



Hydrologiske analyser for ulike vannuttak og reguleringer i 178.43Z Blokkelva

Beate Sæther

14
2006



OPDRAGSRAPPORT A

Hydrologiske analyser for ulike vannuttak og reguleringer i 178.43Z Blokkelva

Oppdragsrapport nr 14 2006

”Hydrologiske analyser for ulike vannuttak og reguleringer i 178.43Z
Blokkelva”

Oppdragsgiver: Blokken skipsverft AS

Forfatter: Beate Sæther

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 40

Forsidefoto: (Foto:) Blokken skipsverft AS. Bildet viser fyllingsdammen i
Nervatnet med rørledningen til høyre på bildet. Bildet er tatt mot
øst.

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Uttak av vann til settefiskanlegget krever ingen regulering av
vassdraget. Konstant vannutak til settefiskanlegget og vannslipp
til laksetrappa, krever et samlet reguleringsvolum på ca 1 mill.
m³. Ønsket kjøring av kraftverket ned mot LRV, i tillegg til dette
vannuttaket, krever et totalt reguleringsvolum på 1 700 000 m³.

Emneord: Blokkelva, regulering, magasin, routing, LRV, HRV, vannuttak

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Desember 2006

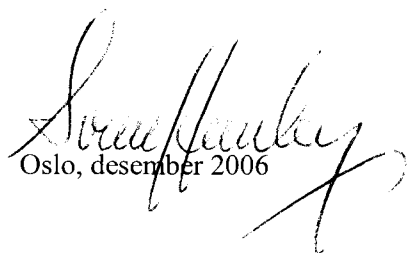
Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn for rapporten	6
1.1.1 Arbeidsbeskrivelse	6
1.1.2 Forutsetninger	6
1.2 Historikk og problemstilling	7
2 Hydrologiske og hydrauliske grunnlagsdata	10
2.1 Beskrivelse av nedbørfeltetene og tilsigsforholdene til Innervatnet og Nervatnet i Blokkelva.....	10
2.2 Hydrauliske grensebetingelser	14
2.2.1 Magasinvolumkurve Innervatnet	14
2.2.2 Magasinvolumkurve Nervatnet.....	15
2.2.3 Vannføringskurve for utløpet av Innervatnet	16
2.2.4 Vannføringskurve for utløpet av Nervatnet.....	17
2.2.5 År-til-år-variasjon i middelvannføring.....	18
2.2.6 Avløpets fordeling over året	19
3 Hydrologiske beregninger, momenter og problemstillinger...	21
3.1 Forutsetninger	21
3.2 Vannbehov for settefiskanlegget	22
3.3 Vannbehov til drifting av laksetrappa	23
3.4 Vann til kjøring av kraftverket.....	27
4 Usikkerhet	29
5 Konklusjoner.....	30
Vedlegg.....	30

Forord

I forbindelse med ny konsesjonssøknad for regulering og drifting av Blokkelva, har NVE fått i oppdrag av Blokken skipsverft AS, å belyse vannbalansen i Blokkelva med uttak av vann til settefisk, laksetrapp og kraftverksproduksjon basert på reguleringer i både Nervatnet og Innervatnet. Den hydrologiske analysen skal også være til hjelp i den daglige driftingen og utnyttelsen av vassdraget.

Prosjektleder og beregner har vært Beate Sæther. Samarbeidspartnere har vært Ingebrigt Bævre og Roger Sværd. Thomas Væringsstad har kvalitetssikret rapporten.



Oslo, desember 2006

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Oppdragets formål er å belyse vannbalansen i Blokkelva med uttak av vann til settefisk, laksetrapp og kraftverksproduksjon basert på reguleringer i både Nervatn og Innervatnet. Den hydrologiske analysen skal være til hjelp i den daglige driftingen og utnyttelsen av vassdraget.

Beregningene omfatter utarbeidelse av tilsigsserier til magasinene, samt simuleringer av ulike driftssituasjoner i vassdraget, basert på dagens vannbehov og historiske vannføringsvariasjoner, for best mulig utnyttelse av vassdraget.

Som grunnlag for disse beregningene er det benyttet NVEs beregningsprogram ROUTING med multiple utløp. Inngangsdata er tilsigsserier, magasinvolumkurver, vannføringskurver for overløp dam, samt ulike tappestrategier for de ulike vannuttakene.

Med kun vannuttak til settefiskproduksjon, vil den naturlige selvreguleringen i vassdraget i hovedsak dekke vannbehovet uten noen form for regulering.

Med et konstant vannuttak til både settefisk og laksetrapp, vil en ha behov for regulering av vassdraget. Det foreslåtte reguleringsvolumet i Nervatnet på ca 700.000 m³, vil i hovedsak dekke nødvendig vannbehov. Et ekstra reguleringsvolum i Innervatnet på ca 0.3 mill. m³, vil kunne dekke underskuddsbehovet i ekstremt tørre perioder og bidra til å kunne slippe lokkeflommer for opp- og nedgang for fisken i gyteperioden.

Ved ønsket kraftverkskjøring ned til tilnærmet LRV (kote 11.30) i Nervatnet, vil en måtte ha et tilleggsreguleringsvolum i Innervatnet på ca 1 mill. m³. Med et større reguleringsvolum enn dette, vil en kunne kjøre kraftverket jevnere og mer optimalt. En trenger da ikke å stoppe kraftverket før en når en nedre grense på ca 1 mill. m³ restmagasinvolym i Innervatnet ved samtidig LRV i Nervatnet.

Overføringskapasiteten fra Innervatnet til Nervatnet må ha en minimumskapasitet på 1500 l/s.

De hydrologiske og hydrauliske beregningene er beheftet med en viss usikkerhet, på grunn av usikkerhet i avrenningskartet, vannførings- og magasinvolumkurvene, routing og skalering av måledata for vannføring fra andre vassdrag m.m., men er det beste som pr. dags dato kan fremskaffes for planlegging og drifting av vannuttaket.

Det er bare målinger over flere år i det aktuelle vassdrag som vil kunne gi et bedre bilde av avløpet. Alle beregninger på basis av andre målte vassdrag vil ved skalering til det aktuelle vassdrag være beheftet med feilkilder. Feilkildene søkes minimalisert ved å vurdere det aktuelle vassdragets feltegenskaper, og velge representativ serie fra annet vassdrag som ivaretar disse egenskapene.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for rapporten

Oppdragets formål er å belyse vannbalansen i Blokkelva med uttak av vann til settefisk, laksetrapp og kraftverksproduksjon basert på reguleringer i både Nervatn og Innervatnet. Den hydrologiske analysen skal være til hjelp i den daglige driften og utnyttelsen av vassdraget. Beregningene omfatter utarbeidelse av tilsig til magasinene, samt simuleringer av ulike driftssituasjoner i vassdraget, basert på dagens vannbehov og historiske vannføringsvariasjoner, for best mulig utnyttelse av vassdraget.

1.1.1 Arbeidsbeskrivelse

Prosjektet omfatter:

- Hydrologisk tilpasning av tilsigsserier fra eksisterende vannmerker til Innervatnet og Nervatnet
- Etablere vannføringskurver for overløp fra dammene basert på overløpskurver for dammene eller hydrauliske beregninger basert på damtegninger
- Sette opp vannstand/volumkurver for begge vatna basert på kart eller opplysninger fra oppdragsgiver
- Sette opp tappestrategier og prioriteringer for de ulike vannuttakene i vassdragene basert på opplysninger fra oppdragsgiver
- Simulere ulike driftssituasjoner i vassdraget basert på historiske tilsigsdata fra tilpasset vannmerke og ulike tappestrategier. Eventuelle kritiske sesonger avdekkes i forhold til vannstandssenkning og LRV.
- Oppdraget omfatter ikke prosjektering av løsninger i form av byggetegninger og planer for mulige tiltak.

1.1.2 Forutsetninger

En klar forutsetning i oppdraget er at oppdragsgiver sender over følgende materiale:

- Detaljerte tegninger av eksisterende dammer og tappeanordninger
- Opplysninger om magasinivolum og reguleringsgrenser
- Kraftverkets slukeevne (q_{maks} , q_{min}) og driftsrutiner. Dersom det er ønskelig å gjøre vannføringsserien beregnet til kraftverket, om til produsert kraft, må det også gis opplysninger om fall, falltap og virkningsgrad til kraftverket.
- Nødvendig vannslipp i ulike sesonger for drifting av laksetrappa for å sikre fiskens frie gang, må defineres. Utarbeides av lokale aktører i samarbeid med forvaltningsorganene DN, FM og NVE.
- Vannbehovet for settefiskanlegget. Må oppgis med best mulig tidsoppløsning
- Prioriteringsrekkefølge for vannuttak

1.2 Historikk og problemstilling

Blokken Skipsverft AS har, siden 1917, drevet kraftproduksjon i Blokkelva. Vannmagasin har vært Nedre Blokkvatnet/Nervatnet, som ved hjelp av en dam, etablert ca 130 meter ned i elva fra det opprinnelige utløpsoset i Blokkvatnet, har gitt turbinen ca 11 meters trykk (100 kW). Bedriften eier fallrettighetene i vassdraget.

Øvre del av vassdraget er overført til Djupfjord kraftverk. Dimensjonerende med tanke på simulering av magasiner i en driftssituasjon, er at det ikke kommer vann fra dette feltet. Dette gjelder ikke ved flomberegninger for dimensjonering av damstabilitet/-sikkerhet med tilhørende flomløp.

11.januar 2002 oppstod det en spesiell situasjon med en lengre mildværsperiode og temperaturer opp mot 10 grader. Betydelige nedbørsmengder kombinert med snøsmelting høyt til fjells, ga en voldsom flom i vassdraget, med dambrudd som resultat. Flommen i januar 2002 var stor i hele denne regionen. I Blokkelva, skjedde det i tillegg en episode som forsterket virkningene av flommen. Ut fra befaringer og observasjoner i øvre del av vassdraget, i utløpet av den innsjøen som er overført til Djupfjord kraftverk, er det funnet klare indikasjoner på at det har gått et stort ras her. Da denne rasedemningen gikk til brudd, på grunn av vanntrykket bakenfor, har det kommet en stor tilleggsflom nedover til Blokkelva. Alternativt hendelsesforløp kan være at selve raset skapte en flodbølge direkte. I elvestrekningen ned mot Midtre Blokkvatnet, ble det funnet torvresten i trær som var flere meter høye. Denne flombølgen ga en kraftig tilleggsbelastning på dammen ved utløpet av Nedre Blokkvatnet.

I 2003, ble det bygget en ny dam i utløpet av Nedre Blokkvatnet, ca 140 m oppstrøms den gamle. Det ble også bygget en ny dam i utløpet av Midtre Blokkvatnet/Innervatnet. Dette gir mulighet til å skape en ekstra, ”kunstig” flom i nedbørsfattige perioder for å lokke fisk til oppgang. Innervatnet har tidligere vært regulert, men har ligget som en naturlig innsjø fra den første dammen havarerte i 1979, til ny dam ble bygget i 2003.

Den nye dammen i utløpet av Nervatnet, medfører betydelige virkninger på eiendommene ved vatnet. I den forbindelse, er det er gjort avtaler med øvrige grunneiere i vassdraget, samt andre berørte parter. Det foreligger bl.a. krav om at Blokken Skipsverft AS får utarbeidet en hydrologirapport for vassdraget som skal være et hjelpemiddel for framtidig oppfølging og bruk av vassdragets vannføring.

