Vannstander i Rotvikvatnet, Salangen kommune, Troms

Overføring av Sommarsetelva til Rotvikvatnet

Norges vassdrags- og energidirektorat

2004

Oppdragsrapport A nr 3 2004

Vannstander i Rotvikvatnet, Salangen kommune, Troms

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Roger Sværd

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 20

Forsidefoto: Rotvikvatnet sett mot sør. Høgfjellet midt på bildet. Gardselva ligger i markert fjellkløft under Høgfjellet. Hus over vanninntak til Salangsfisk/SALAKS AS ses i ytre høyre bildekant.

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Rotvikvatnet brukes som reguleringsmagasin for produksjonsvann til SALAKS/Salangsfisk AS. Anlegget ønsker å øke produksjonen og har behov for mer vann. I den forbindelse er det etablert en midlertidig overføring av vann fra inntak i Sommarsetelva til Rotvikvatnet for å øke tilsiget til magasinet. Det er beregnet tidsserier for vannstander i magasinet både i naturlig- , dagens- , og i fremtidig situasjon.

Inntaket i Sommarsetelva er i denne analysen modellert slik at det til enhver tid slippes forbi alminnelig lavvannføring eller naturlig lavere vannføring. Det vil også være et betydelige flomtap her. Minstevannføringer etter vannressurslovens begrep berøres ikke.

Det er behov for å kunne regulere Rotvikvatnet med 4 m for å ha tilstrekkelig magasin for en sikker vannforsyning i et fremtidig opplegg. Nødvendig magasin for nåværende vannbehov er ca 1-2 m senkning.

Emneord: Routing, overføring, alminnelig lavvannføring, produksjonsvann, vannstandsregime, magasinvolum, naturlig regulert sone.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

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

Mars 2004

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

1 Beskrivelse av oppgaven **6**

2 Hydrologiske beregninger **8**

2.1 Naturlig felt til Rotvikvatnet ... 8

2.2 Mulige overføringer til Rotvikvatnet ... 9

2.3 Arealer og avløp ... 10

2.4 Vannforbruk ved produksjon av fisk ... 13

2.5 Beskrivende tilsigsserier ... 14

2.6 Inntak i Sommarsetelva ... 15

2.6.1 Tapperør for alminnelig lavvannføring ... 16

2.6.2 Flomløp ... 17

2.6.3 Overføring til Rotvikvatnet ... 17

2.7 Avløpskurve for Rotvikvatnet ... 19

2.8 Magasinkurve for Rotvikvatnet ... 19

2.9 Simulering av vannstander i Rotvikvatnet ... 20

2.9.1 Alternativer ... 20

2.9.2 Alternativ A og B ... 21

2.9.3 Alternativ A og B sammenlignet med fremtidige alternativ ... 23

2.9.4 Nødvendig bruk av magasinvolumet ... 28

2.10 Aktuelle felt overføring nord og vest ... 29

2.11 Usikkerhet ... 30

3 Konklusjoner **31**

Referanser **32**

Bilag **32**

Bilag 1: Normalavløp ... 33

Bilag 2: Kapasitet på rør for minstevannføring til Sommarsetelva. ... 34

Bilag 3: Kapasitet på overføringa til Rotvikvatnet ... 35

Bilag 4: Kapasitet på kanalen ut av Rotvikvatnet ... 36

Bilag 5: Magasinkurve for Rotvikvatnet ... 37

Forord

Simulering av tidsserier for vannstander i inntaksmagasiner er viktig i forbindelse med regulering av innsjøer til vannforsyning. Spørsmålet om reguleringstillatelse eller vassdragskonsesjon avgjøres etter søknad til NVE. Reguleringsgrenser fastsettes i forhold til normalvannstanden, enten som heving eller senkning, eller en kombinasjon av disse.

Denne rapporten gir resultatene av nødvendige beregninger for å bestemme naturlig og utbygget vannstandsregime i Rotvikvatnet, Salangen kommune, Troms. Videre behandles vannføringsregimene i berørte elver. NVE håper rapporten kommer til nytte både ved en eventuell konsesjonssøknad om gjennomføring av aktuelle tiltak, og at denne utredningen kan gi innsikt for å løse problemstillinger omkring de privatrettslige forhold vedr regulering av Rotvikvatnet og overføring fra Sommarsetelva.

Rapporten er utarbeidet av Roger Sværd ved NVE`s regionkontor i Narvik, og kvalitetskontrollert av Beate Sæther ved NVE`s regionkontor i Trondheim.

Oslo, mars 2004

for Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

NVE presiserer at denne rapporten er en ren hydrologisk fagrapport utført ved Hydrologisk avdeling på oppdragsbasis for SALAKS/Salangsfisk AS. Hydrologisk avdeling i NVE har status som nasjonalt fagorgan innen hydrologi.

Denne rapporten kan brukes som fagutredning i en eventuell søknad om konsesjon for regulering av Rotvikvatnet og vannuttak i Sommarsetelva, og gir ingen tillatelser til å etablere noen av de tiltak det er utført beregninger for. Slike tillatelser gis bare etter behandling av saken i en konsesjonsprosess ved Konsesjons- og Tilsynsavdelingen i NVE.

Grunnlaget for beregningene er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer.

Det er beregnet hvor mye vann som til enhver tid kan overføres fra Sommarsetelva til Rotvikvatnet. Virkningene på vannføringsregimet i elva nedstrøms inntaket er belyst.

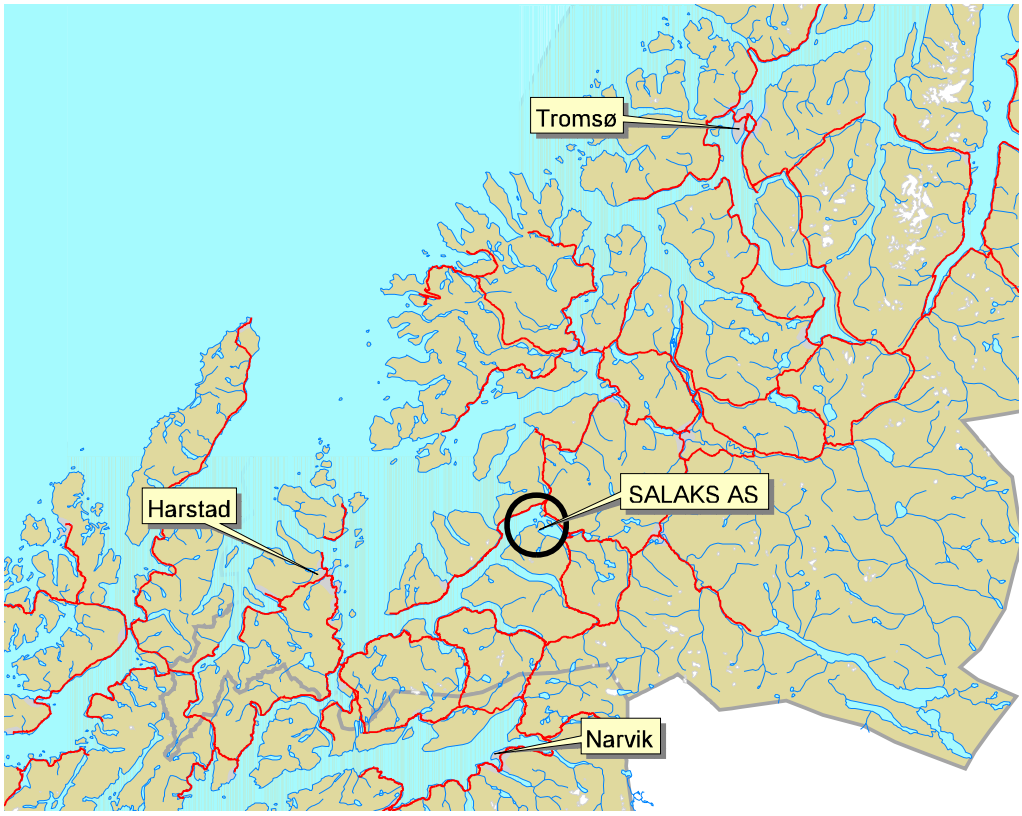
Med en realistisk beskrivelse av tilsiget inn til Rotvikvatnet, som sum av naturlig tilsig og overført vannmengde via ny ledning fra Sommartetelva, og kjennskap til volumforholdene, vannføringskurven for utløpselva, og anleggets vannbehov, er det beregnet en lang tidsserie for vannstandene. Det er foretatt statistiske analyser av denne tidsserien for å bestemme karakteristiske vannstander og reguleringsbehov. Disse beregningene er foretatt for flere alternativer.

Forholdene når det gjelder vannføringer i elva ut av Rotvikvatnet er også belyst.

Det er gitt en kort omtale av andre aktuelle felt for overføring inn til Rotvikvatnet. Det mest aktuelle er Gardselva som med enkle tiltak kan gi en vesentlig forbedret vannforsyning til SALAKS/Salangsfisk AS.

Vedrørende analysens konklusjoner vises til kap 3.

1 Beskrivelse av oppgaven



Figur 1.1 : Oversiktskart. Salangsfisk/SALAKS AS i Salangen kommune. Troms fylke.

Bedriften produserer laksesmolt og laks.

Produksjonavann tas fra Rotvikvatnet, som i dag bare har eget lokaltilsig. Siden bedriften ble anlagt har Rotvikvatnet blitt brukt som vannkilde og reguleringsmagasin. Bedriften ønsker å øke produksjonen i fremtiden. Vannforbruket vil øke og i desember 2002 ble det gitt en midlertidig tillatelse til å overføre deler av avløpet fra Sommarsetelva til Rotvikvatnet, for å øke tilsiget til vatnet. Rotvikvatnet skal også i fremtiden brukes som reguleringsmagasin for å sikre tilstrekkelig vann til produksjonen i perioder med lite tilsig.

I perioder med lite tilsig har det vært nødvendig å senke vannstanden i Rotvikvatnet mer enn ønskelig for å opprettholde sikker vannforsyning, også av denne grunn ønsker anlegget å øke tilsiget inn til vatnet.

Det er flere felt i området som rent teknisk kan overføres til Rotvikvatnet. Det enkleste er å overføre Gardselva, ellers kan det overføres felt fra nord og vest.

I denne analysen er det bare belyst effektene av overføringa fra Sommarsetelva. Denne rapporten er også laget som hydrologisk dokumentasjon i forbindelse med en søknad om permanent tillatelse til vannuttak fra Sommarsetelva.

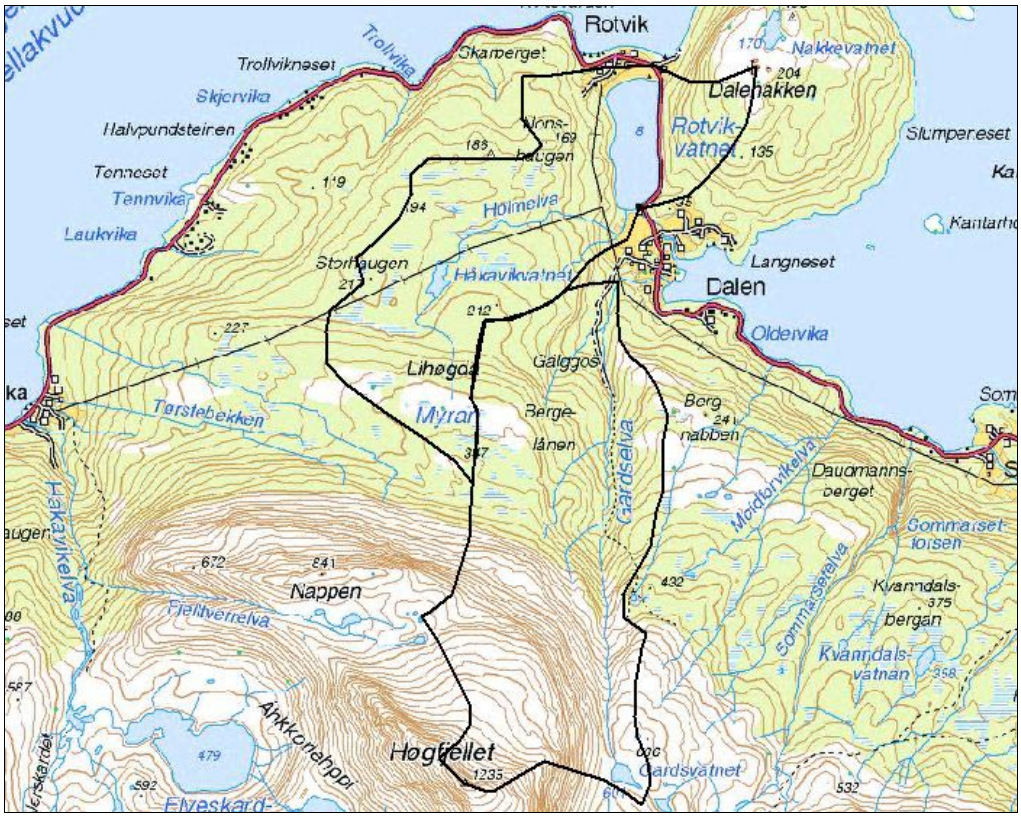
Figur 1.2 : Oversiktskart, Rotvikvatnet og lokale elver.

