3	132.6	4.446	0.025	0.006
1981 - 1982		11.2	111.5	5.291	0.010	0.006
1982 - 1983		13.8	137.6	4.859	0.025	0.017
1983 - 1984		13.5	134.2	6.372	0.006	0.000
1984 - 1985		10.5	104.4	3.093	0.036	0.017
1985 - 1986		11.8	117.7	3.320	0.010	0.006
1986 - 1987		11.2	112.1	2.767	0.001	0.000
1987 - 1988		9.9	98.9	2.874	0.017	0.003
1988 - 1989		16.2	161.1	3.205	0.036	0.017
1989 - 1990		14.6	145.1	5.001	0.025	0.017
10-års middel		12.6	125.5	4.123	0.019	0.009
1990 - 1991		12.5	124.3	3.677	0.036	0.025
1991 - 1992		18.4	183.6	4.582	0.036	0.017
1992 - 1993		16.1	160.7	5.001	0.025	0.010
1993 - 1994		12.8	127.8	5.228	0.010	0.004
1994 - 1995		16.5	164.9	4.446	0.033	0.010
1995 - 1996		10.8	108.0	3.494	0.011	0.003
1996 - 1997		-	-	-	-	-
1997 - 1998		-	-	-	-	-
1998 - 1999		-	-	-	-	-
1999 - 2000		-	-	-	-	-
10-års middel		-	-	-	-	-
2000 - 2001		-	-	-	-	-
2001 - 2002		12.2	121.5	2.767	0.017	0.008
2002 - 2003		9.3	93.0	2.651	0.017	0.006
2003 - 2004		13.0	129.2	3.925	0.022	0.006
2004 - 2005		17.3	172.8	4.516	0.036	0.011
2005 - 2006		13.4	133.2	8.751	0.023	0.013
2006 - 2007		18.0	179.3	4.369	0.015	0.011
2007 - 2008		15.7	156.6	4.730	0.042	0.019
2008 - 2009		13.5	135.1	4.353	0.020	0.008
Middel For 26 År i		13.3	132.3	4.260	0.021	0.009

Absolutt minste vannføring :	0.000 m ³ /s
Median lavvannføring i 350 dager :	0.025 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring :	0.017 m ³ /s

Med alminnelig lavvannsføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.