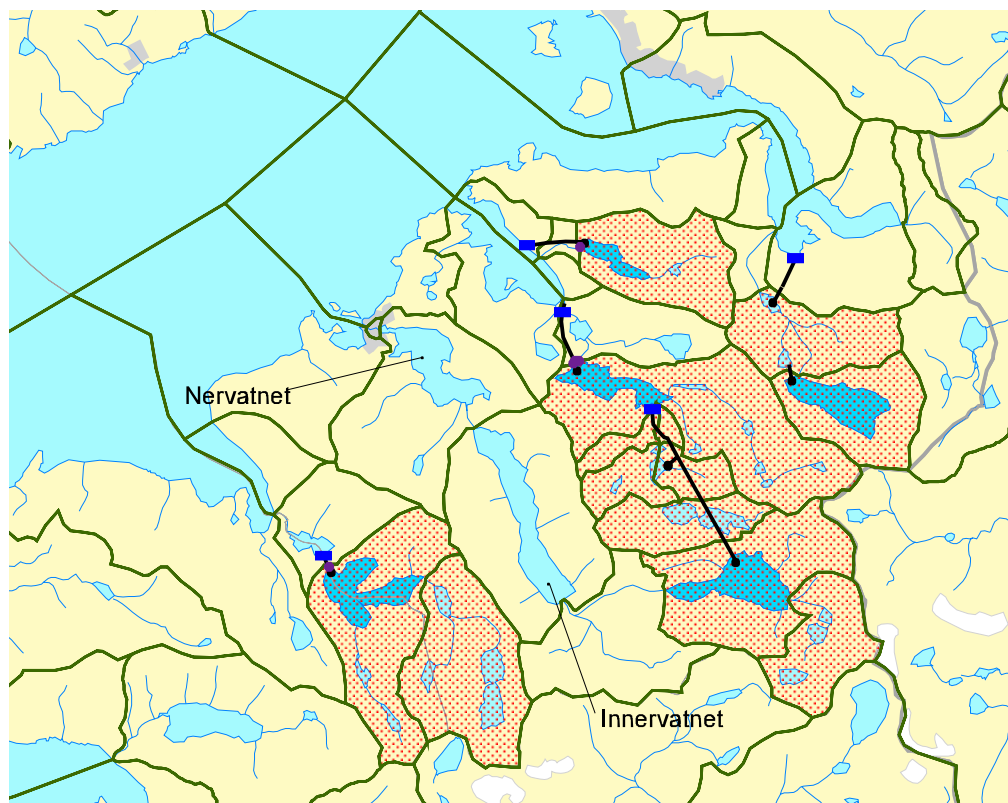
Blokken skipsverft har hittil styrt vannuttaket ut fra et eget merke for minste vannstand i magasinet. Øvre vannstand begrenses av overløpskapasiteten til dammen.

Nåværende brukere av vassdraget er Skipsverftet med uttak til kraftproduksjon, settefiskanlegget Sjøblink Blokken AS med uttak av ca 13 000 liter/min. (ca 215 l/s) og vann til laksetrapp/Blokkelva. Kombinasjonen med kraftproduksjon og settefisk har vart i 24 år og i alle år har regulering skjedd ved at kraftproduksjonen er stoppet i nedbørsfattige perioder, mens uttaket til settefiskanlegget, har vært konstant.

Tidligere var Blokkenvatnet drikkevannskilde for bygda som teller vel 100 personer. De siste ca 25 år har vatnet vært reservevannkilde.

I foreliggende avtale med Blokken Grunneierlag, er det angitt en minstevannføring gjennom etablert laksetrapp. Dette er ikke etablert med mål i antall liter pr. sekund, men gjøres ut fra skjønn.

Vassdraget inneholder røye, ørret og laks, der de to førstnevnte er i majoritet med hovedsakelig stasjonær bestand. Bare en mindre del av disse to artene har individ som opptrer anadromt (beitevandrer til sjø). Pga tidligere års lange perioder med tørrlegging av elv, fra 1917- til 1960-tallet, er den opprinnelige laksestammen utryddet. Det er nå bare enkelt individ av laks som søker til vassdraget. De siste årene er det solgt fiskekort for begge Blokken-vatnene, men ikke for elv.



Figur 1.1 Blokkelva, med magasinene Nervatnet/Nedre Blokkvatnet og Innervatnet/Midtre Blokkvatnet



Figur 1.2 Nedre del av Blokkelva

2 Hydrologiske og hydrauliske grunnlagsdata

2.1 Beskrivelse av nedbørfeltene og tilsigsforholdene til Innervatnet og Nervatnet i Blokkelva

Vassdragsnummer (regine): 178.43Z (renner ut i Sortlandsundet ca 10 km sør for Sortland, Nordland).

Kartkoordinater ved Nervatnet (UTM 33): N 7 609 876 Ø 515 774 (kote 13)

Kartkoordinater ved Innervatnet (UTM 33): N 7 607 995 Ø 517 607 (kote 19)



Figur 2.1 Oversiktskart over Blokkelvas nedbørfelt

Vernestatus: Øvre deler av tilsigsfeltet til Innervatnet ligger i Møysalen nasjonalpark.

Feltareal Nervatnet: 23.1 km² (øvre deler av feltet i Blokkelva, 10.1 km², er overført ut til Djupefjord kraftverk og regnes ikke med i denne hydrologiske analysen)

Feltareal Innervatnet: 15 km² **Oppstrøms Innervatnet:** 5.7 km²

Høydeforskjell i feltet: 13 (Nervatnet) – 994 (Rautiden)

Snaufjell: Nervatnet: 48% Innervatnet: 54% Tilsig Innervatnet: 77%

Middelavrenning og årsavrenning: NVEs digitale avrenningskart for normalperioden 1961-1990 gir spesifikk årsmiddelavrenning (definisjon vedlegg 1) i elva på ca 83 l/s•km² ved Nervatnet, ca 87 l/s•km² ved Innervatnet og ca 98 l/s km² for felt drenerende til Innervatnet. Dette tilsvarer en estimert årlig middelavrenning på hhv 83 l/s•km² • 23.1 km² = ca 1920 l/s, 87 l/s•km² • 15.0 km² = ca 1300 l/s, 98 l/s•km² • 5.7 km² = ca 560 l/s. Avrenningskartet kan ha en usikkerhet på inntil ± 20 %.

Effektiv sjøprosent: Nervatnet (1.27 km²): 11% Innervatnet (1.73 km²): 10%
Oppstrøms Innervatnet: ~ 0%

Regime: Kystnært vassdrag med markert snøsmelteperiode, men kan ha større eller mindre flomepisoder gjennom hele året. De mest markerte lavvannsperioden er på ettervinteren og på sensommeren.

Aktuell sammenligningsstasjon:

Det eksisterer i dag ingen måling av vannføring i det aktuelle vassdraget, så videre analyser må baseres på en sammenligning og skalering med vannføringsdata fra målestasjoner i andre hydrologisk sammenlignbare nedbørfelt. Det aktuelle feltet har stor selvregulering, i tillegg til magasineringsmuligheter med regulering i både Innervatnet og Nervatnet.

Det er to vannmerker i området som er aktuelle å vurdere nærmere; 177.4 Sneisvatn og 178.1 Langvatn. Se feltkarakteristika av Blokkelva sammen med målestasjon Sneisvatn er vist i tabell 1.

Tabell 2.1

Stasjon	Måle- periode	Feltareal (km ²)	Eff. sjø (%)	Snaufjell (%)	Q _N (61-90) ¹ (l/s•km ²)	Høydeintervall (moh)
177.4 Sneisvatn	1915-	29.6	2.2	55	94/97 ²	12-1037
178.1 Langvatn	1953-	18.5	6.2	50	74/70 ³	
Blokkelva ved Nervatnet ⁴	-	23.1	10.4	48	83	13-994
Blokkelva ved Innervatnet ⁴	-	15.0	11.5	54	87	19-994
Blokkelva oppstrøms Innervatnet ⁴	-	5.7	0	77	98	19-994

¹ Betegner årsmiddelvannføringen i perioden 1961-90. ² Målestasjonens middelvannføring for måleperiode 1916-2005. ³

Målestasjonens middelvannføring for måleperiode 1954-2005 ⁴ Repr. restfelt etter overføring av øvre deler av feltet ut til Djupfjord kraftverk.

Alminnelig lavvannføring og sommer- og vinterlavvann

Alminnelig lavvannføring er beregnet til **13.5 l/s km²** for restfeltet etter overføringen til Djupfjord kraftverk. Dette tilsvarer ca 300 l/s ved inntaket i Nervatnet. Dette utgjør ca 15 % av middelavrenningen. Det er etter vannressursloven krav til slipp av minstevannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring eller naturlig lavere vannføring (se definisjon i vedlegg 1) for ikke-konsesjonspliktige tiltak.

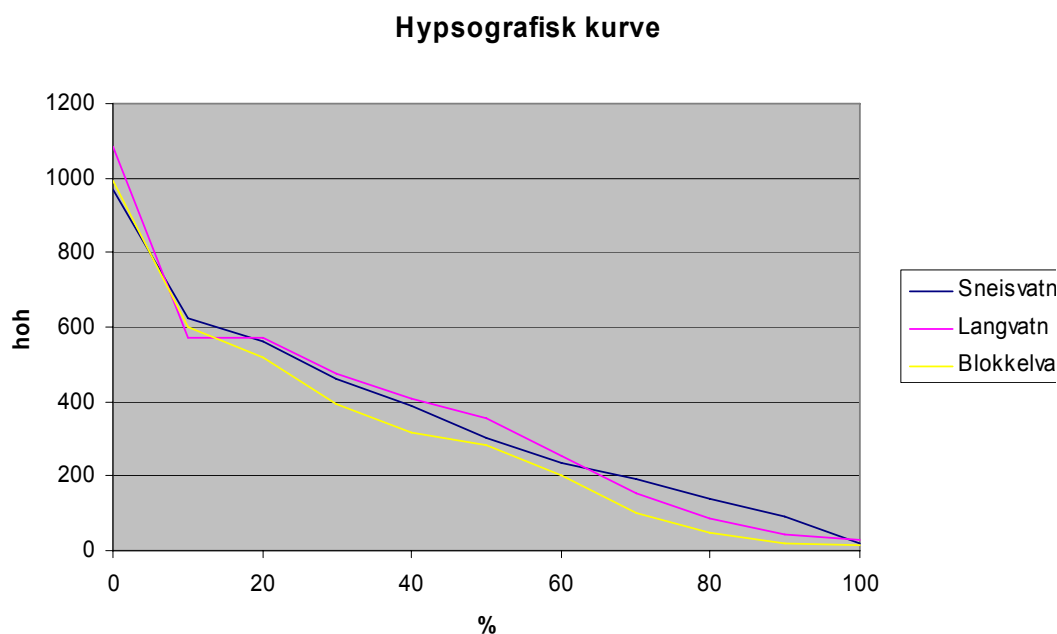
Alminnelig lavvannføring er basert på data fra målestasjon 177.4 Sneisvatn. Til sammenligning gir målestasjon 178.1 Langvatn 13 l/s km² og regresjonsmodellen LAVVANN gir 11.0 l/s km². NVEs program LAVVANN er en metode som er utviklet for å estimere alminnelig lavvannføring i nedbørfelt uten vannføringsmålinger.

I programmet LAVVANN har Blokkelva tilhørighet til region 7, med følgende feltparametre; feltareal 23.1 km², feltakse 8.8 km, feltbredde (19 km²/ 6 km) 2.6 km, maksimal høydeforskjell 981 m, effektiv sjøprosent 10.4 %, andel snaufjell 48 %, spesifikt avløp 83 l/s·km².

Varighetskurver for sommersesongen 1/5-30/9 og vintersesongen 1/10-30/4, gir lavvannsverdier (5% persentilen) på hhv ca 500 l/s (23 l/s km²) og på 300 l/s (13 l/s km²) ved utløpet av Nervatnet.