Beregningene som skal belyses i denne rapporten med tanke på en økt produksjon i SALAKS AS er følgende:

- Arealer, feltparametre og Normalavløp for aktuelle felt.
- Begrunne beskrivende serie for feltene, dvs hvordan vannføringen mest sannsynlig varierer over året og fra år til år. En serie fra et målt vassdrag skaleres så til hvert delfelt.
- Beregne tidsserier for vannstander i Rotvikvatnet for systemet i tre tilstander, for naturlig- , dagens- og fremtidig tilstand.
- Beregne alle grunnlagsdata for Rotvikvatnet og for overføringa fra Sommarset-vatnet.
- Beregne karakteristiske vannstander og belyse faktisk magasinbehov.

2 Hydrologiske beregninger

2.1 Naturlig felt til Rotvikvatnet



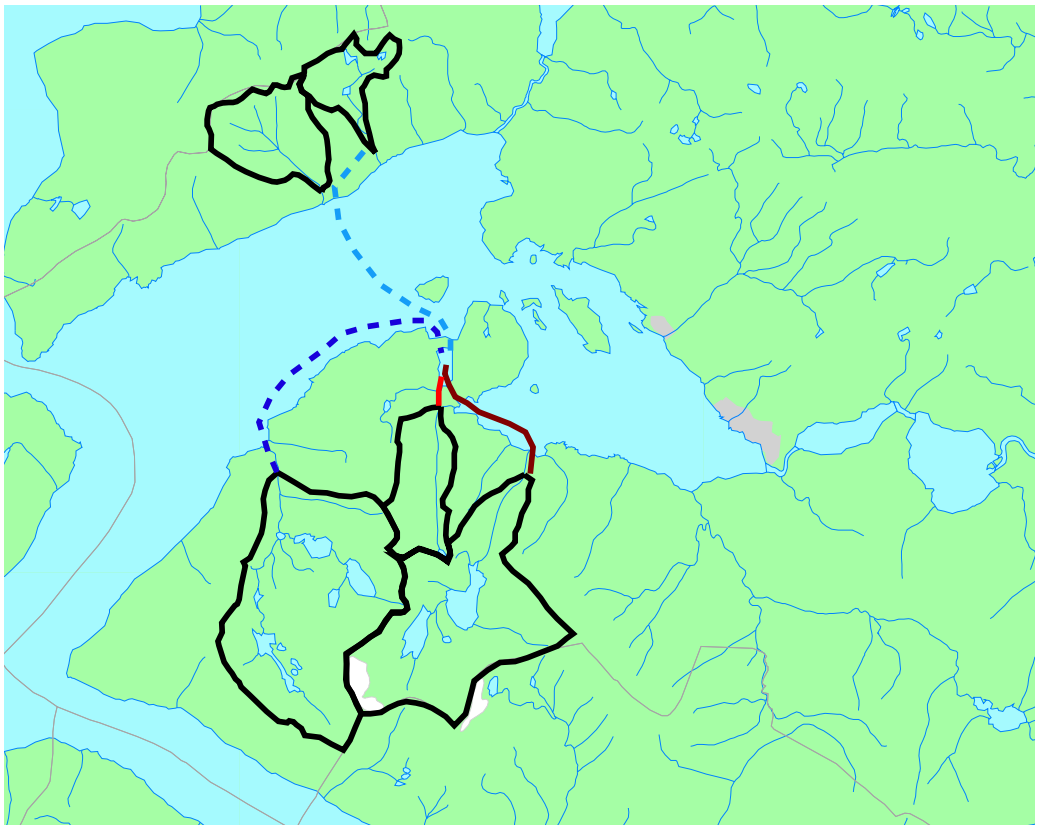
Figur 2.1 : Lokalfelter til Rotvikvatnet.

Lokalfeltet til Rotvikvatnet er lavtliggende og strekker seg bare opp til en høyde på ca kote 350. Det finnes ikke høyere partier med vedvarende snøfonner som gir tilsig av kaldt vann på sommeren. Et slikt lavtliggende felt vil derimot kunne ha betydelig avrenning i episoder med mildvær på vinteren.

Feltet er skogkledt i nedre del og har lavere vegetasjon nesten helt opp til de øvre deler. Feltet har liten selvregulering i form av sjøer. Dette er betingelser som gjør at feltet gir lite tilsig til Rotvikvatnet i kalde perioder vinterstid og ved langvarig tørke om sommeren. I nordenden av vatnet kan det være et betydelig grunnvannsmagasin.

Like sør for Rotvikvatnet ligger feltet til Gardselva. Dette feltet har stor andel høyfjell og egenskaper som i kombinasjon med lokalfeltet ville gitt en betydelig sikrere vannkilde for SALAKS/Salangsfisk. Overføring av dette feltet til Rotvik-vatnet er den opplagt beste løsning for forbedring av kildesituasjonen for anleggene både teknisk/økonomisk og hydrologisk.

2.2 Mulige overføringer til Rotvikvatnet



Figur 2.2 : Alternative overføringer til Rotvikvatnet

Rent teknisk foreligger det flere mulige alternativer for overføring av vann for å øke tilsiget til Rotvikvatnet. Ved utvalget av felt er det lagt vekt på høytliggende arealer som gir kaldt vann på sommeren, og dermed et redusert oksygenbehov hos smolt:

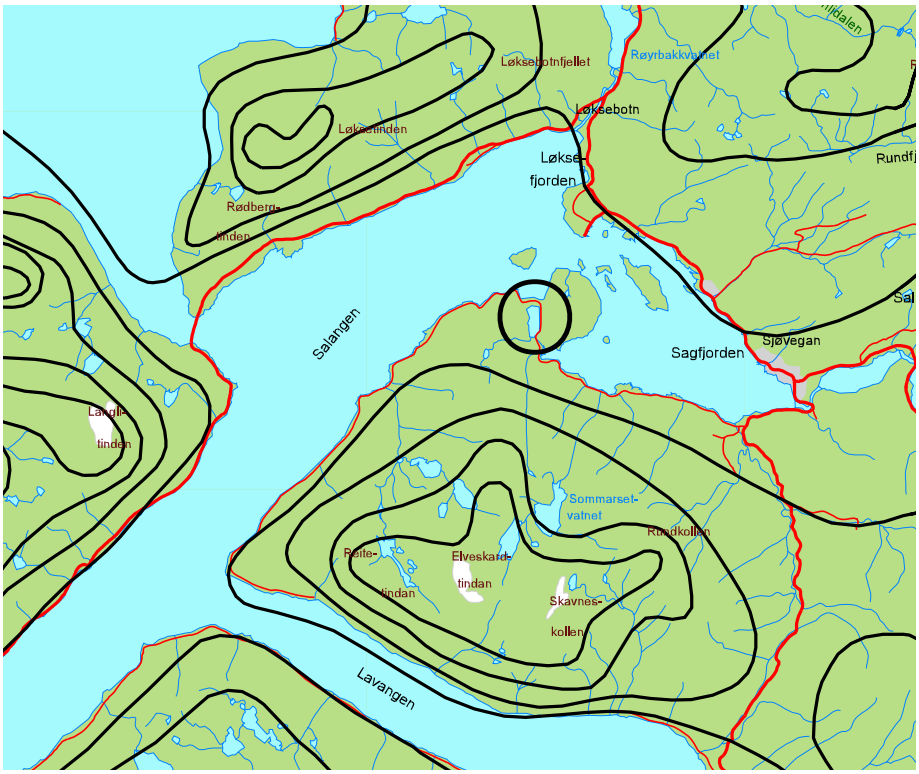
- Overføring øst, Sommarsetelva (Behandles grundig i denne rapporten)
- Overføring sør, Gardselva (Belyses litt i denne rapporten)
- Overføring vest, Håkadalselva (Mulig fremtidig felt)
- Overføring nord, Navarselva og Storelva (Mulig fremtidig felt)

Det er bare den første overføringa som er kartlagt hydrologisk i denne rapporten, denne er etablert som midlertidig ordning etter tillatelse fra NVE Vassdrags-avdelingen datert desember 2002.

Vi har også belyst effekten av overføringen av Gardselva inn til Rotvikvatnet. Denne overføringa er den teknisk enkleste og billigste, og til forskjell fra alle de andre løsningene kan man få overført alt vann fra dette feltet, også flomtoppene. Tilsiget til

Rotvikvatnet kan dobles med denne overføringa. Ved røroverføringer fra de andre feltene vil man ha store tap under flomperioden.

2.3 Arealer og avløp



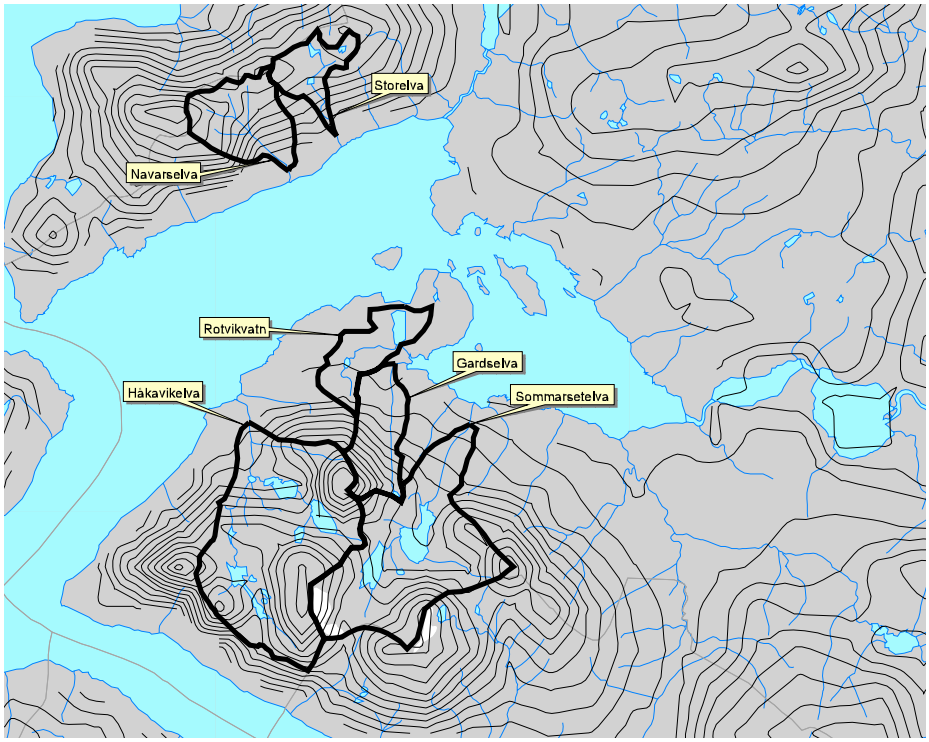
Figur 2.3.1 : Feltoversikt og isohydatkart for normalperioden 1930 - 1960.

Det foreligger to avløpskart i det aktuelle området. Figur 2.3.1 viser kartet for normalperioden 1930 til 1960 publisert i 1987. Figur 2.3.2 viser kartet for siste normalperiode 1961 til 1990 publisert i 2002.

Kartene viser koter for spesifikt avløp i l/skm^2 . Laveste kote for 31–60-kartet er 40, laveste kote på 61-90-kartet er 25. Disse verdiene tilsvarer omregnet til vannhøyde for sammenligning med nedbørsverdier hhv 1260 og 790 mm vann. Nedbørskart fra DNMI viser at de nedre partier langs fjorden har en nedbør på 700 – 1000 mm, denne er ikke korrigert for fangstsvikt i nedbørsmålere. (Statens Kartverk, 1993). I dette strøket kommer vel 60 % av årsnedbøren i perioden oktober til ut april. Fangsttapet ved måling av vinternedbøren kan være betydelig da nedbøren gjerne skjer i sterk vind og i fast form.

Begge kartene viser samme hovedtendens i avløpets variasjon med høyden, men har svært ulike gradienter, dvs hvordan avløpet øker med høyden. Kartet for siste normalperiode har lavere avløp ved fjorden og vesentlig høyere avløp i de høyeste fjellstrøk. Kartet for 31 – 60 har et spes. avløp i de høyeste områdene i feltet til Sommarsetelva på 55 l/skm^2, kartet for 61 – 90 har tilsvarende 80 l/skm^2. Avløpet i høyden ar altså vesentlig øket ved den nye kartkonstruksjonen. Beldring, Roald og Voksø, 2002, omtaler også at nedbøren bare er fordelt som en funksjon av høyden ut fra antatt representative midlere gradienter i det aktuelle området. Modellverktøyet som ble brukt ved kartkonstruksjonen klarer ikke å modellere storstilte vindeffekter som er helt sentrale.

Feltene i denne analysen ligger i et umålt område. Det finnes ikke nedbørsmålinger eller avløpsmålinger i rimelig nærhet. Uten slike verifiserende målinger er det umulig å ha noen begrunnet mening om hvilket av kartene som er mest riktig. Beldring, Roald og Voksø, 2002, angir usikkerheten for avløpskartet ± 5 – 20 %, med størst verdi for små felt i umålte områder.