VM 61.7 Sedal

Hydrologisk avdeling

Dato: 6. 3-3910

61. 7. 0.1001. 1 Sedal

Naturlig nedbørfelt : 11.100 km²

Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata

Vassdragområde :061.4A4Z

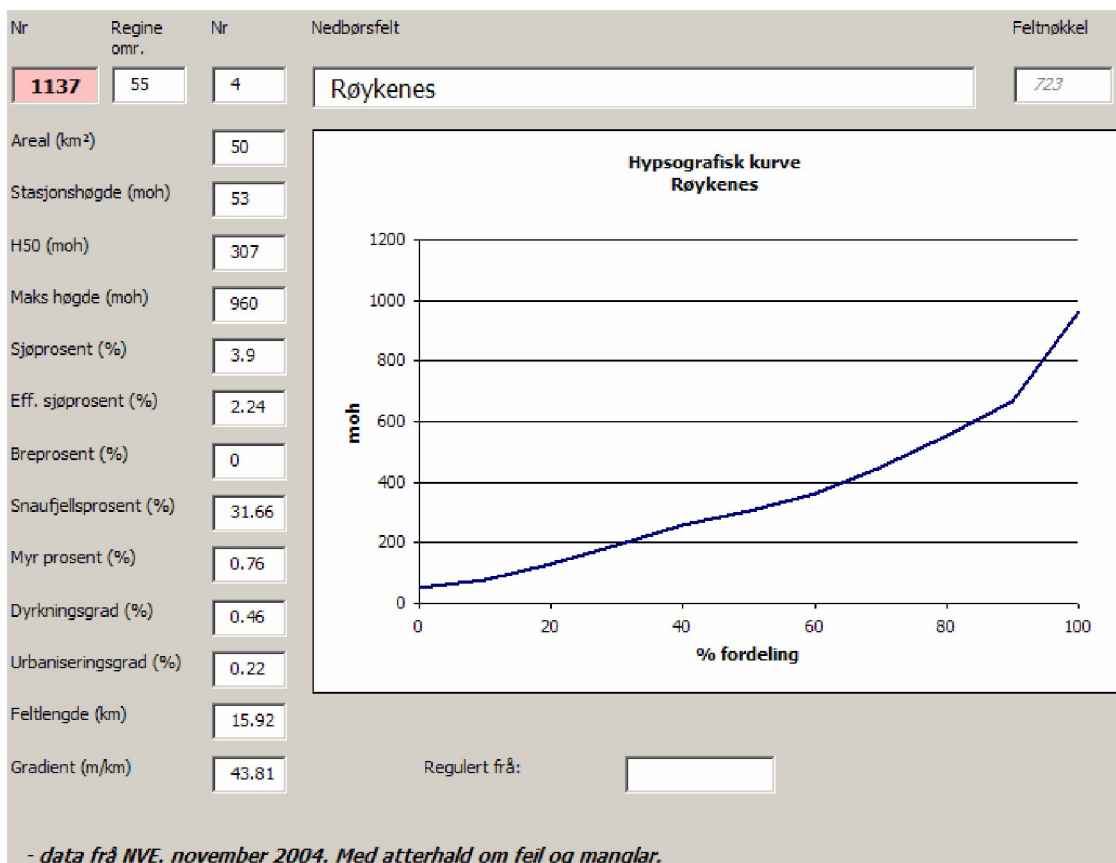
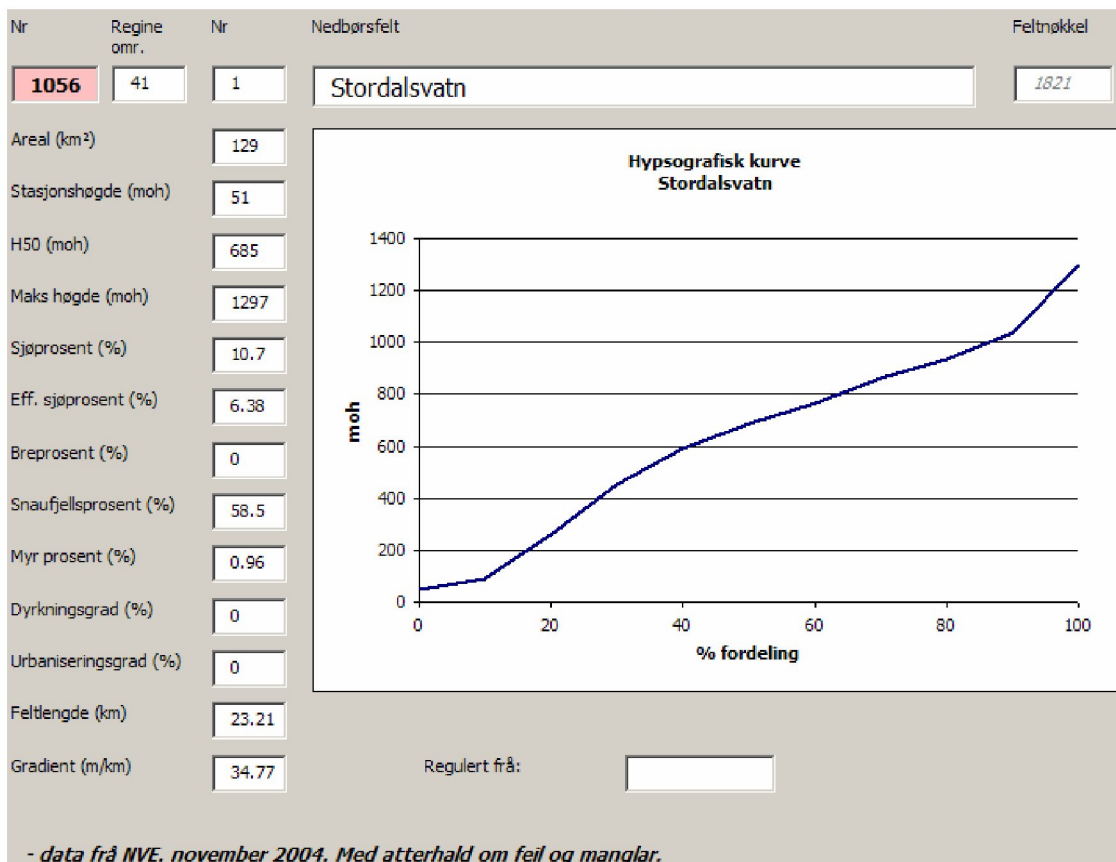
Datakilde: HYDAG