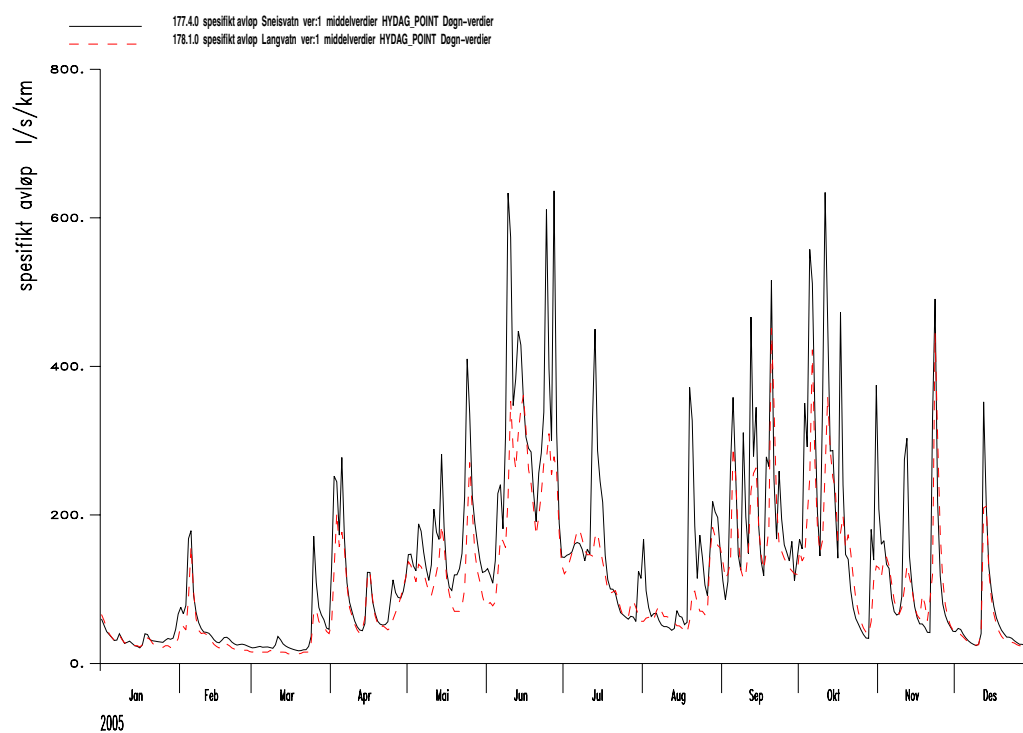
Høydefordeling:

Høydefordelingen mellom de tre feltene er relativt like. Blokkelvas felt ligger i hovedsak litt lavere enn feltet til Sneisvatn og Langvatn, men effekten av dette kan vanskelig kvantifiseres. Se figur under.



Figur 2.2 Kurven over viser høydefordelingen for Blokkelvas felt sammen med feltene for Sneisvatn og Langvatn.

Vannføringsvariasjonene i Sneisvatn og Langvatn følger hverandre godt gjennom året, med en noe større demping i Langvatnet pga høyere effektiv sjøprosent. Pga av svært høy selvregulering i Innervatnet og Nervatnet, vil det beste trolig være å route en tilpasset vannføringsserie for Sneisvatn gjennom Innervatnet som tilsigsinput til Nervatnet. Viser også til samme konklusjoner i "Flomberegninger Dam Blokken" utført av Barlindhaug Consult i 2002 /2/.



Figur2.3. Figuren viser årsvariasjonene i Sneisvatnet (sort kurve) og Langvatnet(rød kurve) for 2005

2.2 Hydrauliske grensebetingelser

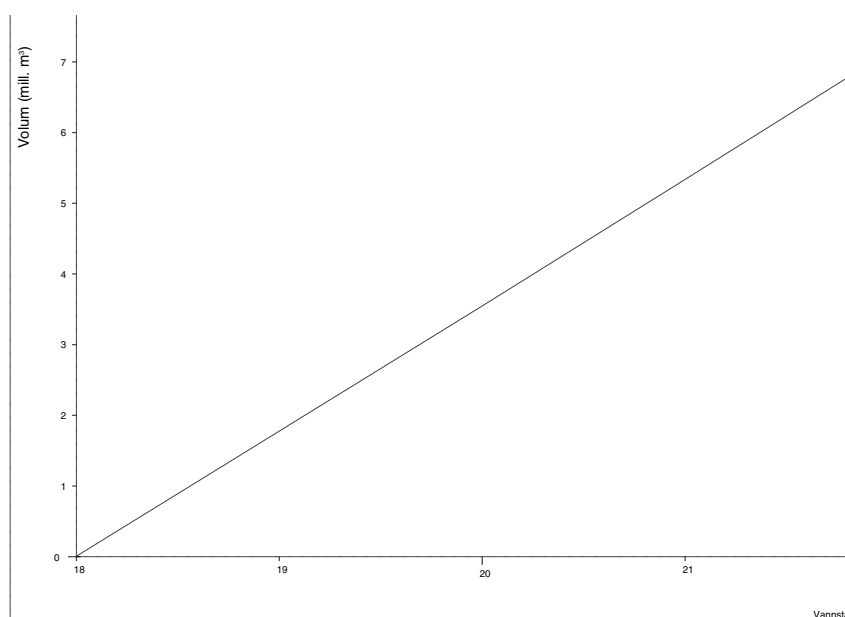
For å beregne vannbalansen i Innervatnet og Nervatnet i forhold til vannuttakene og tilgjengelig reguleringsvolum, er det nødvendig med magasinvolumkurver og vannføringskurver for begge vatna.

En magasinvolumkurve gir sammenhengen mellom vannstanden og magasinvolument i magasinet, mens en vannføringskurve gir sammenhengen mellom vannstanden og vannføringen ut fra magasinet.

Vannføringskurvene for Innervatn og Nervatnet, er konstruert på bakgrunn av vannlinjeberegninger utført av Barlindhaug Consult i forbindelse med flomberegninger for Dam Blokken i 2002. Magasinvolumentkurvene er også konstruert på bakgrunn av opplysninger gitt i den samme flomberegningsrapporten /2/.

2.2.1 Magasinvolumentkurve Innervatnet

Det søkes å utnytte en reguleringshøyde på 1.15 meter i Innervatnet ved å legge to rør med diameter lik 110 cm som det kan tappes vatn fra i kritiske perioder i forhold til vannuttak til settefisk og laksetrapp. Dette tilsvarer et magasinvolument på ca 2 mill. m³.



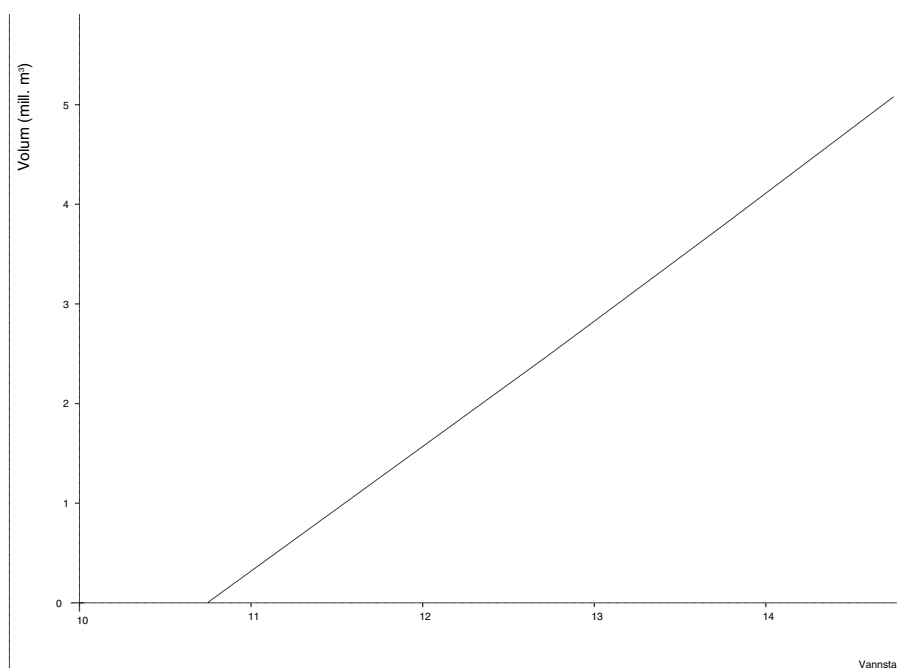
Figur 2.4 Magasinvolumentkurve for Innervatnet

Tabell 2.2 Tabell over overflateareal og magasinvolument pr meter reguleringshøyde for Innervatnet

hoh	meter	Areal m ²	Volum mill. m ³	dV/dh m ³
19	0	1748216	0	0
20	1	1791754	1.77	1.769 985
21	2	1795000	3.56	1.793 377
22	3	1800000	5.36	1. 797 500

2.2.2 Magasinvolumkurve Nervatnet

Det søkes å utnytte en reguleringshøyde på 55 cm for magasinet, med hhv HRV på 11.85 moh og LRV på 11.30 moh. Dette tilsvarer et magasinvolum på ca 700 000 m³.

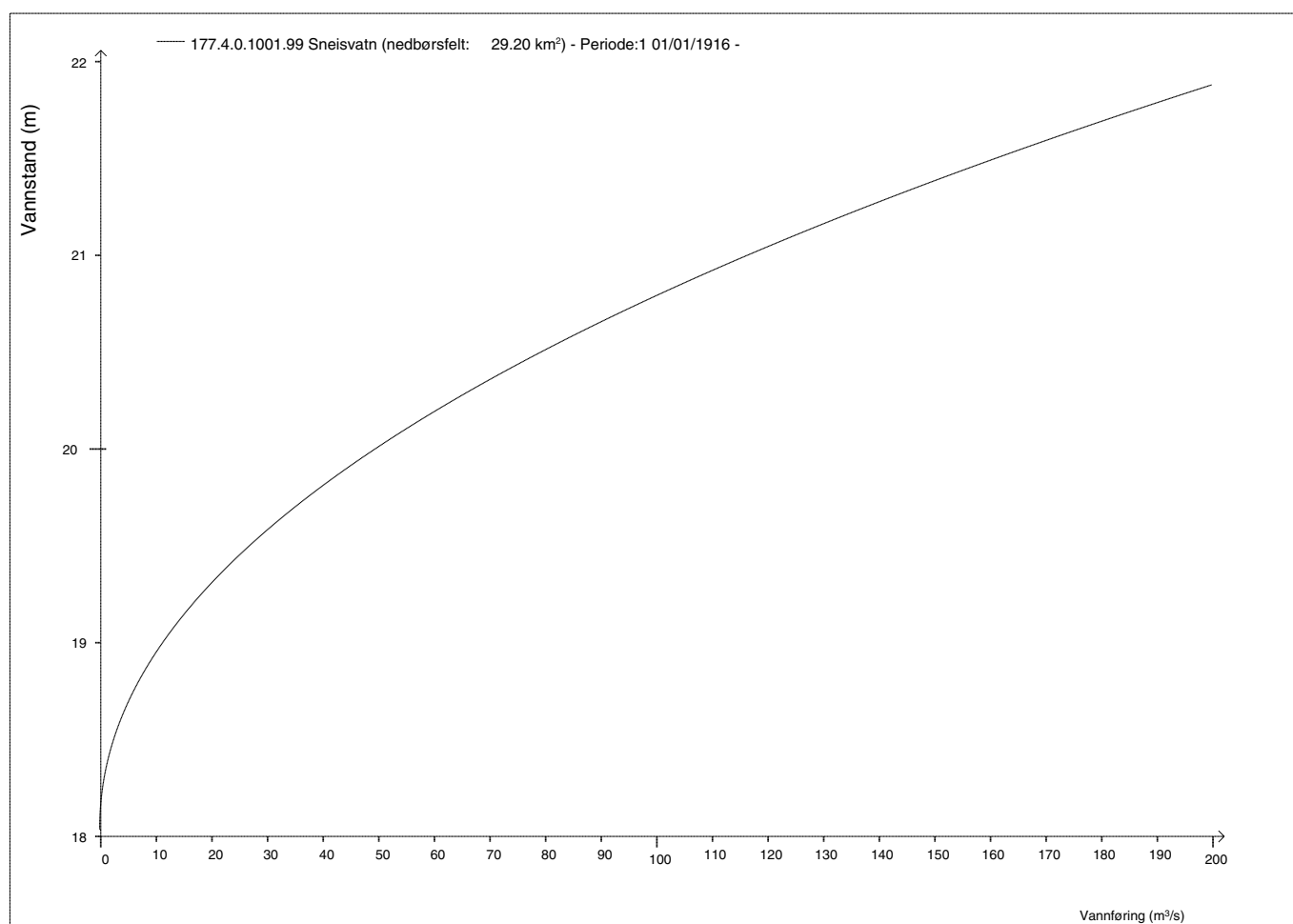


Figur 2.5 Magasinvolumkurve for Nervatnet

Tabell 2.3 Tabell over overflateareal og magasinvolum pr meter reguleringshøyde for Nervatnet

