

NIVA



RAPPORT LNR 4508-2002

Eikeren som ny drikkevannskilde
for Vestfold og nedre Buskerud

Hydrologiske simuleringer og vurderinger



Vestfosselva under minstevannføring ved testnedtapping 14.10.1999

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold og nedre Buskerud. Hydrologiske simuleringer og vurderinger	Løpenr. (for bestilling) 4508-2002	Dato 08.03-2002
	Prosjektnr. Undernr. O-211651	Sider Pris 60
Forfatter(e) Nils Roar Sælthun	Fagområde Hydrologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold, Buskerud	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) Vestfold interkommunale vannverk		Oppdragsreferanse

Sammenheng

Manøvrering av kraftverkene og magasinene i Eikeren-vassdraget er simulert for en periode på 19 år ved hjelp av tappemodellen ENMAG. Simuleringen er foretatt for en rekke uttaksnivåer av vann til vannforsyning fra Eikeren fra dagens situasjon opp til 2500 l/s, og for forskjellige tappestrategier - i alt for tretten ulike alternativer. Alle vannforsyningsuttak er antatt konstant gjennom året. Simuleringene gir vannstander i magasinene, vannføring gjennom og forbi kraftverkene og energiproduksjon på daglig basis. Simuleringsoppsettet er verifisert mot observert vannstand i Eikeren. Resultatene er presentert for et typisk tørrår og et normalår, og med statistikk for energiproduksjon, vannstand i Eikeren og vannføring i Vestfosselva. I tillegg er "tilbakeslag" av vannføringen gjennom strømmen mellom Eikeren og Fiskumvannet beregnet, men bare ved en ren vannbalansebetraktning. Det vil si at vinddrevet strøm og kompensasjonsstrømmer ikke er med i analysen. Denne fram-og-tilbakebevegelsen av vann er imidlertid av liten kvantitativ nettobetydning. Det vil være mulig å forsyne både Vestfold (1200 l/s) og nedre Buskerud (1200 l/s) med drikkevann fra Eikeren og samtidig holde seg innenfor reguleringskonsesjonens krav til vannstand i Eikeren/Fiskumvatn og minstevannføring i Vestfosselva. Periodene med minstevannføring vil imidlertid øke signifikant. Det samme vil periodene med tilbakestrømning av vann fra Fiskumvannet til Eikeren. Det må utvikles et nytt tappereglement for kraftstasjonen i Vestfossen som sikrer en større magasinreserve på våren/forsommeren. Dette for å kunne møte vannbehovet i en tørr sommer.

Fire norske emneord

1. hydrologi
2. vannforsyning
3. vannkraft
4. tappesimulering

Fire engelske emneord

1. hydrology
2. water supply
3. hydropower
4. operation simulation

Prosjektleder
Dag Berge

Forskningsleder
Dag Berge

Forskningsjef
Nils Roar Sælthun

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

O-211651

Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold og nedre Buskerud

Hydrologiske simuleringer og vurderinger

Oslo 08.03.2002

Prosjektleder:

Dag Berge

Forfatter:

Nils Roar Sælthun

Forord

Undersøkelsen er en del av KU-utredningene i forbindelse med utbygging av Eikeren som ny vannkilde for Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og nedre Buskerud. Undersøkelsen er en oppdatering av den forrige rapport (NIVA-rapport 4071-99) til også å omfatte vannforsyning fra Eikeren til nedre Buskerud. Undersøkelsen ble kontraktsfestet i mai 2001. Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært direktør Sverre Mollatt og sivilarkitekt Harald Schulze.

Modellsimuleringene over hvordan de ulike drikkevannsuttak vil påvirke vannføringer i Vestfosselva, vannstander i Eikeren og Fiskumvannet, samt innvirkning på kraftproduksjon er utført av hydrolog Nils Roar Sælthun (NIVA). Han har også foretatt vurderingene og skrevet rapporten.

Oslo 08.03-2002

*Dag Berge
Prosjektleder*

Innhold

1. Konkluderende sammendrag	6
1.1 Summary	8
2. Grunnlagsinformasjon	9
2.1 Vassdragets beliggenhet	9
2.2 Hydrologi	10
2.3 Reguleringsystem	10
3. Simuleringsmetodikk	12
3.1 Tappemodell	12
3.2 Simuleringsforutsetninger for Eidsfoss kraftverk	14
3.3 Simuleringsforutsetninger for Hakavik kraftverk	14
3.4 Simuleringsforutsetninger for Vestfossen kraftverk	15
3.5 Vannføring i strømmen mellom Eikeren og Fiskumvannet	15
4. Simulering av Eidsfoss og Hakavik kraftverk	18
5. Simulering av Vestfossen kraftverk, hovedalternativer	21
5.1 Simulering 1 - dagens situasjon	21
5.2 Simulering 2 - uttak som nå (32 l/s), full utnyttelse av magasinet	23
5.3 Simulering 3 - uttak på 232 l/s, tappestrategi som simulering 1	25
5.4 Simulering 4 - uttak på 232 l/s, full utnyttelse av magasinet	29
5.5 Simulering 5 - uttak på 1232 l/s, full utnyttelse av magasinet	31
5.6 Simulering 6 - uttak på 2432 l/s	35
6. Simulering av Vestfossen kraftverk, andre alternativer	39
6.1 Simulering 7 - uttak på 350 l/s, høy vannstand	39
6.2 Simulering 8 - uttak på 666 l/s, høy vannstand	41
6.3 Simulering 9 - uttak på 1232 l/s, høy vannstand	43
6.4 Simulering 10 - uttak på 1460 l/s, høy vannstand	45
6.5 Simulering 11 - uttak på 2250 l/s, høy vannstand	47
6.6 Simulering 12 - uttak på 2250 l/s, høy vannstand, styring etter lokaltilsig Fiskumvannet	49
6.7 Simulering 13 - uttak på 2500 l/s, nytt aggregat, minstevassføring 1.5 m ³ /s	51
Referanser	53
Vedlegg 1 Simuleringsoppsett for Eidsfoss	54
Vedlegg 2 Simuleringsoppsett for Hakavik	56
Vedlegg 3 Simuleringsoppsett for Vestfossen, dagens situasjon	59

1. Konkluderende sammendrag

Manøvrering av kraftverkene og magasinene i Eikeren-vassdraget er simulert for en periode på 19 år ved hjelp av tappemodellen ENMAG. Simuleringen er foretatt for en rekke uttaksnivåer av vann til vannforsyning fra Eikeren fra dagens situasjon og opp til 2500 l/s, og for forskjellige tappestrategier - i alt for tretten ulike alternativer. Alle vannforsyningsuttak er antatt konstant gjennom året. Simuleringene gir vannstander i magasinene, vannføring gjennom og forbi kraftverkene og energiproduksjon på daglig basis. Simuleringsoppsettet er verifisert mot observert vannstand i Eikeren.

Resultatene er presentert for et typisk tørrår og et normalår, og med statistikk for energiproduksjon, vannstand i Eikeren og vannføring i Vestfosselva. I tillegg er "tilbakeslag" av vannføringen gjennom strømmen mellom Eikeren og Fiskumvannet beregnet, men bare ved en ren vannbalansebetraktning. Det vil si at vinddrevet strøm og kompensasjonsstrømmer ikke er med i analysen. Dette vil imidlertid være en fram og tilbake bevegelse av vann over sundet som har liten betydning for de hydrologiske forhold som her er vurdert.

Nøkkeltall for fem hovedalternativer er gitt nedenfor, tabell 1.1-1.3 .

Tabell 1.1 Produksjon i Vestfossen kraftverk og vannstand i Eikeren/Fiskumvann

Alt	Beskrivelse	Uttak l/s	Prod GWh/år	Medianvst		
				År	mai- sep	okt-apr
1	Nåsituasjon	32	7.1	18.69	18.85	18.56
2	Full utnyttelse	32	7.7	18.27	18.72	18.12
3	"Nåsituasjon"	232	6.9	18.67	18.83	18.54
4	Full utnyttelse	232	7.4	18.26	18.71	18.11
5	Full utnyttelse	1232	6.4	18.25	18.62	18.13
6	Full utnyttelse	2432	4.7	18.52	18.73	18.35

Tabell 1.2 Minstevannføring i Vestfosselva

Alt	Beskrivelse	Uttak l/s	Median vf m ³ /s	Dager med minstevannf, år			sesong jun-aug/des-feb	
				Middel	"normal år"	"tørrår"	Middel	"tørrår"
1	Nåsituasjon	32	8.1	48	45	123	10/0	33/0
2	Full utnyttelse	32	9.0	47	40	103	12/0	56/0
3	"Nåsituasjon"	232	7.9	52	46	132	12/0	41/0
4	Full utnyttelse	232	9.0	52	42	104	14/0	61/0
5	Full utnyttelse	1232	6.5	63	46	202	20/0	93/0
6	Full utnyttelse	2432	5.6	88	82	219	40/0	93/2

Dager med minstevannføring er hele dager. I tillegg kommer noen dager med opp-og-nedpendling mellom 6 m³/s og minstevannføring. Disse døgnene har en middelvannføring som er høyere enn minstevannføringen.

Tabell 1.3 Tilbakestrømning fra Fiskumvann til Eikeren

Alt	Beskrivelse	Uttak l/s	Tilbakestrøm	
			Dager/år	Volum mill m ³ /år
1	Nåsituasjon	32	19	10
2	Full utnyttelse	32		
3	"Nåsituasjon"	232	20	10
4	Full utnyttelse	232		
5	Full utnyttelse	1232	25	14
6	Full utnyttelse	2432	40	16

Resultatene kan leses ut av tabellene over, men følgende hovedbudskap kan trekkes ut:

- Det vil ikke være vanskelig å opprettholde vannstand i Eikeren i henhold til konsesjonens øvre og nedre grenser.
- Ved fullt uttak til både Vestfold og nedre Buskerud vil det ikke være mulig å holde konstant vannstand i fuglenes hekkeperiode i enkelt år, da det vil kunne bli en svak synkende vannstand.
- Periodene med minstevannføring i Vestfosselva vil øke betydelig. I tørre somrer vil det bli minstevannføring i hele jordvanningsperioden (juni-august) både ved uttak på 1200 l/s og 2400 l/s. I normalår vil Vestfolds maksimale uttak medføre at perioden med minstevannføring om sommeren øker fra i dag ca 2 uker til ca 3 uker, mens ved maksimalt uttak både til Vestfold og nedre Buskerud vil minstevannføringsperiodene bli 5-6 uker.
- Periodene med tilbakestrømning av vann fra Fiskumvannet til Eikeren vil øke. Ved Vestfolds maksimale uttak vil periodene med tilbakestrømning øke fra i dag 19 dager til 25, mens hvis Buskeruds maksimale uttak også inkluderes vil periodene med tilbakestrømning øke til 40 dager.
- Det må utarbeides et nytt tappereglement for kraftstasjonen i Vestfossen, som sikrer en større magasinreserve på våren/forsommeren. Dette for å kunne møte vannbehovet i en tørr sommer.

1.1 Summary

Title: Lake Eikeren as new water supply source for Vestfold and southern Buskerud
 Hydrological simulations and assessments
 Year: 2002
 Author: Nils Roar Sælthun
 Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4159-0

The operation of the hydropower plants and the reservoirs in the Eikeren basin is simulated for a nineteen years period with the operation/supply model ENMAG. The simulations are carried out for a number of alternatives of water supply levels to the public water supply system, from the present level to 2500 l/s, and for different operation strategies – altogether thirteen different alternatives. In all alternatives the water supply level is assumed constant through the year. The simulations produce reservoir levels, water release through and past the power plants, and the energy production, all on a daily basis.

In the report the results are presented for a drought year and a normal year, and with statistics for the energy production, water level in Lake Eikeren, and flow in River Vestfosselva. In addition the backflow between the two parts of the lake, Eikeren proper and Fiskumvannet, is calculated, but only through water balance considerations. In practise this means that wind driven currents and compensation flow is not considered.

Key results for the six main alternatives are presented below.

Production in Vestfossen hydropower plant and water level in Eikeren

Alt	Operation strategy	Supply level l/s	Energy prod GWh/yr	Median water level		
				Yr	may-sep	Oct-apr
1	Present situation	32	7.1	18.69	18.85	18.56
2	Full utilisation	32	7.7	18.27	18.72	18.12
3	Similiar to present	232	6.9	18.67	18.83	18.54
4	Full utilisation	232	7.4	18.26	18.71	18.11
5	Full utilisation	1232	6.4	18.25	18.62	18.13
6	Full utilisation	2432	4.7	18.52	18.73	18.35

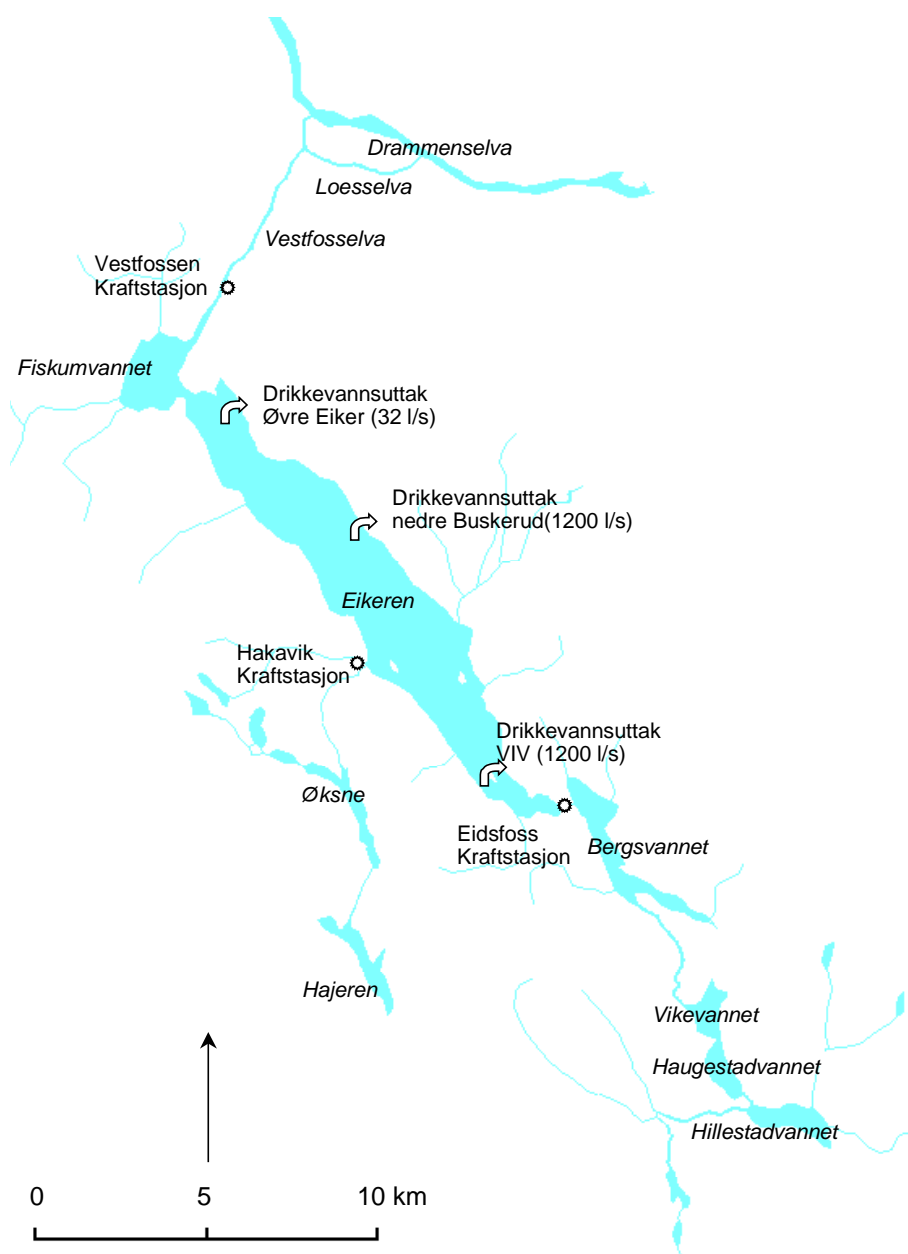
Minimum flow in River Vestfosselva

Alt	Operation strategy	Supply level l/s	Median flow m3/s	Days with minimum flow				
				Full year			Season jun-aug/dec-feb	
				Mean	"normal year"	Dry year	Mean	Dry year
1	Present situation	32	8.1	48	45	123	10/0	33/0
2	Full utilisation	32	9.0	47	40	103	12/0	56/0
3	Similiar to present	232	7.9	52	46	132	12/0	41/0
4	Full utilisation	232	9.0	52	42	104	14/0	61/0
5	Full utilisation	1232	6.5	63	46	202	20/0	93/0
6	Full utilisation	2432	5.6	88	82	219	40/0	93/2

2. Grunnlagsinformasjon

2.1 Vassdragets beliggenhet

Eikerenvassdraget ligger delvis i Hof kommune i nordre Vestfold og Øvre Eiker kommune i nedre Buskerud, se fig. 2.1.



Figur 2.1 Eikerenvassdraget med de ulike vannforekomster, drikkevannsuttak (maksimalanslag) og kraftstasjoner

2.2 Hydrologi

De hydrologiske grunnlagsdata for Eikerenvassdraget er gitt i tabell 2.1. Kilde er NVE, etter brev fra Berdal til Øvre Eiker Elverk 4. des 1987 og 15. feb 1988. Data for 12.193.0 Fiskum fra NVE 1. mars 1999, 12.192.0 Sundbyfoss 26. april 1999.

Tabell 2.1 Hydrologiske data for vassdraget

Felt	Areal km ²	Spesifikt avløp l/s km ²	Årlig avløp mill m ³
Eidsfoss	179	20.0	112.9
Hajeren (overført)	15	20.0	9.5
Eikeren	163	20.0	98.5
Fiskumvannet	156	17.5	86.1
Sum	513		307.0
Vannmerker:			
vm 12.193.0 Fiskum (1977-97)	49.9	15.3	24.1
vm 12.192.0 Sundbyfoss (1977-97)	79.9	21.1	53.3

12.193.0 Fiskum og 12.192 Sundbyfoss har vært i drift siden 1976, og vurderingene er basert på data fra disse to stasjonene.

Årsavløpet for Fiskum har variert fra 14.8 mill m³ i 1989 til 42.9 mill m³ i 1988. Den tørreste sommeren (mai-september) for observasjonsperioden er 1989, med et tilsig på 1.6 mill m³ for vannmerket. Skalert til lokalfeltet for Eikeren/Fiskumvannet tilsvarer dette 11.3 mill m³, for hele feltet 20.8 mill m³. Den tørreste vinteren (november - mars) er 1995/96, med bare 0.71 mill m³ tilsig, tilsvarende 9.1 mill m³ for hele feltet. Dette er en ekstrem situasjon, det nest tørreste året har dobbelt så stort tilsig (1985/86). Til sammenligning utgjør fullt uttak til vannforsyning Vestfold (1200 l/s) 15.9 mill m³ over fem måneder.

2.3 Reguleringsystem

2.3.1 Magasiner

De aktive reguleringsmagasinene i hovedvassdraget er Bergsvatnet (inntak til Eidsfoss kraftverk) og Eikeren/Fiskumvannet (inntak til Vestfossen kraftverk). Hakavik kraftverk på vestsiden av Eikeren har to kommuniserende magasin, Øksenvannet og Hajern. Hajern er overført fra Numedalslågens nedbørfelt. Data for magasinene er gitt i tabell 2.2. Hydrologiske referanseserier, slik de er brukt i simuleringene, er gitt i tabell 2.3. Disse seriene representerer bare tidsvariasjonen av tilsiget. De skaleres til å stemme med tilsigstallene gitt i tabell 2.2.

Tabell 2.2 Hoveddata for reguleringsmagasinene

Navn	Areal km ²	HRV m	LRV m	Volum mill m ³	Lokaltlig mill m ³ /år	Totaltilsig mill m ³ /år
Bergsvatnet	2.9	36	30	12.4	112.9	112.9
Hajern/Øksenvannet		412.80	403.0	30.0	27.6	27.6
Eikeren/Fiskumvann	27/2	19.00	17.50 ¹	44.0 ²	80.4/86.1	307.0
Sum				86.4	307.0	

¹ Reell laveste vannstand. Nominell LRV er 17.12, men den kan ikke nås uten oppmudring i utløpet.

² Reelt nyttbart volum. Nominelt magasinivolum er 53.9

Tabell 2.3 Hydrologiske referanseserier for magasinene

Navn	Lokaltilsig mill m ³ /år	Referanseserie
Bergsvatnet	112.9	12.192.0
Hajern/Øksenvannet	27.6	12.192.0
Eikeren/Fiskumvann	80.4/86.1	12.193.0

2.3.2 Kraftverk

Hakavik

Hakavik har fire aggregater, men bare to er i bruk. Aggregat I, som har høyest virkningsgrad kjøres mesteparten av året, mens aggregat III kjøres om vinteren. Ved 2 MW effekt bruker aggregat I 385 l/s og aggregat III 645 l/s. Virkningsgrad ble målt i 1990 av Statkraft. Kraftverket har en magasineringsgrad på over 100% av årstilsiget, og står gjerne i sommermånedene.

Det eneste konsesjonsvilkåret er at Hajern (ikke Øksenvannet) holdes på 410.40 utover sommeren - til 10. september.

Kraftverket har kort levetid i sin nåværende form - rørgaten er pålagt utskiftet, noe som nok vil føre til større endringer.

Eidsfoss

Eidsfoss har to aggregat, hver med en kapasitet på 2-3 m³/s.

Det er ingen konsesjonspålegg for kraftverket, bortsett fra en selvpålagt målsetning om å holde Bergsvatnet høyt om sommeren. Det vil i praksis si at man kjører tilsiget om sommeren. Regulerings høyden (6 m) er en stor del av fallhøyden, så det vil normalt ikke være hensiktsmessig å tappe Bergsvatn langt ned.

Vestfossen

Vestfossen har ett aggregat med merkeeffekt 2.8 MW (bestpunkt 2.5 MW). Vannføringen gjennom aggregatet kan varieres fra 6.0 til 20 m³/s. Undervannet, det vil si vannoverflaten på elva der vannet kommer ut av kraftverket, er på ca 2.5 m.o.h.

Konsesjonspåleggene er:

- Minstevannføring nedstrøms 1.3 m³/s.
- Minstevannstand i Eikeren/Fiskumvannet 17.80 fra 5/5 til 30/9.
- Konstant vannstand fra 10/5 til 10/6 (av hensyn til hekkende fugl).

Det er en fordel å kjøre jevnt nær 6.0 m³/s i perioder med lavt tilsig for å unngå å måtte tappe minstevannføringen forbi kraftverket.