Figur 2.3.2 : Feltoversikt og isohydatkart for normalperioden 1961 - 1990.

Tallene for middelavløpet beregnet for feltene i denne analysen viser altså at feltene med lavtliggende arealer har et lavere avløp beregnet med siste normal, tilsvarende har som nevnt feltene med mye høytliggende areal et høyere avløp. Samlet for summen av alle feltene er avløpet for siste normal ca 7 % høyere enn gammel normal.

Ser vi på sum av felt til Rotvikvatnet og Gardsvatnet er den bare 77 % av gammel normal.

En sammenligning mellom det gamle isohydatkartet og målte normaler for perioden 1961 til 1990 ved 5 målestasjoner i Troms viser at forholdet varierer fra 0.98 til 1.01, altså ± 2 %, se Astrup, 2001. Men denne konklusjon kan selvsagt ikke trekkes over til et usikkert isohydatkart for 1931-60 i feltene til Salangsfisk/SALAKS AS.

I denne analysen har vi brukt normalen for 1931 – 1960 etter en skjønnsmessig vurdering. Vi mener at det lavtliggende arealet i dette området har et for lavt avløp sammenlignet mot nedbørsdata og antatte sannsynlige verdier for fangstsvikt i nedbørsmålere, og vi er svært usikker på om arealene i høyden er riktig estimert på det nye kartet. I tillegg er det betydelig usikkerhet knyttet til feltarealene for Rotvikvatn og Gardselva. Og vi mener at de simuleringer av vannstandene som er foretatt med bruk av gammel normal stemmer godt med hvordan magasinet faktisk har vært manøvrert, forutsatt at de oppgitte tall for vannforbruket stemmer rimelig bra med faktisk uttak. Vannforbruket er ikke målt i anlegget. Bilag 1 viser tall for begge normalperioder, og tabell 2.3 viser hvilke tall som er brukt i denne analysen.

AVLØPSBEREGNING		**1931 - 1960**		**NVE 1987**				
TOTAL FELTOVERSIKT								
			Spes.					andel
Vassdr.	Felt	Areal	avl	q	q	Qår	andel	tilsig
		km2	l/skm2	m3/s	m3/min	Mill.m3	tilsig	framtidig
191.10	Rotvikvatnet	3	40	0.120	7.20	3.784	1.0	
191.21Z	Sommarsetelva	12.4	55	0.682	40.92	21.508	5.68	
Sum		15.4	52.078	0.802	48.12	25.292	6.68	1.0
191.21	Gardselva	3	45	0.135	8.10	4.257		0.17
191.1Z	Håkavikelva	15.4	50	0.770	46.20	24.283		0.96
191.42	Navarselva	4.2	50	0.210	12.60	6.623		0.26
191.42	Storelva	2.2	50	0.110	6.60	3.469		0.14
Sum		24.8		1.225	73.50	38.632		1.53
kontrollsum						63.923		
Sum		40.2	50.423	2.027	121.62	63.923		

SKALERINGSFAKTORE R				
Vmnr	Vannmerke	q	skal.-	Skalert serie
		m3/s	faktor	
192.2.0.1001.1	Skøvatn	4.4696	0.027	191.0.1001.20 Rotvikvatnet lokalt
192.2.0.1001.1	Skøvatn	4.4696	0.057	191.1.0.1001.30 Rotvikvatnet+Gardselva
191.1.0.1001.1	Salangselva	0.4140	1.647	191.1.0.1001.40 til inntak Sommarsetelva

Tabell 2.3 : Avløpstall og arealer for aktuelle felt.

Som en ser av tabell 2.3 kan potensielt nyttbar vannmengde til anlegget økes med nesten 6 ganger forutsatt stor kapasitet på overføringsledning. Den praktisk overførbare vannmengde er belyst i kap 2.6 og 2.7.

Med overføring av Gardselva i tillegg kan tilsiget til Rotvikvatnet dobles, her er det mulig å ta over alt vann.

Nederst i tabellen er vist de skaleringsfaktorer som er brukt i analysen for å lage beskrivende serier for til siget, beskrivende vannmerker er omtalt nærmere i kap 2.5.

2.4 Vannforbruk ved produksjon av fisk

Mnd	dagens		framtidig	
	l/min	m3/s	l/min	m3/s
januar	1956	0.033	5036	0.084
februar	1969	0.033	5494	0.092
mars	2136	0.036	5959	0.099
april	2249	0.037	6466	0.108
mai	2434	0.041	3500	0.058
juni	3514	0.059	3005	0.050
juli	3501	0.058	1201	0.020
august	4629	0.077	2491	0.042
september	1452	0.024	3473	0.058
oktober	1599	0.027	3823	0.064
november	1760	0.029	4209	0.070
desember	1793	0.030	4618	0.077
snitt		0.040		0.068

Tabell 2.4 : Nåværende og framtidig vannforbruk.

Det vises til tabeller over nåværende produksjon og fremtidige produksjonsplaner fra NORDFICO ved Yngve Paulsen, (NORDFICO,2001).

Dagens drift tilsvarer produksjon av 135 000 smolt pr år uten oksygentilsetning.

Fremtidig drift tilsvarer en produksjon av vel 500 000 smolt, og det forutsettes både oksygentilsetning og utluftning som tiltak for å begrense vannbehovet.

Den nye produksjonsplanen betyr en økning av midlere års vannuttak på 70 %.

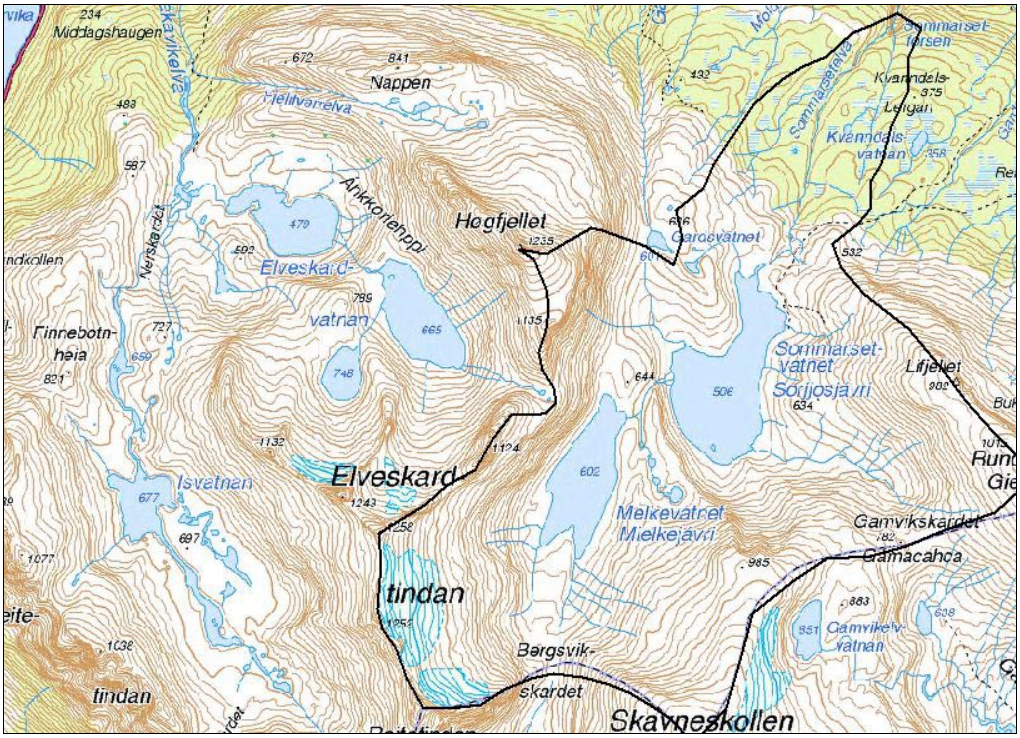
2.5 Beskrivende tilsigsserier

I denne analysen er det brukt to tidsserier for å beskrive hvordan vannføringen i feltene varierer over året. Se tabell 2.3 for skaleringsfaktorer og serieidentifikasjon.

- VM 193.1.1001.1 Skøelv; brukes for de lavtliggende arealer.
- VM 191.1.0.1001.1 Salangselva skalert, brukes for Sommarsetelva.

Disse er vurdert som de antatt mest representative, og de har tilstrekkelig serielengde slik at de dekker opp perioder med ekstremt lite avrenning. Begge seriene har data for perioden 1962 til 1991, og denne perioden er derfor valgt i alle simuleringer. Se kap 2.6 og 2.9.

2.6 Inntak i Sommarsetelva



Figur 2.6 : Feltet til Sommarsetelva.

Inntaket i Sommarsetelva skal etter planene fra PLAN EVO, 2001, plasseres ca på kote 50. Det foreløpige inntaksarrangementet er plassert på kote ca 25 – 30. I denne analysen brukes kote 30.

For å kunne simulere en tidsserie for hvor mye vann som overføres til Rotvikvatnet må det defineres en modell for inntaket. Modellen i denne analysen har følgende egenskaper:

- Terskel på tvers av elva, med et lite dempningsmagasin bak denne.
- Tilsiget til inntaket er lik skalert serie for Sommarsetelva, se kap 2.3 og tabell 2.3, og kap 2.5.
- Vann fra inntaket fordeler seg på tre ulike tappinger:
    - Rør for slipp av alminnelig lavvannføring plassert lavt i dammen. Modelleres som rørstrømning.
    - Overføring til Rotvikvatnet, inntak plassert ca 1 m over rør for lavvannføring. Modelleres som rørstrømning.
    - Flomoverløp, plassert 1 m over rør for overføring, for alt overskuddsvann som ikke går i de to første tappinger. Modelleres med en overløpsligning.

Det foretas en simulering av vannbalansen i magasinet, og som et produkt av dette lages det tidsserier for overført vann til Rotvikvatn, og for vannføringsforhold i Sommarsetelva. Slipp av lavvannføring forbi inntaket i Sommarsetelva belyses også.

Nevnte plassering av tersklene for de tre inntakene gjør at slipp av lavvannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring eller lavere naturlig vannføring sikres. Når overføringa til Rotvikvatnet opphører er vannstanden i dempningsmagasinet over innløpet til lavvannsrøret tilstrekkelig til å gi alminnelig lavvannføring gjennom røret. Dersom naturlig vannføring inn til inntaket blir lavere enn dette går alt til Sommarset-elva, og så snart vannføringa kommer over alminnelig lavvannføring vil overskuddet gå til overføring mot Rotvikvatnet. Ved ytterligere stigning i vannstanden trer overløpet inn og alt overskudd går til Sommarsetelva.

For hver av de tre tappinger lages det en vannføringskurve som en ren funksjon av vannstanden i inntaksmagasinet. Disse sammen med en magasinkurve for inntaksmagasinet danner grunnlaget for vannbalansesimuleringen. Magasinkurven er også en ren funksjon av vannstanden. Denne er satt opp på skjønn, og har ingen innflytelse på de beregninger som skal gjøres. Ved dette inntaket er det en ren transitt av vann som foregår, tilløpet fordeler seg på de tre tappingene, det skjer praktisk talt ingen lagring av vann i et så lite magasin. Magasinvannstanden simuleres i et steg, for å brukes som inngangsparameter for fordeling av vann mellom de tre tappingene i neste steg.

2.6.1 Tapperør for alminnelig lavvannføring

Kapasiteten for tapperøret er beregnet og det er satt opp en vannføringskurve som funksjon av vannstanden i inntaksmagasinet. Beregningene er vist i bilag 2. Vannføringskurven ble:

(1) $$q = 0.0617\,(vst - 29.97)^{0.5107}$$

Ligning (1) gir en maksimal kapasitet på ca 60 l/s ved vannstandkote 31. Over denne vannstanden øker vannføringa til 108 l/s opp til vannstand kote 33. Alminnelig lavvannføring for tilsigsserien 191.1.0.1001.40 for Sommarsetelva er beregnet med bruk av programmet E-tabell til 49 l/s. Ut fra en vanlig akseptert håndregel er alminnelig lavvannføring ca 10 % av middelavløpet, da fås verdien 68 l/s. Middelet av disse verdier er 59 l/s og vi har som nevnt valgt 60 l/s. Dette gjøres fordi det er to relativt store naturlige innsjøer i feltet til Sommarsetelva som gir en noe høyere selvregulerende effekt i forhold til vannmerkefeltet, se figur 2.6.

Røret for slipp gjennom dammen har altså en kapasitet på 0.060 m^3/s, og maksimalkapasitet for overføringa til Rotvikvatnet er 0.300 m^3/s. Av midlere varighetskurve for tilsiget inn til inntaket ser man da :

- Det vil være overløp på terskelen i Sommarsetelva gjennomsnittlig i 49 % av året. Dette tilsvarer 179 dager. Vannføringen i elva vil da være større enn alminnelig lavvannføring hele tida.
- Tilsvarende vil det ikke være overløp i 186 dager. Da forsynes elva bare med alminnelig lavvannføring eller lavere.
- Det vil gjennomsnittlig ikke være overføring av vann til Rotvikvatnet i 5.7 % av året. Dette tilsvarer 21 dager. Tilsvarende vil det overføres vann i hele 344 dager.