hoh	meter	Areal m ²	Volum mill. m ³	dV/dh m ³
10.75	0	1220404	0	0
11.75	1	1243097	1.25	1.254.444
12.75	2	1265790	2.50	1.254.444
13.75	3	1288484	3.78	1.277.127
14.75	4	1211178	5.08	1.299.831

2.2.3 Vannføringskurve for utløpet av Innervatnet

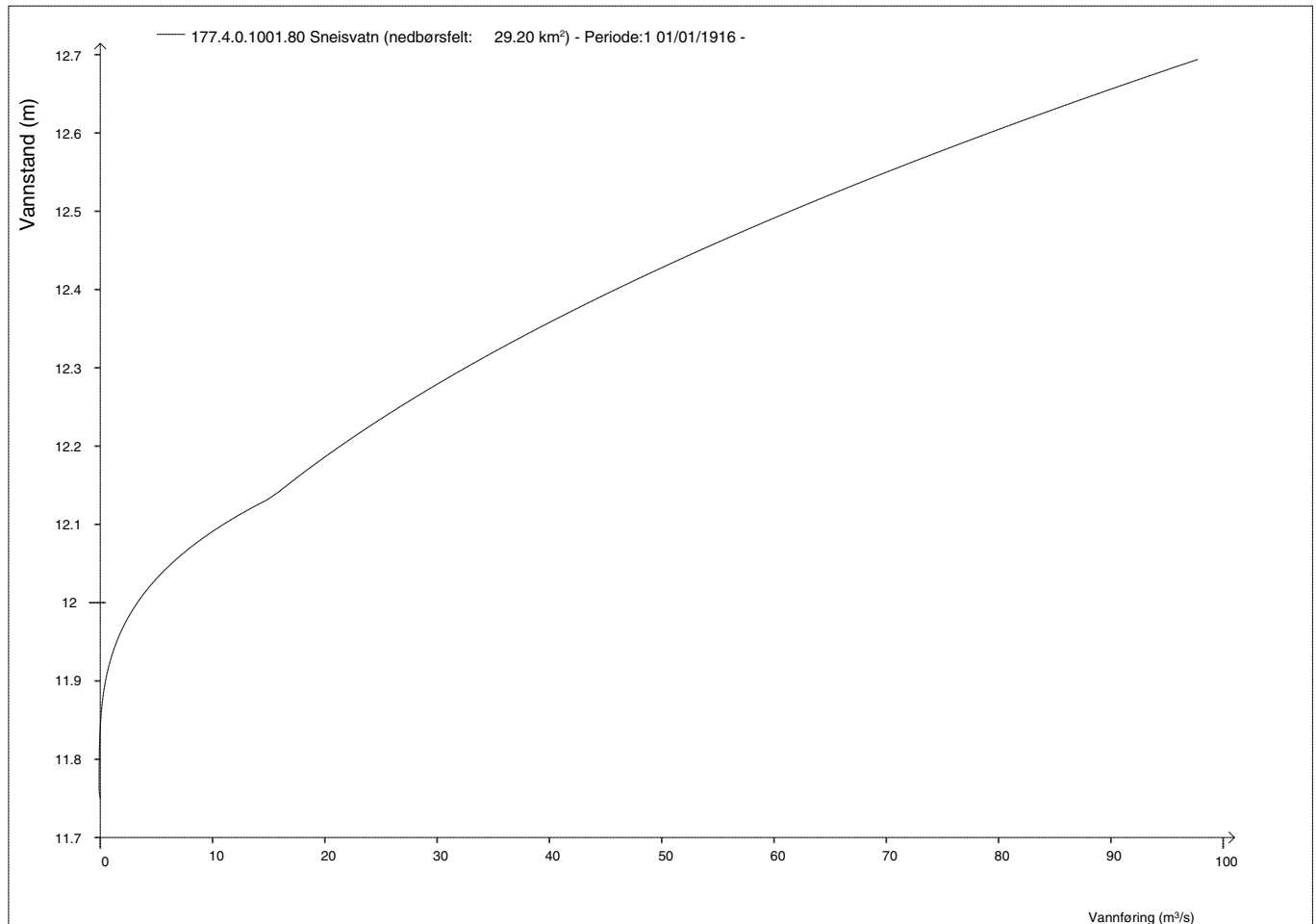


Figur 2.6 Vannføringskurve for utløpet av Innervatnet

2.2.4 Vannføringskurve for utløpet av Nervatnet

Dammen har tre horisontale høyder. Ti meter fra dammens venstre side, vil normal vannføring blir ledet gjennom et overløp med 3.0 m bredde på kote 11.75. I denne seksjonen vil en også bygge en laksetrapp som skal muliggjøre fiskevandring over dammen. Se vedlagte tegning i vedlegg 2.

Flomløpets totale lengde, eksklusive overløpet på kote 11.75, blir 72.0 m på kote 11.85. Ved tilslutningen til land, vil korte seksjoner med en høyde på kote 12.75, hindre overtopping og vannføring i dette området.



Figur 2.7 Vannføringskurve for utløpet av Nervatnet

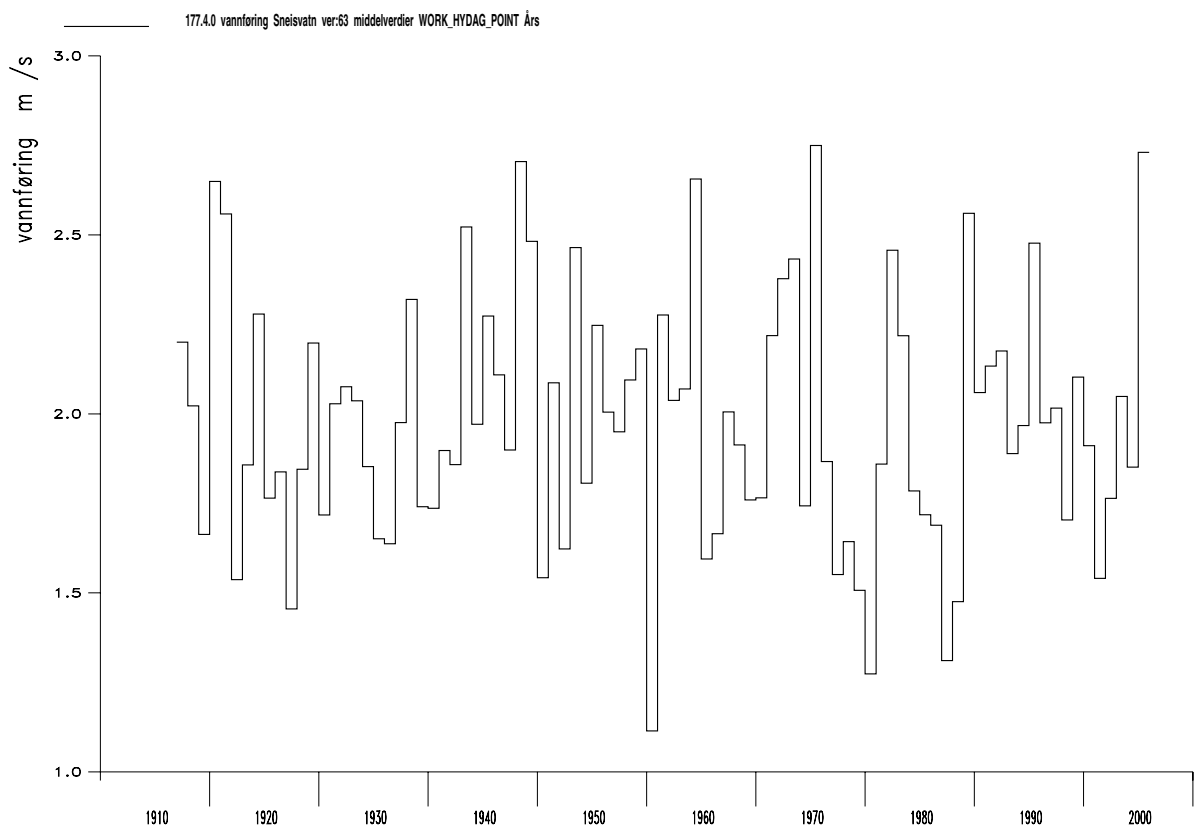
2.2.5 År-til-år-variasjon i middelvannføring

År-til-år-variasjon i vannføring kan være nyttig for å analysere årlige produksjonsvariasjoner.

Med bakgrunn rutet og skalert vannføringsserie for Sneisvatn i perioden 1917-2005, er år-til-år-variasjonen i middelvannføringen for tilsiget til Nervatnet i Blokkelva presentert i figur 2.8. Det vil normalt kunne påregnes en variasjon fra år til år på inntil $\pm 35\text{--}45\%$ i forhold til middelvannføringen.

I perioden er 1960 det tørreste året og 1975 det mest vannrike året, basert på årsvolumet.

Det presiseres at disse dataene har utgangspunkt i et annet nedbørfelt der data er omregnet for å representere Blokkelva, og at de reelle årsvariasjoner i Blokkelva kan avvike i større eller mindre grad fra dette.