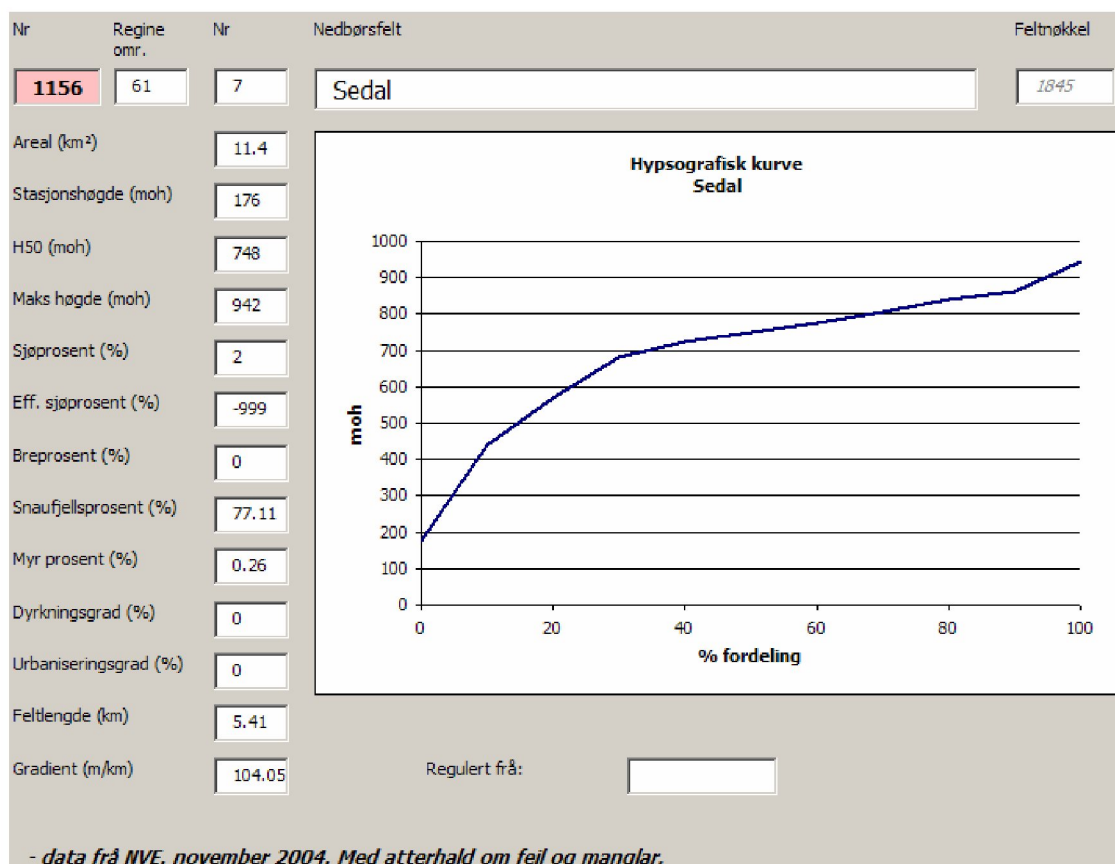
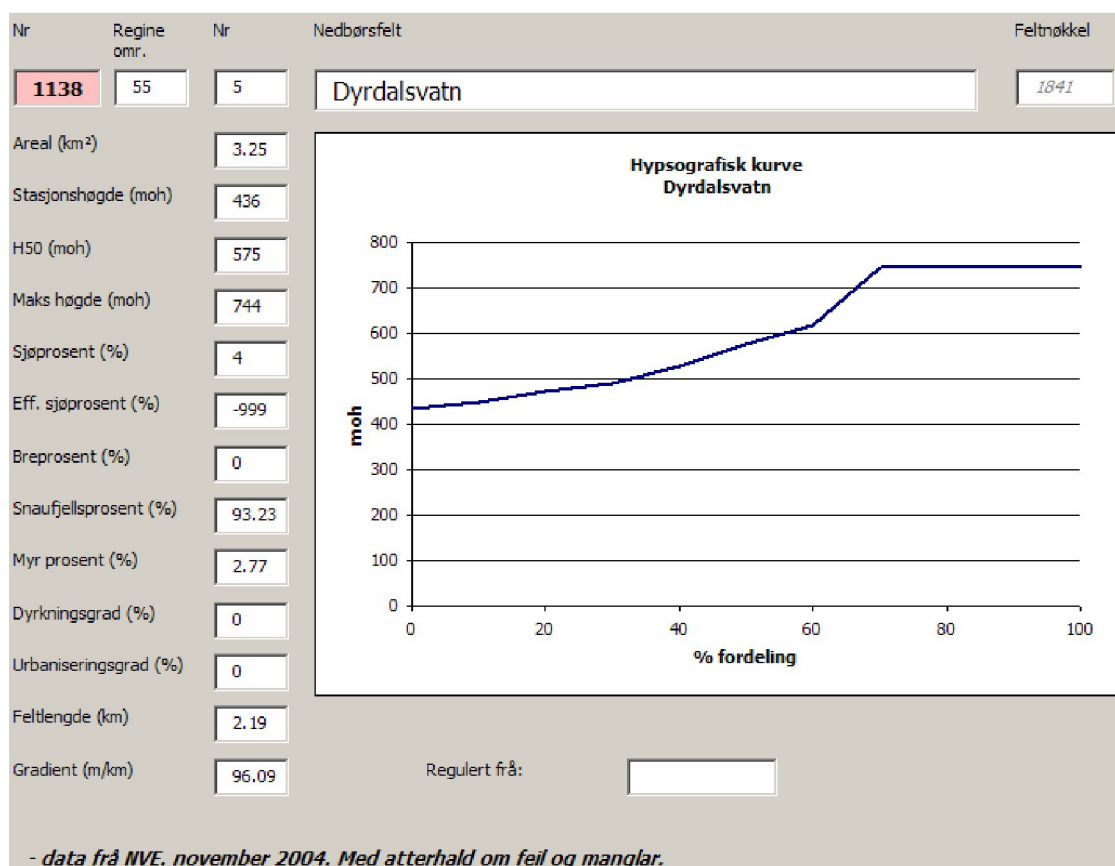
		Årlig avløp		Vassføring i m3/sek	
Hydrologisk år					
1/9-31/8	mill. m3	l/sek. pr.km2	Største	Minste	
				i 350 dager	i året
1944 - 1945	30.3	86.7	14.704	0.024	0.007
1945 - 1946	36.4	104.0	37.795	0.033	0.011
1946 - 1947	25.1	71.8	19.855	0.000	0.000
1947 - 1948	32.7	93.4	33.789	0.004	0.001
1948 - 1949	56.3	160.9	16.906	0.049	0.028
1949 - 1950	42.9	122.7	23.021	0.033	0.014
10-års middel	-	-	-	-	-
1950 - 1951	33.6	95.9	26.750	0.011	0.009
1951 - 1952	45.7	130.6	33.789	0.033	0.009
1952 - 1953	33.0	94.2	14.176	0.024	0.024
1953 - 1954	34.0	97.2	29.990	0.014	0.009
1954 - 1955	32.0	91.5	16.906	0.020	0.014
1955 - 1956	33.1	94.6	14.176	0.020	0.009
1956 - 1957	35.7	102.0	6.394	0.024	0.014
1957 - 1958	34.5	98.6	19.855	0.028	0.024
1958 - 1959	25.6	73.2	23.021	0.020	0.014
1959 - 1960	20.5	58.4	8.330	0.017	0.009
10-års middel	32.8	93.6	19.339	0.021	0.013
1960 - 1961	24.7	70.7	11.668	0.024	0.009
1961 - 1962	36.5	104.3	8.222	0.040	0.028
1962 - 1963	28.3	80.7	11.146	0.000	0.000
1963 - 1964	45.8	130.9	23.021	0.049	0.000
1964 - 1965	34.6	99.0	22.371	0.000	0.000
1965 - 1966	32.8	93.6	40.722	0.000	0.000
1966 - 1967	45.4	129.7	34.969	0.055	0.020
1967 - 1968	38.8	110.8	16.623	0.004	0.002
1968 - 1969	26.7	76.3	30.361	0.009	0.005
1969 - 1970	49.4	141.2	49.166	0.024	0.017
10-års middel	36.3	103.7	24.827	0.020	0.008
1970 - 1971	39.4	112.5	16.623	0.213	0.014
1971 - 1972	35.8	102.4	16.342	0.002	0.000
1972 - 1973	31.6	90.2	7.725	0.199	0.062
1973 - 1974	21.9	62.6	12.151	0.159	0.062
1974 - 1975	26.1	74.5	11.668	0.038	0.014
1975 - 1976	52.1	148.9	36.168	0.024	0.005
1976 - 1977	16.6	47.5	6.394	0.005	0.002
1977 - 1978	46.4	132.4	30.733	0.033	0.009
Middel For 34 År i	34.8	99.5	21.339	0.036	0.013