3. Simuleringsmetodikk

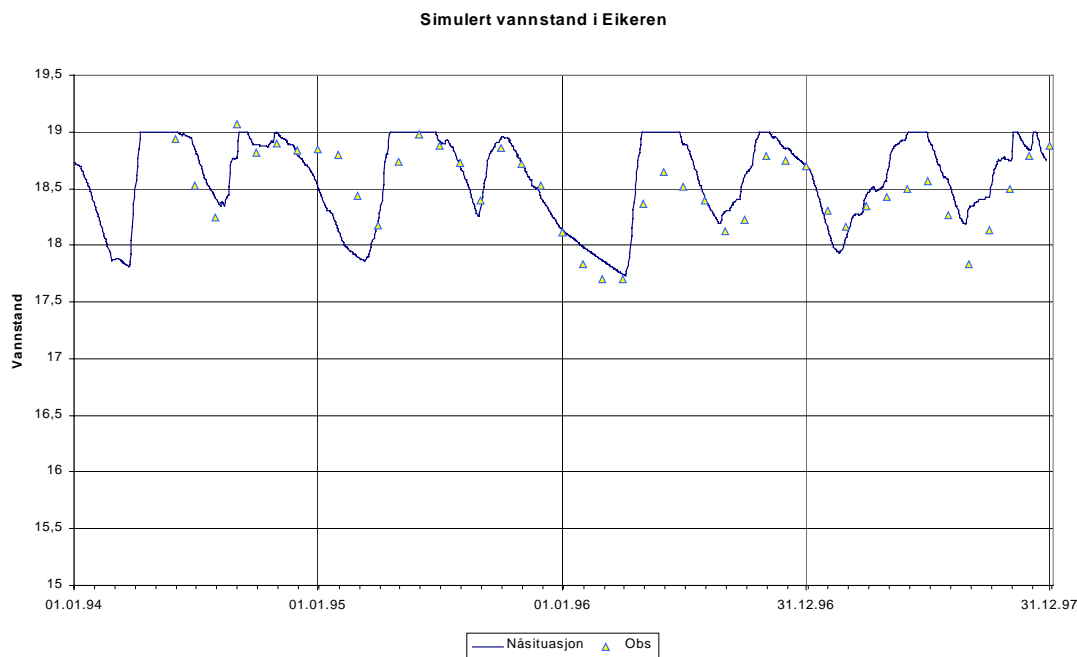
3.1 Tappemodell

Simuleringsmodellen som er benyttet er ENMAG (utviklet av professor Ånund Killingtveit, Institutt for vassbygging). Dette er en modell som navnet antyder bare håndterer et magasin. Modellen er nærmere beskrevet i Killingtveit og Sælthun (1995). Dette er ikke noe problem for dette systemet, siden de tre kraftverkene opereres uavhengig. Det er altså gjort tre simuleringer, en for Bergsvatn/-Eidsfoss, en for Øksnevvann/Hakavik, og en for Eikeren/Vestfossen. Simuleringsperioden er 1977 til 1997, altså 21 år, og tidskrittet er ett døgn.

Det er ikke lagt vekt på å optimalisere kraftverksdriften, men på å få fram simuleringer som er i rimelig overensstemmelse med dagens drift. For Hakavik er nedstengingen om sommeren gjort noe mer langvarig enn den normalt er i dag, siden dette kan være kritisk for strømmen mellom Eikeren og Fiskumvann.

De første simuleringen (publisert i NIVA-rapport 4071-99, juni 1999) ble gjort uten historiske data fra Vestfossen kraftverk. Øvre Eiker Energiverk har velvilligst stilt kjøreloggen for kraftverket for perioden 1994-99. Disse dataene har gitt mulighet for å justere modellens kjørestrategi for kraftverket til en mer realistisk representasjon av dagens kjørestrategi. Modellens strategi er en sesongvariabel fastkraftproduksjon med siktemagasinkurver (maksimum- og minimumsnivå varierende gjennom året).

Simuleringene av vannstand i Eikeren/Fiskumvannet, etter denne kjørestrategien, er vist i fig. 3.1. Kjøreloggen fra femårsperioden 1994 -1999 viser 18 stopp på et døgn eller mer. Det er i tillegg en rekke kortere stopp, vanligvis i forbindelse med grindrens. Disse varer typisk en til tre timer.



Figur 3.1 Simulering av vannstand (m.o.h.) i Eikeren ved hjelp av ENMAG-modellen, sammenliknet observasjoner.

Det ser ut som de stort sett bare er registrert i loggen i noen perioder. De lange stoppene (ett døgn eller mer, er tilsammen på 275 døgn, i gjennomsnitt 55 døgn pr år. De er stort sett knyttet til vannmangel - enten at magasinet går for lavt eller at man har problemer med å overholde sommerrestriksjonene på vannstanden. Noen stopp skyldes revisjon (reparasjoner eller vedlikehold) i kraftstasjonen. Periodene med stopp pga vannmangel opptrer helst på slutten av vinteren (mars-april) eller om sommeren. Simuleringer fra den overlappende perioden 1/6 1994 til 31/12 1997 gir stopperioder som tilsvarer 193 fulle døgn med 1.3 m³/s dersom man forutsetter at kraftverket må stoppes ved 6 m³/s. Loggen viser 248 døgn med stopp i samme periode. Av disse skyldes imidlertid ca 60 døgn stopp revisjoner, så det er godt samsvar mellom simuleringer og observasjoner. For hele perioden (21 år) gir simuleringene totalt 958 full døgn stopp, tilsvarende 45 døgn per år. Ved 1200 l/s kontinuerlig uttak øker stopplengden til omtrent det doble, 97 døgn pr år.

Tabell 3.1 Stopp i Vestfossen, periode juni 1994 - juni 1999

Start	Slutt	Dager	Startvst	Sluttvst	Kommentar
1994					
25/7	19/9	58	ca 18.25	19.13	Første del av perioden pga av vannmangel, fra 17/8 pga revisjon. Flomtapping fra 1/9
14/11	14/11	1	18.88	18.88	Stopp, problemer i stasjon
15/11	15/11	<1	18.89	18.89	Kort stopp
17/11	17/11	<1	18.87	18.87	Kort stopp?
28/11	28/11	<1	18.85	18.85	Kort stopp, grindrens
2/12	2/12	<1	18.84	18.84	Kort stopp?
23/12	23/12	<1	18.88	18.88	Grindrens
1995					
24/1	24/1	<1	18.83	18.83	Kort stopp
26/1	26/1	<1	18.85	18.85	Kort stopp
28/3	28/3	1	18.17	18.17	Reparasjon
11/8	11/8	1	18.58	18.58	Ukjent årsak
3/9	3/9	1(2)	18.40	18.40	Problemer i stasjonen
1996					
29/1	29/1	<1	17.87	17.87	Grindrens
13/2	27/2	11	17.74	17.73	Effektkjøring - står om natta (vannmangel)
4/3	5/3	2	17.72	17.74	Start-stopp-kjøring eller full stopp (vannmangel)
11/3	11/3	1	17.71	17.71	Vannmangel
25/3	11/4	17	17.67	17.77	Vannmangel
24/4	6/5	12	18.02	18.64	Vannmangel
18/6	1/7	12	18.56	ca 18.50	
15/7	6/8	21	18.48	18.37	
6/9	16/10	40	18.07	18.41	Revisjon
1997					
3/9	12/11	69	17.86	19.01	Vannmangel
1998					
16/7	16/7	1	18.68	18.68	
21/8	16/9	25	18.32	18.61	Vannmangel
2/10	2/10	1	18.80	18.80	
1999					
19/5	19/5	1	18.68	18.68	
Total		275			

3.2 Simuleringsforutsetninger for Eidsfoss kraftverk

3.2.1 Hydrologi

Tilsig: 112.9 mill m³/år (179 km², 20 l/s km²). Referansevanmerke 12.192.0 Sundbyfoss.
Simuleringsperiode 1977-1997, døgnverdier.

3.2.2 Magasin

Bergsvatn

HRV: 36 m, LRV: 30 m

Magasinkurve:

36 m: 12.4 mill m³

34 m: 6.6 mill m³

30 m: 0.0 mill m³

3.2.3 Kraftverk

Slukeevne: 5.5 m³/s

Undervann: 19 m

3.2.4 Restriksjoner

Minstevannstand 1.5 til 30.8: 35.5 m

(Dette er ikke konsesjonspålagt, men høyt magasin om sommeren er blitt praktisert de siste årene.)

3.2.5 Simuleringsstrategi

Siktemagasinkurve (dersom fastkrafttapping gir avvik fra siktemagasinkurven, justeres dette gradvis inn).

Siktemagasin:

1. januar: 33 m

1. april: 30 m

1. mai: 35.85 m

1. september: 35.85 m

1. oktober: 34.15 m

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Fastkraftforpliktelse: 0.5 GWH/år

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 1.

3.3 Simuleringsforutsetninger for Hakavik kraftverk

3.3.1 Hydrologi

Tilsig: 27.6 mill m³/år (43.7 km², 20 l/s km²). Referansevanmerke 12.192.0 Sundbyfoss.
Simuleringsperiode 1977-1997, døgnverdier.

3.3.2 Magasin

Hajern/Øksenvannet

HRV: 412.80 m, LRV: 403 m

Magasinkurve:

412.80 m: 30 mill m³

408.80 m: 20 mill m³

403.00 m: 0.0 mill m³

3.3.3 Kraftverk

Slukeevne: 1.5 m³/s
Undervann: 19 m

3.3.4 Restriksjoner

Minstevannstand 1.5 til 30.8: 410.80 m

3.3.5 Simuleringsstrategi

Ubetinget fastkraftdekning
Fastkraftforpliktelse: 20 GWH/år
Fastkraftfordeling: Se tabeller i vedlegg 2.

3.4 Simuleringsforutsetninger for Vestfossen kraftverk

3.4.1 Hydrologi

Lokaltilsig: 80.4 mill m³/år til Eikeren (127.4 km², 20 l/s km²). 86.1 mill m³ til Fiskumvannet (156 km², 17.5 l/s km²)
Referansevanmerke 12.193.0 Fiskum.
Simuleringsperiode 1977-1997, døgnverdier.

3.4.2 Magasin

Eikeren/Fiskumvannet
HRV: 19 m, LRV: 17.5 m
(Dette avspeiler dagens situasjon. Konesjonsgitt LRV er 17.12, men dette kan ikke nås uten oppmudring i utløpet av Fiskumvannet)
Magasinkurve:
19 m: 44 mill m³
17.5 m: 0.0 mill m³
(I tillegg ligger det ca 10 mill m³ uutnyttet under 17.5)

3.4.3 Kraftverk

Slukeevne: 20 m³/s. Laveste driftvassføring er i disse beregningene satt til 6,0 m³/s.
Undervann: 2.5 m

3.4.4 Restriksjoner

Minstevannføring hele året: 1.3 m³/s.
Vannstandsrestriksjonene er søkt håndtert gjennom simuleringsstrategien. Disse restriksjonene er:

- Minstevannstand i Eikeren/Fiskumvannet 17.80 fra 5/5 til 30/9.
- Konstant vannstand fra 10/5 til 10/7 (av hensyn til hekkende fugl). I tidligere simuleringer er 10/6 feilaktig blitt brukt som sluttdato for denne restriksjonen.

3.5 Vannføring i strømmen mellom Eikeren og Fiskumvannet

I strømmen mellom Eikeren og Fiskumvannet kan vannet gå begge veier. Normalt strømmer vannet nordover fra Eikeren til Fiskumvannet, men den kan også gå inn i Eikeren. Dette skjer først og fremst under flommer - siden Fiskumvannet har langt mindre areal enn Eikeren (2 mot 27 km²). Dersom det

er liten tapping i Vestfossen, kan da Fiskumvannet stige raskere enn Eikeren. Forhold som fører til større muligheter for tilbakestrømming er:

1. Liten tapping i Vestfossen
2. Raske flommer - da reagerer lokalfeltet til Fiskumvannet raskere enn Eikeren-feltet.
3. Nedtappet Bergsvann - da stoppes tilsiget fra den sørlige delen av vassdraget.
4. Stort vannuttak i Eikeren.

Når Eikeren/Fiskumvannet ligger på HRV, justeres tappingen i Vestfossen i prinsippet etter tilsiget, og det vil normalt ikke være tilbakestrømming.

Driften i Hakavik kraftverk har liten betydning for tilbakestrømming, ettersom det har liten driftsvannføring, og det sjelden er flomoverløp fra Øksenvannet.

I tappemodellen behandles Eikeren/Fiskumvannet som et magasin, og vannføringen i strømmen beregnes ikke. Dette gjøres i en separat regnearkoperasjon på grunnlag av følgende vannbalansebetraktning:

- Beregnet vannføring til Eikeren (overløp Bergsvann og Øksenvannet pluss driftsvann i Eidsfoss kraftverk og Hakavik kraftverk pluss lokaltilsig) minus vannuttak fra Eikeren, korrigert for magasinendring i Eikeren/Fiskumvannet, gir vannføring mellom vannene.

Algoritmisk:

$$q_{strøm} = q_{inn} - q_{tapp} - \Delta h \cdot 27 / 0.0864$$

hvor

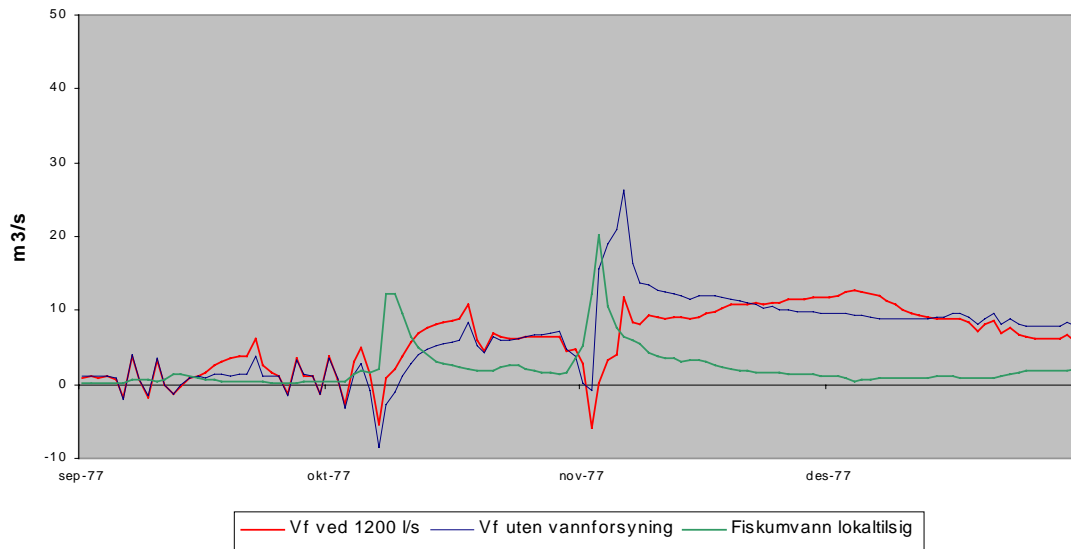
$q_{strøm}$	vassføring i Strømmen (m ³ /s)
q_{inn}	vasstilførsel til Eikeren (m ³ /s)
Δh	vannstandsending i Eikeren (m)

Negative verdier for $q_{strøm}$ indikerer tilbakestrømming til Eikeren.

Vassføringen i Strømmen kan også beregnes med vannbalanse i Fiskumvannet. Resultatet som er gitt i oppsummering og tabeller er middel av de to beregningsmetodene.

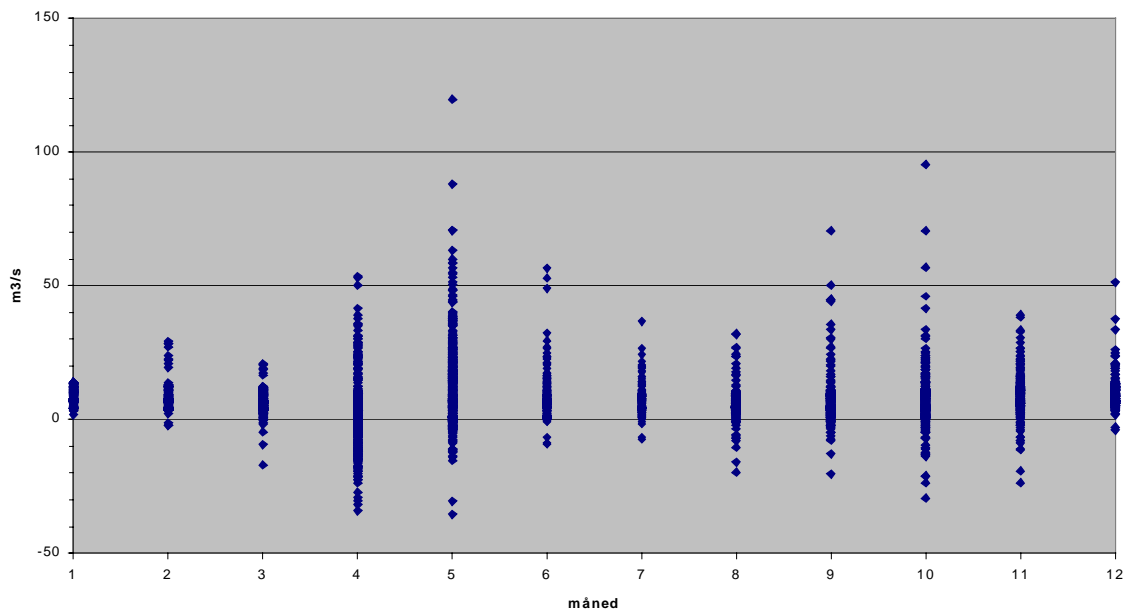
Beregningsmetoden medfører at ubalanse mellom Eikeren og Fiskumvannet utjevnes i løpet av tidsskrittet, dvs 1 døgn. Eventuelt vinddrevne strømmer eller motstrøm i dypet tas ikke i betraktning. Et eksempel på en tilbakestrømmingsepisode for "nåsituasjonen" er vist i fig. 3.2, sesongfordelingen i fig. 3.3. Figuren viser vannføringen for hver dag, samlet månedsvis. Negative verdier indikerer tilbakestrøm. Vi ser at april har mange tilbakestrømsituasjoner.

Vannføring i Strømmen



Figur 3.2 Vannføring i Strømmen mellom Eikeren og Fiskumvatn høsten 1977, med tilsig til Fiskumvannet.

Strømmen, månedsvis

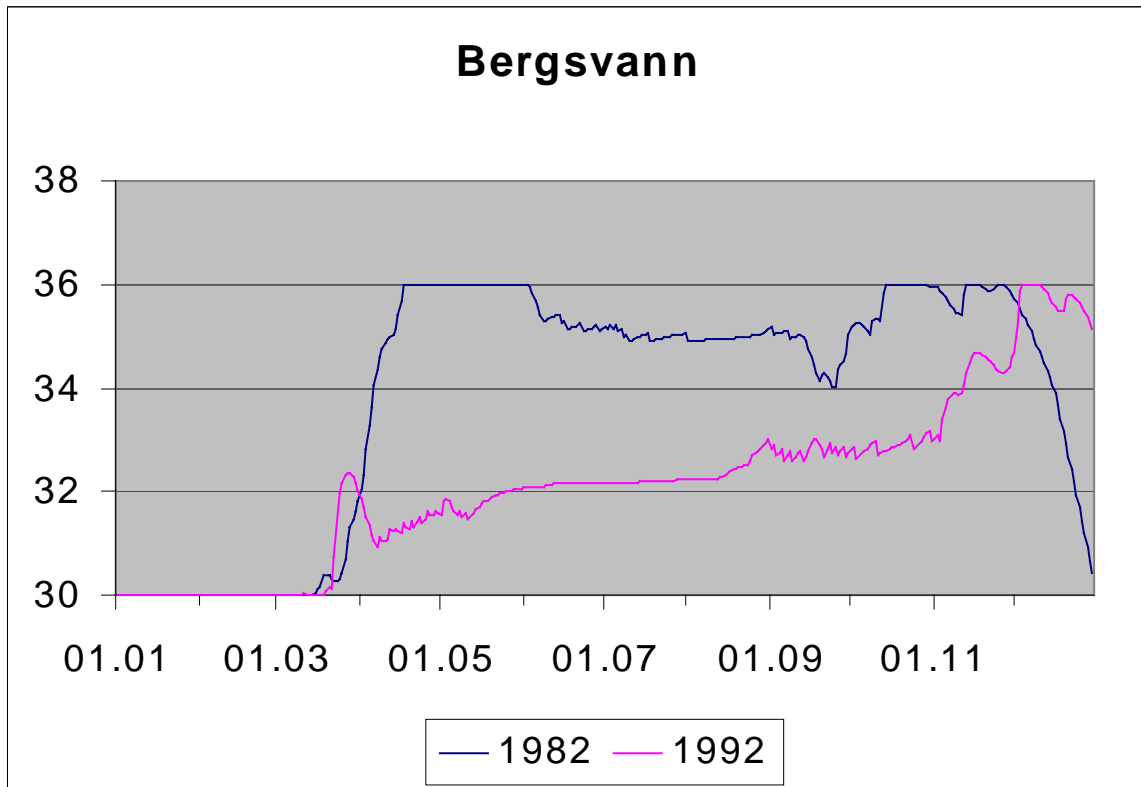


Figur 3.3 Vassføring i Strømmen gjennom året

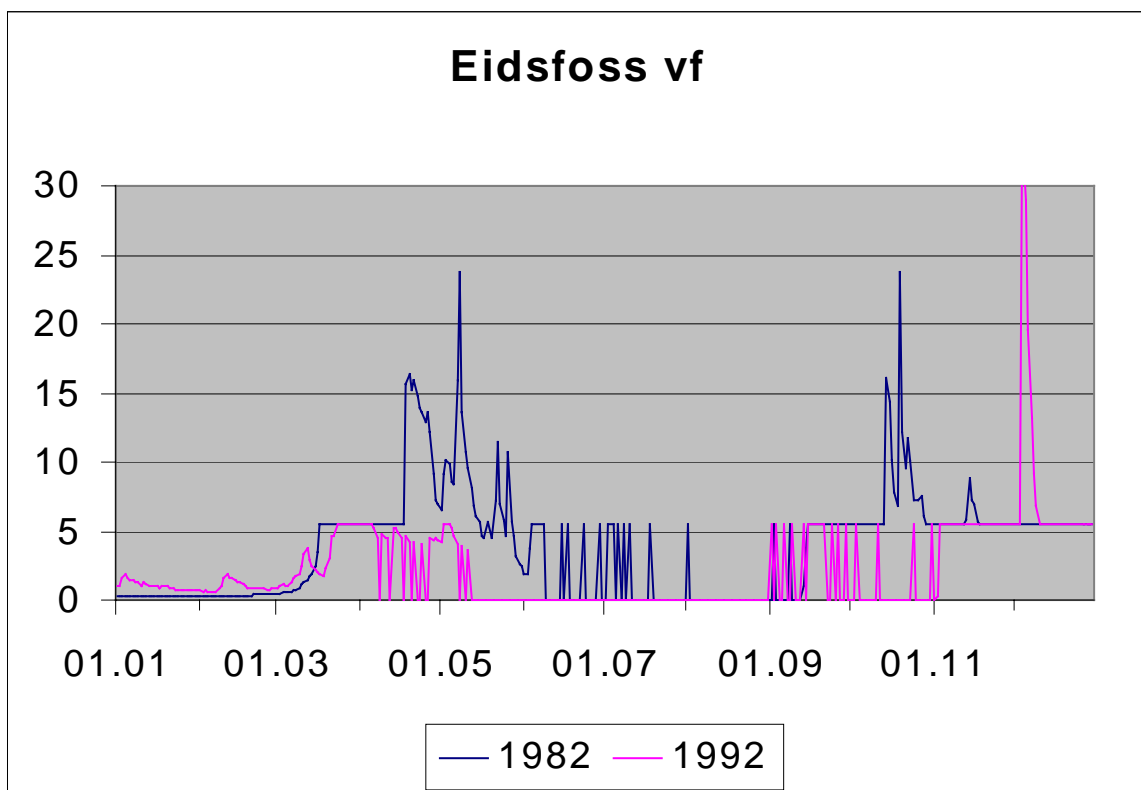
4. Simulering av Eidsfoss og Hakavik kraftverk

For Eidsfoss og Hakavik er de samme simuleringene benyttet for alle alternativene. Simulert vannstand for Bergsvann for årene 1982 ("normalår") og 1992 (tørrår) er vist i fig. 4.1. Vassføring (driftsvann Eidsfoss +overløp Bergsvann) er gjengitt i fig. 4.2.