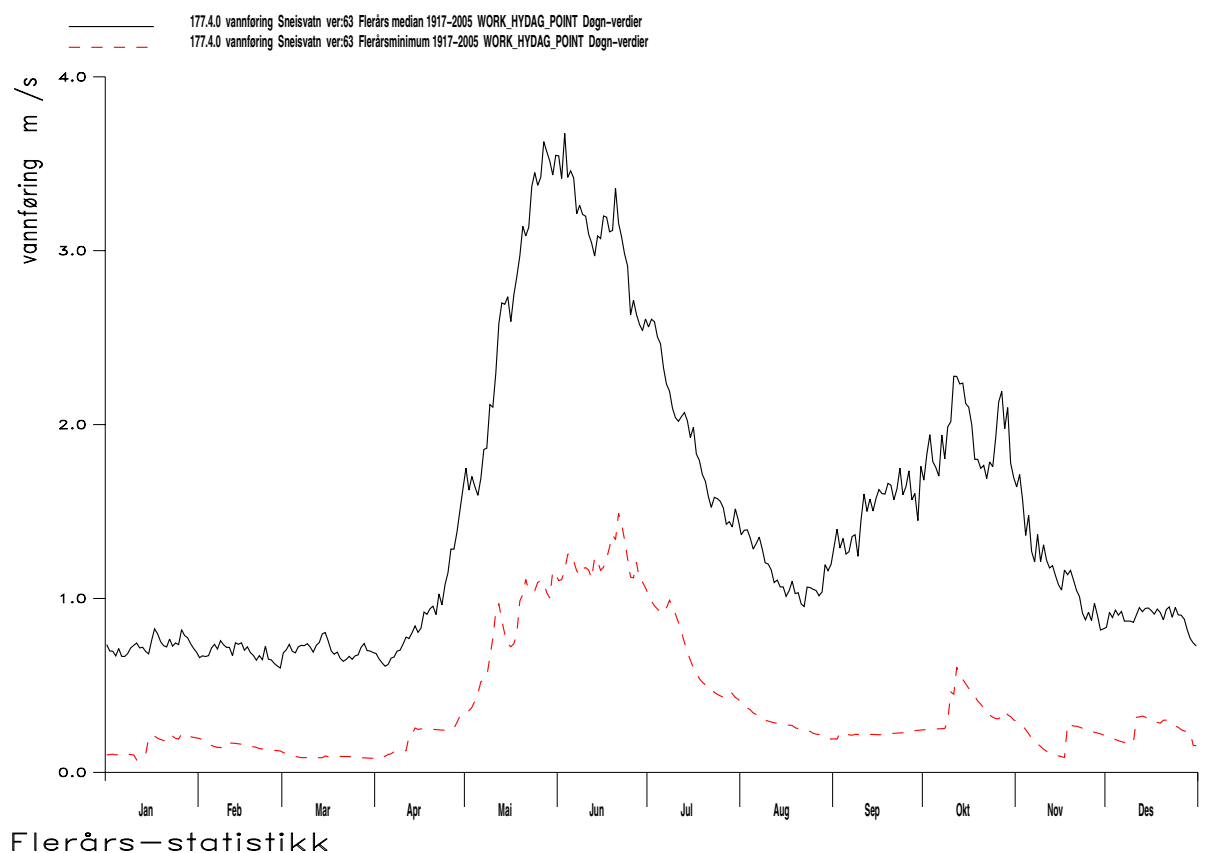
Figur 2.8 År-til- år-variasjon i middelvannføringen for tilsiget til Nervatnet i Blokkelva

2.2.6 Avløpets fordeling over året

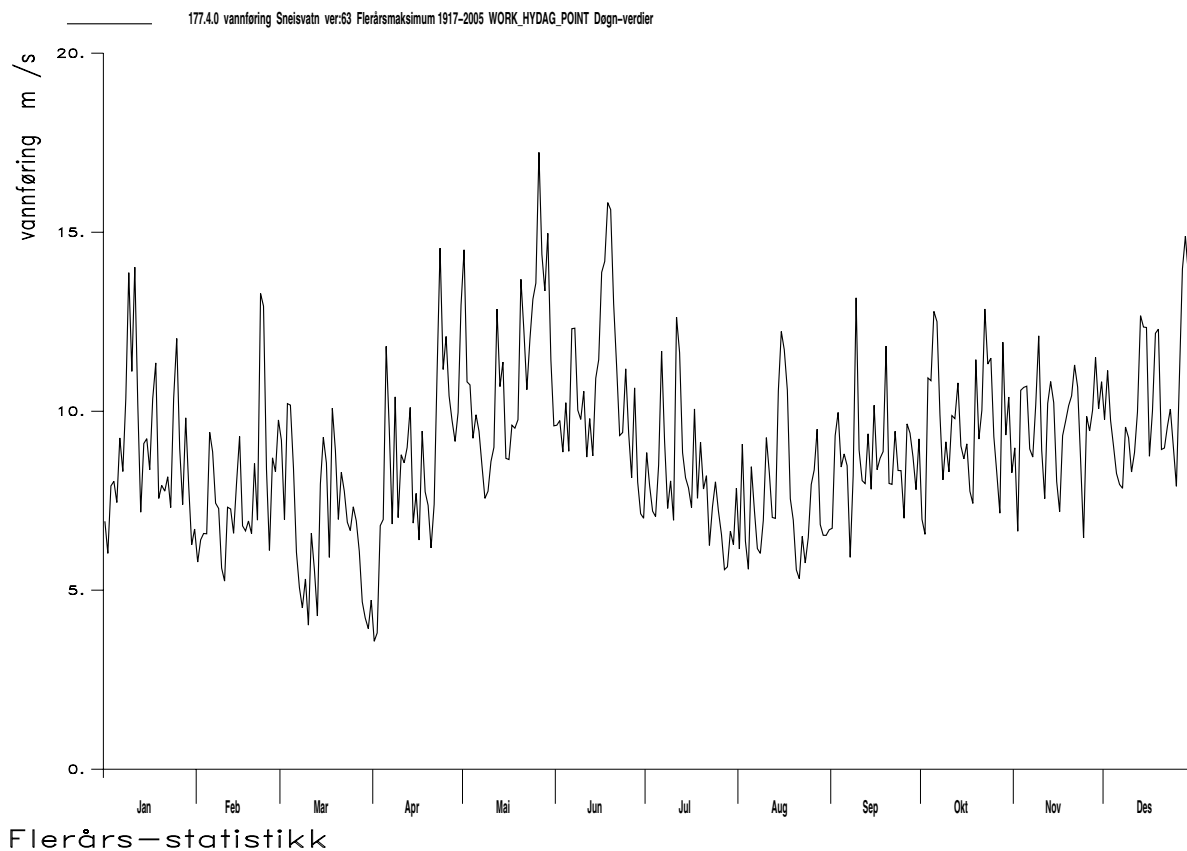
Vannføringens sesongvariasjon i Blokkelva antas å stemme bra overens med sesongvariasjonene ved Sneisvatn målestasjon.

Figur 2.9 viser medianvannføringen (flerårs median) og flerårs minimum for tilsig til Nervatnet over året utarbeidet på grunnlag av skalert og routet vannføring gjennom Innervatnet fra Sneisvatn målestasjon i perioden 1917-2005. Figur 2.10 viser hvordan maksimale flommer er fordelt over året (flerårs maksimum). Kurven med flerårs minimum gir en indikasjon på fordelingen av lavvannsesonger over året.

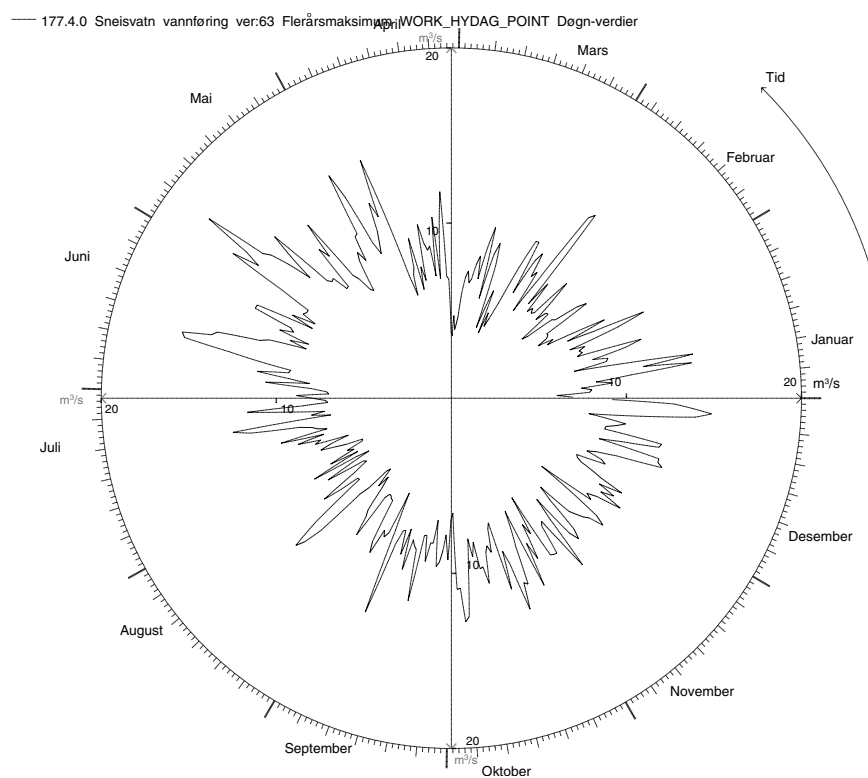
Se vedlegg 1 for forklaring av begrepene flerårs median, flerårs minimum og flerårs maksimum. Vannføringsdata fra Sneisvatn er skalert på tilsvarende måte som beskrevet for år-til-år-variasjoner i middelvannføringen.



Figur 2.9 Kurven viser sesongvariasjonen i tilsiget til Nervatnet i Blokkelva basert på flerårs døgnverdier. Flerårsmedian og flerårs minimum er presentert



Figur 2.10 Maksimale tilsigsflommetil Nervatnet i Blokkelva (over) med årsfordeling (under)



3 Hydrologiske beregninger, momenter og problemstillinger

3.1 Forutsetninger

Magasinet ved Nervatnet kan ha flere ulike tappinger:

- Vannuttak til settefiskproduksjon
- Vannslipp til fisketrapp
- Vannuttak til kraftverksdrift
- Overløp fra dammen

Skaleringsfaktorene som er benyttet er:

Tilsigsserie Innervatn $(87 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 / 97 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2) \cdot (15 \text{ km}^2 / 29.6 \text{ km}^2) = \underline{0.45}$

Restfelt Nervatn $(87 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 / 97 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2) \cdot (8.1 \text{ km}^2 / 29.6 \text{ km}^2) = \underline{0.25}$

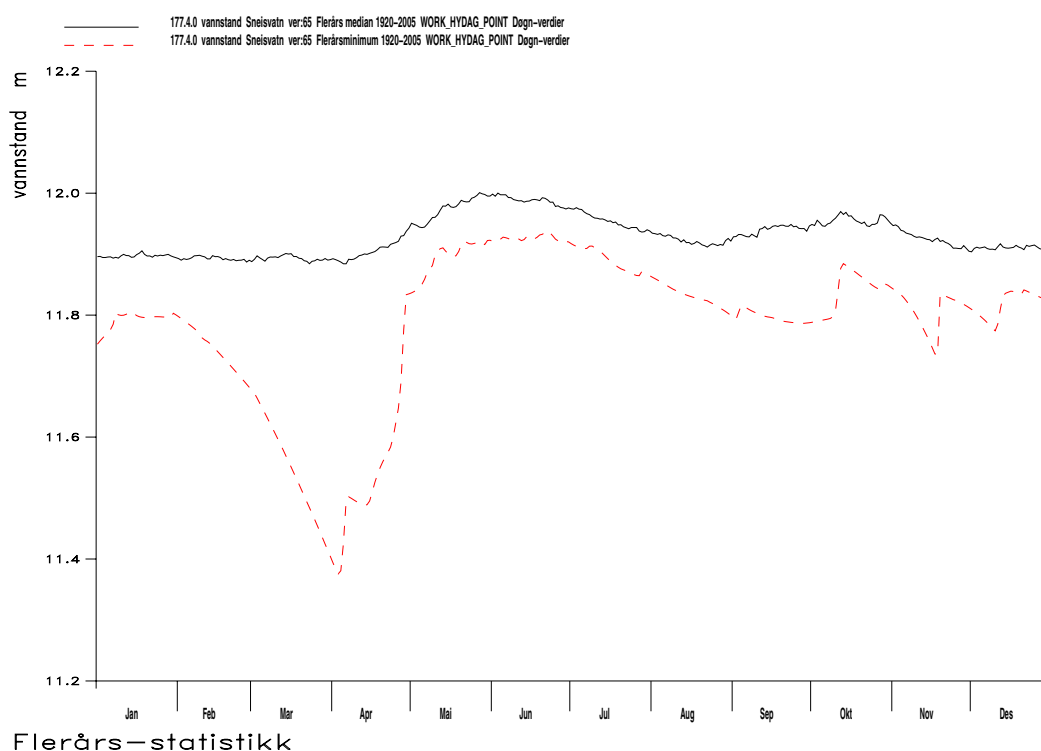


Figur 3.1 viser nedre ende av Nervatnet, med fyllingsdammen i bakgrunnen. Bildet er tatt mot sørvest. Man ser også rørledningen midt i bildet (foto: Blokken skipsverft AS)