2.6.2 Flomløp

Det er satt opp en vannføringskurve for flomløpet som gir små vannstander utover det som tilsvarer maksimalkapasitet på røret mot Rotvikvatn.

(2) $$q = 20\,(vst - 32)^{2.5}$$

Denne kurven er bevist gitt stor bredde for å hindre at vannstandene i inntaksmagasinet stiger noe særlig over 1 m over inntaket til røret mot Rotvikvatn.

2.6.3 Overføring til Rotvikvatnet

Systemet for denne overføringa er beskrevet av PLAN EVO, 2001. Det legges plastledninger fra inntaket via sjøen og inn til magasinet i Rotvikvatnet.

Fra inntaket i Sommarsetelva og ut i sjøen legges først ca 320 meter ledning med Ø 400 mm, så går denne over i tre parallelle ledninger med Ø 200 mm over en lengde på ca 3000 m helt inn i Rotvikvatnet.

Overføringskapasiteten for systemet er beregnet og det er satt opp en vannførings-kurve som funksjon av vannstanden i inntaksmagasinet i Sommarsetelva. Se Bilag 3. Vannføringskurven ble:

(3) $$q = 0.3\,(vst - 31)^{1.5}$$

Ligning 3 gir en maksimal kapasitet på ca 300 l/s ved vannstandkote 32. Over denne vannstanden skal vannføringa ikke øke så mye, vannstand opp til kote 33 gir en marginal økning på ca 40 l/s, utviklingen av marginal vannføringsøkning i røret modelleres da skjønnsmessig med ligninga:

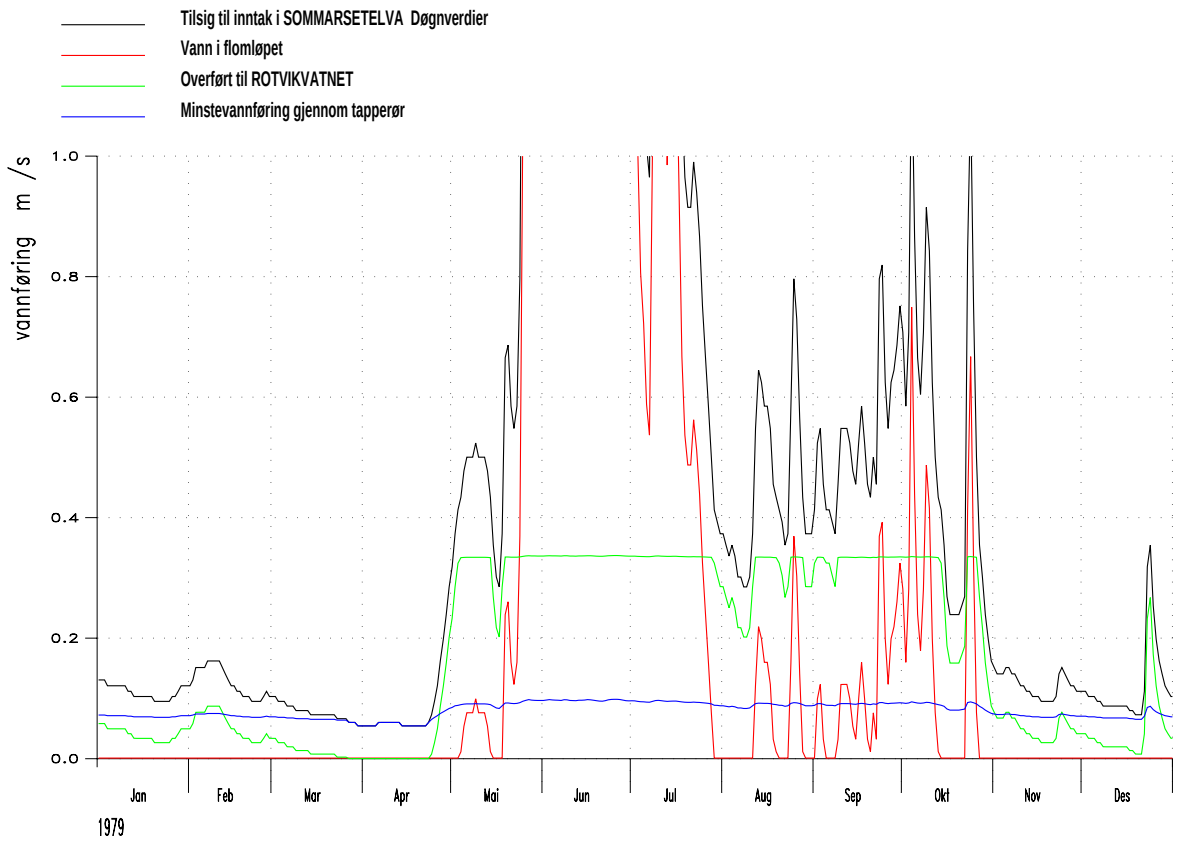
(4) $$q = 0.00005\,(vst - 50)^{1.9980}$$

I figur 2.6.3 er det vist et plott fra simuleringene ved inntak i Sommarsetelva for året 1979. Skala på vertikal akse er gitt en målestokk som kutter ut de største tilsigstoppene og gir en bedre oppløsning på lave vannføringer. Øverst i figuren er det forklart hvilke tidsserier som vises.

Grønn serie er overført vann til Rotvikvatnet. Denne ligger på sin maksimale kapasitet helt til det ikke går vann i flomløpet vist med rød kurve. Se månedsskiftet juli til august og medio oktober.

Vann gjennom tapperøret er vist med blå kurve. Vi ser at denne varierer lite gjennom året. Ved tilsig, sort kurve, ned mot alminnelig lavvannføring opphører overføring av vann mot Rotvikvatnet og alt går til slipp. Slippvannføingen blir lik tilsiget, dette skjer i store deler av april måned.

I ekstreme lavvannseisoder overføres det derfor ikke vann til Rotvikvatnet.



Figur 2.6.3 : Eksempel på plott fra simuleringen ved inntak i Sommarsetelva.

Den simulerte vannbalansen for inntaket viser at årsmiddelvannføring for 1962 til 1991 er 682 l/s. Dette fordeler seg på flom, overføring og lavvannføring med hhv, 402, 199 og 81 l/s. Tilsiget til Rotvikvatnet kan altså økes fra 120 l/s til 319 l/s, se tabell 2.3. At slippet blir betydelig større enn alminnelig lavvannføring skyldes at mye av dette vannet slippes samtidig med at det likevel er flomtap over inntaket. Som tidligere nevnt vil slippet være lik alminnelig lavvannføring når overføring mot Rotvikvatnet opphører. Videre vannføring til restelva vil være som naturlig.

2.7 Avløpskurve for Rotvikvatnet

Sammenhengende verdier av vannstander og vannføringer er beregnet med basis i en enkel kanalligning basert på Mannings formel. Kanalens dimensjoner er skjønnsmessig fastlagt ut fra enkel oppmåling ved befaring høsten 2003. Kanalen i utløpsosen var relativt smal og hadde bratte sider , lengdefallet er bestemt ut fra kartdata over det første partiet av elva etter utløpsosen. Kanalen var en del gjenvokst av vannvegetasjon, friksjonsfaktor for vannstrømmen er derfor skjønnsmessig bestemt ut fra aktuell litteratur.

Normalvannstanden i Rotvikvatnet er antatt å ligge mellom kote 6.0 og 6.5 som angitt på kart, og terskelen i utløpet er antatt å ligge på ca kote 6.0. Det er antatt at maksimale naturlige flomvannstander ligger på ca 0.5 til 1 m over terskel. Også dette er skjønnsmessig begrunnet ut fra NVE`s erfaringer med beregninger for lignende innsjøer.

Det er laget en vannføringskurve som funksjon av vannstanden i Rotvikvatnet, se Bilag 4. Vannføringskurven ble:

(5) $$q = 1.9932\,(vst - 6.07)^{1.1725}$$

Terskelen er på kote 6.07, og middelvannstanden er etter simuleringer bestemt på kote 6.15 moh.

2.8 Magasinkurve for Rotvikvatnet

Magasinkurven er bestemt ut fra planimetreringer på best mulig kartgrunnlag, det ble planimetrert på kote normalvannstand 6.5 og neste høydekote på kartet kote 10.0. Se beregninger i bilag 5.

2.9 Simulering av vannstander i Rotvikvatnet

2.9.1 Alternativer

Det er valgt å simulere fem situasjoner for å belyse magasinbehovet for SALAKS/Salangsfisk AS. I Situasjon A og B får belyses hhv naturlig- og dagens situasjon før tiltak. C, og D er fremtidige situasjoner som kan være aktuelle. C er den mest sannsynlige, D er som C men viser virkningen av overføring av Gardselva. Dette alternativet gir en vesentlig bedre gjennomstrømning av Rotvikvatnet.

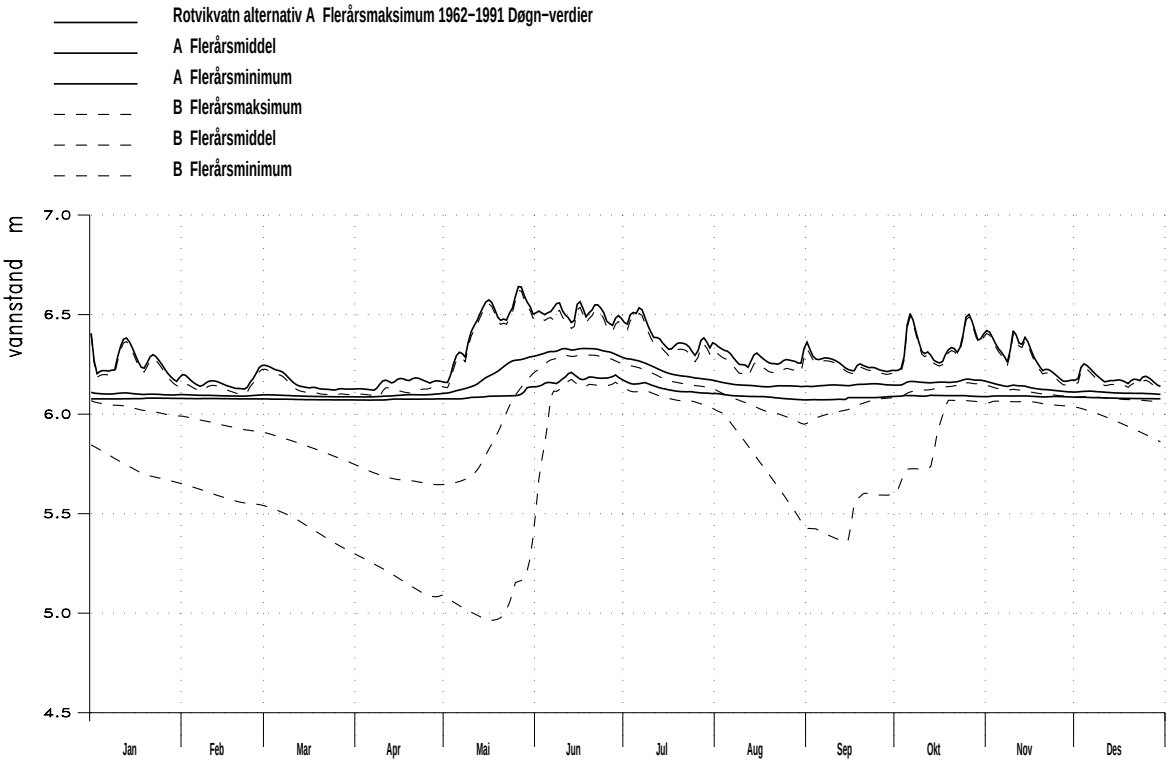
Alt	Tapping	Overføring	Vannstander i Rotvikvatn
A	nei	nei	Naturlig system
B	dagens	nei	Dagens situasjon
C	fremtidig	ja, slipp v/inntak Sommarsetelva	Fremtidig, en overføring
D	fremtidig	ja som C + Gardselva	Fremtidig, to overføringer

Tabell 2.9.1a : Alternative situasjoner for magasinet i Rotvikvatnet.

Felt	Serienavn	Merknad
Felt til Rotvikvatnet	191.1.0.1001.20	Lokalfelt
Felt til rotvikvatnet pluss Gardselva	191.1.0.1001.30	Lokalfelt + nabofelt
Sommarsetelva til inntak	191.1.0.1001.40	Lokalfelt til inntak

Tabell 2.9.1b : Basis tilsigsserier.