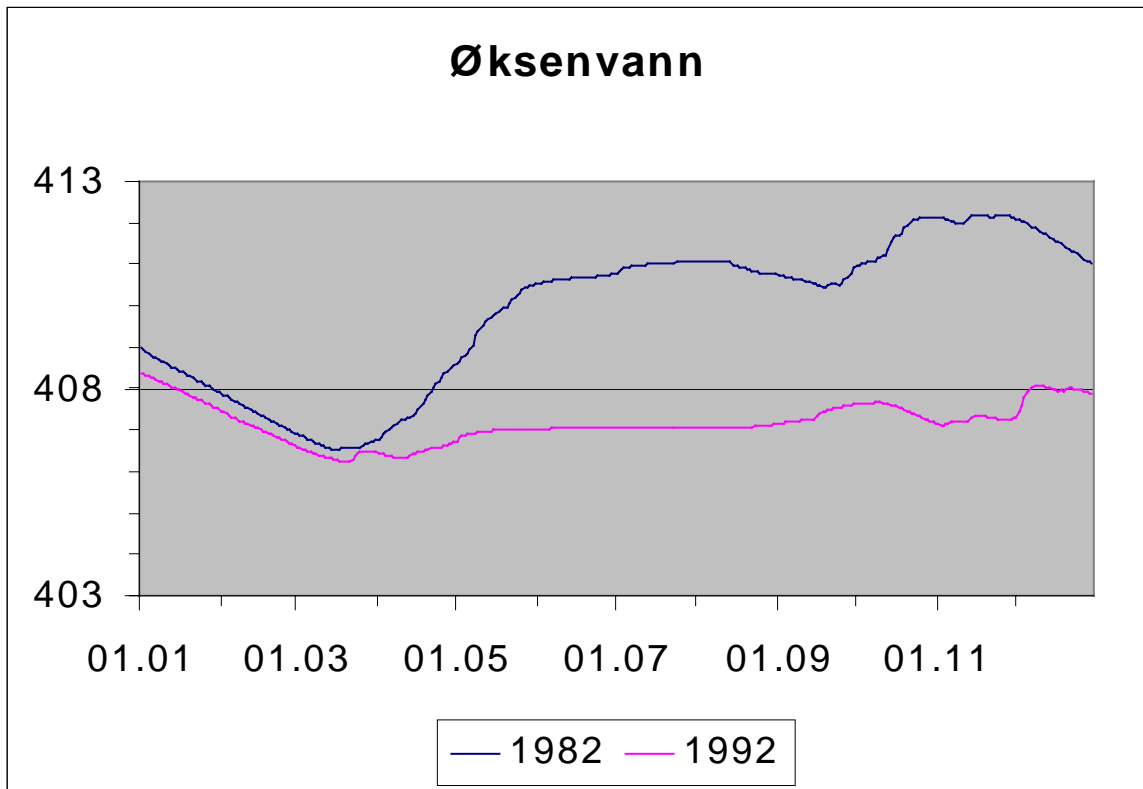
Simulert vannstand for Øksenvann for årene 1982 og 1992 er vist i fig. 4.3. Vassføring er gjengitt i fig. 4.4.



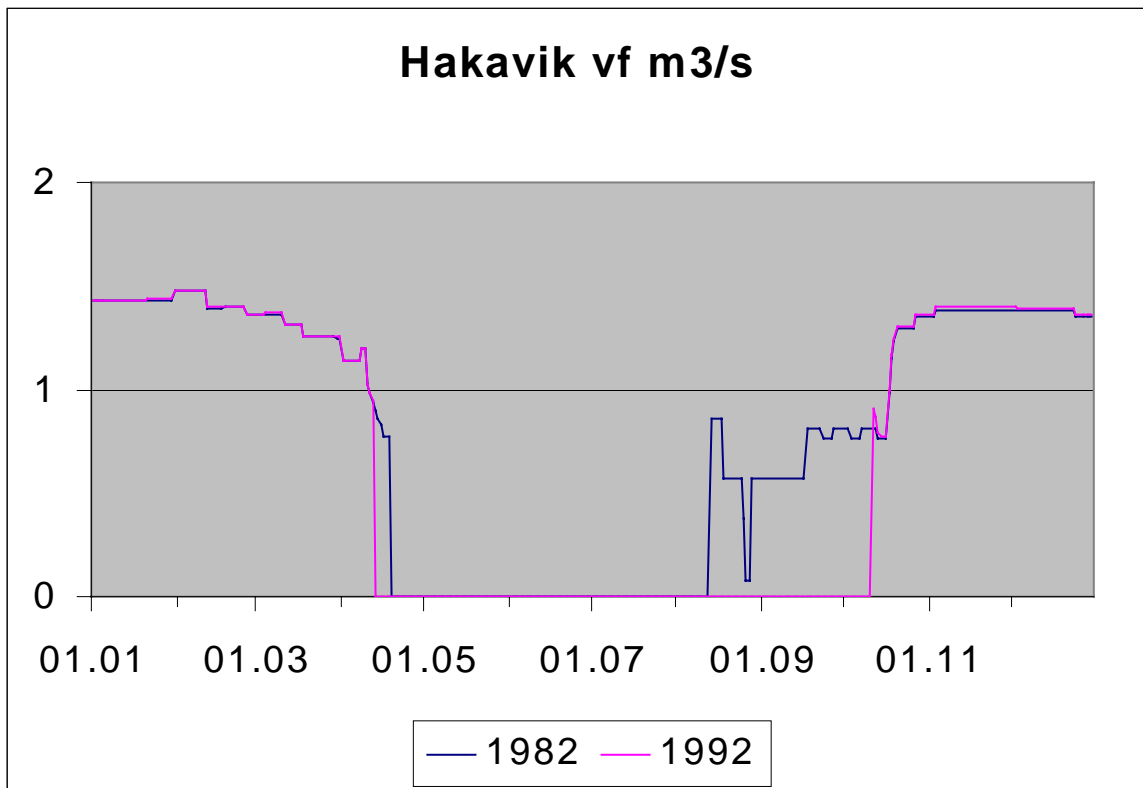
Figur 4.1 Eidsfoss krafverk. Vannstand (m.o.h.) i Bergsvann, tørrår (1992) og normalår (1982).



Figur 4.2 Eidsfoss kraftverk. Driftsvassføring pluss overløp (m^3/s), tørrår (1992) og normalår (1982).



Figur 4.3 Hakavik kraftverk. Vannstand (m.o.h.) i Øksenvann, tørrår (1992) og normalår (1982).



Figur 4.4 Hakavik kraftverk. Vassføring (m³/s), tørrår (1992) og normalår (1982).

5. Simulering av Vestfossen kraftverk, hovedalternativer

5.1 Simulering 1 - dagens situasjon

5.1.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.25	18.66
10. april	17.80	18.66
30. april	18.58	18.66
10. juli	18.70	18.85
1. september	18.25	18.66
25. oktober	18.85	18.93

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

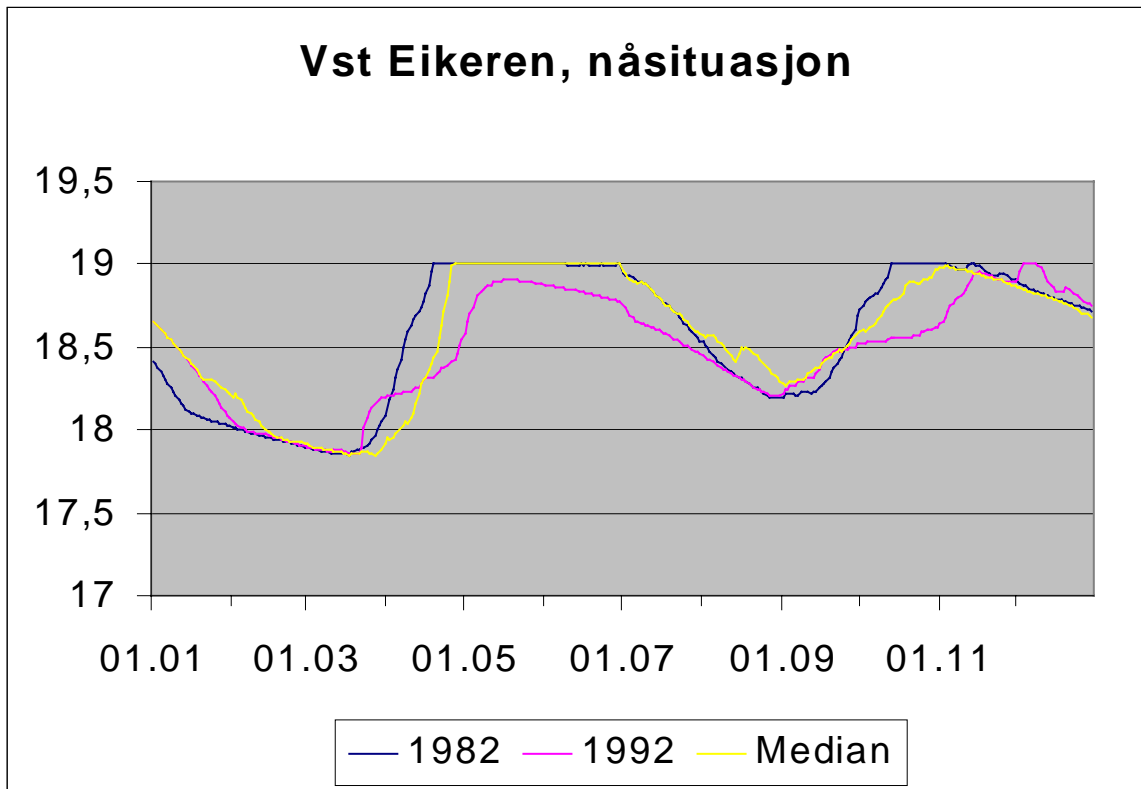
5.1.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) samt medianvannstandens variasjon gjennom året er vist i fig.5.1, vannføringene i Vestfosselva i fig.5.2.

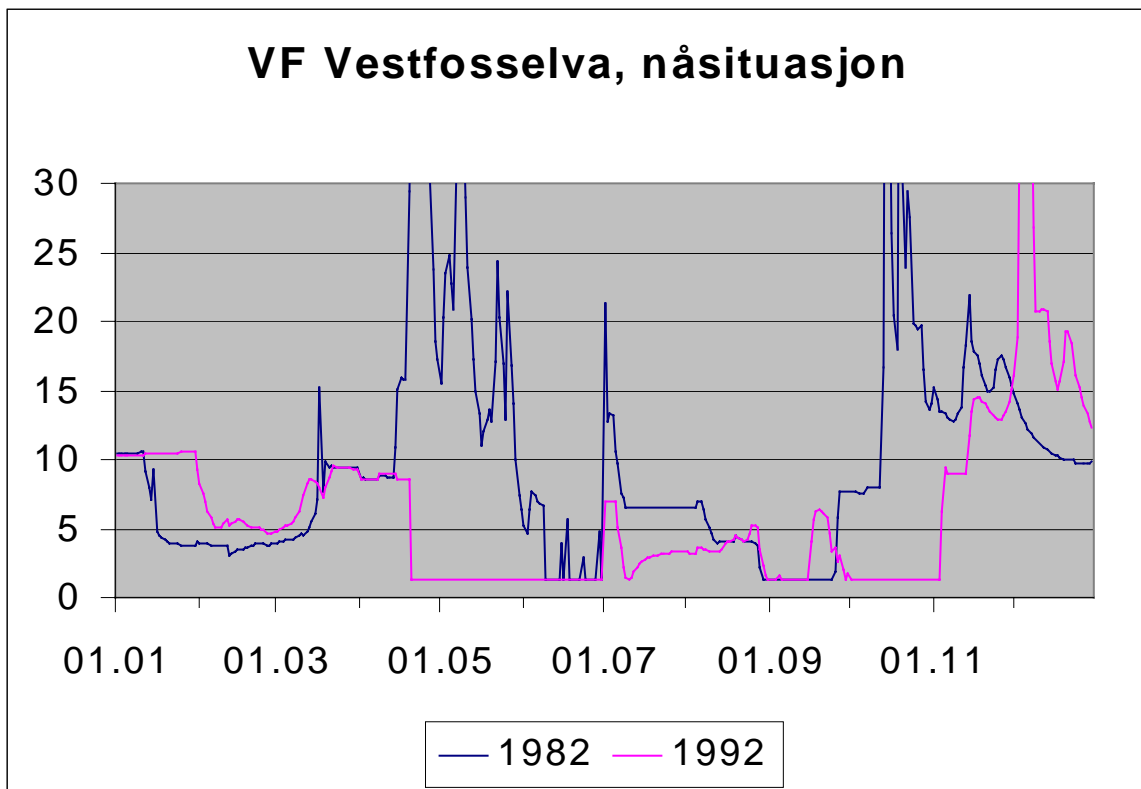
- Medianvannstand året: 18.69
- Medianvannstand mai-september: 18.85
- Medianvannstand oktober-april: 18.56
- Middelproduksjon i Vestfossen kraftverk: 7.1 GWh/år.
- Midlere flomspill: 36.5 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 19 dager/år
- Total volum tilbakestrømt vann: 10 mill m³/år
- Midlere antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 48 pr år
- Antall dager med minstevannføring i normalår (1982): 45
- Antall dager med minstevannføring i tørrår (1992): 123

5.1.3 Kommentarer

Det skal bemerkes at de foreliggende beregningene er gjort uten stor presisjon i virkningsgradskurver mm. Årsproduksjonsdataene må derfor tas med en klype salt. Forholdet mellom produksjonstallene for de forskjellige alternativene bør imidlertid være nokså representative.



Figur 5.1 Alternativ 1. Nåsituasjon, vannstand (m.o.h.) i Eikeren, normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand



Figur 5.2 Alternativ 1. Nåsituasjon, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992)

5.2 Simulering 2 - uttak som nå (32 l/s), full utnyttelse av magasinet

5.2.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.25	18.66
10. april	17.65	18.66
30. april	18.58	18.66
10. juli	18.70	18.85
1. september	17.80	18.66
25. oktober	18.40	18.70

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

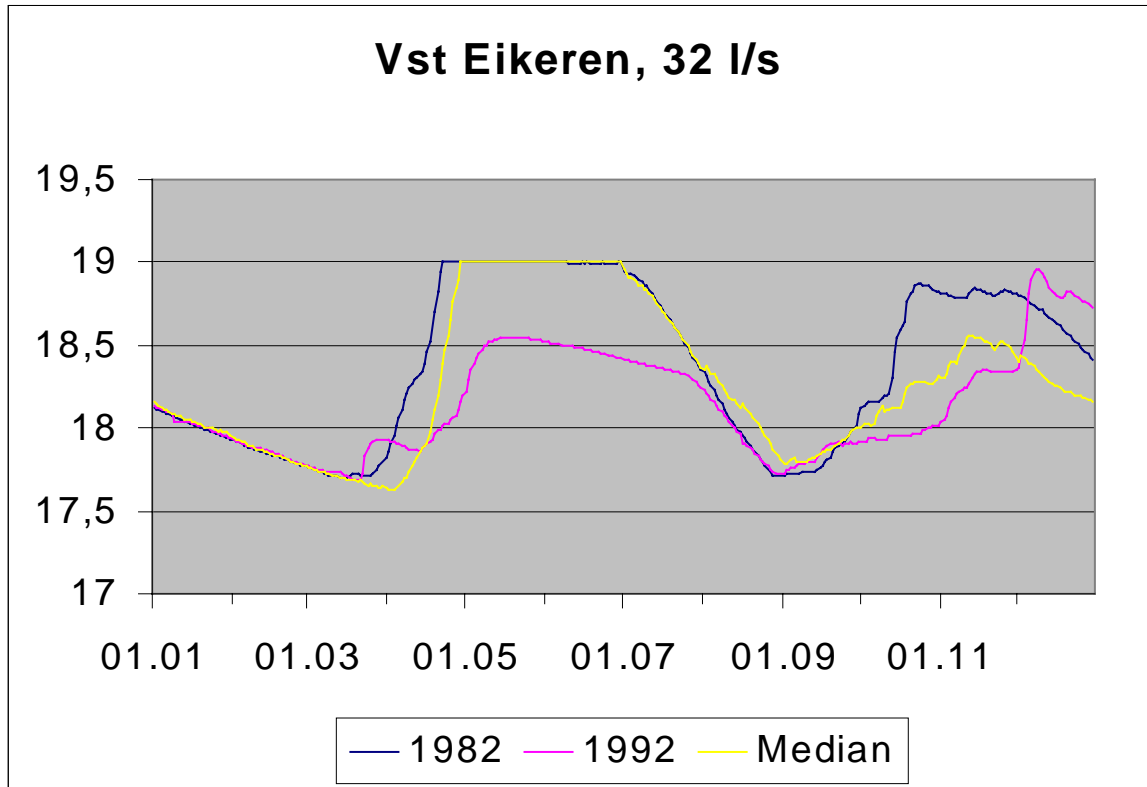
5.2.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) samt medianvannstand gjennom året er vist i fig.5.3, vannføringene i Vestfosselva i fig.5.4.

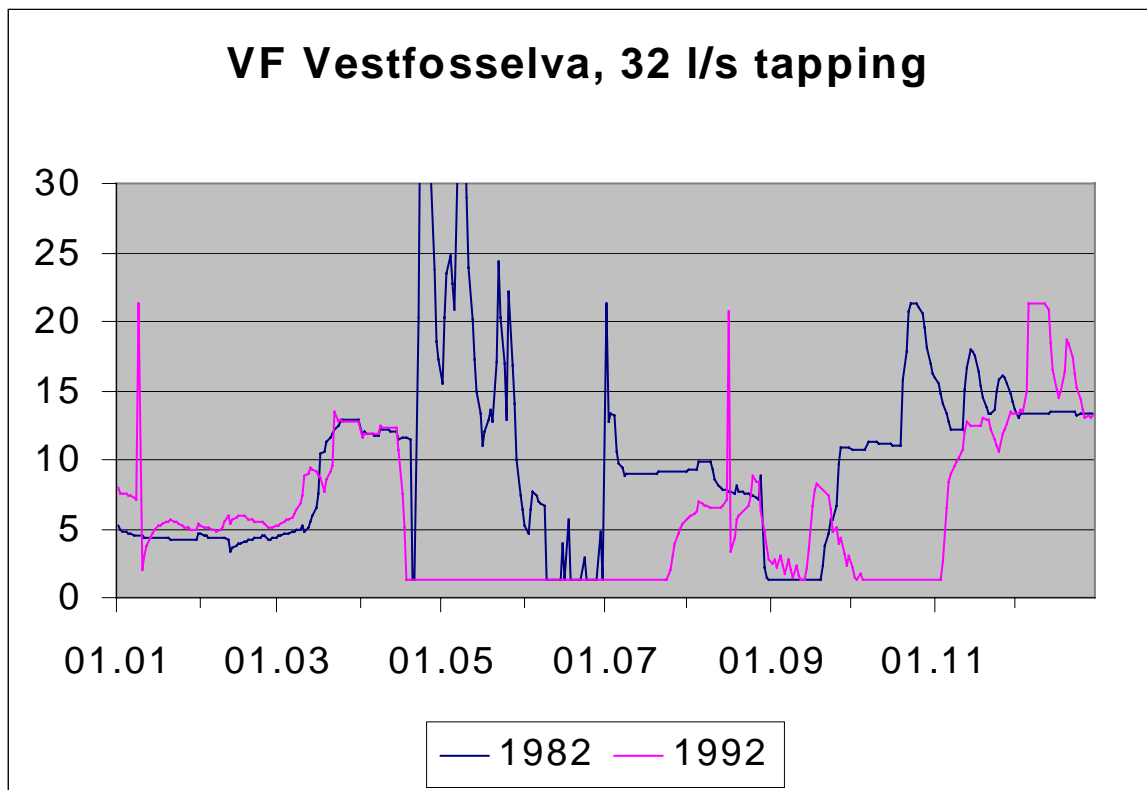
- Medianvannstand året: 18.27
- Medianvannstand mai-september: 18.72
- Medianvannstand oktober-april: 18.12
- Middelproduksjon i Vestfossen kraftverk: 7.7 GWh/år.
- Midlere flomspill: 31 hm³/år.
- Midlere antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 47 pr år
- Antall dager med minstevannføring i "normalår (1982)": 40
- Antall dager med minstevannføring i "tørrår (1992)": 103
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

5.2.3 Kommentarer

Det bør ikke legges mye vekt på forskjellen i antall dager med minstevannføring mellom de to "nåsituasjon"-alternativene.



Figur 5.3 Alternativ 2. Konstant uttak 32 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand gjennom året.



Figur 5.4 Alternativ 2. Konstant uttak, 32 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).