Absolutt minste vannføring :	0.000 m ³ /s
Median lavvannføring i 350 dager :	0.024 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring :	0.017 m ³ /s

Med alminnelig lavvannsføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.

Vedlegg 8 : Karakteristiske felldata for referanseserier





Vedlegg 9 : Bilder av Storelva ved Tysseland nedenfor bro ved ulike vannføringer



Vannføring 70 l/s



Vannføring 125 l/s



Vannføring 140 l/s



Vannføring 150 l/s



Vannføring 180 l/s



Vannføring 695 l/s



Vannføring 740 l/s



Vannføring 790 l/s

Vedlegg 10 : Bilder av Storelva ved Tysseland ovenfor bro ved ulike vannføring



Vannføring 70 l/s



Vannføring 125 l/s



Vannføring 140 l/s



Vannføring 150 l/s



Vannføring 180 l/s



Vannføring 695 l/s



Vannføring 740 l/s



Vannføring 790 l/s

Vedlegg 11 : Bilder av Storelva ved Langeland ved ulike vannføring



Vannføring 70 l/s



Vannføring 125 l/s



Vannføring 140 l/s



Vannføring 150 l/s



Vannføring 180 l/s



Vannføring 695 l/s



Vannføring 740 l/s



Vannføring 790 l/s