2.9.2 Alternativ A og B

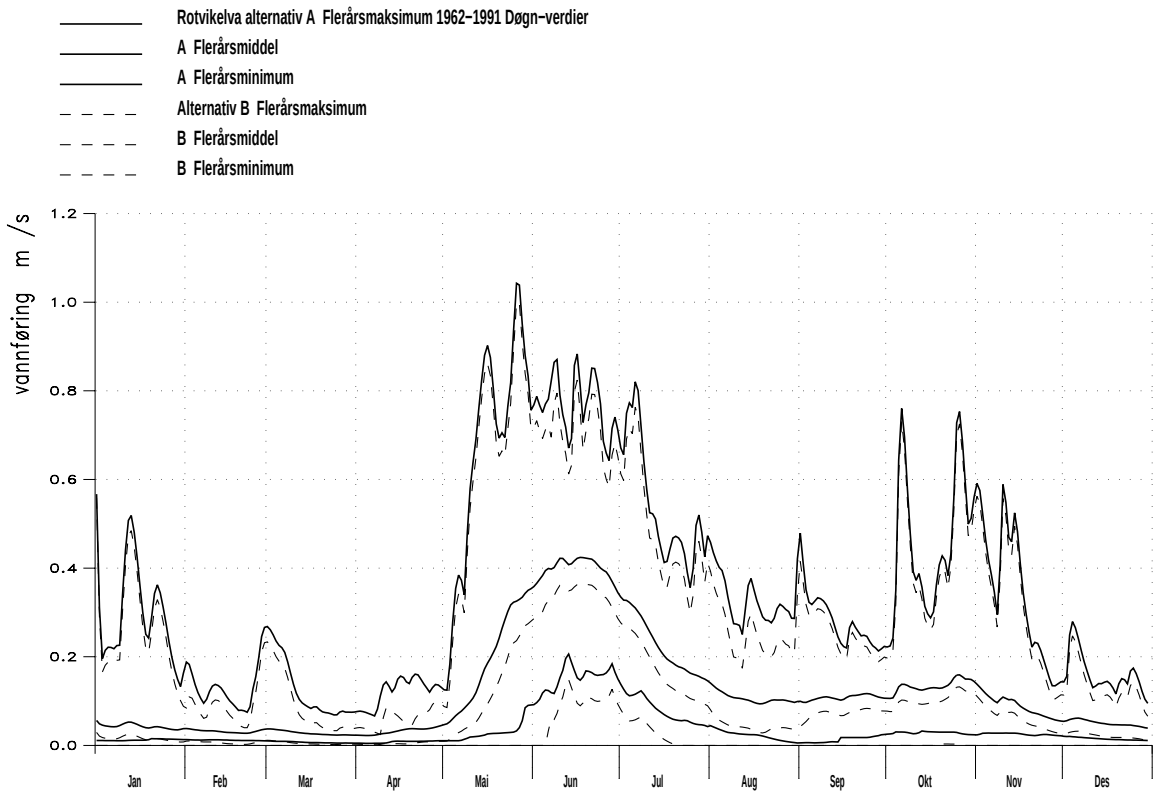


Figur 2.9.2.a : Vannstander

Viser til tabell 2.9.1.a, og figur 2.9.2.a. Naturlig regulert sone i Rotvikvatnet er mellom laveste lavvann på kote ca 6.07 og høyeste flom på ca kote 6.6, altså 53 cm. Dette er som forventet i en relativt stor innsjø med moderat tilsig.

Det er liten forskjell mellom flerårs maksimalvannstander i naturlig A og dagens situasjon B. Flerårs middelvannstand viser tydelig at vannet er senket som følge av vannuttaket, denne ligger betydelig lavere enn naturlig store deler av vinteren og på sensommeren i august og september.

Flerårs minimalvannstand viser hvor lavt vannstanden har vært for hver dag gjennom hele årrekka som er simulert. Dette gjenspeiler når magasinet er i bruk, i lavvanns-periodene på vinteren og også i perioden august til medio oktober. Simuleringene viser at dagens magasin er på vel 1 m senkning under naturlig utløpsterskel i Rotvikvatnet, under de forutsetninger som er lagt til grunn her vedr vannforbruket.



Figur 2.9.2.b : Vannføringer i utløpselva

I naturlig tilstand er det alltid vann i elva ut av Rotvikvatnet. Flerårs lavvannføring er alltid større enn null. Vannføringsregimet er preget av en betydelig vårflomsesong, men det er også ganske store flommer på høsten i oktober og november, og et visst innslag av vinterflommer forårsaket av kombinert regn og snøsmelting.

Flerårs maksimal vannføring er ganske like i situasjon A og B. Flerårs middelvannføring har samme mønster men ligger lavere tilsvarende vannuttaket til anlegget. Flerårs lavvannføring blir helt forskjellig. Mens det alltid er vannføring i naturlig elv kan det forekomme episodevis tørrlegging av elva nesten hele året. Det er bare i juni og til medio juli elva ut av Rotvikvatnet har en garantert vannføring i dagens situasjon.

Naturlige vannføringer ut av Rotvikvatnet varierer mellom laveste lavvann på 5 – 6 l/s til flommer på over 1000 l/s. Tilløpsflommene blir noe dempet gjennom Rotvikvatnet, men dette er ikke belyst i denne analysen.

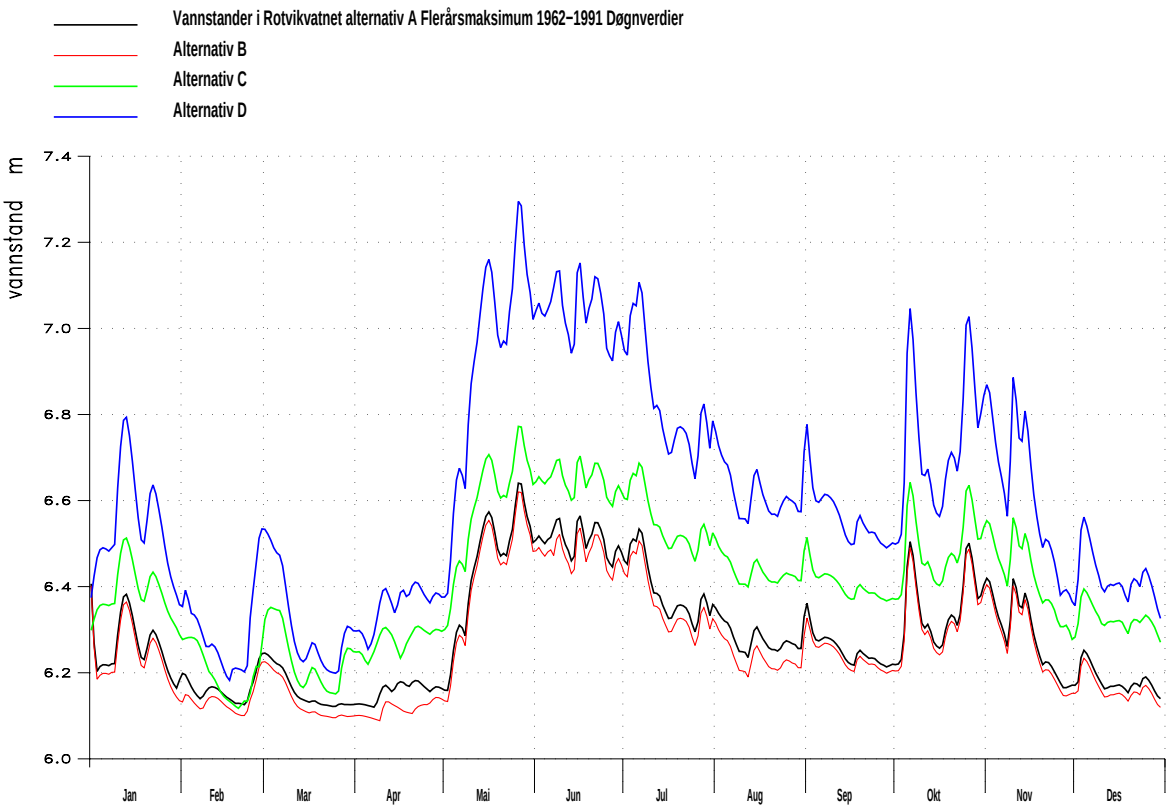
Simulert vannbalanse for Rotvikvatnet i alternativ B viser at årsmiddelvannføring for 1962 til 1991 er 120 l/s. Dette fordeler seg på overløp til Rotvikelva og driftsvann til SALAKS/Salangsfisk AS med hhv 80 og 40 l/s. Avløpet ut av Rotvikvatnet reduseres fra 120 i naturlig tilstand til 80 l/s, se tabell 2.3 og tabell 2.9.3.

2.9.3 Alternativ A og B sammenlignet med fremtidige alternativ

Alt	Tilsig	Vann til produksjon	Avløp til havet
A	120	0	120
B	120	40	80
C	320	66	254
D	456	68	388

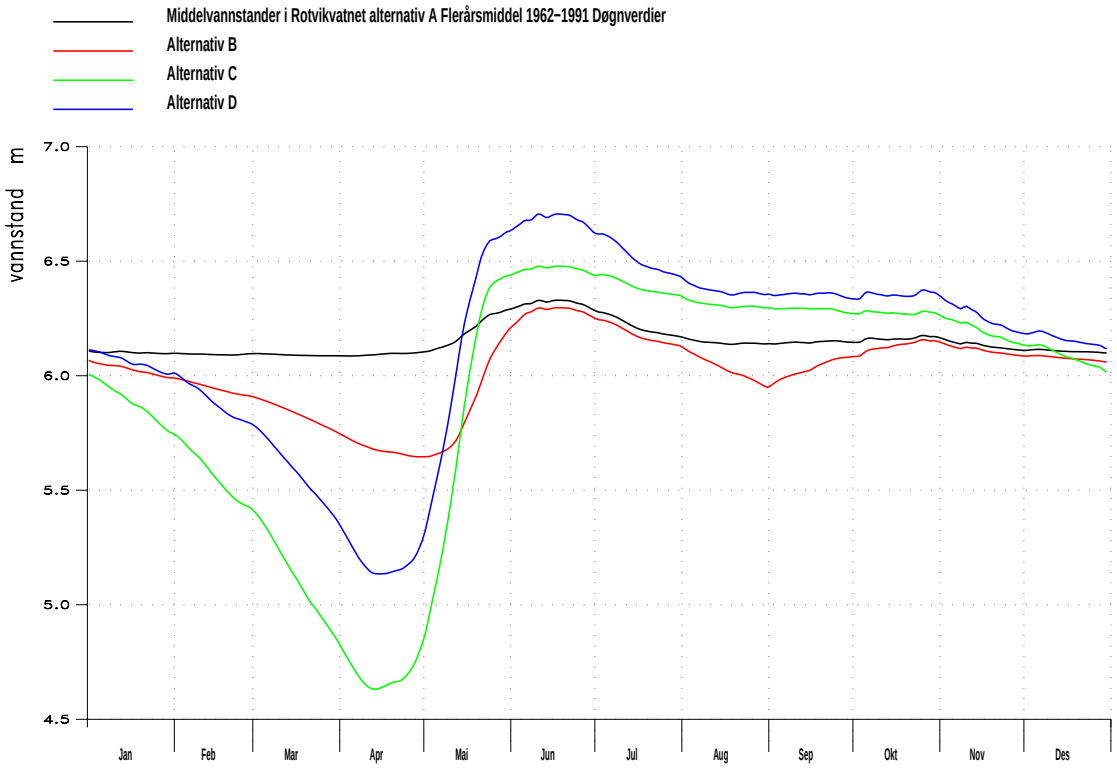
Tabell 2.9.3 : Simulert vannbalanse i Rotvikvatnet for perioden 1962 til 1991.

Ut fra simulert vannbalanse for alternativ C og D ser en at avløpet til havet øker ganske betydelig i forhold til både dagens situasjon B og naturlig A. Vann-forsyningen inn til anleggene gitt i tabell 2.4 kan opprettholdes i situasjon D, mens man i situasjon C vil få enkelte episoder hvor ekstra tiltak må iverksettes for å opprettholde vannforsyningen til anleggene.



Figur 2.9.3.a : Maksimale vannstander

Figur 2.9.3.a viser langtids maksimale vannstander for alle alternativ. I forhold til naturlige maksimalvannstander, vil både alternativ C of D medføre betydelig høyere vannstander, mens alternativ B representerer en liten reduksjon.