5.3 Simulering 3 - uttak på 232 l/s, tappestrategi som simulering 1

5.3.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.25	18.66
10. april	17.80	18.66
30. april	18.58	18.66
10. juli	18.70	18.85
1. september	18.25	18.66
25. oktober	18.85	18.93

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 6.3 mill m³ (0.200 m³/s) til Vestfold interkommunale vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

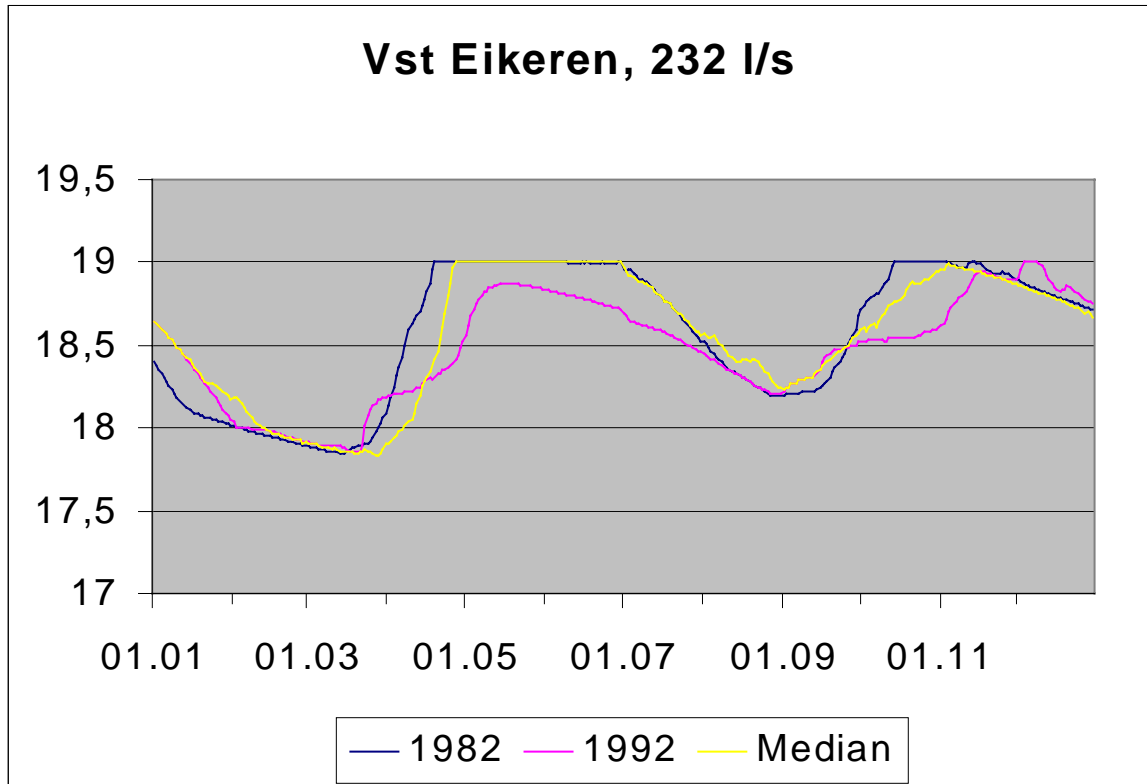
5.3.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringsperioden) samt medianvannstand gjennom året er vist i fig.5.5, vannføringene i Vestfosselva i fig.5.6. Figur 5.7 viser vannstandsvariasjonene i perioden 1994 til 1997, og figur 5.8 vassføringsvariasjonene i samme periode. Figur 5.9 viser varighetskurven for vassføringene, sammen med "nåsituasjonen".

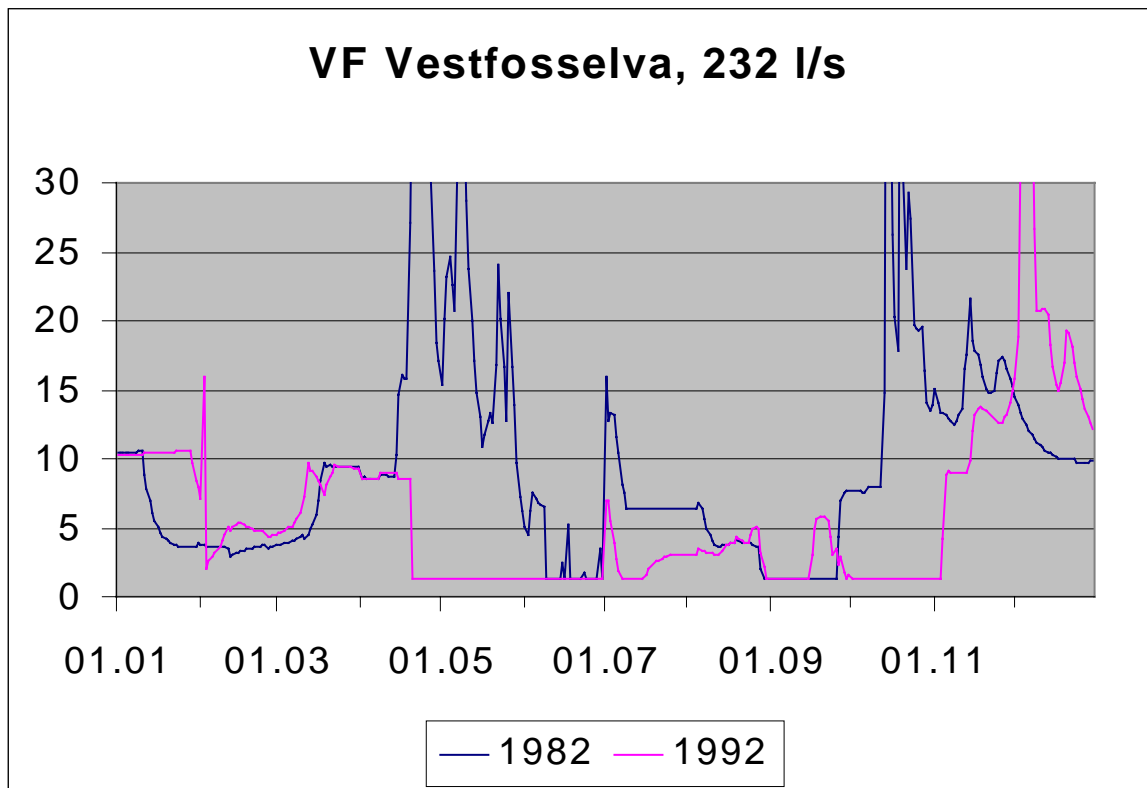
- Medianvannstand året: 18.67
- Medianvannstand mai-september: 18.83
- Medianvannstand oktober-april: 18.54
- Middelproduksjon i Vestfossen kraftverk: 6.9 GWh/år.
- Midlere flomspill: 29.4 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 20 dager/år
- Total volum tilbakestrømt vann: 10 mill m³/år
- Midlere antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 52 pr år
- Antall dager med minstevannføring i "normalår (1982)": 46
- Antall dager med minstevannføring i "tørrår (1992)": 123
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

5.3.3 Kommentarer

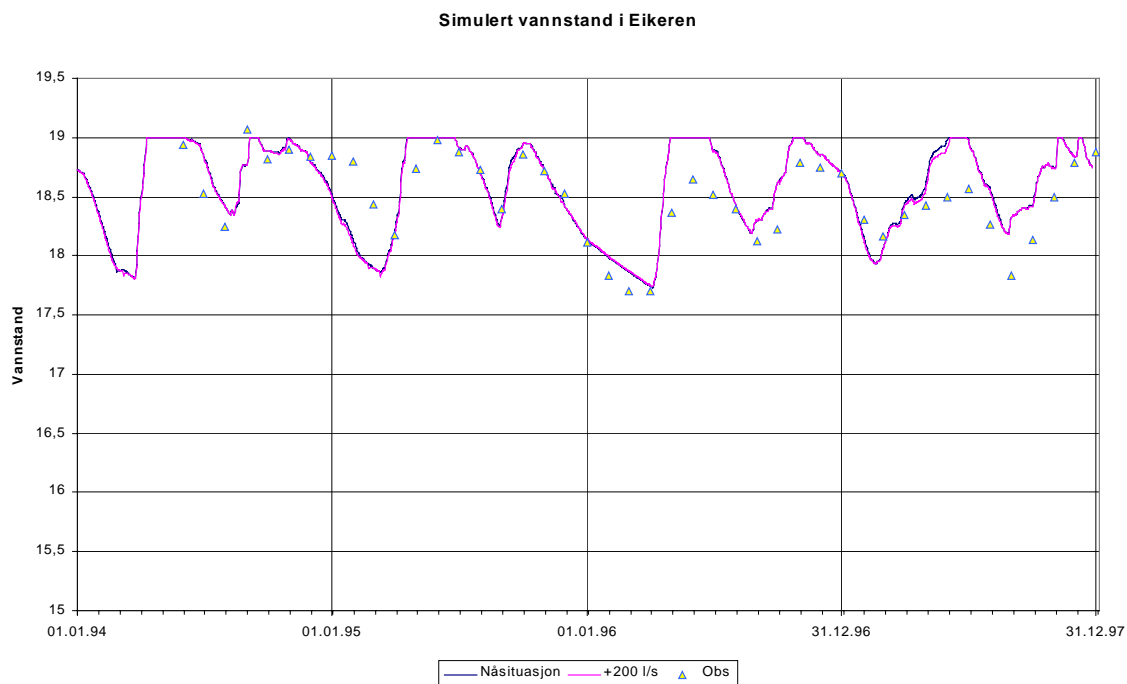
Dette alternativet gir så små endringer fra dagens situasjon at de neppe ville registreres i praksis.



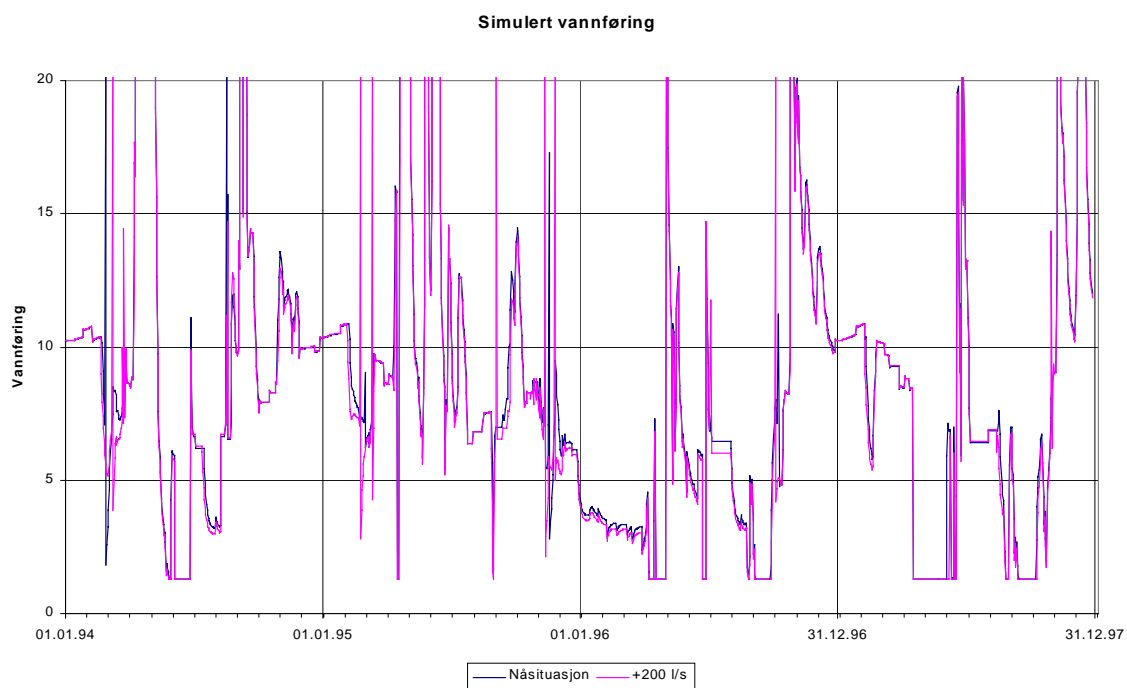
Figur 5.5 Alternativ 3. Konstant uttak 232 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand gjennom året.



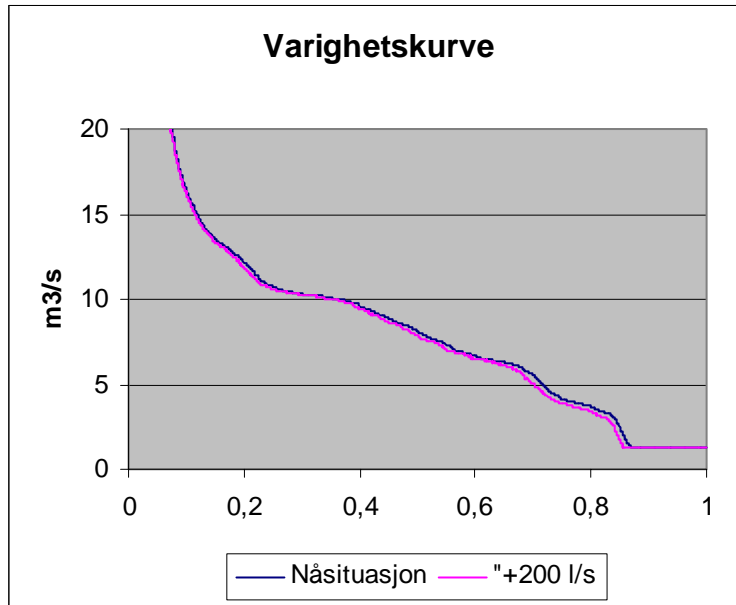
Figur 5.6 Alternativ 3. Konstant uttak, 232 l/s, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 5.7 Alternativ 3. Konstant uttak 232 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren for perioden 1994-1997, sammenlignet med simulert og observert nåsituasjon.



Figur 5.8 Alternativ 3. Konstant uttak, 232 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva sammenlignet med "nåsituasjon".



Figur 5.9 Alternativ 3. Konstant uttak, 232 l/s, varighetskurve for vassføring i Vestfosselva sammenlignet med "nåsituasjon".

5.4 Simulering 4 - uttak på 232 l/s, full utnyttelse av magasinet

5.4.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.00	18.65
10. april	17.80	17.95
30. april	18.50	18.25
10. juli	18.50	18.85
1. september	18.00	18.40
25. oktober	17.80	18.60

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 6.3 mill m³ (0.200 m³/s) til Vestfold interkommunale vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

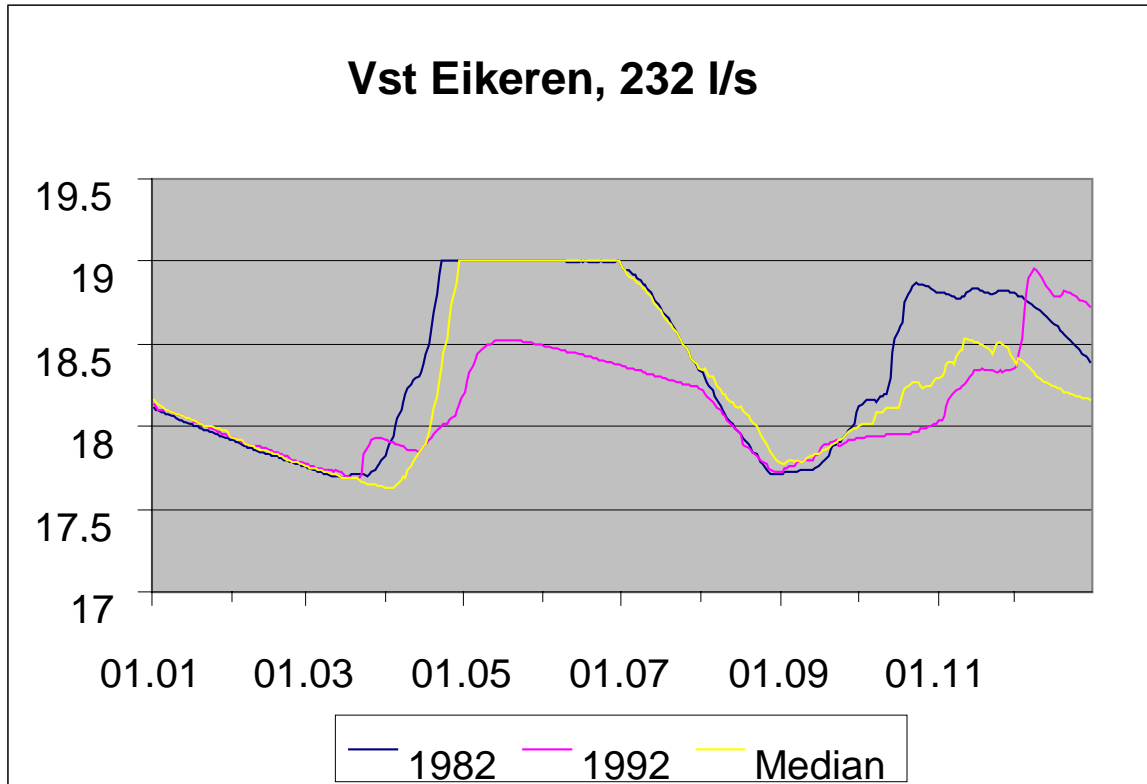
5.4.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringsperioden) samt medianvannstand gjennom året er vist i figur 5.10, vannføringene i Vestfosselva i figur 5.11.

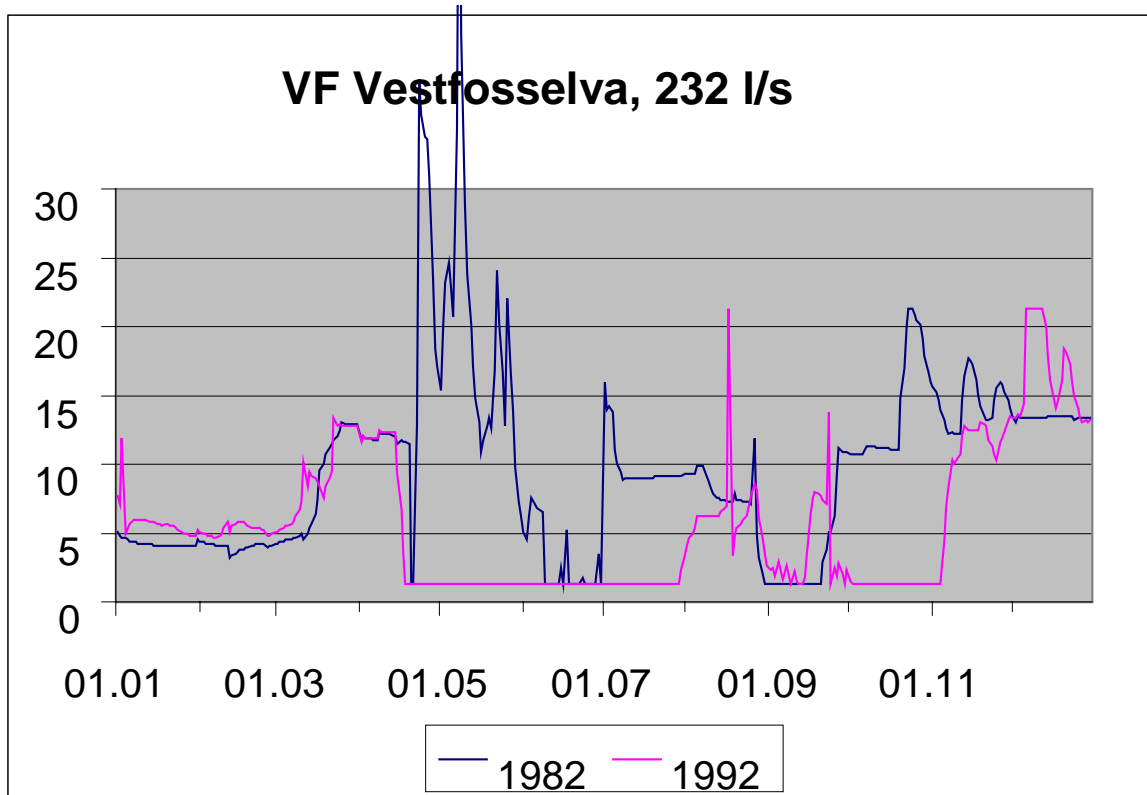
- Medianvannstand året: 18.26
- Medianvannstand mai-september: 18.71
- Medianvannstand oktober-april: 18.11
- Middelproduksjon i Vestfossen kraftverk: 7.4 GWh/år.
- Midlere antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 52 pr år
- Antall dager med minstevannføring i "normalår (1982)": 42
- Antall dager med minstevannføring i "tørrår (1992)": 104
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

5.4.3 Kommentarer

Full utnyttelse av magasinet gir 0.5 GWh økning av kraftproduksjonen.



Figur 5.10 Alternativ 4. Konstant uttak 232 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand gjennom året.



Figur 5.11 Alternativ 4. Konstant uttak, 232 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992)

5.5 Simulering 5 - uttak på 1232 l/s, full utnyttelse av magasinet

5.5.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.25	18.66
10. april	17.80	18.66
30. april	18.58	18.66
10. juli	18.70	18.85
1. september	18.25	18.66
25. oktober	18.85	18.93

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 37.8 mill m³ (1.2 m³/s) til Vestfold interkommunale vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

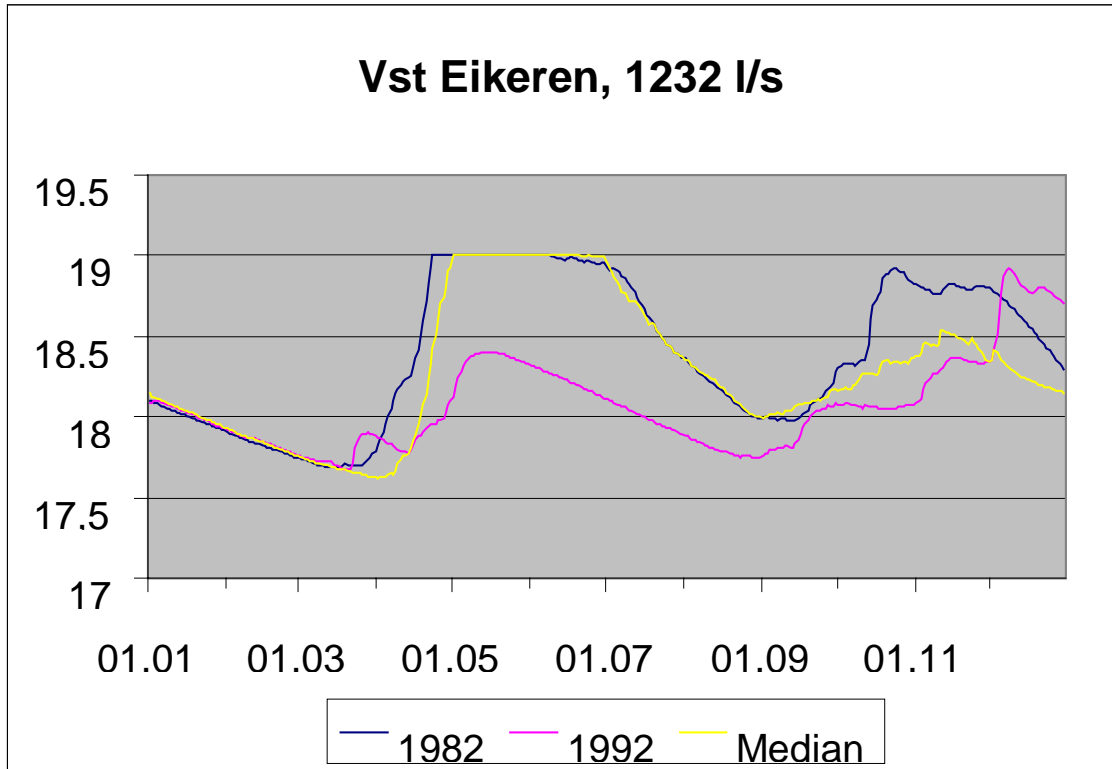
5.5.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) samt medianvannstand gjennom året er vist i figur 5.12, vannføringene i Vestfosselva i figur 5.13. Figur 5.14 viser vannstandsvariasjonene i perioden 1994 til 1997, og figur 5.15 vassføringsvariasjonene i samme periode. Figur 5.16 viser varighetskurven for vassføringene, sammen med "nåsituasjonen".