3.2 Vannbehov for settefiskanlegget

Settefiskanlegget forsynes med vann via tre vannledninger med diameter på 250 mm (ytre mål) og en vannledning med diameter på 315 mm. Ut fra ledningenes lengde, ruhet og størrelse, samt tilgjengelig fall, gir dette et samlet vannforbruk på 13 800 l/min. (230 l/s). Denne gjennomstrømningen er, av tiltakshaver, kontrollert ved bruk av ultralyd mengdemåler (Polysonics DCT-7088). I praksis brukes denne gjennomstrømningen i anlegget gjennom hele året. Fisken har mindre vannbehov ved lav temperatur, men pga av selvrensing i karene og risiko for islegging av utekar på vinterstid, benyttes lik gjennomstrømning hele året. I sesongen når laksetrappa driftes, faller perioden med høyest temperatur sammen med tiden for minst nedbør (august). Vanntemperaturen kan i godværsperioder komme opp i 17-18 °C, og da har fisken et betydelig vannbehov fordi oksygennivået i vannet fallet ved økende temperatur. Selv om biomassen i anlegget ikke er på sitt høyeste i aug., kreves det likevel at det brukes det vannet som ledningene gir /3/.

Basert på historiske tilsigsdata tilpasset Nervatnet for perioden 1920-2005 (serie 177.4 0.1001.63), samt volum- og vannføringskurve for vatnet, simuleres vannstandsvariasjonene i og restvannføringen ut fra magasinet først med tapping til settefiskproduksjon. Eventuelle kritiske sesonger avdekkes i forhold til vannstandssenkning og LRV.



Figur3.1 Simulering av vannstandsvariasjoner i Nervatnet med en konstant tapping av vann til settefiskanlegget på 230 l/s. Figuren viser medianvannstand og minimumsvannstander for perioden 1920-2005

I løpet av simuleringsperioden har det kun vært behov for å tappe fra magasinet for vannuttak til settefiskanlegget fem ganger. Kritiske perioder er i månedene mars-april.

3.3 Vannbehov til drifting av laksetrappa

Drifting av laksetrappa er, i følge oppdragsgiver, delt i to sesonger; sommer og vinter. Om vinteren må det sørges for at det hele tiden er et visst sig gjennom fisketrappa, slik at yngelen i elva har nødvendig vannnivå i kulpene.

I sommersesongen kommer, i tillegg til dette, behovet fisken har for vannstrøm og vannmengde i forbindelse med opp- og nedvandring. Normalt begynner sommersesongen i mai, etter isløysing, som oftest inntreffer fra tidlig i mai til begynnelsen av juni.

I nedbørsfattige perioder, som kan inntreffe spesielt fra midtsommer og gjennom august, vil bare bruk av reguleringen av Nervatnet, gi forholdsvis korte slipp før vannstanden går ned mot LRV. Det er derfor ønskelig å benytte magasinet i Innervatnet til å bidra til økt vannslipp i laksetrappa og elva i tørre perioder.

Vannmengden som slippes i laksetrappa er styrt av tre trelemmer, hver med høyde 20 cm og bredde 49 cm. Se tegning i vedlegg 2.

Det er definert at vanntilførselen i laksetrappa er tilstrekkelig når det er montert to trelemmer i trappa og vannspeilet står jevnt med terskelen (kote 11.75). Dette tilsvarer en lysåpning på 20 cm x 49 cm /3/. Denne vannføringen er beregnet til 75 l/s ved bruk av overløpsformelen for skarpkantet overløp /4/.

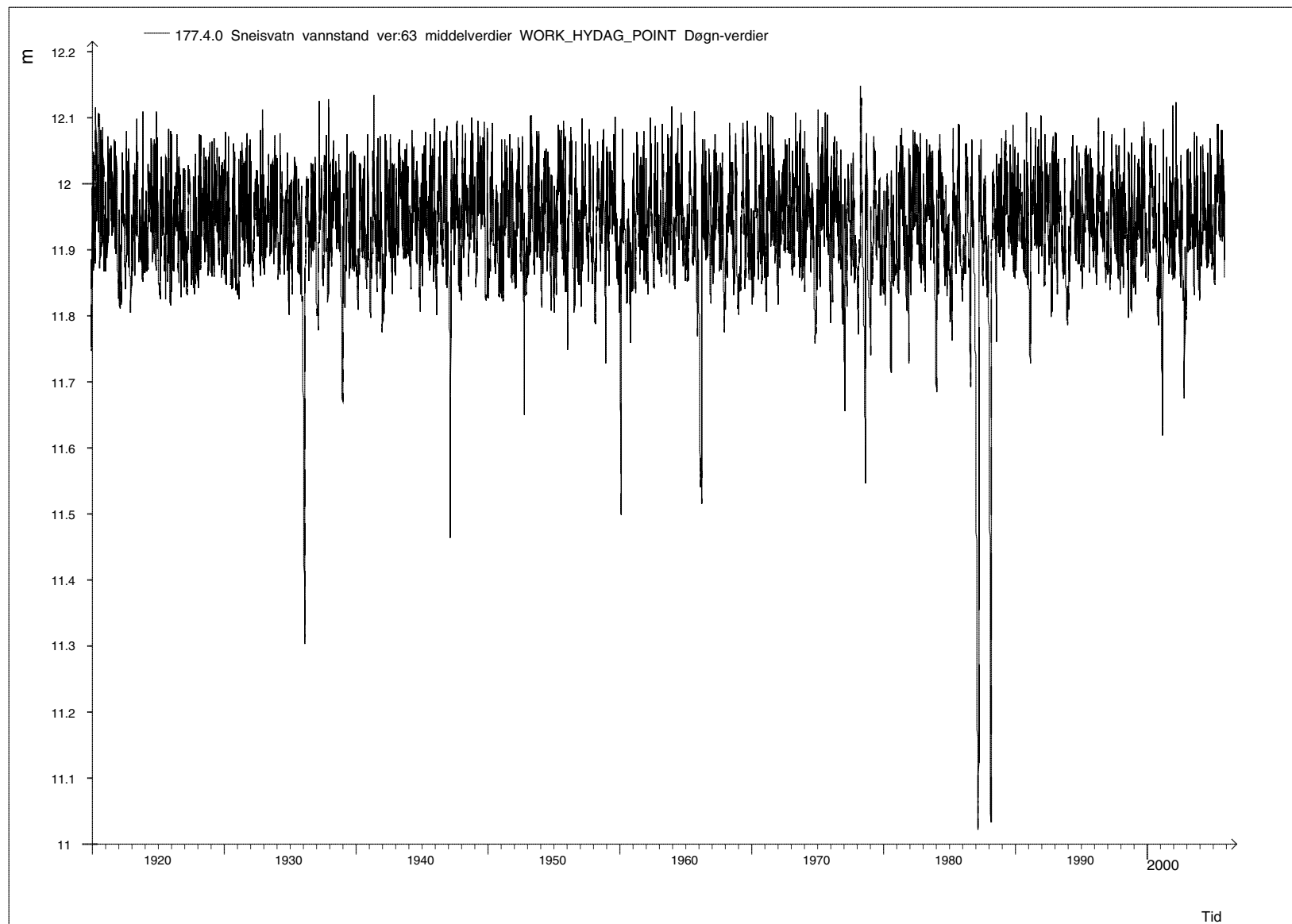
Videre defineres at vannbehovet for et konsentrert vannslipp, for å trigge oppgangsinitiativ hos laksefisk, utgjør den vannmengden som passerer overløpet når alle trelemmene er fjernet, og vannspeilet står jevnt med terskelen (kote 11.75). Dette tilsvarer en lysåpning på 60 cm x 49 cm. Denne vannføringen er beregnet til 315 l/s. Varigheten for et slikt vannslipp, er et døgn pr. uke i de mest nedbørsfattige periodene (total vannmengde er ca 27 000 m³ døgn). Dette repr. kun ca 2 cm senkning i Innervatnet.

Følgende tappestrategi for laksetrappa er lagt inn i modellen:

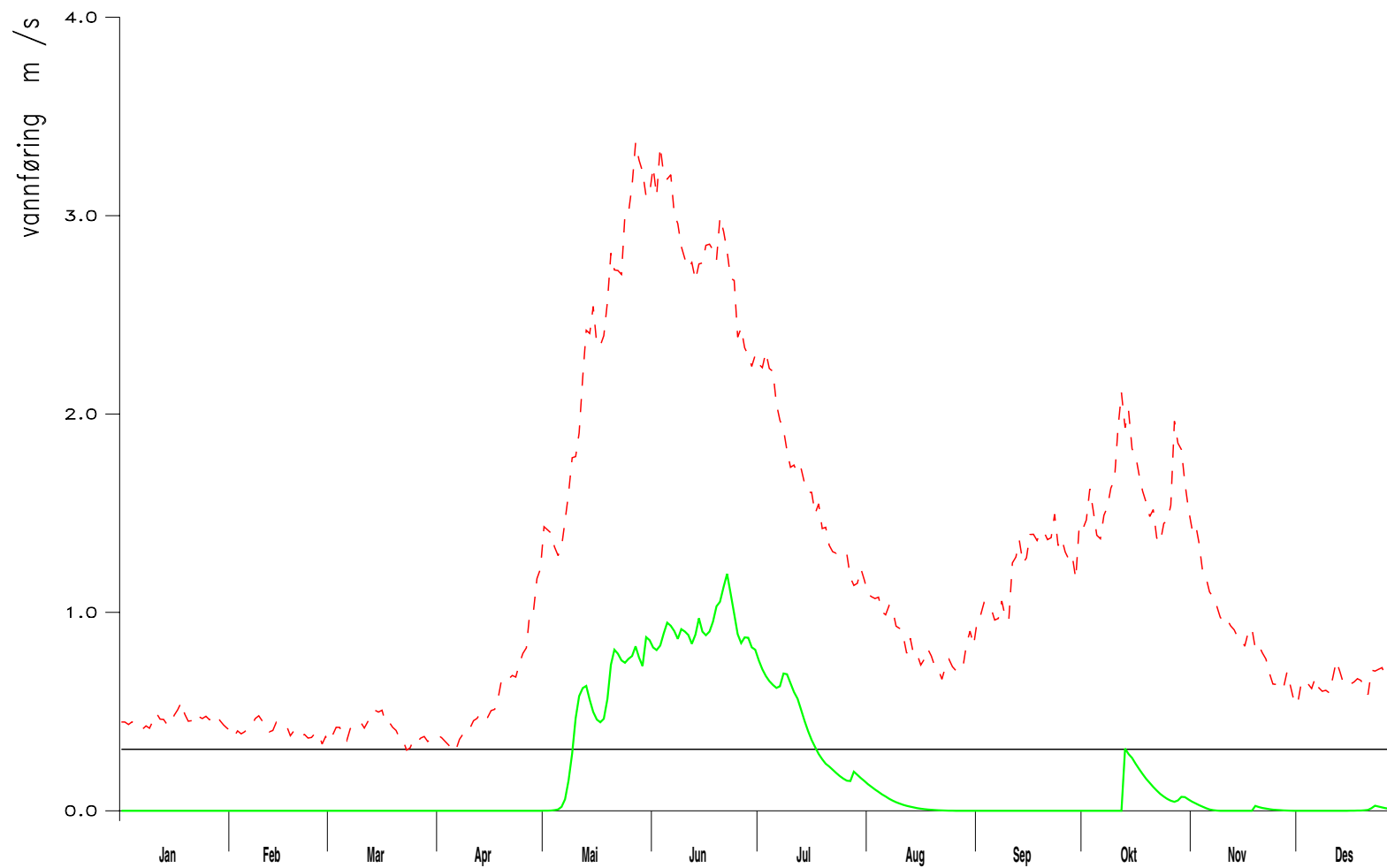
- Magasinene i Nervatnet og Innervatnet skal sørge for at det gjennom hele året kan tappes minimum 230 l/s til settefiskanlegget, i tillegg til 75 l/s til laksetrappa. Det er derfor ikke satt noen fysisk, nedre magasingrense i modellen for når tappingen skal stoppe. Det avdekkes da hvilke underskudd i magasinivolum som kan oppstå i Nervatnet ved denne konstante tappingen, og som må dekkes vha av magasinet i Innervatnet

Tapping for vannslipp til laksetrappa i tørre perioder og til lokkeflommer, forutsettes derfor skje fra magasinet i Innervatnet. Tapping fra Innervatnet bør starte opp når vannstanden i Nervatnet nærmer seg kote 11.30. Det må legges inn en nødvendig responstid i denne manøvreringen, slik at en sikrer nødvendig vannforsyning til settefiskanlegget og laksetrappa uten at vannstanden underskrider LRV.