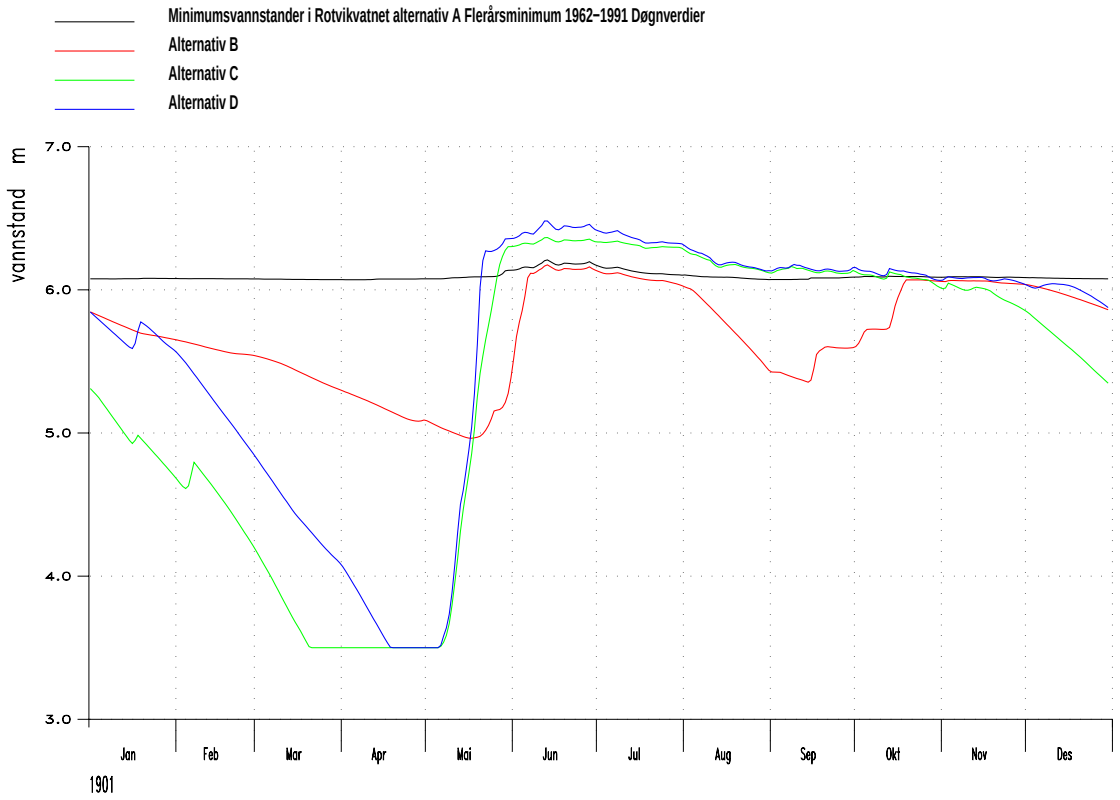
Figur 2.9.3.b : Middelvannstander

Figur 2.9.3.b viser simulerte middelvannstander i Rotvikvatnet. Sammenlignet med naturlige forhold vil alle alternativ med uttak av vann til fiskeproduksjon medføre lavere vannstander på vinterstid. De fremtidige forholdene vil bli forbedret på sommeren hvor vannstandene vil bli høyere enn i dagens tilstand.

Figur 2.9.3.c viser simulerte lavvannstander. Denne viser at dagens situasjon har et moderat magasinkrav sammenlignet med de to framtidige alternativer. I både situasjon C og D vil en ha behov for å senke vannstanden ned til kote 3.5. Vannstanden vil senkes ned til dette nivået sjeldnere i alternativ D, og det oppnås en betydelig sikrere vannforsyning til anlegget. Ved alternativ C vil det episodevis være behov for ekstra tiltak for å sikre vannforsyningen til anlegget, alternativt vil det være et magasinbehov på ca 1.5 m mer enn vist på figur 2.9.3.c.

Samlet magasinbehov er beregnet til ca 4 m senkning under utløpsterskelen i alternativ C. Alternativt 1 m heving og 3 m senkning. I alternativ D er det nok med et magasin på 3 m senkning, alternativt 1 m heving og 2 m senkning.

På sommeren i august og september blir situasjonen forbedret betydelig i begge fremtidige alternativ, faren for tørrlegging av utløpselva utsettes til i slutten av oktober. Se også figur 2.9.3.f.

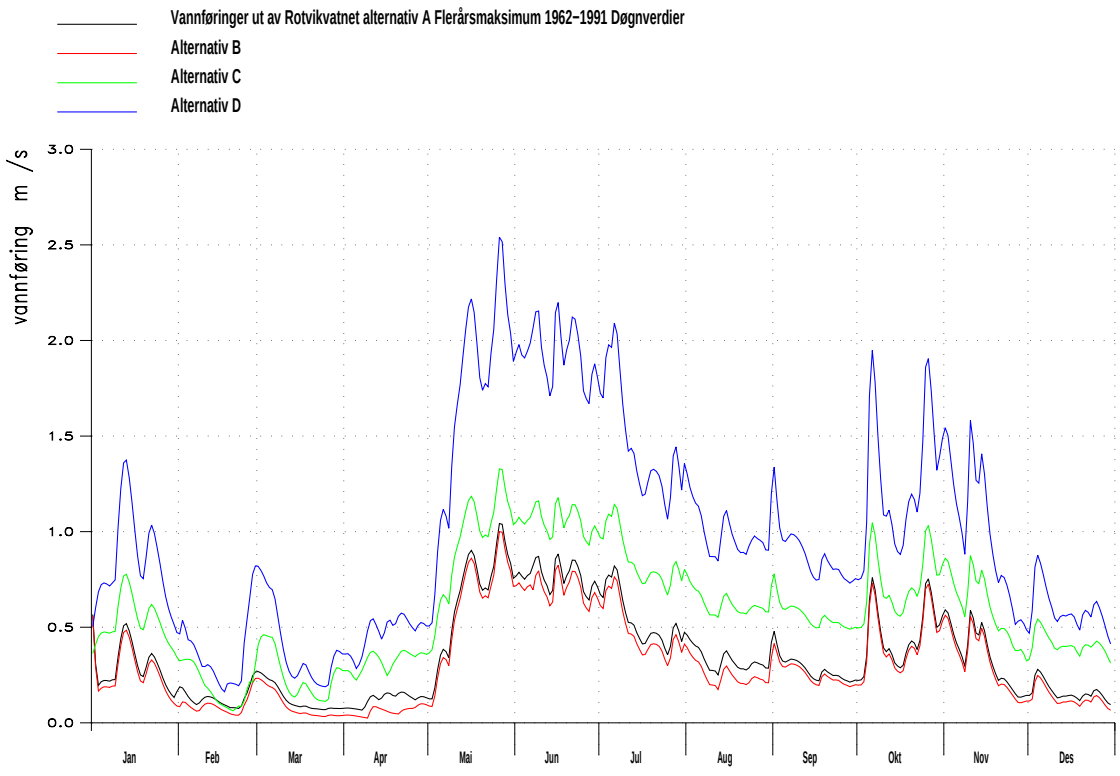


Figur 2.9.3.c : Minimale vannstander

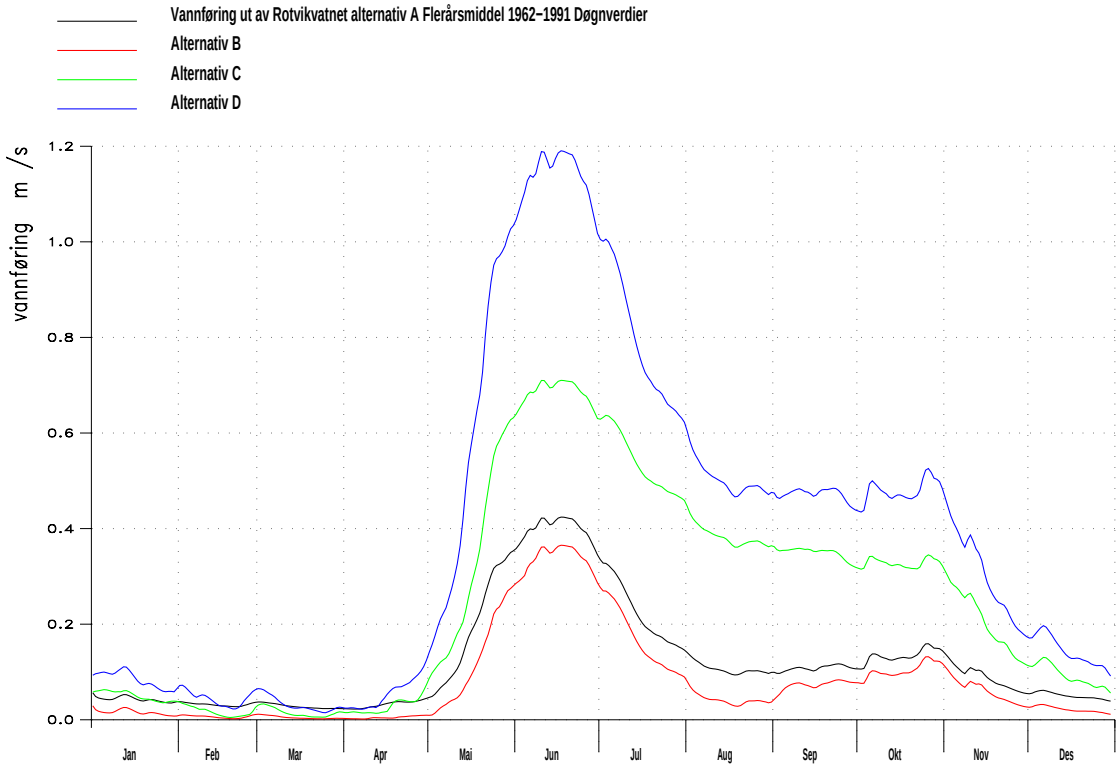
Figur 2.9.3.d viser maksimale vannføringer ut av Rotvikvatnet. Alternativene C og D gir en betydelig økning av flommene til alle årstider. Dette kan skape behov for sikringsarbeider i Rotvikelva. Som en ser er økningen fra dagens situasjon B til fremtidig C mye mindre enn fra B til D selv om Sommarsetelva er betydelig større enn Gardselva. Dette forklares med at det fra Sommarsetelva bare kan tas over maksimalkapasiteten på røroverføringen, mens alt avløp fra Gardselva kan tas over via en kanal. Middelvannføringene vist i figur 2.9.3.e viser det samme.

Dette viser at det ved eventuell overføring av Gardselva kan foretas en fordeling av vann mellom Gardselva og overføring til Rotvikvatnet. Dette kan rent teknisk løses med at det bygges en terskel som dimensjoneres slik at man oppnår en ønsket fordeling mellom de to elvene.

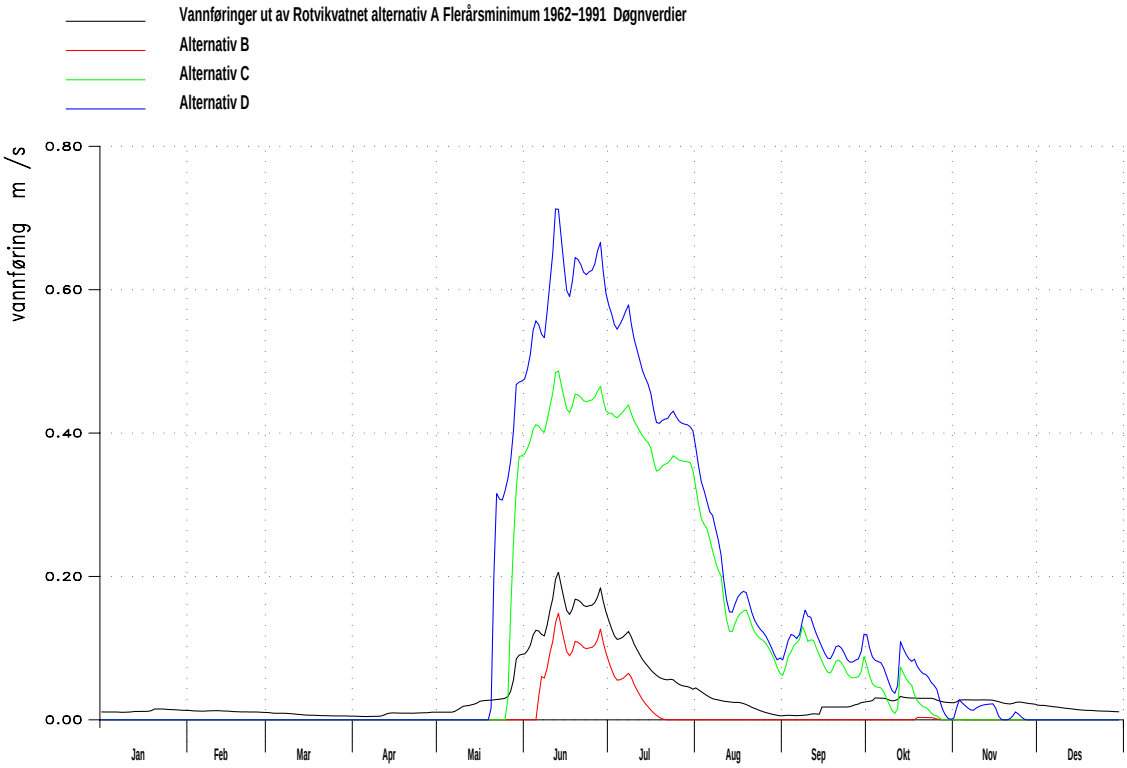
Minstevannføringene vist i figur 2.9.3.f viser at det i dagens situasjon kan opptre tørr utløpselv fra Rotvikvatnet nesten hele året, mens man i situasjonene C og D vil forbedre elva betydelig i perioden medio mai til nesten ut oktober.