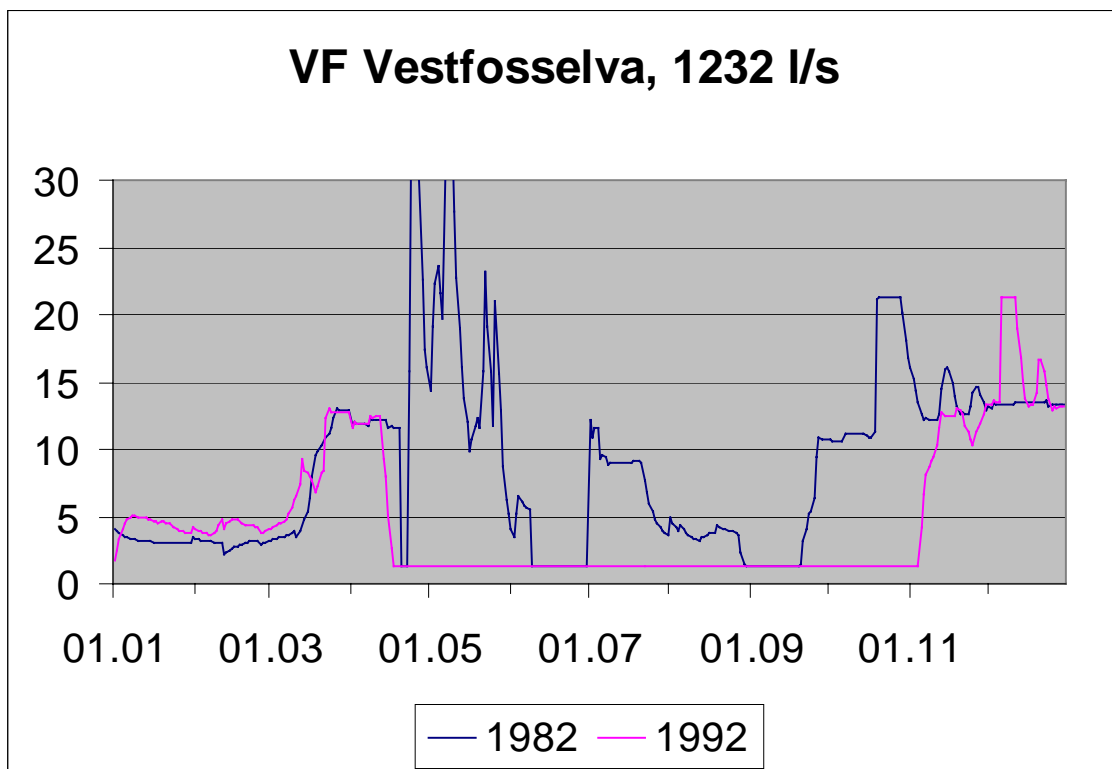
- Medianvannstand året: 18.25
- Medianvannstand mai-september: 18.62
- Medianvannstand oktober-april: 18.13
- Middelfordproduksjon i Vestfossen kraftverk: 6.4 GWh/år.
- Midlere flomspill: 29.4 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 25 dager/år
- Total volum tilbakestrømt vann: 14 mill m³/år
- Midlere antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 63 pr år
- Antall dager med minstevannføring i "normalår (1982)": 46
- Antall dager med minstevannføring i "tørrår (1992)": 202
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

5.5.3 Kommentarer

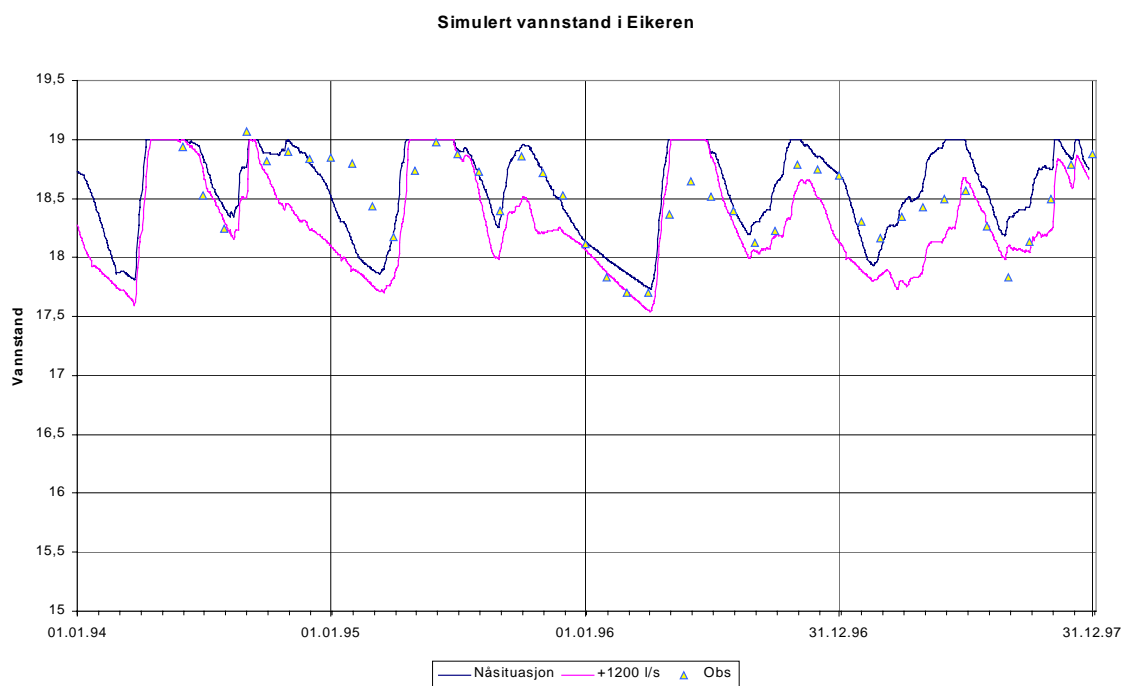
De tørreste årene får man problemer med å holde Eikeren/Fiskumvannet jevnt gjennom hekkesesongen – leveringsforpliktelsene er større enn lokaltilsiget. Til en viss grad vil det være mulig å kompensere ved økt kjøring gjennom de overforliggende kraftverkene. Det er først og fremst aktuelt for Hakavik, som normalt står i slike situasjoner. Å kjøre Hakavik for full kapasitet gir dårlig økonomi pga den lave virkningsgraden i det eldste aggregatet. Det er derfor mest aktuelt å kjøre 385 l/s. Dette tilsvarer imidlertid bare 1 mm vannstandsending i Eikeren/Fiskumvann per døgn. Kjører man begge aggregatene kan man komme opp i 3 mm vannstandsending per døgn.



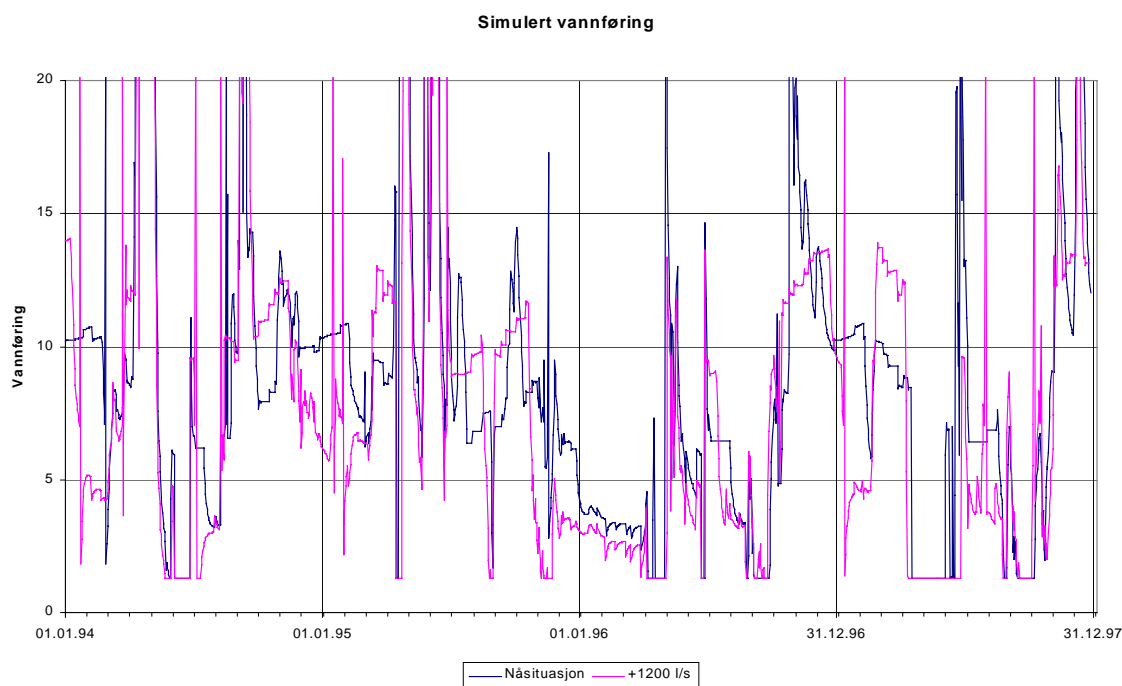
Figur 5.12 Alternativ 5. Konstant uttak 1232 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand gjennom året.



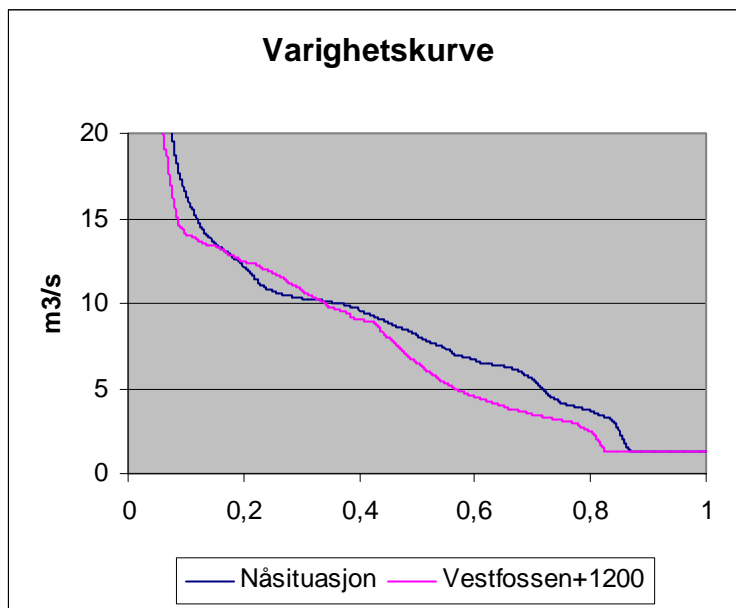
Figur 5.13 Alternativ 5. Konstant uttak, 1232 l/s, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992)



Figur 5.14 Alternativ 5. Konstant uttak 1232 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren for perioden 1994-1997, sammenlignet med simulert og observert nåsituasjon.



Figur 5.15 Alternativ 5. Konstant uttak, 1232 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva sammenlignet med "nåsituasjon".



Figur 5.16 Alternativ 5. Konstant uttak, 1232 l/s, varighetskurve for vassføring i Vestfosselva sammenlignet med "nåsituasjon".

5.6 Simulering 6 - uttak på 2432 l/s

5.6.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.25	18.66
10. april	17.80	18.66
30. april	18.58	18.66
10. juli	18.70	18.85
1. september	18.70	18.66
25. oktober	18.85	18.93

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 76 mill m³ (2.400 m³/s) til andre vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

5.6.2 Resultater

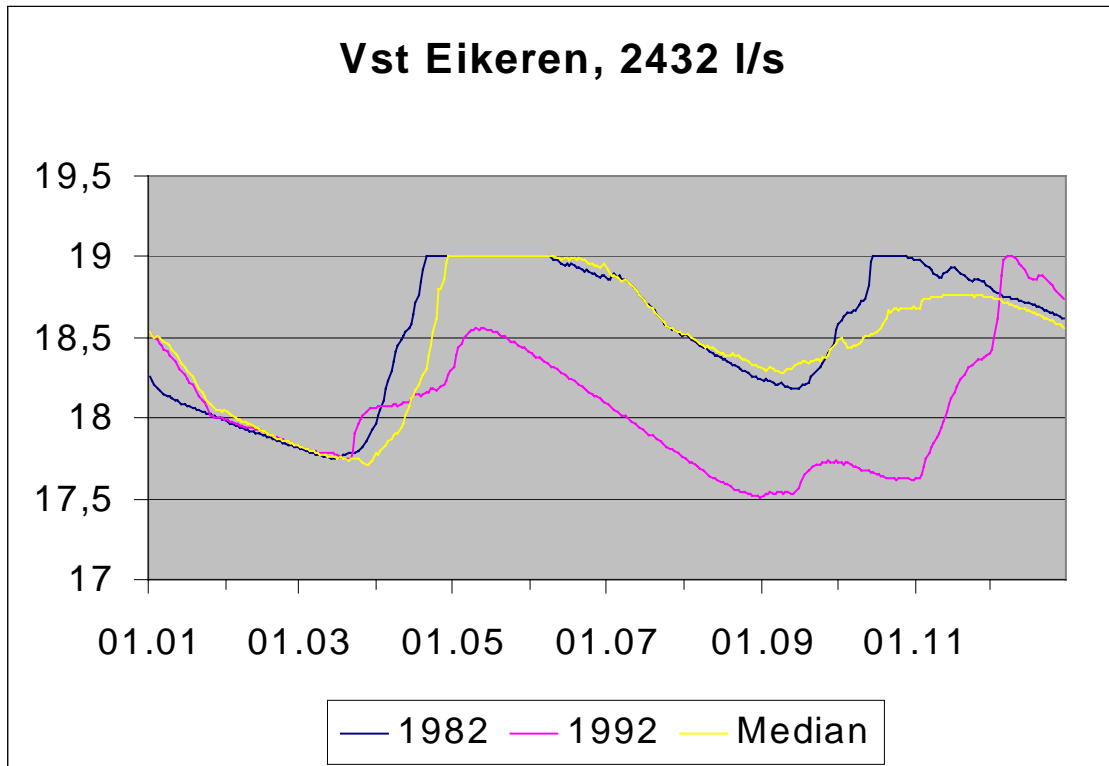
Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) og medianvannstands variasjon gjennom året er vist i figur 5.17, vannføringene i Vestfosselva i figur 5.18. Figur 5.19 viser vannstandsvariasjonene i perioden 1994 til 1997, og figur 5.20 vassføringsvariasjonene i samme periode. Figur 5.21 viser varighetskurven for vassføringene, sammen med "nåsituasjonen".

- Medianvannstand året: 18.52
- Medianvannstand mai-september: 18.73
- Medianvannstand oktober-april: 18.35
- Middeldproduksjon i Vestfossen kraftverk: 4.7 GWh/år.
- Midlere flomspill: 28.1 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 40 dager/år
- Total volum tilbakestrømt vann: 16 mill m³/år
- Antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 88 pr år
- Antall dager med minstevannføring i "normalår (1982)": 82
- Antall dager med minstevannføring i "tørrår (1992)": 219
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

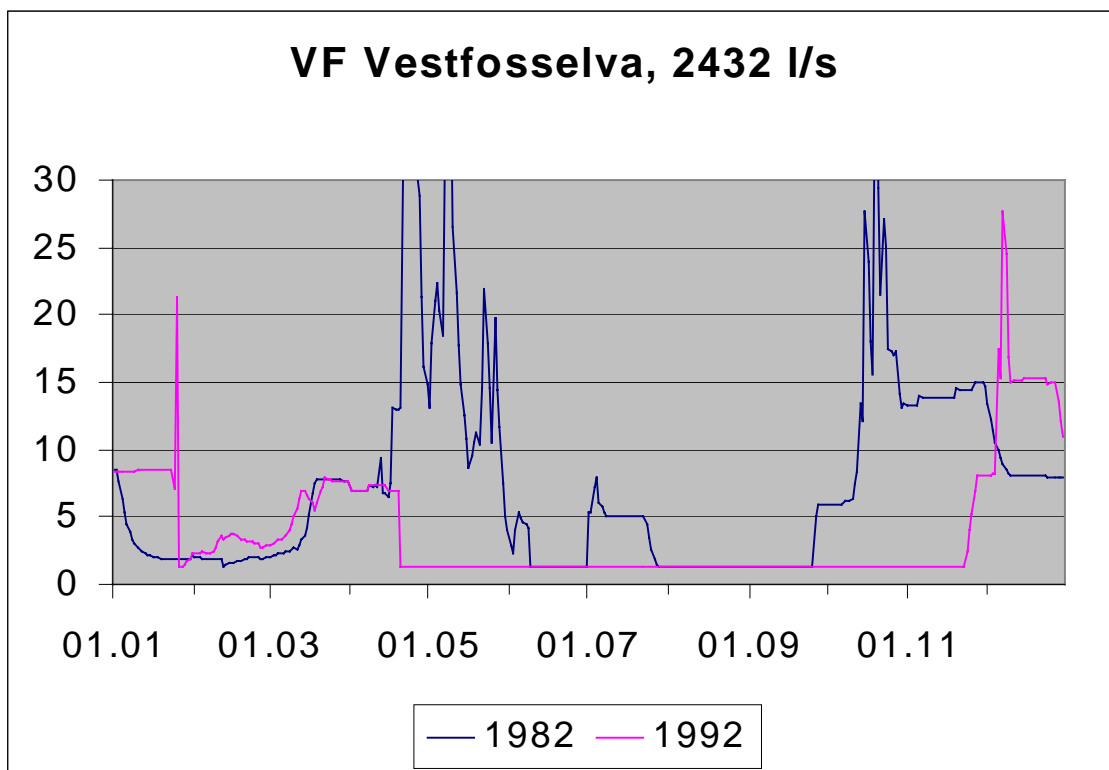
5.6.3 Kommentarer

De tørreste årene klarer man ikke å holde Eikeren/Fiskumvannet jevnt gjennom hekkesesongen – leveringsforpliktelsene er større enn lokaltilsiget. Ellers er det ingen problemer med leveringsforpliktelsene, men virkningene i Vestfosselva er betydelige i tørrår.

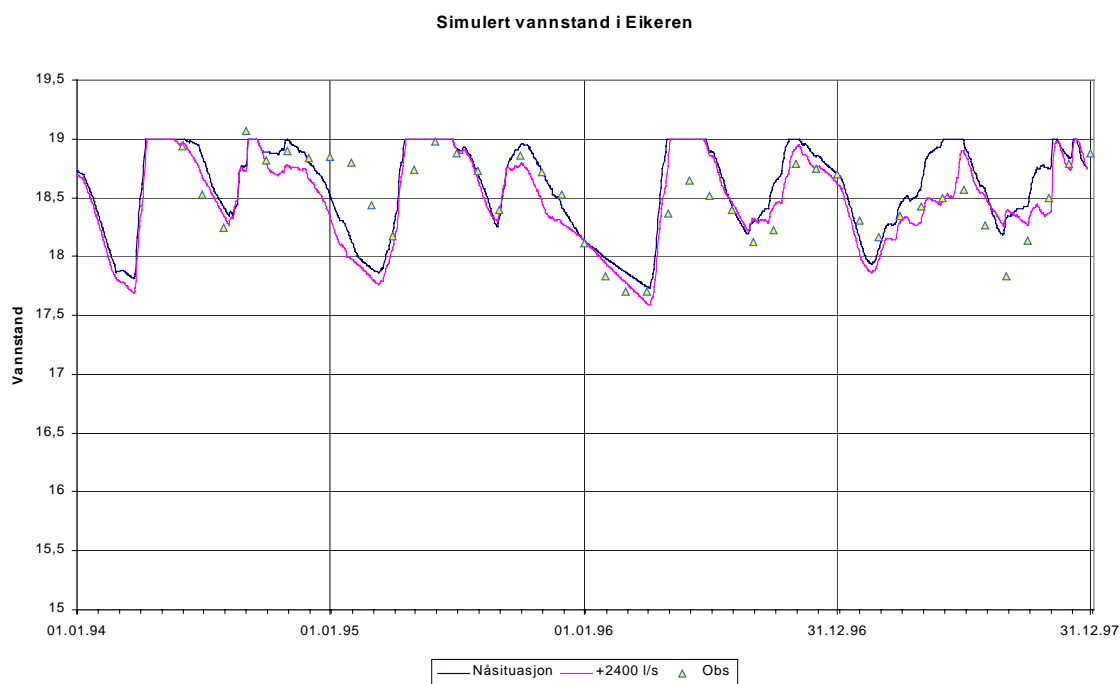
Kraftproduksjonen blir kraftig redusert siden man må kjøre langt mer forsiktig. Vannstandsendingene er mindre enn ved tapping 1232 l/s og full utnyttelse av magasinet, fordi man på grunn av de store leveringsforpliktelsene må sørge for å ha betydelige reserver i magasinet.



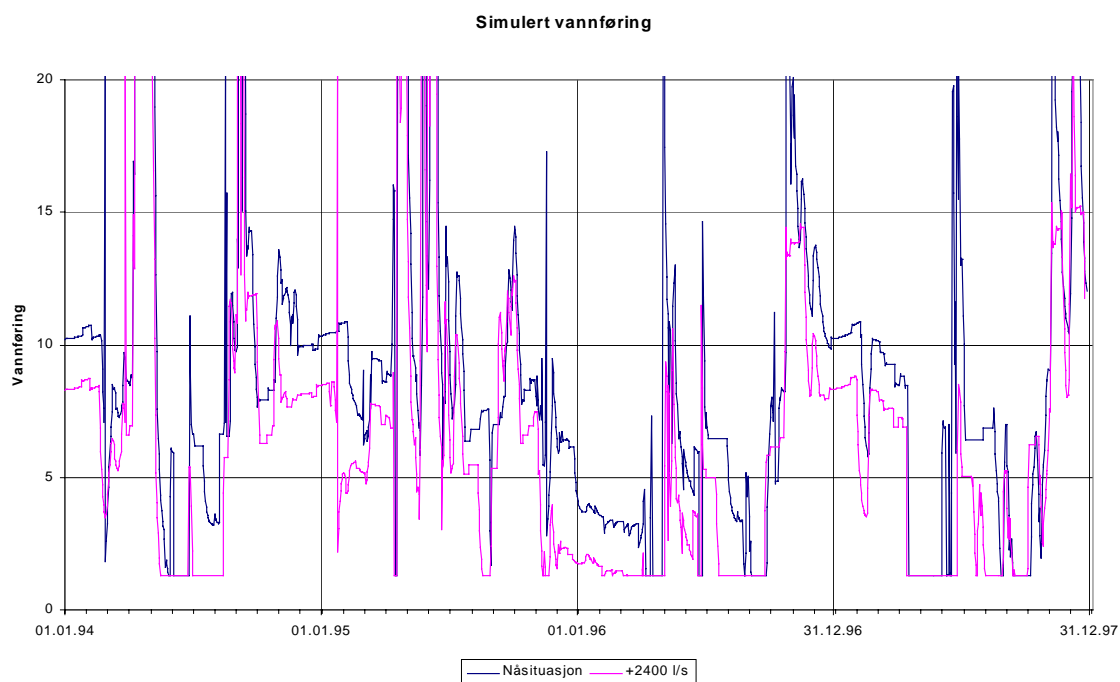
Figur 5.17 Alternativ 6. Konstant uttak 2432 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand gjennom året.