I forhold til historiske tilsigsforhold til Nervatnet, basert på tilpassede vannføringsdata fra 177.4 Sneisvatn målestasjon, har magasinivolumet i Nervatnet med et vannuttak på 305 l/s (230 l/s til settefisk og 75 l/s til laksetrapp), vært for lite kun noen få ganger i løpet av målestasjonens observasjonstid på over 90 år. Disse lave tilsigsperiodene inntraff i månedene mars-april. Se figur 3.2. Disse tørre periodene krever et reguleringsvolum på inntil 0.3 mill. m³, i tillegg til omsøkt reguleringsvolum i Nervatnet på ca 700 000 m³, for å opprettholde denne tappingen.



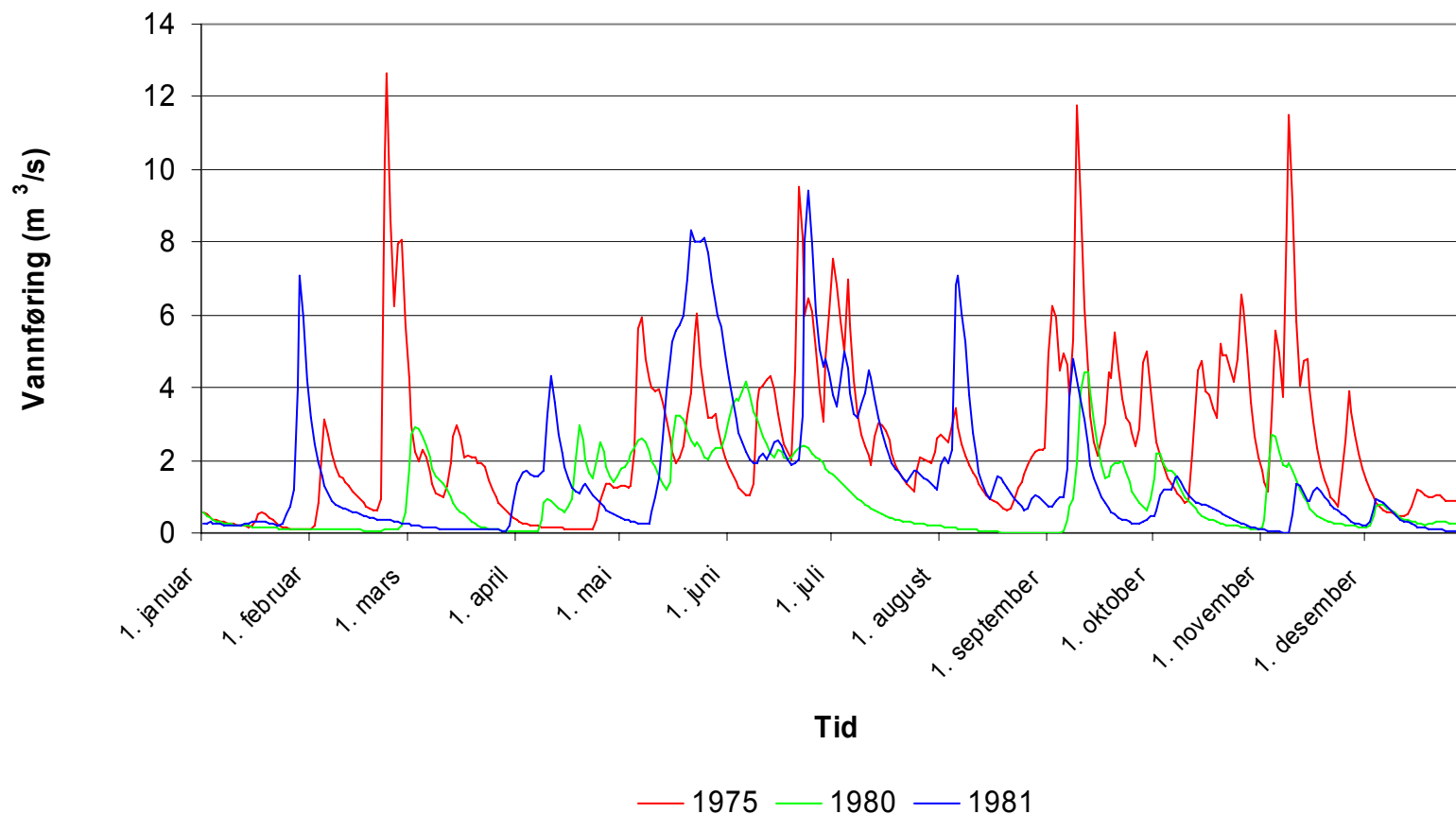
Figur 3.2 Simulering av tappevannføringer til settefisk og laksetrapp, totalt 305 l/s. Kurvene er basert på døgnverdier. Figuren viser magasinvariasjonene i Nervatnet for perioden 1920-2005



Flerårs-statistikk

Figur3.3 Figuren viser simulering av en konstant tapping til settefisk og laksetrapp (sort kurve), totalt 305 l/s og kurver for restvanføring ut fra Nervatnet, basert på flerårs minimum og flerårsmedian. for perioden 1920-2005 (grønn og rød kurve)

Restvannføringer ut fra Nervatnet med vannuttak til settefisk og laksetrapp i et tørt, middels og vått år



Figur 3.4 Figuren viser simulering av restvannføring ut fra Nervatnet ved kontant vannuttak til settefisk og laksetrapp, totalt 305 l/s (se også figur 3.3) for et tørt, vått og middels år basert på årsmiddelavrenningen for perioden 1920-2005 (blå, grønn og rød kurve)

3.4 Vann til kjøring av kraftverket

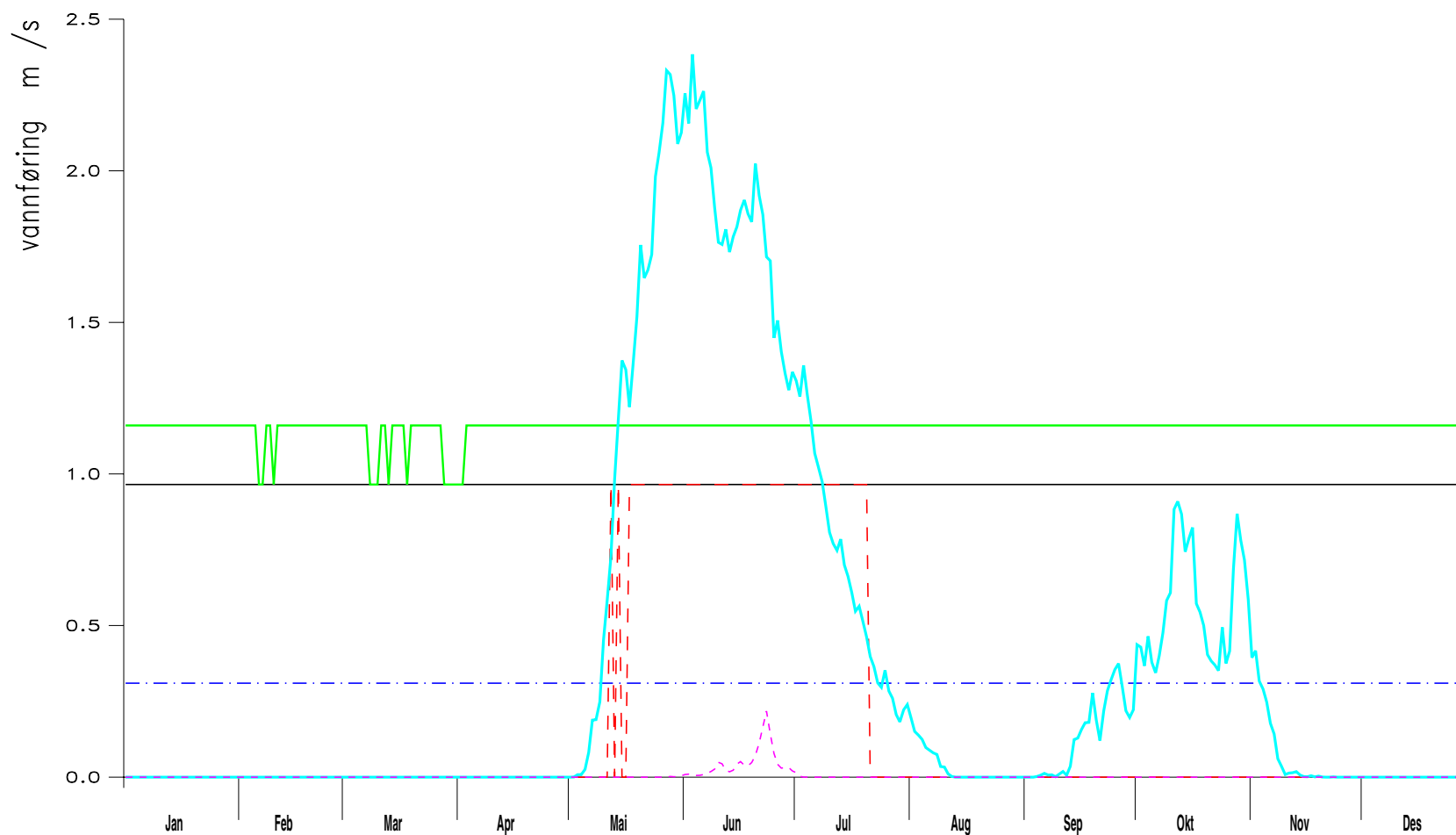
I kraftverket er det installert en Francis-turbin med maksimal slukeevne på 1160 l/s med 82 % virkningsgrad. Ved en vannføring på 965 l/s, er det en virkningsgrad på 85 %. Turbinen har ca 11 m trykk /3/.

Kraftverket produserer på overskuddsvannet, etter at settefiskanlegget og laksetrappa har fått sitt.