Figur 2.9.3.d : Maksimale vannføringer i utløpselva

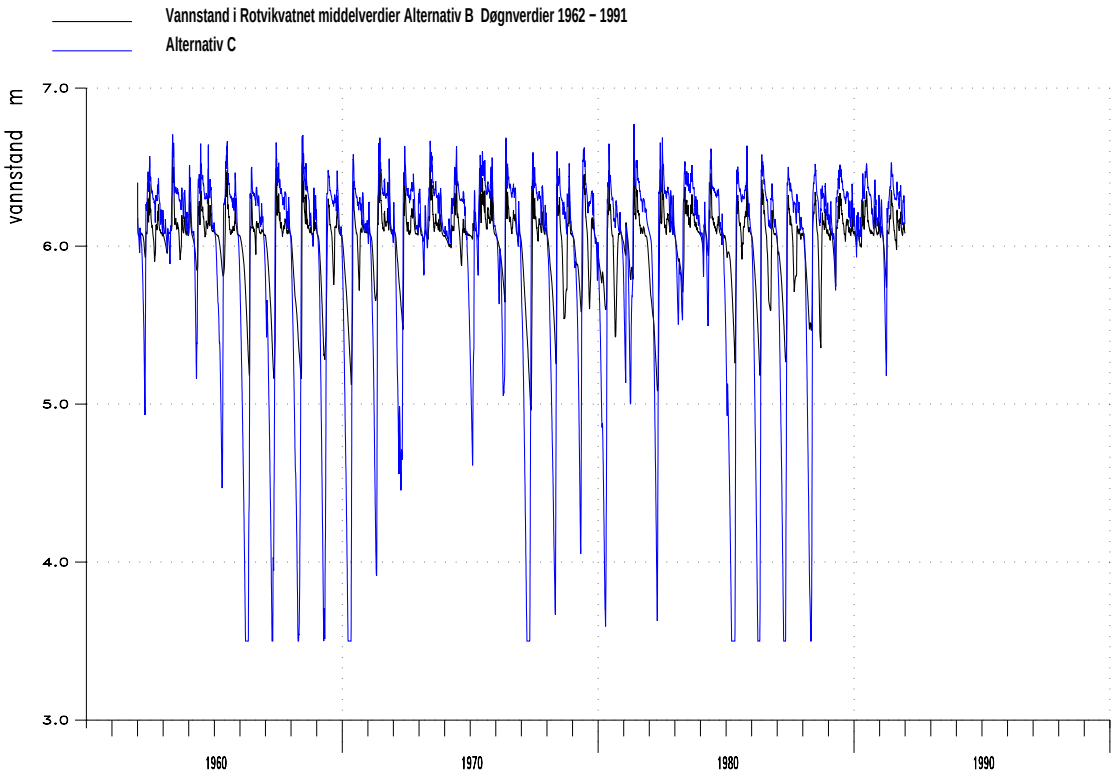


Figur 2.9.3.e : Middelvannføringer i utløpselva



Figur 2.9.3.f : Minimale vannføringer i utløpselva

2.9.4 Nødvendig bruk av magasinvolumet

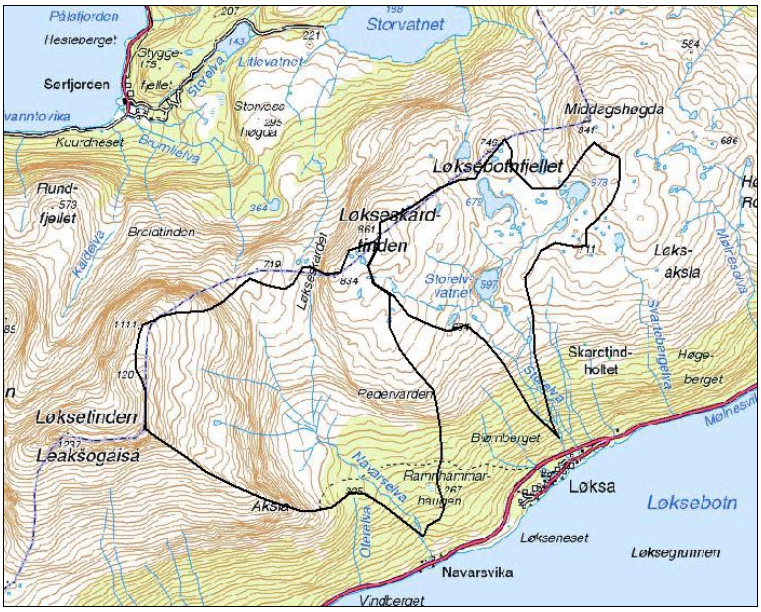


Figur 2.9.4: Tidsseriene i alternativ B og C for vannstander i magasin Rotvikvatn.

Statistikk for vannstander i magasinet viser at det beregnede totale magasinvolumet må tas relativt hyppig i bruk.

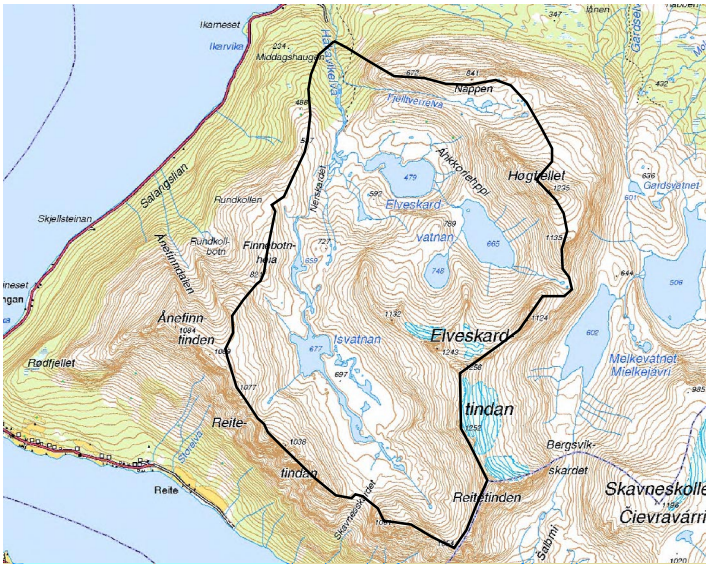
- Magasinet må senkes ned til laveste regulerte grense i 15 av 30 år
- Magasinet må senkes med ca 1 - 1.5 m i 8 av 30 år
- Magasinet må senkes med maksimalt 0.5 m i 7 av 30 år

2.10 Aktuelle felt overføring nord og vest



Figur 2.10.1 : Navarselva og Storelva, nord for SALAKS/Salangsfisk.

Viser til figur 2.2 og tabell 2.3 vedr geografisk plassering og feltdata. Vær også oppmerksom på at figur 2.10.1 og 2.10.2 har litt ulik målestokk.



Figur 2.10.2 : Håkavikelva vest for SALAKS/Salangsfisk.

2.11 Usikkerhet

I en slik beregningsprosess trekkes det inn usikkerhet fra mange ledd. Sluttproduktet blir beheftet med en resulterende usikkerhet. Det er også mange grunnleggende forutsetninger som i varierende grad påvirker resultatene av analysen. Det er gjort en rekke skjønnsmessige vurderinger basert på erfaringer fra tilsvarende hydrologiske beregninger ved NVE de siste 18 år.

Seriene for magasinvannstander er et resultat av en routingberegning hvor en representativ tilsigsserie transporteres gjennom magasinet og hvor magasinets og utløpets fysiske egenskaper bestemmer vannstandene. Sentralt i vannbalansen er også vannuttaket til anlegget. Både den skjønnsmessige vannføringskurven og bestemmelsen av magasinkurven er beheftet med feilkilder. Feil i forbindelse med magasinkurven antas minimale i denne analysen da vi har hatt et godt kartgrunnlag for å bestemme innsjøarealet. Vannføringskurven ut av Rotvikvatnet kan forbedres med å ta noen vannføringsmålinger på ulike vannføringer, men denne forbedringen vil ha liten effekt på nøyaktigheten av beregnet magasinvolum.

Det hydrologiske datagrunnlaget for beregningene i denne saken kan karakteriseres som tilfredsstillende. Det foreligger lange observasjonsserier i relativt nærliggende vassdrag. Derimot finnes det ikke gode registreringer i umiddelbar nærhet av planfeltet. Dette bidrar til usikkerhet med tanke på representativiteten av seriene som brukes for å beskrive tilsiget, og gjør at usikkerheten vedr normalavløpet er stor. Usikkert normalavløp er nok den største kilde til usikkerhet i denne beregningen.

En annen faktor som fører til usikkerhet er at Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle vannføringer derfor beheftet med feil, fordi eksempelvis største glidende 24-timersmiddel alltid vil være noe større enn et middel over et kalenderdøgn. I tillegg er de eldste dataene i databasen basert på en daglig observasjon av vannstand inntil kontinuerlig registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger antas å representere et døgnmiddel, men de kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det virkelige døgnmiddelet. Kontinuerlig registrerende utstyr ble tatt i bruk ca midt på 60-tallet. Digitalisering av limnigrammer startet midt på 80-tallet. Samtidig startet arbeidet med installasjon av loggere. I dag skjer all datainnsamling elektronisk.

Det er som nevnt mange faktorer som spiller inn når en skal kvantifisere usikkerhet. Konklusjonen for denne beregningen er at datagrunnlaget er tilfredsstillende, og at beregningen kan klassifiseres i klasse 2, etter en skala fra 1 til 3 hvor 1 er beste klasse.

En beregning i klasse 1 kan bare oppnås når en har tilgang på lange representative måleserier for avløp i tilnærmet like felt i umiddelbar nærhet, eller i prosjektfeltene selv. Og videre måtte antallet skjønnsmessige valg undervegs vært betydelig færre.

3 Konklusjoner

- Inntaket i Sommarsetelva kan utstyres med et tapperør for å slippe forbi alminnelig lavvannføring eller naturlig lavere vannføring. Dette kan oppnås med et hydraulisk glatt rør som har diameter 100 mm og lengde ca 1 m gjennom terskelen. Rørets innløp må ligge ca 1 m under laveste innløp for overføringsledningen til Rotvikvatnet slik at all overføring stopper opp når vannføringa inn til inntaket kommer ned mot alminnelig lavvannføring.
- Simulert vannbalanse ved inntak Sommarsetelva viser at vel 29 % av årlig vannmengde til inntaket kan overføres til Rotvikvatnet med det rørsystem som er etablert i dag. Tilsvarende går 71 % over terskelen i Sommarsetelva.
- Varigheten av lave vannføringer i Sommarsetelva vil øke betydelig. F eks er vannføringen i naturlig elv lavere enn 100 l/s i ca 50 dager pr år. Denne varigheten øker til over 200 dager i nytt system. Marginal økning av varigheten er 150 døgn. Betrakter man vannføring lavere enn 200 l/s er den marginale økningen 80 døgn, og tilsvarende for middelvannføringa 680 l/s 30 døgn.
- Nødvendig magasin i Rotvikvatnet i nytt system tilsvarer en regulering på ca 4 m, og dette magasinet må tas i bruk i gjennomsnitt annenhvert år.
- Overføring av alt vann fra Gardselva, og /eller at man fraviker kravet om slipp av minstevannføring til Sommarsetelva vil øke tilsiget i ekstreme tørkeperioder. Dette vil derfor redusere magasinbehovet med ca 1 m.
- Overføringen av vann som nå er etablert, alternativ C, vil medføre at faren for tørrlegging av elva ut av Rotvikvatnet på sommeren elimineres. Flommene ut av vatnet vil øke moderat og erosjonsskader kan oppstå. Det må etableres drifts-rutiner for å overvåke dette.
- Ytterligere fremtidige overføringer av kaldt fjellvann til Rotvikvatnet er teknisk mulig. Men skal man kunne utnytte dette må man også se på heving av Rotvikvatnet med en dam i utløpet for å oppnå et større magasin.

Referanser

PLAN EVO AS, 2001: Tegning nr 01, prosjekt nr 2110, ” Vannforsyning Rotvik, Oversiktstegning”, og tegning nr 02, ”Vannforsyning Rotvik område Sommarset”

NORDFICO, 2001: Salangsfisk AS, Driftsplan/Årsrytme i anlegg – produksjon av 1 års smolt – tabeller over dagens og fremtidig vannforbruk.

Statens Karfverk, 1993: Nasjonalatlas for nNorge, Hovedtema 3: Luft og Vann. Kartblad 3.1.1; ”Årsnedbør”.

Beldring, Roald og Voksø, 2002: ”Avrenningskart for Norge” Dokument 2/2002 NVE.

Astrup, 2001: ”Avløpsnormaler, normalperioden 1961 – 90 ” Rapport 2/2001, NVE.