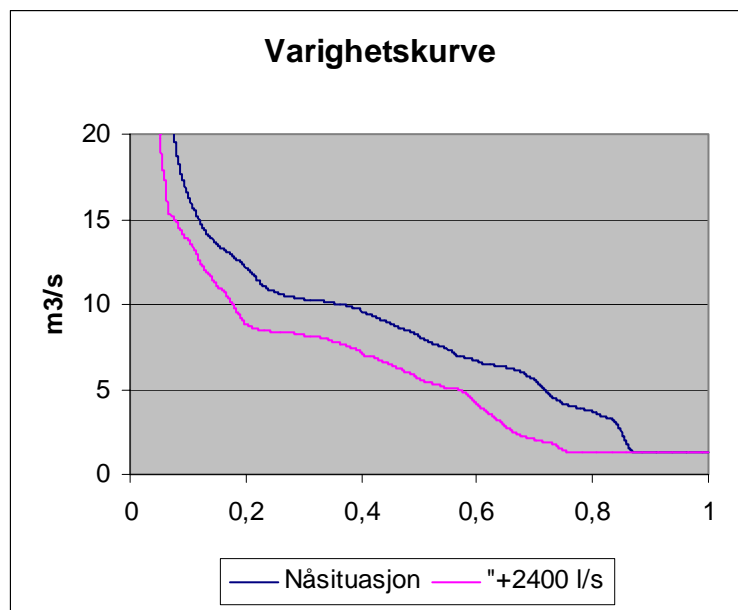
Figur 5.18 Alternativ 6. Konstant uttak, 2432 l/s, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 5.19 Alternativ 6. Konstant uttak 2432 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren for perioden 1994-1997, sammenlignet med simulert og observert nåsituasjon.



Figur 5.20 Alternativ 6. Konstant uttak, 2432 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva sammenlignet med "nåsituasjon".



Figur 5.21 Alternativ 6. Konstant uttak, 2432 l/s, varighetskurve for vassføring i Vestfosselva sammenlignet med "nåsituasjon".

6. Simulering av Vestfossen kraftverk, andre alternativer

6.1 Simulering 7 - uttak på 350 l/s, høy vannstand

6.1.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.50	18.65
10. april	18.50	18.65
30. april	18.50	18.65
10. juli	18.50	18.85
1. september	18.50	18.65
25. oktober	18.50	18.65

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 10 mill m³ (0.317 m³/s) til Vestfold interkommunale vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

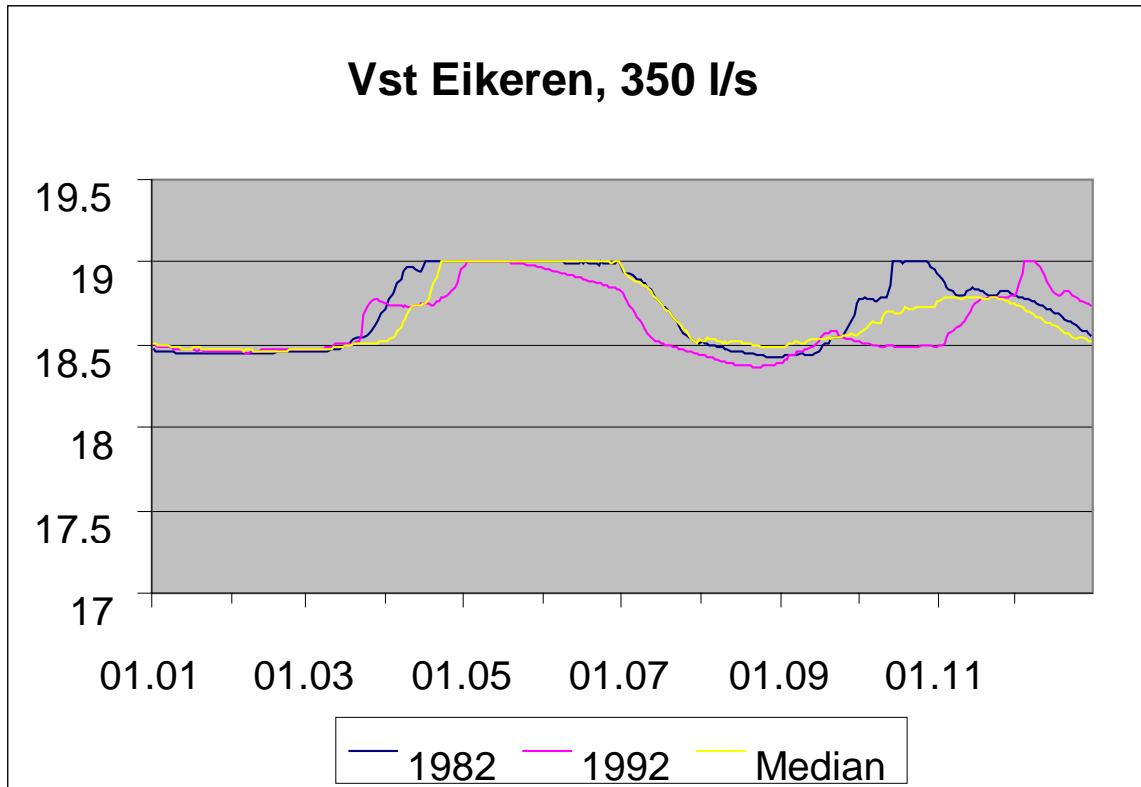
6.1.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringsperioden), samt medianvannstand gjennom året, er vist i figur 6.1, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.2.

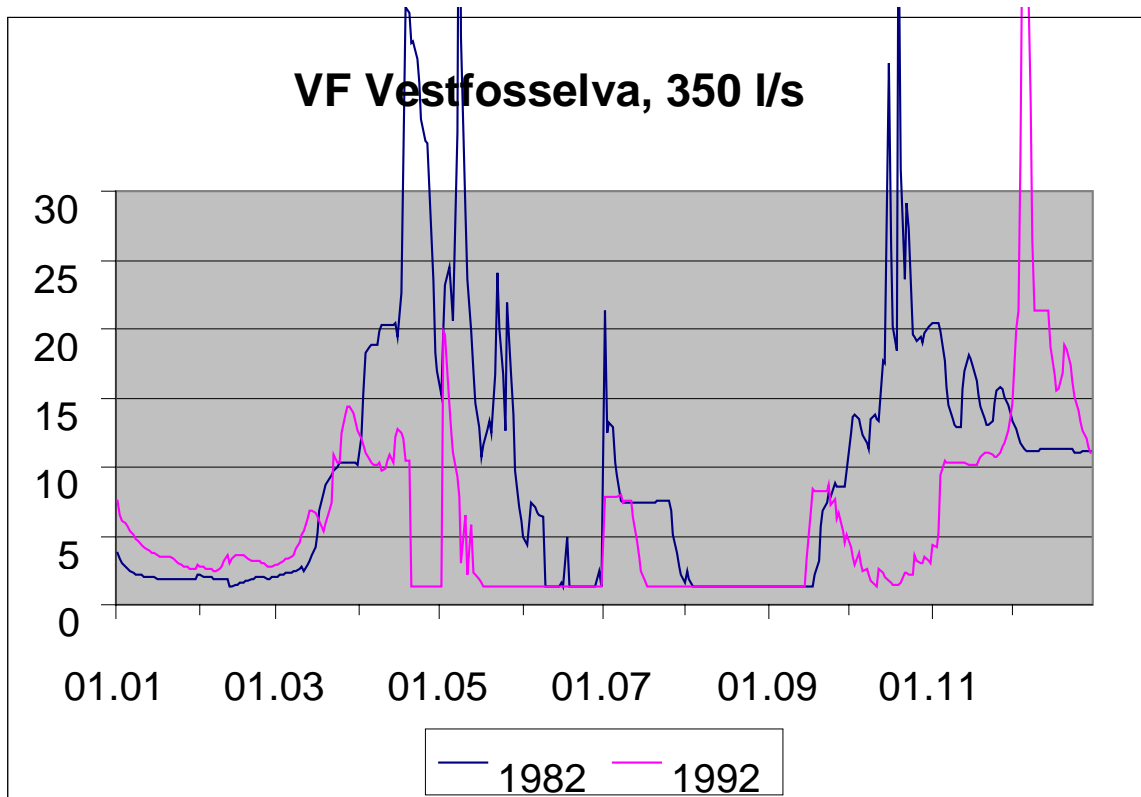
- Medianvannstand året: 18.66
- Medianvannstand mai-september: 18.85
- Medianvannstand oktober-april: 18.54
- Midlere flomspill: 40.1 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 12 dager/år
- Midlere antall dager med minstevannføring i Vestfosselva: 48 pr år
- Antall dager med minstevannføring i "normalår (1982)": 66
- Antall dager med minstevannføring i "tørrår (1992)": 116
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

6.1.3 Kommentarer

Uproblematisk vannbalansemessig.



Figur 6.1 Alternativ 7. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak 350 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992), samt medianvannstand.



Figur 6.2 Alternativ 7. Høy vannstand i Eikeren. Konstant uttak, 350 l/s, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992)

6.2 Simulering 8 - uttak på 666 l/s, høy vannstand

6.2.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.50	18.65
10. april	18.50	18.65
30. april	18.50	18.65
10. juli	18.50	18.85
1. september	18.50	18.65
25. oktober	18.50	18.65

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 20 mill m³ (0.634 m³/s) til andre vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

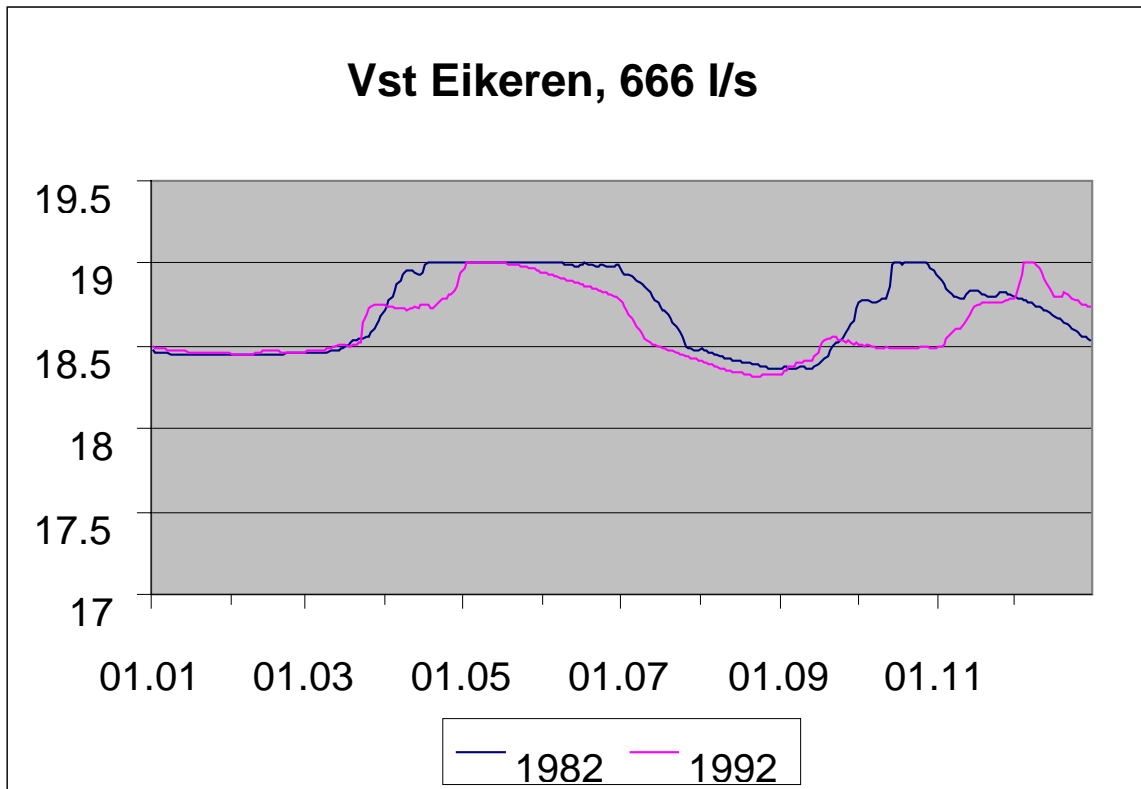
6.2.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) er vist i figur 6.3, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.4.

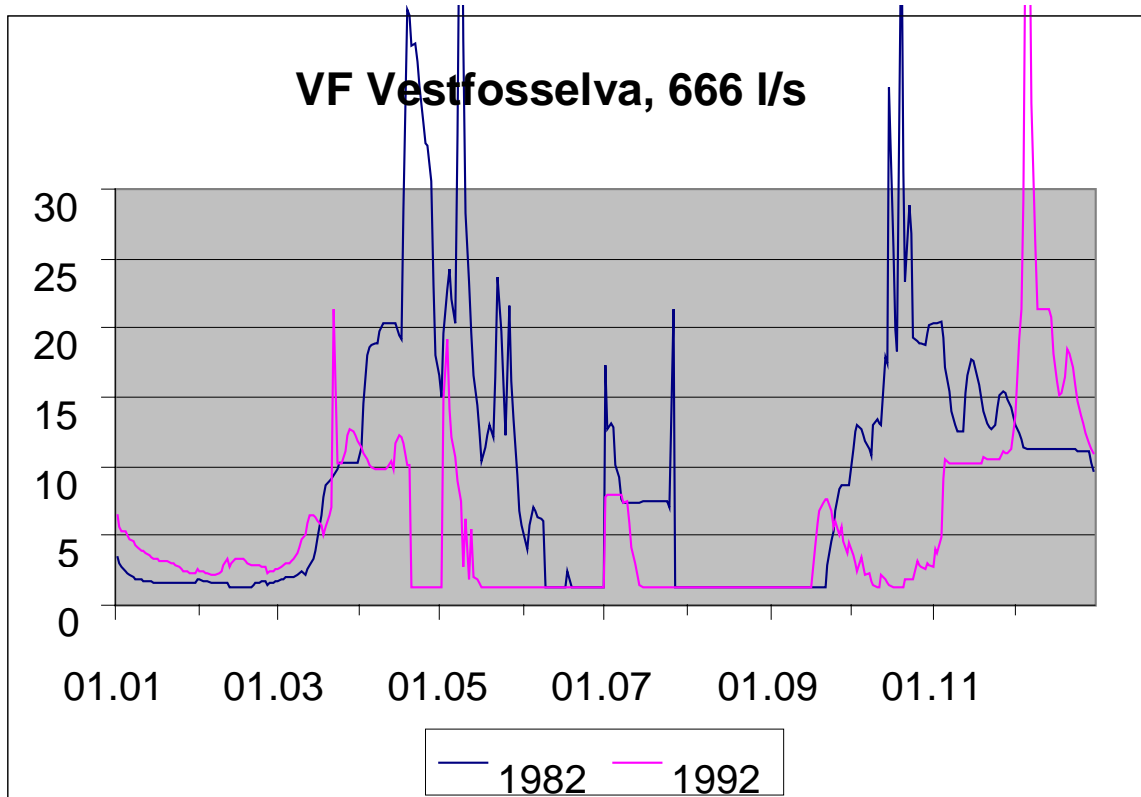
- Midlere flomspill: 38.7 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 13 dager/år
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

6.2.3 Kommentarer

Uproblematisk vannbalansemessig.



Figur 6.3 Alternativ 8. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak 666 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 6.4 Alternativ 8. Høy vannstand i Eikeren. Konstant uttak, 666 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).

6.3 Simulering 9 - uttak på 1232 l/s, høy vannstand

6.3.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.50	18.65
10. april	18.50	18.65
30. april	18.50	18.65
10. juli	18.50	18.85
1. september	18.50	18.65
25. oktober	18.50	18.65

Lineær interpolering mellom disse vannstandene. I praksis innebærer dette at det ikke produseres kraft ved vannstand under 18.5. Det vil likevel bli tappet for andre forpliktelser (minstevannføring og vannverkleveranser). Denne strategien er benyttet også for de følgende alternativene. Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 37.8 mill m³ (1.2 m³/s) til Vestfold interkommunale vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

6.3.2 Resultater

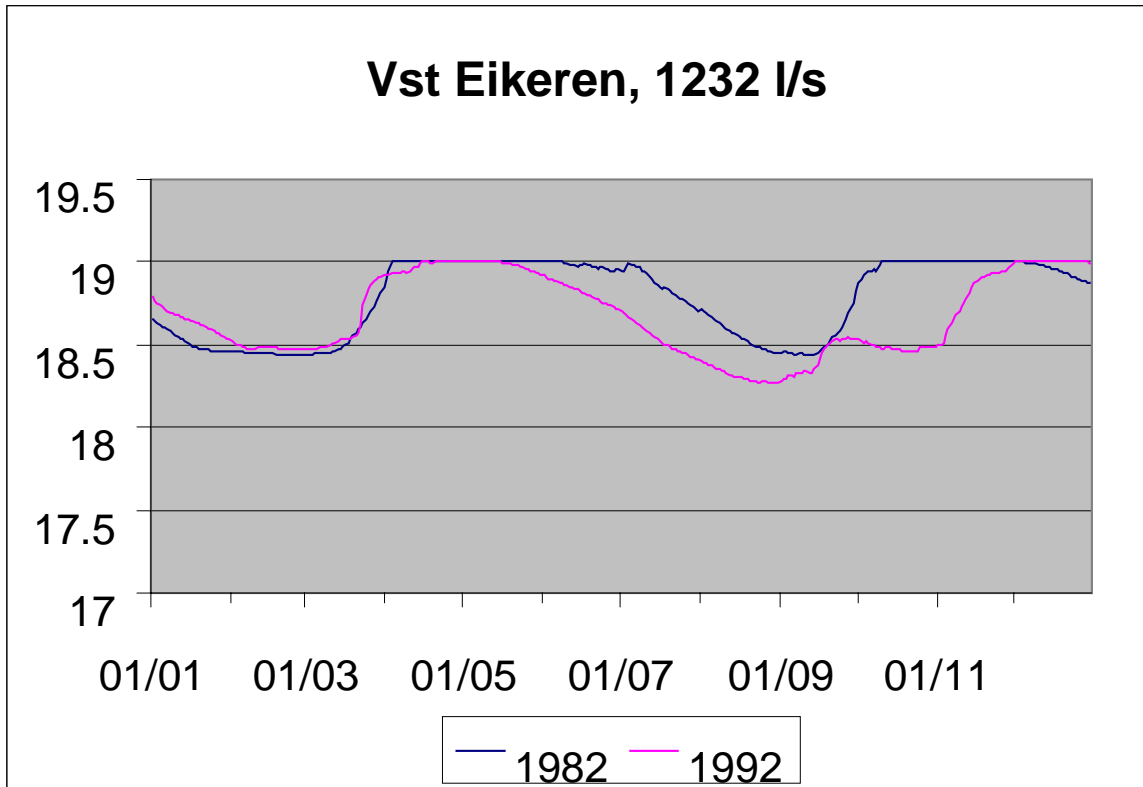
Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringsperioden) er vist i figur 6.5, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.6.

- Middelproduksjon i Vestfossen kraftverk: 6.4 GWh/år.
- Midlere flomspill: 37.2 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 18 dager/år
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

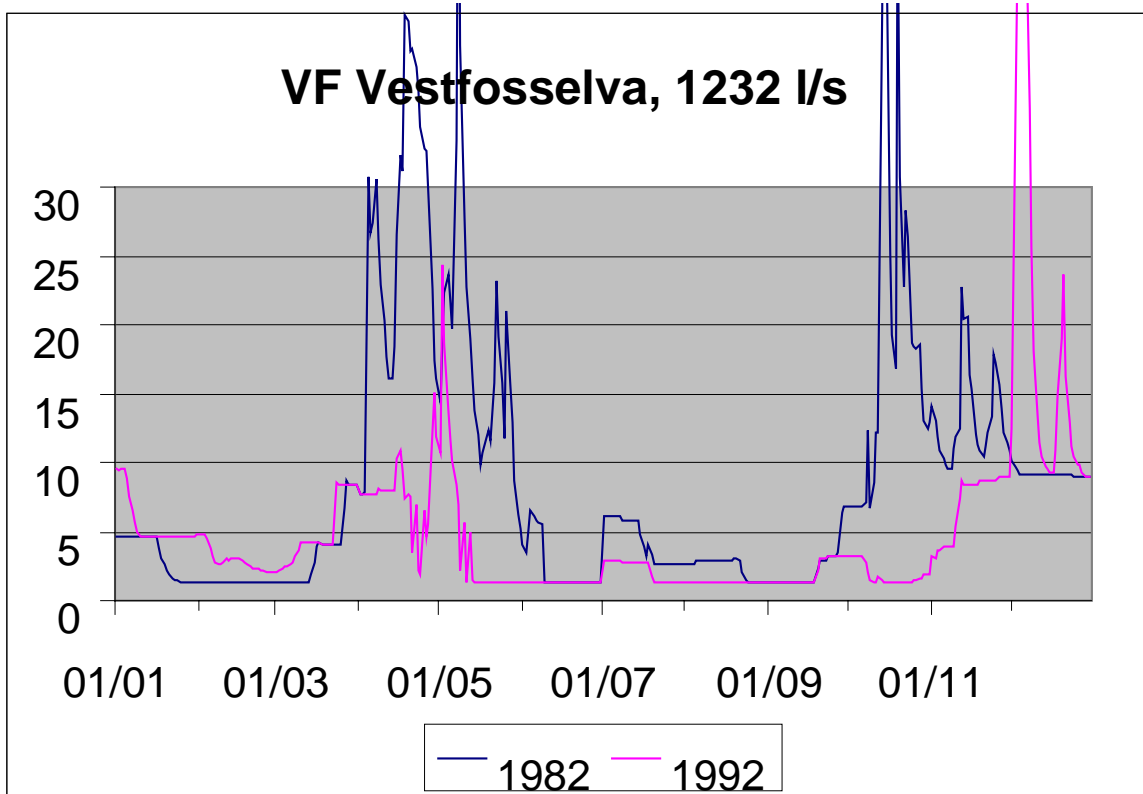
6.3.3 Kommentarer

De tørreste årene får man problemer med å holde Eikeren/Fiskumvannet jevnt gjennom hekkesesongen – leveringsforpliktelsene er større enn lokaltilsiget. Til en viss grad vil det være mulig å kompensere ved økt kjøring gjennom de overforliggende kraftverkene – dette er imidlertid ikke testet.

Kraftproduksjonen blir litt lavere enn i alternativ 2. Rettnok øker flomtapet noe, men dette kompenseres ved større fallhøyde. I sin tur vil dette føre til noe redusert produksjon i Eidsfoss – dette er ikke beregnet. Verdien av produksjonen må man imidlertid regne med blir noe redusert på grunn av mer bundet kjøring.



Figur 6.5 Alternativ 9. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak 1232 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992)



Figur 6.6 Alternativ 9. Høy vannstand i Eikeren. Konstant uttak, 1232 l/s, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).