Følgende tappestrategi for kraftverket er lagt inn i modellen:

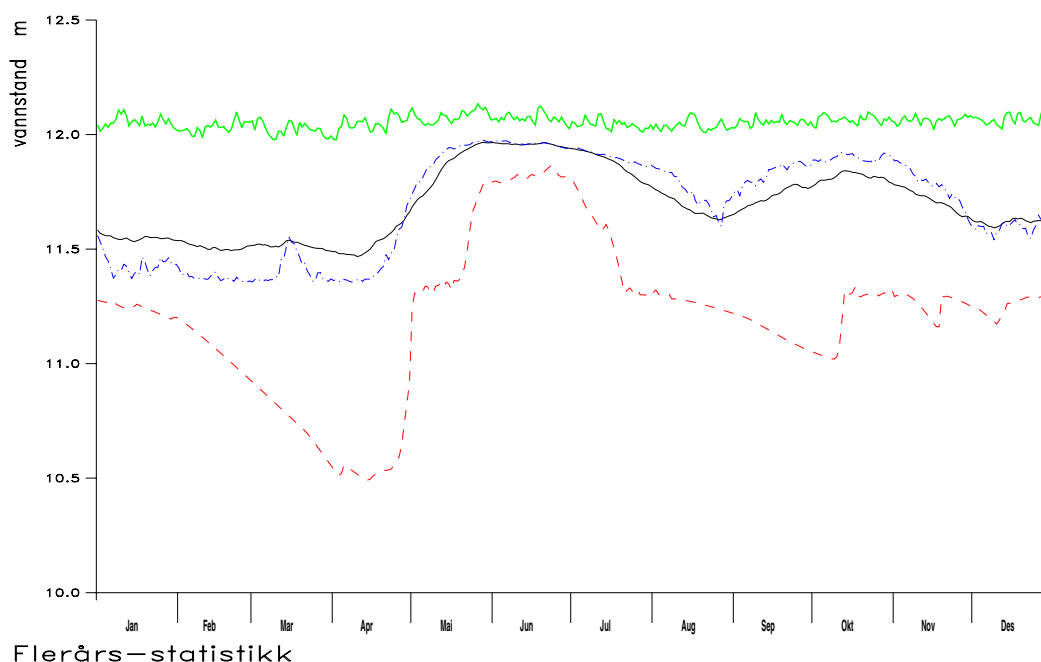
- Magasin vannstand under kote 11.35 – driftsvannføringen settes til null. Lave naturlig tilsig enn behovet for vannuttak til settefisk og laksetrapp, kompenseres ved tapping fra Innervatnet
- Magasin vannstand mellom kote 11.35 og 12 – driftsvannføringen settes til 965 l/s (virkningsgrad oppgitt til 85 %, regnes som ”normal” driftsvannføring)
- Magasin vannstand mellom kote 12 og 14 – driftsvannføringen settes til 1160 l/s (virkningsgrad oppgitt til 82 %)

Ved denne tappestrategien for kraftverket, i tillegg til en konstant tapping på 305 l/s til settefisk og laksetrapp, vil det være nødvendig å benytte et reguleringsvolum på ca 1 mill. m³ fra Innervatnet. Dette betyr at en teoretisk kan tappe ca halve reguleringsvolumet ved Innervatnet, før en må stoppe kraftverket. Dette vil gi en jevnere kraftverkskjøring og en større kraftverksproduksjon enn figur 3.5 viser. Virkninger i forhold til restvannføringen ut fra Nervatnet, blir ikke endret.



Flerårs-statistikk

Figur3.5. Alle kurvene er basert på flerårs døgnmiddelverdier for perioden 1920-2005. Blå, stiplet kurve viser konstant tapping til settefiskanlegget og laksetrappa gjennom året på til sammen 305 l/s. Den sorte kurven viser flerårsmedianverdier for kraftverkstappingen med samtidig tapping til settefisk og laksetrapp. Den røde kurven viser flerårsminimumsverdier for kraftverkstappingen med samtidig tapping til settefisk og laksetrapp. Den grønne kurven viser flerårsmaksimumsverdier for kraftverkstappingen med samtidig tapping til settefisk og laksetrapp. Den turkise kurven viser flerårsmedianverdier for restvannføringen ut fra Nervatnet ved vannuttak til både settefisk, laksetrapp og kraftverk. Den lille kurva viser tilsvarende flerårsminimumsverdier for restvannføringen fra Nervatnet.



Figur 3.6. Alle kurvene er basert på flerårs døgnmiddelverdier for perioden 1920-2005. Kurvene viser vannstandsvariasjonene i Nervatnet basert på flerårs minimum, middel, median og maksimum ved tapping til både settefisk, laksetrapp og kraftverk etter gitte kriterier uten en fysisk, nedre begrensning i LRV

4 Usikkerhet

De hydrologiske og hydrauliske beregningene er beheftet med en viss usikkerhet, på grunn av usikkerhet i avrenningskartet, vannførings- og magasininvolumkurvene, routing og skalering av måledata for vannføring fra andre vassdrag m.m., men er det beste som pr. dags dato kan fremskaffes for planlegging av vannuttaket.

Det er bare målinger over flere år i det aktuelle vassdrag som vil kunne gi et bedre bilde av avløpet. Alle beregninger på basis av andre målte vassdrag vil ved skalering til det aktuelle vassdrag være beheftet med feilkilder. Feilkildene søkes minimalisert ved å vurdere det aktuelle vassdragets feltegenskaper, og velge representativ serie fra annet vassdrag som ivaretar disse egenskapene.

5 Konklusjoner

Med kun vannuttak til settefiskproduksjon, vil den naturlige selvreguleringen i vassdraget i hovedsak dekke vannbehovet uten noen form for regulering. Se avsn. 3.2. Med et konstant vannuttak til både settefisk og laksetrapp, vil en ha behov for regulering av vassdraget. Det foreslåtte reguleringsvolumet i Nervatnet på ca 700.000 m³, vil i hovedsak dekke dette vannbehovet. Et ekstra reguleringsvolum i Innervatn på ca 0.3 mill. m³, vil kunne dekke underskuddsbehovet i ekstremt tørre perioder og bidra til å kunne slippe lokkeflommer for opp- og nedgang for fisken i gyteperioden. Se avsn. 3.3.

Ved ønsket kraftverkskjøring ned til tilnærmet LRV (kote 11.30) i Nervatnet, vil en måtte ha et tilleggsreguleringsvolum i Innervatnet på ca 1 mill. m³. Med et større reguleringsvolum enn dette, vil en kunne kjøre kraftverket enda jevnere og mer optimalt. En trenger da ikke å stoppe kraftverket før en når en nedre grense på ca 1 mill. m³ restmagasinivolum i Innervatnet ved samtidig LRV i Nervatnet. Se avsn. 3.4.

Overføringskapasiteten fra Innervatnet til Nervatnet må ha en minimumskapasitet på 1500 l/s.

Referanser

- 1/ Roger Sværd, Narvik Energi
- 2/ Barlindhaug Consult, Flomberegninger Dam Blokken 2002 og Forprosjekt Ny dam Blokken 2002
- 3/ Sjøblink Blokken AS og Blokken skipsverft AS ved Arnold Jensen
- 4/ NVE, retningslinje for flomløp 2003

Vedlegg

Vedlegg 1: Definisjoner og forklaringer

Vedlegg 2: Tegninger for overløp og vannslipp ved Nervatnet

Vedlegg 1 Definisjoner og forklaringer

Vannføring: Vannmengde som passerer et gitt punkt i elva, uttrykt i volum pr. tidsenhet (oftest m^3/s).

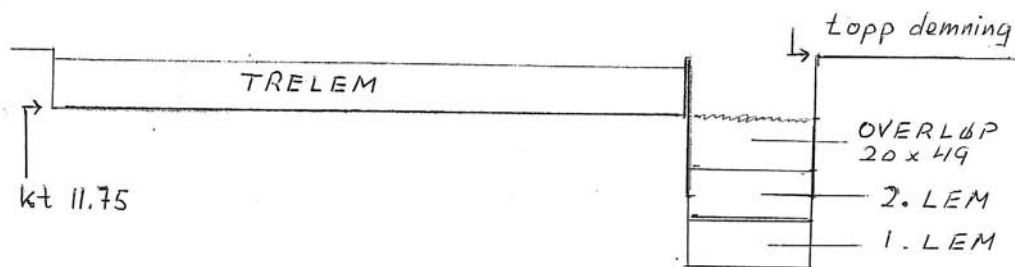
Middelflom: Gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år.

10-årsflom: Flom med gjentakintervall 10 år. Det er 10% sannsynlighet, hvert år, for at en flom av denne størrelse vil overskrides.

100-årsflom: Flom med gjentakintervall 100 år. Det er 1% sannsynlighet, hvert år, for at en flom av denne størrelse vil overskrides.

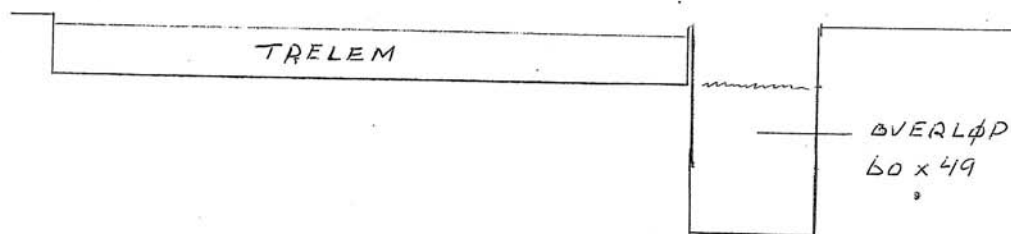
Hydrologi: Vitenskapen som behandler vannets kretsløp.

Vedlegg 2



Situasjon 1 med minimum
vannføring i overløp 20x49

NVE
2005/3952-6
Vedlegg
AV: 4/6



Sit. 2 med vannslipp
i overløp 60x49

M = 1:20 (cm)

Skjema

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2006

- Nr. 1 Lars A. Roald, Stein Beldring, Torill Engen Skaugen, Eirik J. Førland and Rasmus Benestad: Climate change impacts on streamflow in Norway (74 s.)
- Nr. 2 Nils-Henrik Mørch von der Fehr: Produksjonstilpasningen i kraftmarkedet (s.)
- Nr. 3 Lars-Evan Pettersson: Flommen i Arnevikselva vinteren 2006 (10 s.)
- Nr. 4 Hans Christian Olsen: Bondhusvatn. Sedimenttilførsel før og etter reguleringen (31 s.)
- Nr. 5 Thomas Væringstad: Flomberegning for Emhjellevatnet etter reguleringen (30 s.)
- Nr. 6 Randi Pytte Asvall: Altautbyggingen. Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren (2005 - 06) (30 s.)
- Nr. 7 Pål Meland, Terje Stamer Wahl, Asle Tjeldflåt: Forbrukerfleksibilitet i det norske kraftmarkedet (48 s.)
- Nr. 8 Beate Sæther: Flomfrekvensanalyse for 137.7 Z Lauvsneselva (23 s.)
- Nr. 9 Gaute Lappegard, Stein Beldring and Lars A. Roald (NVE), Torill Engen-Skaugen and Eirik J. Førland (met.no) Projection of future streamflow in glaciated and non-glaciated catchments in Norway (64 s.)
- Nr. 10 Støy i små vannkraftverk (45 s.)
- Nr. 11 Hervé Colleuille: Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z) Grunnvannsundersøkelser Tilstandsoversikt 2005-06
- Nr. 12 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5) Grunnvanns- og markvannsundersøkelser Tilstandsoversikt 2005-06
- Nr. 13 Beate Sæther: Flom- og hydrauliske beregninger ved flytting av deler av elveløpet i Midtbygdavassdraget (36 s.)
- Nr. 14 Beate Sæther: Hydrologiske analyser for ulike vannuttak og reguleringer i 178.43Z Blokkelva (30 s.)