Bilag

Bilag 1 : Utskrift fra avløpsberegning

Bilag 2 : Kapasitet på rør for minstevannføring til Sommarsetelva

Bilag 3 : Kapasitet på overføringa inn til Rotvikvatnet

Bilag 4 : Kapasitet på kanalen ut av Rotvikvatnet

Bilag 5 : Magasinkurve for Rotvikvatnet

Bilag 1: Normalavløp

ROTVIKVATNET Areal : 2.99 km2 Årsavrenning pkt 61-90 Middel årstilsig: 2.30 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 24.40 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.07 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 769.80 mm pr. år Årsavrenning pkt 30-60 Middel årstilsig: 3.83 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 40.60 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.12 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1280.80 mm pr. år	**HÅKAVIKELVA** Areal : 14.97 Km2 Årsavrenning pkt 61-90 Middel årstilsig: 30.94 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 65.52 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.98 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 2067.06 mm pr. år Årsavrenning pkt 30-60 Middel årstilsig: 24.45 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 51.77 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.77 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1633.25 mm pr. år
GARDSELVA Areal : 3.51 km2 Årsavrenning pkt 61-90 Middel årstilsig: 4.57 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 41.20 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.14 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1300.00 mm pr. år Årsavrenning pkt 30-60 Middel årstilsig: 5.09 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 45.93 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.16 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1449.00 mm pr. år	**STORELVA** Areal : 2.19 km2 Årsavrenning pkt 61-90 Middel årstilsig: 4.04 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 58.42 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.13 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1843.00 mm pr. år Årsavrenning pkt 30-60 Middel årstilsig: 3.47 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 50.21 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.11 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1584.00 mm pr. år
SOMMARSETELVA Areal 12.23 km2 Årsavrenning pkt 61-90 Middel årstilsig: 20.64 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 53.52 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.65 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1688.42 mm pr. år Årsavrenning pkt 30-60 Middel årstilsig: 19.78 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 51.29 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.63 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1618.08 mm pr. år	**NAVARSELVA** Areal : 4.18 Km2 Årsavrenning pkt 61-90 Middel årstilsig: 6.77 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 51.36 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.21 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1620.33 mm pr. år Årsavrenning pkt 30-60 Middel årstilsig: 6.15 mill. m3 pr. år Spesifikk avrenning: 46.63 l/sekund pr. km2 Middeltilsig: 0.19 m3 pr. sekund Middeltilsig for flate(r): 1471.33 mm pr. år

Bilag 2: Kapasitet på rør for minstevannføring til Sommarsetelva.

Tapperør for Alminnelig lavvannføring								
Gitt:								
hmaks	**1.20**	drivende høyde for gravitering av vannet						
Manning	**100**	M						
Rørlengde	**1.00**	meter						
k-innløp	0.04							
k-utløp	0.00							
tyngdeaks	9.81	g						
q	**0.069**	m3/s	alminnelig lavvannføring 10 % av q mid til inntak er 68 l/s					
Dopt	**100**	millimeter						
Startkote	**30**							
Beregner vannføringa i røret som funksjon av vannstanden:								
					K1	K2	K3	q
kote	dh	A	B	C	A + C			m^3/s
30.20	0.2	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.028**
30.40	0.4	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.040**
30.60	0.6	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.049**
30.80	0.8	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.056**
31.00	1.0	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.063**
31.20	1.2	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.069**
31.40	1.4	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.074**
31.60	1.6	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.079**
31.80	1.8	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.084**
32.00	2.0	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.089**
32.20	2.2	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.093**
32.40	2.4	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.097**
32.60	2.6	0.0020	0.0073	0.0137	0.0157	0.1254	0.0626	**0.101**
A = 1.04/(2*g)								
B = (D/4)(4/3)**								
C = L*/(M*M*(D/4)4/3)**								
K2= (A+C)0.5**								
K3 = Pi*D*D/(4*K2)								
q = k2*(dh0.5)**								

Bilag 3: Kapasitet på overføringa til Rotvikvatnet

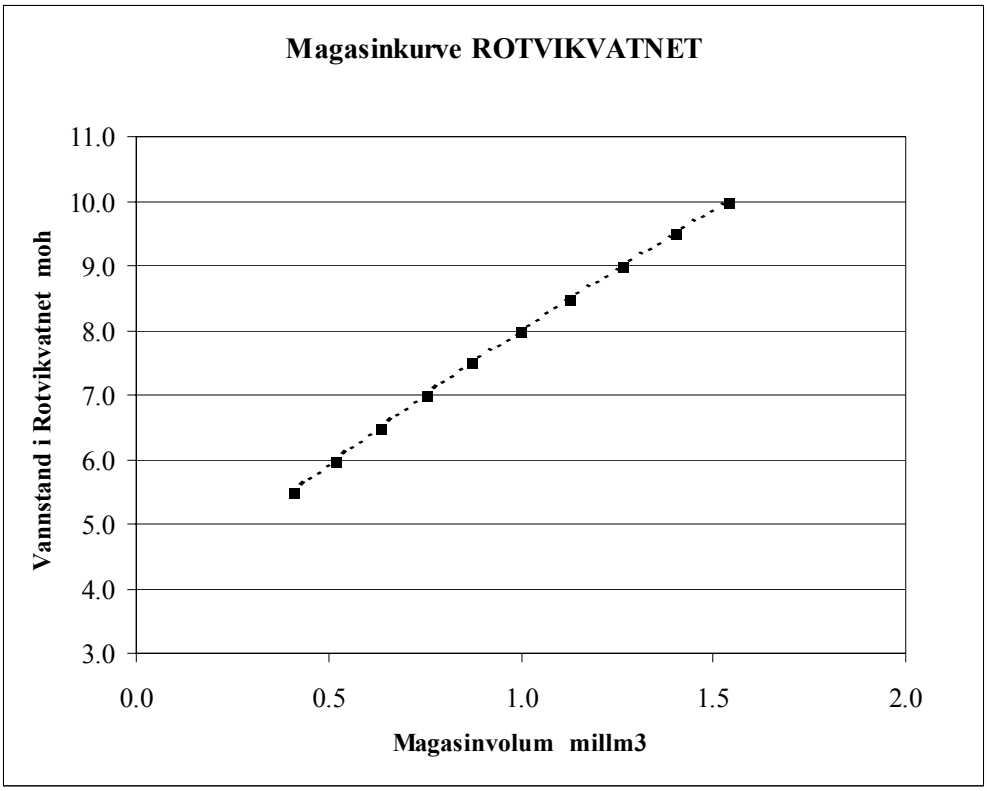
Kapasitet på vannledning fra Sommarsetelva til Rotvikvatnet											**191 kapasitet ledning**				
Gitt:		**Merknader**								**Faktorer som beregnes**					
Ov	**30**	Med redusert Ov må lengden av første rør reduseres skjønnsmessig								**ks = ki * (1/2g)**					
Uv	**6.5**	Settes konstant pga liten variasjon her								kk = korreksjonsfaktor avh av tverrsnittsarealer					
manningtall	**100**														
D1	400									**kr = l / [(M**2)*((D/4)**(4/3))]**					
D2	200														
g	9.81	Konstant, tyngdeakselerasjonen på stedet													
Beregnes:										kr = rørtap					
Total hf	23.5														
		Gitt					**Beregnet**							fordeling	
deltap		singulær	Manning	Lengde	diam		Singulærtapsfaktorer			Rørtapsfaktorer		tap	tap	av falltap	
		tapskoeff						korr	*VV			relatert	relatert	i systemet	
		ki	M	L	Ø	relatert	**ks**	**kk**	**ks*kk**	**kr**	**kr*kk**	D1	D2		
				m	millim	til Ø								m	%
Innløpstap	hi	0.04				400	0.002	1.0000	0.0020			0.0020		0.012	0.05
Rørfriksjon	hr1		100	**320**	400	400		1.0000		0.6894	0.6894	0.6894		3.933	16.74
Ventiltap	hv1	0.20				400	0.010	1.0000	0.0102			0.0102		0.058	0.25
Kontraksjon*	hk1	0.10				200	0.005	1.3333	0.0068			0.0068		0.039	0.16
Rørfriksjon**	hr2		100	**3100**	200	200		1.0000		1.8699	1.8699		1.8699	18.963	80.70
Ekstraksjon	he1	0.10				200	0.005	1.3333	0.0068				0.0068	0.069	0.29
Ventiltap	hv2	0.20				400	0.010	1.3333	0.0136			0.0136		0.078	0.33
Rørfriksjon	hr3		100	**0.001**	400	400		1.0000		0.0000	0.0000	0.0000		0.000	0.00
Ventiltap	hv3	0.20				400	0.010	1.0000	0.0102			0.0102		0.058	0.25
Utløpstap	hu	1.00				400	0.051	1.0000	0.0510			0.0510		0.291	1.24
Sum												0.7832	1.8767	23.50	100.00
a		hjelpefaktor										23.50			
b		hjelpefaktor										4.1196			
a/b												5.7044			
V1 i rør med D1	m/s	maksimal hastighet med trykklinja opp til Ov										**2.39**			
q i rør D1	m3/s	maksimal kapasitet med trykklinja opp til Ov						**VANNFØRING I SYSTEMET**				**0.300**			
q i et rør D2	m3/s	maksimal kapasitet med trykklinja opp til Ov											**0.100**		
V2 i rør med D2	m3/s	maksimal hastighet med trykklinja opp til Ov											**3.185**		
A i D1 og D2	m2	0.1257	0.0314												
** 3 rør i parallell	9	0.111	kan være 1 4 9 eller 16			hvis antall parallelle rør er hhv 1 2 3 eller 4									

Bilag 4: Kapasitet på kanalen ut av Rotvikvatnet

Skjønnsmessig oppsatt ligning for vannføringa ut av vatnet som funksjon av vannstanden.							
Variable størrelser		**(forutsetter rektangulært kanaltverrsnitt)**					
ymaks			**1**	Antar ca maks naturlig dh			
Manning			**25**				
fall			**1.5**				
Lengde			**200**				
Kanalbredde	B		**1.5**				
Beregnes							
dh/L			0.0075				
faktor	k1		2.16506				
		y - ymaks		k2		k3	(k2/k3)*k1
kote	y tilsvarer		B*y	(B*y)**5/3	2y+B	(2y+B)**2/3	Q
	dhmaks						m3/s
6.0	0.0	-1.0	0.0	0.000000000	1.5	1.310370697	0.00
6.2	0.2	-0.8	0.3	0.134442142	1.9	1.534036644	0.19
6.4	0.4	-0.6	0.6	0.426827197	2.3	1.742416162	0.53
6.6	0.6	-0.4	0.9	0.838952777	2.7	1.938991221	0.94
6.8	0.8	-0.2	1.2	1.355091882	3.1	2.126054840	1.38
7.0	1.0	0.0	1.5	1.965556046	3.5	2.305218146	1.85
7.2	1.2	0.2	1.8	2.663509040	3.9	2.477667769	2.33
7.4	1.4	0.4	2.1	3.443754295	4.3	2.644309612	2.82
7.6	1.6	0.6	2.4	4.302148557	4.7	2.805855095	3.32
7.8	1.8	0.8	2.7	5.235276297	5.1	2.962875827	3.83
8.0	2.0	1.0	3.0	6.240251469	5.5	3.115839842	4.34
8.2	2.2	1.2	3.3	7.314588516	5.9	3.265136495	4.85
8.4	2.4	1.4	3.6	8.456114105	6.3	3.411094095	5.37
8.6	2.6	1.6	3.9	9.662904300	6.7	3.553992730	5.89
8.8	2.8	1.8	4.2	10.933238382	7.1	3.694073786	6.41
Beregner vannføringskurven ut fra en enkel Manningligning.							
	Q = M * A * (R2/3) * (I**1/2)**						
Hvor:	**k1 = M * (I**(1/2))**						
Som reduseres til:							
	Q = k1 * ((B * y)(5/3)) * 1/((2y + B)**(2/3))**						
	Q = k1 * (k2/k3)						

Bilag 5: Magasinkurve for Rotvikvatnet

MAGASINKURVE 191.2 Rotvikvatnet, Salangen kommune				
kote	Areal	dVolum	Volum	Merk
	km2	m3	mill m3	
3.5	0.188060	0	0.00000000	
4.0	0.195536	95898.80952	0.09589881	
4.5	0.203012	99636.90476	0.19553571	
5.0	0.210488	103375	0.29891071	
5.5	0.217964	107113.0952	0.40602381	
6.0	0.225440	110851.1905	0.51687500	
6.5	**0.232917**	114589.2857	0.63146429	Planimetrert
7.0	0.240393	118327.381	0.74979167	
7.5	0.247869	122065.4762	0.87185714	
8.0	0.255345	125803.5714	0.99766071	
8.5	0.262821	129541.6667	1.12720238	
9.0	0.270298	133279.7619	1.26048214	
9.5	0.277774	137017.8571	1.39750000	
10.0	**0.285250**	140755.9524	1.53825595	Planimetrert



Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2004

Nr.1 Per F. Jørgensen, Peter Bernhard, KanEnergi AS: Elproduksjon basert på biobrensler. Teknisk/økonomisk potensial (s.)

Nr.2 Jan Sandviknes , Kjelforeningen-Norsk Energi: El-gjenvinning i energiintensiv industri. Teknisk/økonomisk potensial (s.)

Nr.3 Roger Sværd: Vannstander i Rotvikvatnet, Salangen kommune, Troms. Overføring av Sommarsetelva til Rotvikvatnet. (35 s.)