6.4 Simulering 10 - uttak på 1460 l/s, høy vannstand

6.4.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.50	18.65
10. april	18.50	18.65
30. april	18.50	18.65
10. juli	18.50	18.85
1. september	18.50	18.65
25. oktober	18.50	18.65

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 45 mill m³ (1.426 m³/s) til andre vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

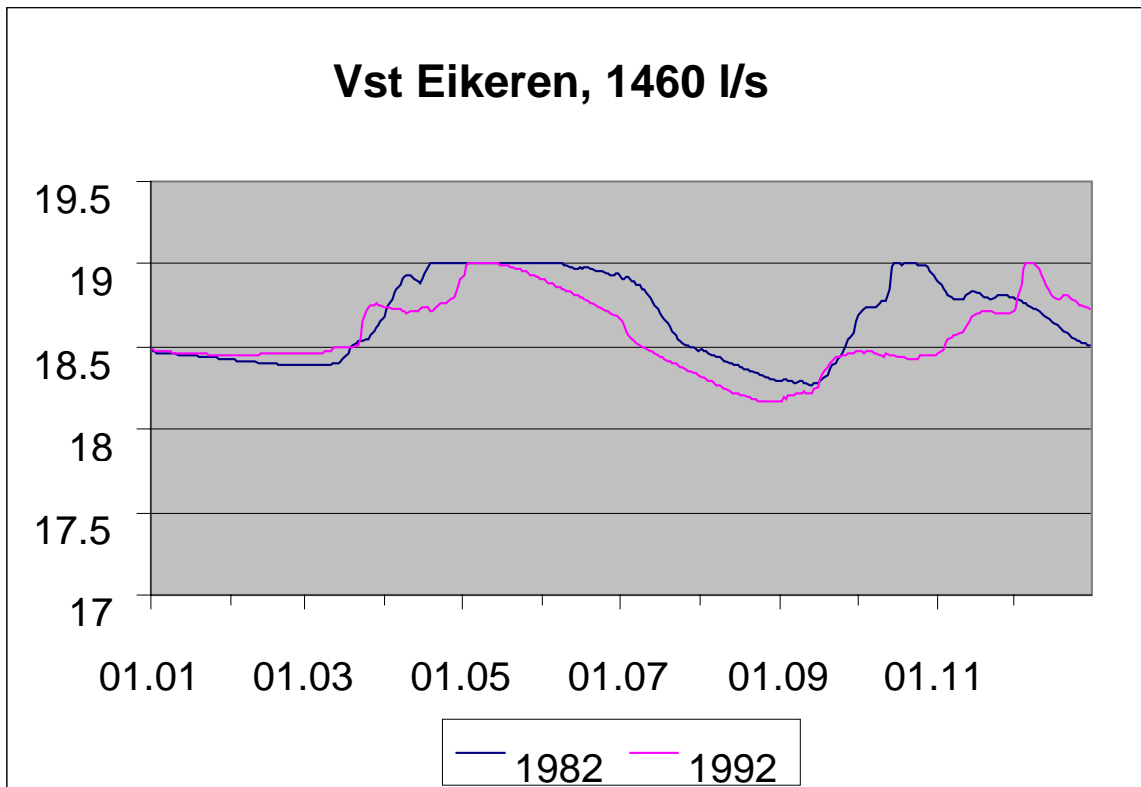
6.4.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) er vist i figur 6.7, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.8.

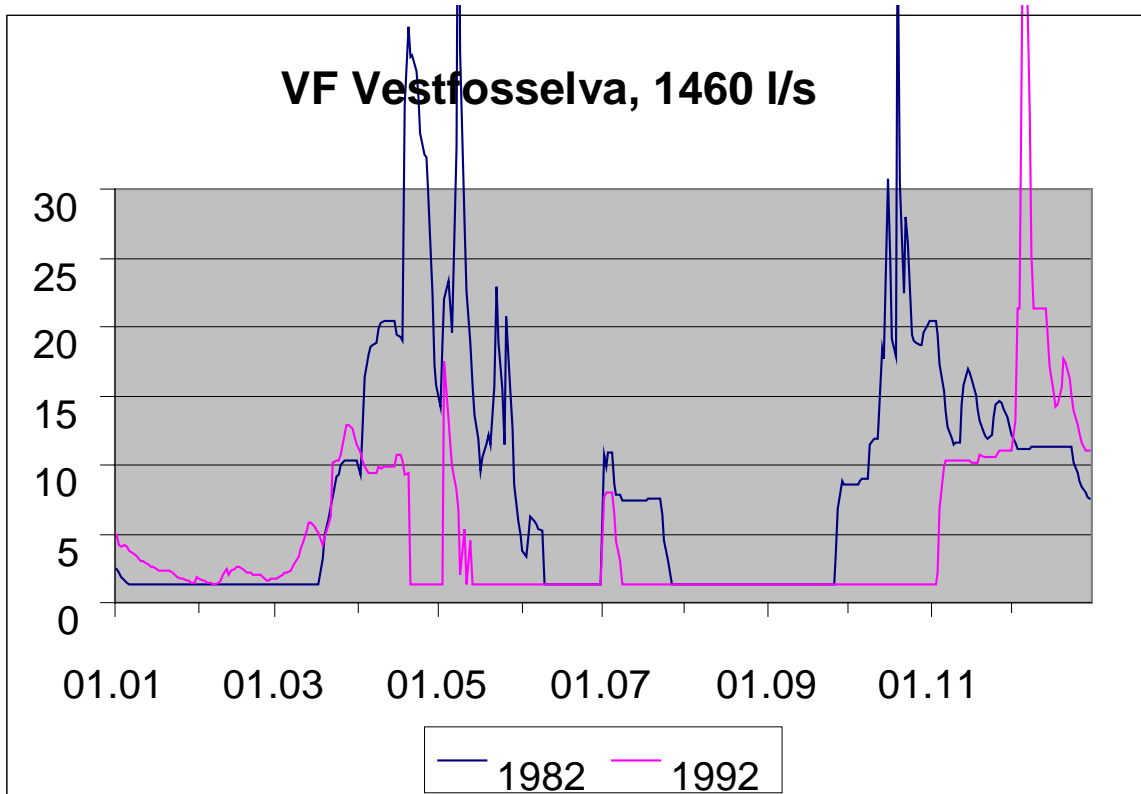
- Midlere flomspill: 36.4 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 20 dager/år
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

6.4.3 Kommentarer

De tørreste årene får man betydelige problemer med å holde Eikeren/Fiskumvannet jevnt gjennom hekkesesongen – leveringsforpliktelsene er større enn lokaltilsiget.



Figur 6.7 Alternativ 10. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak 1460 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 6.8 Alternativ 10. Høy vannstand i Eikeren. Konstant uttak, 1460 l/s, vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår og tørrår.

6.5 Simulering 11 - uttak på 2250 l/s, høy vannstand

6.5.1 Simuleringsstrategi

Ledekurver (max og min magasin pluss kraftleveranse)

Ledekurver:

Dato	Min	Max
1. januar	18.50	18.65
10. april	18.50	18.65
30. april	18.50	18.65
10. juli	18.50	18.85
1. september	18.50	18.65
25. oktober	18.50	18.65

Lineær interpolering mellom disse vannstandene.

Maksimalmagasin kan overskrides dersom fastkraftforpliktelsene er dekket.

Fastkraftfordeling og prisfunksjon: Se tabeller i vedlegg 3.

Uttak av 1 mill m³ (0.032 m³/s) til Øvre Eiker vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

Uttak av 70 mill m³ (2.200 m³/s) til andre vannverk fra Eikeren (jevnt gjennom året).

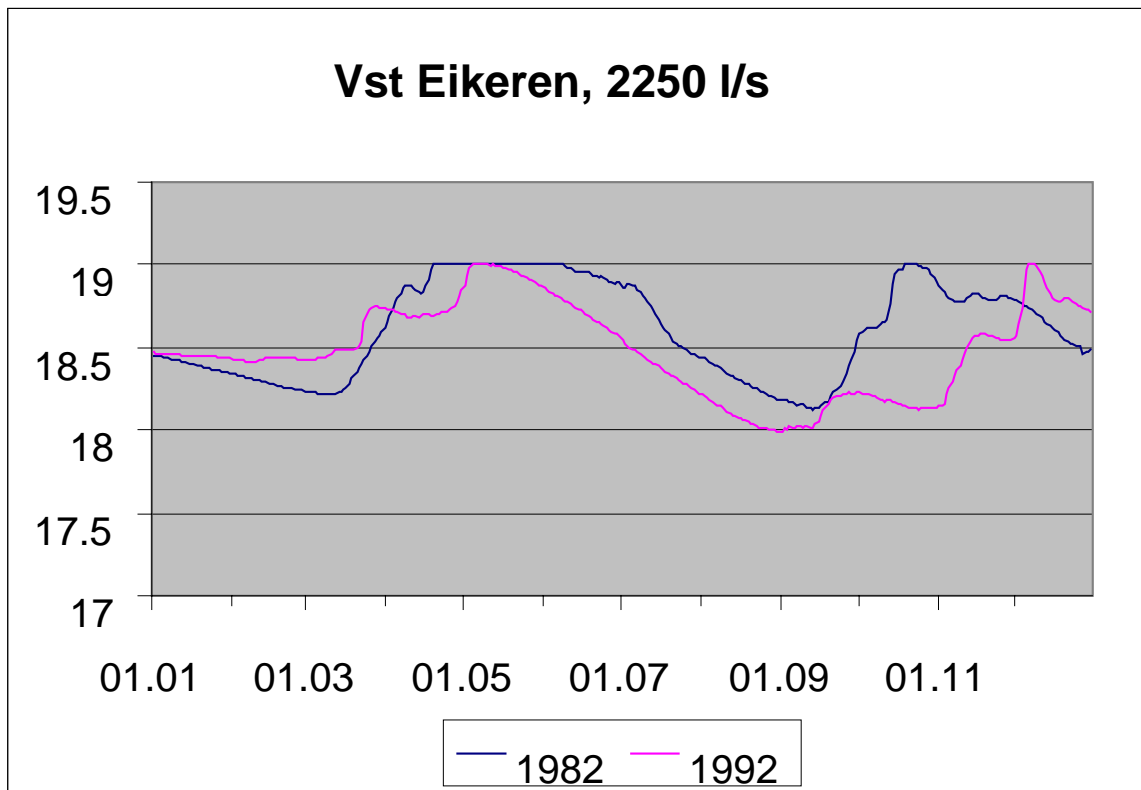
6.5.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) er vist i figur 6.9, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.10.

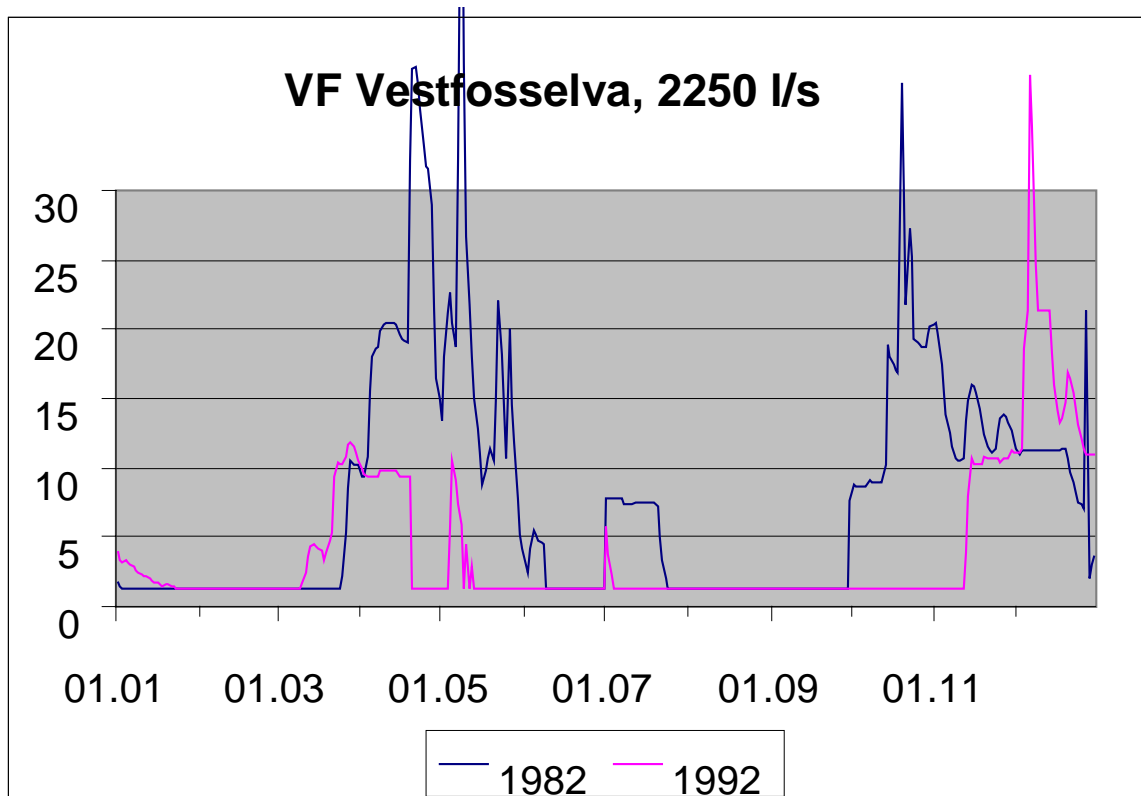
- Midlere flomspill: 33.5 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 28 dager/år
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

6.5.3 Kommentarer

De tørreste årene klarer man ikke å holde Eikeren/Fiskumvannet jevnt gjennom hekkesesongen – leveringsforpliktelsene er større enn lokaltilsiget. Ellers er det ingen problemer med leveringsforpliktelsene, men virkningene i Vestfosselva er dramatiske i tørrår.



Figur 6.9 Alternativ 11. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak 2250 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 6.10 Alternativ 11. Høy vannstand i Eikeren. Konstant uttak, 2250 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).

6.6 Simulering 12 - uttak på 2250 l/s, høy vannstand, styring etter lokaltilsig Fiskumvannet

Simuleringsstrategi foreslått av Alv Sværen, Hydrologiservice.

Dersom tappingen i Vestfossen er større eller lik lokaltilsiget til Fiskumvann, vil det bare kunne bli tilbakestrømming dersom Eikeren har negativ vannbalanse, dvs at det tappes mer til vannverket enn tilløpet. I så fall kan den situasjonen oppstå at Eikeren synker raskere enn Fiskumvannet. Dette vil imidlertid være en sjelden situasjon, selv med uttak på 70 hm³/år. En mulig tappestrategi for å redusere mulighetene for tilbakestrømming er dermed å sørge for at tappingen i Vestfossen er minst like stor som lokaltilsiget. Operasjonelt krever dette at man har fjernoverføring til kraftverket av vassføringen i et referansevassdrag som kan skaleres opp til å representere lokaltilsiget. Det nærliggende valget er NVEs vassføringsstasjon i Fiskum, vassføringsstasjon 12.193.0, som har fjernoverføring.

Simuleringsmodellen klarer ikke å svitsje mellom to strategier, dvs å gå over til styring mot lokaltilsiget når dette overskrider den planlagte tappingen. Simuleringen er derfor utført som en etterbehandling av simulering 7. Den "kvasistrategien" som er benyttet er altså å la tappingen følge lokaltilsiget når dette stiger over den planlagte tappingen. Tappingen følger lokaltilsiget inntil totaltappingen er tilbake til simulering 7. Det gjøres en ny beregning av magasin vannstand.

6.6.1 Simuleringsstrategi

Se simulering 7 og over.

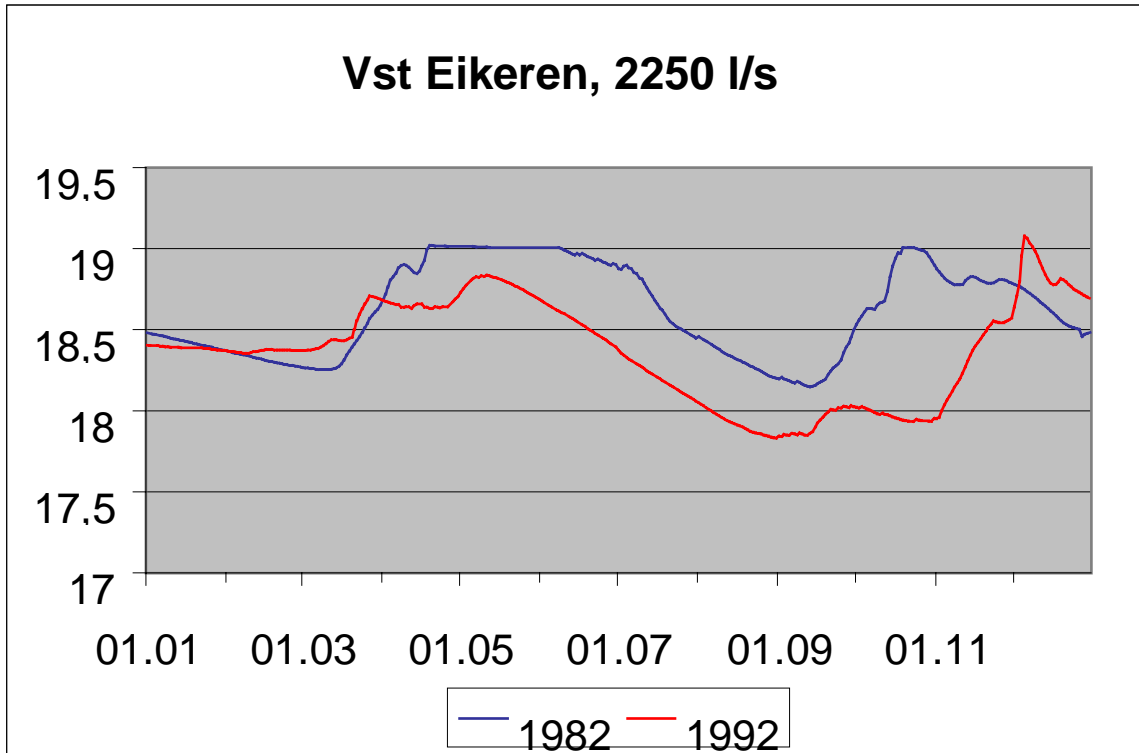
6.6.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringperioden) er vist i figur 6.11, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.12.

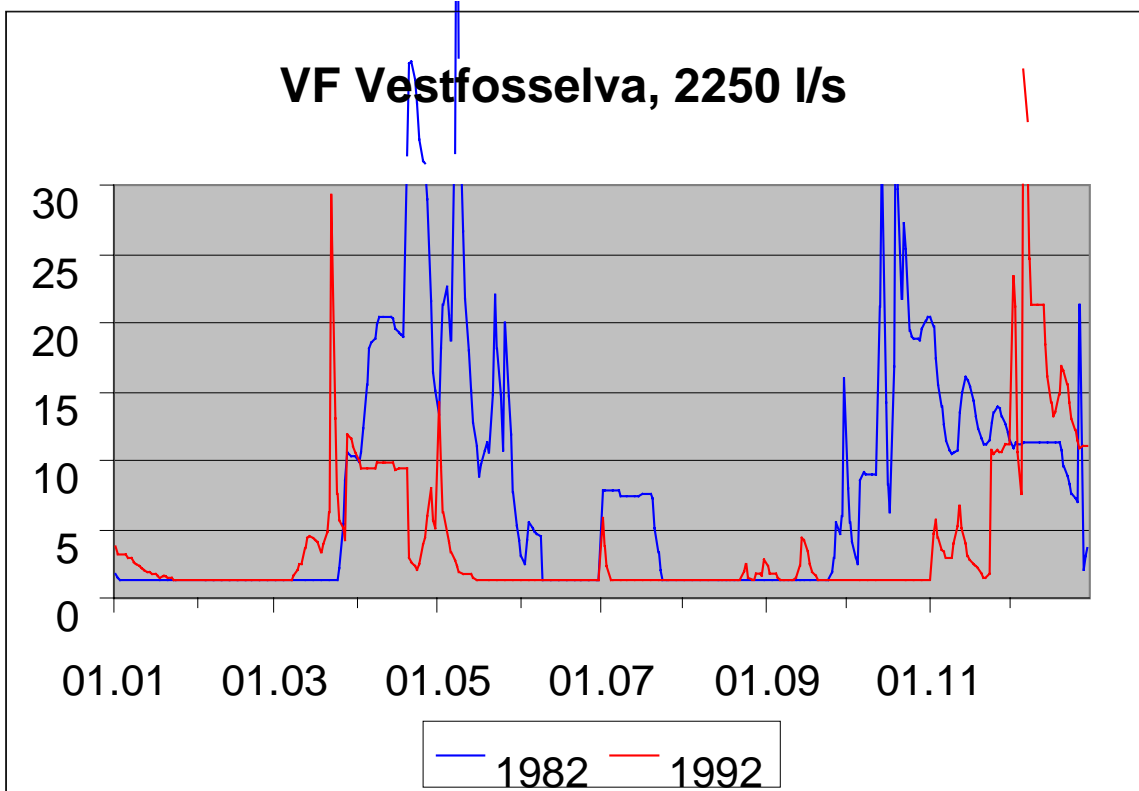
- Middelproduksjon i Vestfossen kraftverk: Ikke beregnet.
- Midlere flomspill: 30.6 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: 7 dager/år, og da med meget lave verdier.
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

6.6.3 Kommentarer

Avvikene fra simulering 7 er stort sett små, bortsett fra tilbakestrømmingen. I 1992 blir vannstanden liggende noe lavere etter vårflommen. Det er vel verdt å merke seg at flomspillet er noe mindre enn for simulering 7, sannsynligvis fordi tappestrategien gir en viss forhåndstapping ved flom - Fiskumbekken reagerer raskere enn totaltilsiget.



Figur 6.11 Alternativ 8. Høy vannstand Eikeren, styring etter lokaltisig. Konstant uttak 2250 l/s, vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 6.12 Alternativ 12. Høy vannstand i Eikeren, styring etter lokaltisig. Konstant uttak, 2250 l/s, vassføring (m^3/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).

6.7 Simulering 13 - uttak på 2500 l/s, nytt aggregat, minstevassføring 1.5 m³/s

Simuleringsstrategi foreslått av Christian Ræstad.

Nytt aggregat i Vestfossen med mulighet for å kjøre ned til 1.5 m³/s. Minstevassføringen settes til 1.5 m³/s.

6.7.1 Simuleringsstrategi

Se simulering 7.

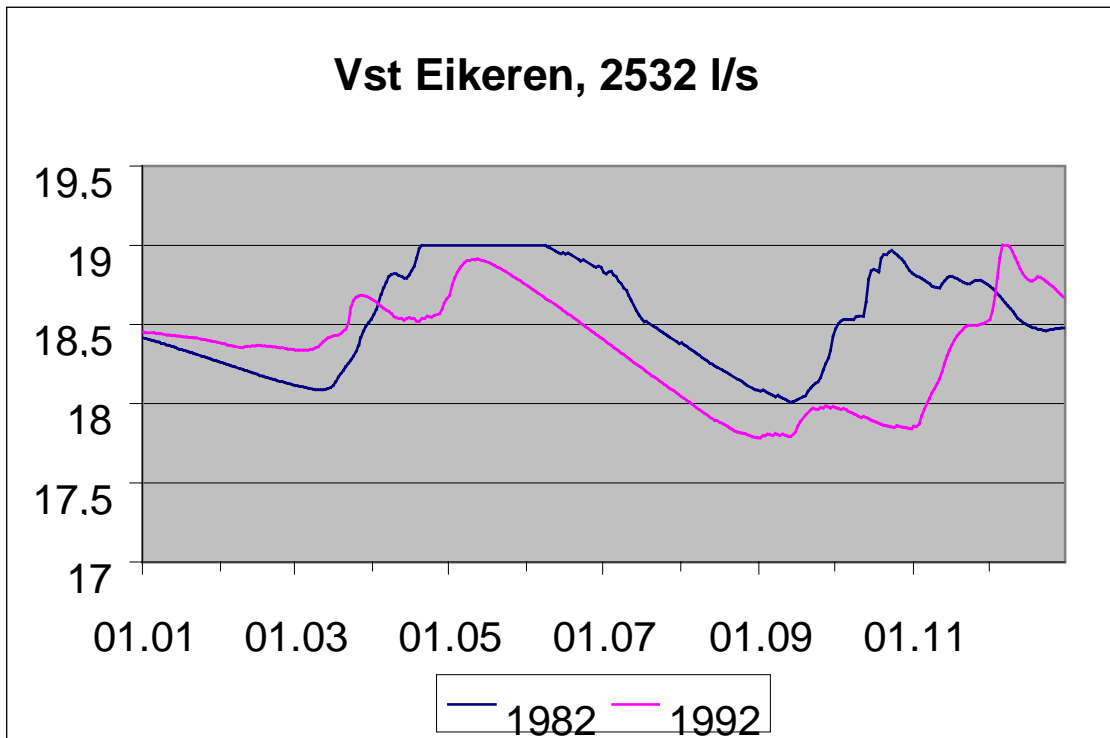
6.7.2 Resultater

Vannstand i Eikeren for årene 1982 (normalt årstilsig) og 1992 (minste årstilsig i simuleringsperioden) er vist i figur 6.13, vannføringene i Vestfosselva i figur 6.14.

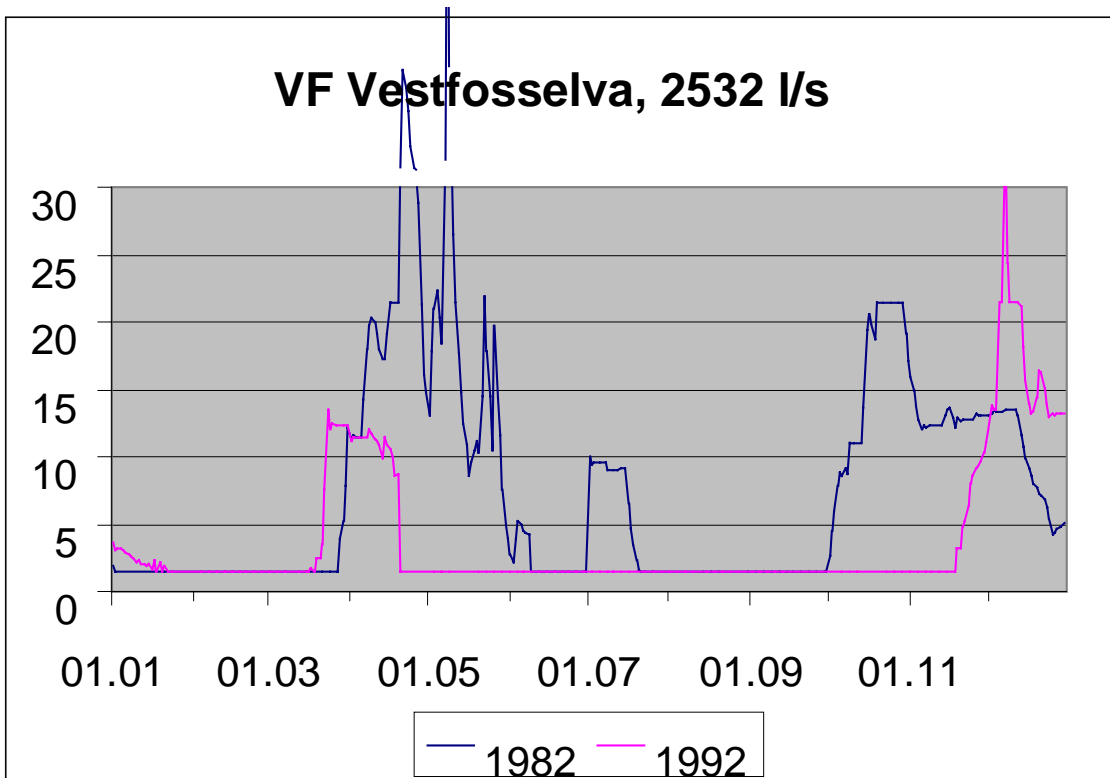
- Midlere flomspill: 31.6 hm³/år.
- Antall dager med tilbakestrøm til Eikeren fra Fiskumvannet: Ikke beregnet.
- Problemer med minstevannføring/levering: 0.0 dag pr år.

6.7.3 Kommentarer

En betydelig del av tilsiget slippes ved lavere tapping enn 6 m³/s, det vil si forbi stående maskineri med dagens installasjon. De største tapene fås ved de høye leveringsalternativene. Enkelt tørrår vil kraftverket i Vestfossen stå nesten hele året ved de høye uttakene. Ved å sette inn en turbin som kan kjøre ned til minstevannføring innvinnes dette. Slipp ved minstevassføring utgjør typisk fra 9 hm³/år ved dagens situasjon til 16 hm³/år. I produksjon utgjør dette ca 250 til 450 MWh/år, som altså innvinnes ved installasjon av en mindre turbin, pluss gevinst ved at det eksisterende maskineriet ikke trenger pines på lave virkningsgrader ved nedre grense av driftsvassføringen. I tillegg er det en miljøgevinst, ettersom det ikke er noen produksjonsmessig gevinst med raske ned- og opp-pendlinger.



Figur 6.13 Alternativ 13. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak +2500 l/s, nytt aggregat i Vestfossen, minstevassføring 1.5 m³/s. Vannstand (m.o.h.) i Eikeren normalår (1982) og tørrår (1992).



Figur 6.14 Alternativ 13. Høy vannstand Eikeren. Konstant uttak +2500 l/s, nytt aggregat i Vestfossen, minstevassføring 1.5 m³/s. Vassføring (m³/s) i Vestfosselva, normalår (1982) og tørrår (1992).

Referanser

Killingtveit, Å. & Sælthun, N.R. (1995) Hydrology. Hydropower Development 7, 213 p. Norwegian Institute of Technology, Division of Hydraulic Engineering, Trondheim. ISBN 82-7598-026-7.

Sælthun, N.R. 1999. Hydrologiske vurderinger i forbindelse med drikkevann fra Eikeren. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 4071-99.

Vedlegg 1 Simuleringsoppsett for Eidsfoss

```

365,
*MA          ***** MAGASINET *****
Bergsvann,
30,          * LRV
36,          * HRV
12.4,       * Magasinvolum ved HRV (Mill M3)
10,         * DATagruppe 10, adresser
1,2,2,     * Adresser for Tapping, Forbitapping og Flomtap
20,        * Datagruppe 20 (Magasin kurve)
3,         * Punkt på kurven
    30.0,0.0,
    34.0,6.6,
    36.0,12.4,
***
*KR          ***** KRAFTVERKET *****
1,          * Modul nr
Eidsfoss,
2,2,2,     * Adresser tapping forbitapping flomtap
5.5,       * Slukeevne (m3/s)
0.033,    * Energiekvivalent
20,        * Tilleggsdata
15.0,     * Nominell fallhøgde = HRV - 1/3(HRV-LRV) - kote ut
30.0,     * Kote overvann (LRV)
19.0,     * Utløpskote
0.0000458, * Falltapskoeffisient (Tunnel(M-35) + Rør(M-60))
6,
0.0,0.60,
36.,0.70,
57.,0.70,
71.,0.75,
85.,0.70,
100.,0.65,
***
*KO          *****CONTROL POINT DATA BLOCK*****
2,          *Module number
Eikeren,   *Name of module
0,0,0,     *Addresses to next modules
***
*ST          ***** INNGANGSDATA FOR DRIFTSSTRATEGI *****
20,        * datagruppe 20, Siktemagasinkurve
6,         *
1,5.0,
90,0.0,
120,12.0,
240,12.0,
273,7.0,
365,5.0,
***
*RS          * Restriction data block
30,        * Restr. type 10 min vf forbi, 20 min vf gjennom?, 40 max mag)
1,         * Module nr. 1
5,         * Number of table points
1, 0.,    * 1. Jan
90, 0.,   * 1. April
120, 11.0, * 1. May.
240, 11.0, * 1. Sep.
365, 0.,  * 31. Dec
***
*KM          *----- INNGANGSDATA FOR KRAFTMARKED -----
0.5,       * Fastkraftnivå (GWH/□R)
30.0,      * FASTKRAFTPRIS □RE/KWH
120,279,   * Start og slutt sommerperiode,
1,         * Innlesningstype 1 for fastkraftfordeling.
    0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
    0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
    0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
    0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371,
    0.371, 0.371, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
    0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,

```

```

0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.314, 0.314, 0.314,
0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314,
0.314, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.300, 0.300,
0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286,
0.286, 0.286, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.257,
0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,
0.243, 0.243, 0.243, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248,
0.248, 0.248, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234,
0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.219,
0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219,
0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219,
0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.234, 0.234,
0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234,
0.234, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248,
0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229,
0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.243,
0.243, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257,
0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.271,
0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271,
0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286,
0.286, 0.286, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.314,
0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314,
0.314, 0.314, 0.314, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.343, 0.343,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
1, * Antall preferansefunksjoner
1, * Preferansefunksjon nr. 1
1,365, * Gyldighetsperiode (Start og slutt)
9, : Antall trinn i pref.funksjon
-100,-24.0, : Trinn 1 FLOMKRAFT
-100,-24.0, : Trinn 2 FLOMKRAFT
-15.0,-24.0, : Trinn 3 TILFELDIG SALG
0.0,-24.0, : Trinn 4 (DUMMY)
0.0,25.0, : Trinn 5 (DUMMY)
15.0,25.0, : Trinn 6 TILFELDIG KJØP
8.5,25.0, : Trinn 7 RASJONERI
75.5,25.0, : Trinn 8 RASJONERING
1.0,25.0, : Trinn 9 RASJONERING
9,1 : Rasjonering fra og med trinn 9, Salgbar fra trinn 2
*** *----- SLUTT INNGANGSDATA FOR KRAFTMARKED ----
*HY ***** HYDROLOGY DATA BLOCK*****
1977,1997,365, * First and last year of observation, number of periods/year
2, * Number of catchment modules in system
1, * Number of runoff series used
1, * Catchment data for module 1
179.0,112.9,1.00, * Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
2, * Catchment data for module 2
1.0,0.0,1.00, * Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
2, ^ Innlesealternativ 2 : Data fra døgmarkivet i DIRAKS
12192,, ^ Tidsserienr. og versjonskode.
0.001, ^ Omregning fra L/SEK til M3/SEK.
EIKEREN.VSF
***
*EX

```

Vedlegg 2 Simuleringsoppsett for Hakavik

```

365,
*MA          ***** MAGASINET *****
Hajern/Øksne
403,         * LRV
412.80,      * HRV
30.0,        * Magasinvolum ved HRV (Mill M3)
10,          * DATagruppe 10, adresser
1,2,2,       * Adresser for Tapping, Forbitapping og Flomtap
20,          * Datagruppe 20 (Magasin kurve)
3,           * Punkt på kurven
    403.0,0.0,
    408.80,20.0
    412.80,30.0,
***
*KR          ***** KRAFTVERKET *****
1,           * Modul nr
Hakavik,
2,2,2,       * Adresser tapping forbitapping flomtap
1.5,         * Slukeevne (m3/s)
0.82,        * Energiekvivalent
20,          * Tilleggsdata
392.50,      * Nominell fallhøgde = HRV - 1/3(HRV-LRV) - kote ut
403.0,        * Kote overvann (LRV)
19.0,         * Utløpskote
0.0000458,   * Falltapskoeffisient (Tunnel(M-35) + Rør(M-60))
6,
0.0,0.60,
36.,0.75,
57.,0.75,
71.,0.60,
85.,0.60,
100.,0.60,
***
*KO          *****CONTROL POINT DATA BLOCK*****
2,           *Module number
Eikeren,     *Name of module
0,0,0,       *Addresses to next modules
***
*ST          * Operational strategy data block
10,          * Unconditional firm power delivery
***
*RS          * Restriction data block
30,          * Restr. type 10 min vf forbi, 20 min vf gjennom?, 40 max mag)
1,           * Module nr. 1
5,           * Number of table points
1, 0.,       * 1. Jan
90, 0.,      * 1. April
120, 25.0,   * 1. May.
240, 25.0,   * 1. Sep.
365, 0.,     * 31. Dec
***
*KM          *----- INNGANGSDATA FOR KRAFTMARKED -----
20,          * Fastkraftnivå (GWH/□R)
30.0,        * FASTKRAFTPRIS □RE/KWH
120,279,     * Start og slutt sommerperiode,
1,           * Innlesningstype 1 for fastkraftfordeling.
    0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
    0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
    0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
    0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371,
    0.371, 0.371, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
    0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
    0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
    0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.314, 0.314,
    0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314,
    0.314, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.300, 0.300,
    0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,
    0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,
    0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,

```



```

0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.180, 0.180, 0.180, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271,
0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180, 0.180,
0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,
0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,
0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243,
0.314, 0.314, 0.314, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
3,
1,
1,120,
9,
-100.,-0.4
-100.,-4.0,
-15.0,-13.0,
0.0,-13.0,
0.0,15.0,
15.0,15.0,
8.5,62.0,
4.5,120.0,
72.0,350.0,
7,2
2,
121,272,
9,
-100.,-0.4,
-100.,-2.0,
-15.0,-5.0,
0.0,-5.0,
0.0,12.0,
15.0,12.0,
8.5,62.0,
4.5,120.0,
72.0,350.0,
7,2
3,
273,365,
9,
-100.,-0.4,
-100.,-4.0,
-15.0,-13.0,
0.0,-13.0,
0.0,15.0,
15.0,15.0,
8.5,62.0,
4.5,120.0,
72.0,350.0,
7,2
***
*HY
1977,1997,365,
2,
1,
1,
40,27.6,1.00,
1,0.0,1.00,
2,

```

* Antall preferansefunksjoner
^ Preferansefunksjon nr. 1
^ Gyldighetsperiode (Start og slutt)
: Antall trinn i pref.funksjon
: Trinn 1 FLOMKRAFT
: Trinn 2 FLOMKRAFT
: Trinn 3 TILFELDIG SALG
: Trinn 4 (DUMMY)
: Trinn 5 (DUMMY)
: Trinn 6 TILFELDIG KJØP
: Trinn 7 RASJONERING
: Trinn 8 RASJONERING
: Trinn 9 RASJONERING
: Rasjonering fra og med trinn 7, Salgbar fra trinn 2
: Preferansefunksjon nr.2
: Gyldighetsperiode
: Antall trinn i pref.funksjon
: Trinn 1 FLOMKRAFT
: Trinn 2 FLOMKRAFT
: Trinn 3 TILFELDIG SALG
: Trinn 4 (DUMMY)
: Trinn 5 (DUMMY)
: Trinn 6 TILFELDIG KJØP
: Trinn 7 RASJONERING
: Trinn 8 RASJONERING
: Trinn 9 RASJONERING
: Rasjonering fra og med trinn 7, Salgbar fra trinn 2
* Preferansefunksjon nr. 3
* Gyldighetsperiode (Start og Slutt)
: Antall trinn i pref.funksjon
: Trinn 1 FLOMKRAFT
: Trinn 2 FLOMKRAFT
: Trinn 3 TILFELDIG SALG
: Trinn 4 (DUMMY)
: Trinn 5 (DUMMY)
: Trinn 6 TILFELDIG KJØP
: Trinn 7 RASJONERING
: Trinn 8 RASJONERING
: Trinn 9 RASJONERING
: Rasjonering fra og med trinn 7, Salgbar fra trinn 2
*----- SLUTT INNGANGSDATA FOR KRAFTMARKED ----
***** HYDROLOGY DATA BLOCK*****
* First and last year of observation, number of periods/year
* Number of catchment modules in system
* Number of runoff series used
* Catchment data for module 1
* Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
* Catchment data for module 2
* Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
^ Innlesealternativ 2 : Data fra døgnavviket i DIRAKS

12192,,
0.001,
EIKEREN.VSF

*EX

^ Tidsserienr. og versjonskode.
^ Omregning fra L/SEK til M3/SEK.

Vedlegg 3 Simuleringsoppsett for Vestfossen, dagens situasjon

```

365,
*MA          ***** MAGASINET *****
Eikeren
17.5,        * LRV
19.0,        * HRV
44.0,        * Magasinvolum ved HRV (Mill M3)
10,         * DATagruppe 10, adresser
2,3,2,      * Adresser for Tapping, Forbitapping og Flomtap
20,         * Datagruppe 20 (Magasin kurve)
2,          * Punkt p1 kurven
    17.5,0.0,
    19.0,44.0,
***
*KR          ***** KRAFTVERKET *****
1,          * Modul nr
Vestfossen
2,3,2,      * Adresser tapping forbitapping flomtap
20.0,       * Slukeevne (m3/s)
0.033,      * Energiekvivalent
20,         * Tilleggsdata
16.0,       * Nominell fallh1gde = HRV - 1/3(HRV-LRV) - kote ut
17.5,       * Kote overvann (LRV)
2.5,        * Utl1pskote
0.0000458,  * Falltapskoeffisient (Tunnel(M-35) + R1r(M-60))
7,
0.0,0.0,
35.,0.00,
36.,0.70,
57.,0.75,
71.,0.80,
85.,0.82,
100.,0.75,
***
*KO          *****CONTROL POINT DATA BLOCK*****
2,          *Module number
Vestfosselva *Name of module
0,0,0,      *Addresses to next modules
***
*KO          *****CONTROL POINT DATA BLOCK*****
3,          *Module number
Vannverket  *Name of module
0,0,0,      *Addresses to next modules
***
*RS          * Restriction data block
20,         * Restr. type 10 min vf forbi, 20 min vf gjennom?, 40 max mag)
1,          * Module nr. 1
5,          * Number of table points
1, 1.3,     * 1. Jan
90, 1.3,    * 1. April
120, 1.3,   * 1. May.
240, 1.3,   * 1. Sep.
365, 1.3,   * 31. Dec
***
*ST          ***** INNGANGSDATA FOR DRIFTSSTRATEGI *****
30,         * datagruppe 30, Ledekurver, f1rst tilfeldig kraft,
7,          * s1 rasjonering (%)
1,75.0,
100,30.0,
120,50.0,
192,90.0,
240,60.0,
330,80.0,
365,75.0,
7,
1,40.0,
100,0.0,
120,50.0,

```

192,70.0,
240,25.0,
330,60.0,
365,40.0,

*KM *----- INNGANGSDATA FOR KRAFTMARKED -----

5.0, * Fastkraftnivå (GWH/□R)

30.0, * FASTKRAFTPRIS □RE/KWH

120,279, * Start og slutt sommerperiode,

1, * Innlesningstype 1 for fastkraftfordeling.

0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361, 0.361,
0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371, 0.371,
0.371, 0.371, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,
0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314,
0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314,
0.314, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.300, 0.300,
0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.219,
0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219,
0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219,
0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.219, 0.234, 0.234, 0.234,
0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234, 0.234,
0.234, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248,
0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.248, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229,
0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.229, 0.243,
0.243, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243, 0.243, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257,
0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257, 0.257,
0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271,
0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.271, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286, 0.286,
0.286, 0.286, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.300, 0.314,
0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.314,
0.314, 0.314, 0.314, 0.314, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329, 0.329,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351,
0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.351, 0.343, 0.343,
0.343, 0.343, 0.343, 0.343, 0.343,

3, * Antall preferansefunksjoner

1, ^ Preferansefunksjon nr. 1

1,120, ^ Gyldighetsperiode (Start og slutt)

9, : Antall trinn i pref.funksjon

-100.,-0.4 : Trinn 1 FLOMKRAFT

-100.,-4.0, : Trinn 2 FLOMKRAFT

-15.0,-13.0, : Trinn 3 TILFELDIG SALG

0.0,-13.0, : Trinn 4 (DUMMY)

0.0,15.0, : Trinn 5 (DUMMY)

15.0,15.0, : Trinn 6 TILFELDIG KJ□P

8.5,62.0, : Trinn 7 RASJONERING

4.5,120.0, : Trinn 8 RASJONERING

72.0,350.0, : Trinn 9 RASJONERING

7,2, : Rasjonering fra og med trinn 7, Salgbar fra trinn 2

2, : Preferansefunksjon nr.2

121,192, : Gyldighetsperiode

9, : Antall trinn i pref.funksjon

-100.,-0.4, : Trinn 1 FLOMKRAFT

-100.,-5.0, : Trinn 2 FLOMKRAFT

-15.0,-5.0, : Trinn 3 TILFELDIG SALG

0.0,-5.0, : Trinn 4 (DUMMY)

0.0,12.0, : Trinn 5 (DUMMY)

15.0,12.0, : Trinn 6 TILFELDIG KJ□P

8.5,12.0, : Trinn 7 RASJONERING

4.5,12.0, : Trinn 8 RASJONERING

72.0,12.0, : Trinn 9 RASJONERING

8,2, : Rasjonering fra og med trinn 7, Salgbar fra trinn 2

```

3,
193,365,
9,
-100.,-0.4,
-100.,-4.0,
-15.0,-13.0,
0.0,-13.0,
0.0,15.0,
15.0,15.0,
8.5,62.0,
4.5,120.0,
72.0,350.0,
7,2,
***
*HY
1977,1997,365,
3,
1,
1,
513.0,307.0,1.00,
2,
1.0,0.0,1.00,
3,
1.0,0.0,1.00,
2,
12200,,
0.001,
EIKEREN.VSF
***
*EX
* Preferansefunksjon nr. 3
* Gyldighetsperiode (Start og Slutt)
      : Antall trinn i pref.funksjon
      : Trinn 1 FLOMKRAFT
      : Trinn 2 FLOMKRAFT
      : Trinn 3 TILFELDIG SALG
      : Trinn 4 (DUMMY)
      : Trinn 5 (DUMMY)
      : Trinn 6 TILFELDIG KJØP
      : Trinn 7 RASJONERING
      : Trinn 8 RASJONERING
      : Trinn 9 RASJONERING
      : Rasjonering fra og med trinn 7, Salgbar fra trinn 2
*----- SLUTT INNGANGSDATA FOR KRAFTMARKED ----
***** HYDROLOGY DATA BLOCK*****
* First and last year of observation, number of periods/year
* Number of catchment modules in system
* Number of runoff series used
* Catchment data for module 1
* Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
* Catchment data for module 2
* Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
* Catchment data for module 2
* Areal, Q, OF(1)-weight factor for runoff series,
^ Innlesealternativ 2 : Data fra d>gnarkivet i DIRAKS
^ Tidsserienr. og versjonskode.
^ Omregning fra L/SEK til M3/SEK.

```