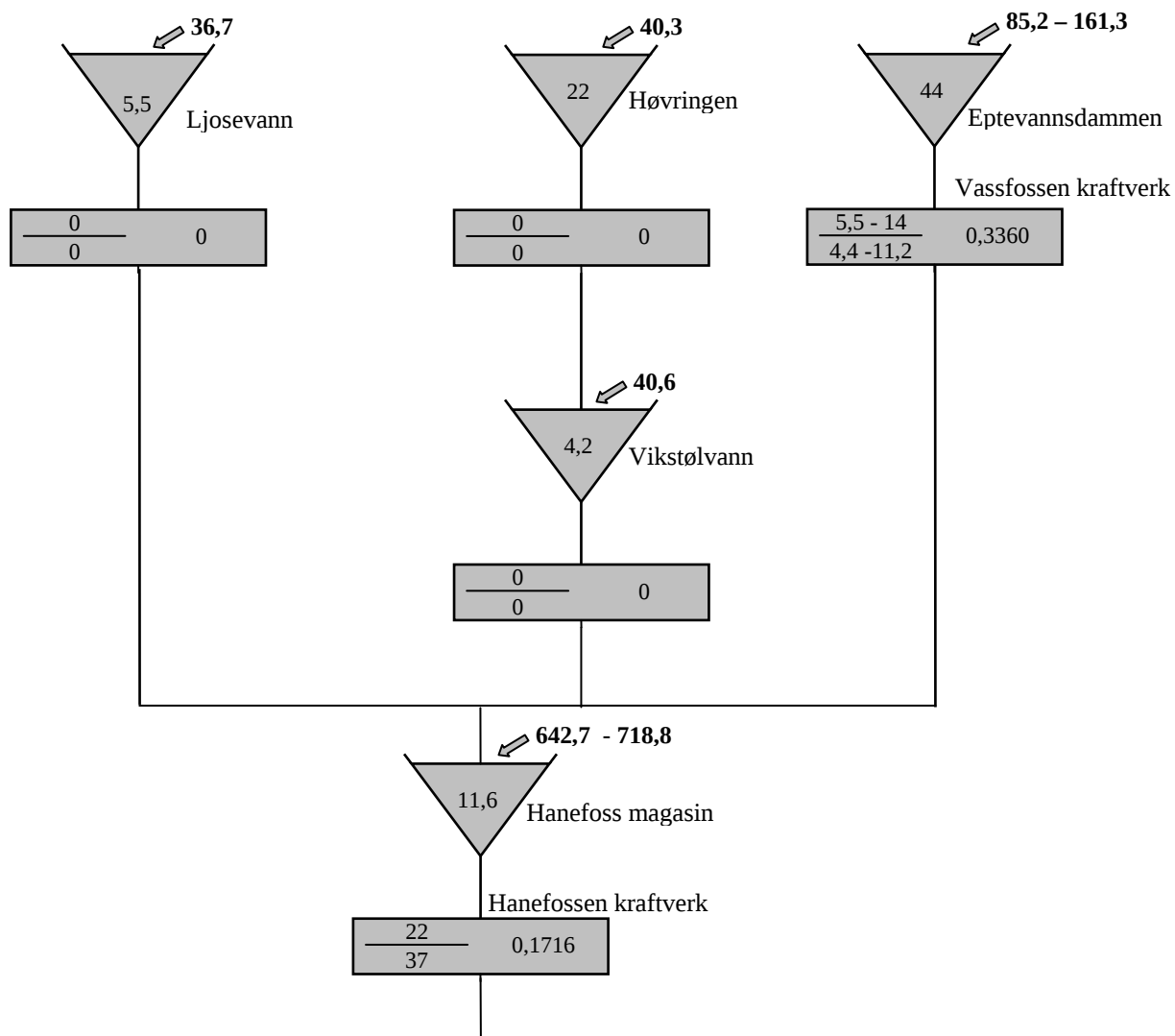


Simulering av Uldalsvassdraget



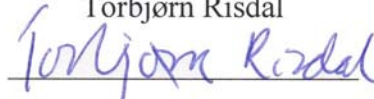
Før og etter utbygging av
Skjeggedalsoverføringen

1 Forord

I forbindelse med utbyggingen av Vassfossen i Uldalsvassdraget har vi vurdert de hydrologiske og produksjonsmessige aspektene en slik utbygging vil medføre. Simuleringene som er gjort, er en bunden simulering som tar utgangspunkt i ukesoppløsning. Rapporten inneholder simulering av vassdraget med to scenarier: Slik vassdraget er i dag, med Vassfossen utbygd med 5,5 MW. Det andre senariet er etter utbygging av Skjeggedalsoverføringen og med 14 MW effekt i Vassfossen. Modellen bygger på simuleringene som ble utført i 2003 i forbindelse med konsesjonssøknaden for Vassfossen Kraftverk. Det er lagt vekt på å presentere resultatene på en lettfattelig og oversiktlig måte. Både Vannføringer og Fyllingsgrader er presentert ved gjennomsnitt og tre utvalgte års-serier som representerer situasjonen i vassdraget i et normalår, et tørrår og et våår. For å få presentert ekstremsituasjonene er alle reguleringene med fyllingsgrad og vannføring tatt med i prosentiler. For spesielt interesserte henvises det til resultatsettet av simuleringen, som følger med på CD. Simuleringene er foretatt av Torbjørn Risdal under veiledning av Olav Botnen. Konklusjoner, slik som de miljømessige konsekvensene ved utbyggingen og anbefalt utbyggingsgrad for Vassfossen er ikke omtalt i denne rapporten.

.

Olav Botnen


Torbjørn Risdal


2 Innholdsfortegnelse

1	Forord	2
2	Innholdsfortegnelse	3
3	Valg av vannmerkeserie	4
4	Modellering av vassdraget	5
5	Beregningsforutsetninger	7
5.1	Bunden simulering	7
5.2	Minstevannføringer	7
5.3	Reguleringskurver	8
5.4	PQ kurver	9
5.5	Ulike simuleringsscenarier	9
6	Dataresultat.....	10
7	Nøkkeltall	10
8	Presentasjoner.....	11
8.1	Vannføringer – Gjennomsnitt for perioden 1931 til 2000.....	12
8.2	Fyllingsgrader - Gjennomsnitt for perioden 1931 til 2000	15
8.3	Vannføringer - Normalår.....	18
8.4	Fyllingsgrader – Normalår	21
8.5	Vannføringer – Tørrår	24
8.6	Fyllingsgrader - Tørrår	27
8.7	Vannføringer – Våtår	30
8.8	Fyllingsgrader - Våtår	33
8.9	Vannføring i Vassfossen – Prosentiler 1931-2000.....	36
8.10	Fyllingsgrad Eptevannsdammen – Prosentiler 1931-2000.....	37
8.11	Vannføring Høvringen – Prosentiler 1931-2000.....	38
8.12	Fyllingsgrad Høvringen – Prosentiler 1931-2000.....	39
8.13	Vannføring Vikstølvann – Prosentiler 1931-2000	40
8.14	Magasinfylling Vikstølvann – Prosentiler 1931-2000	41
8.15	Vannføring Ljosevann – Prosentiler 1931-2000	42
8.16	Magasinfylling Ljosevann – Prosentiler 1931-2000	43
8.17	Vannføring Hanefossen – Prosentiler 1931-2000	44
8.18	Magasinfylling Hanefossmagasin – Prosentiler 1931-2000.....	45
8.19	Midlere produksjon i stasjonene 1931 – 2000	46

3 Valg av vannmerkeserie

Det finnes to aktuelle vannmerkeserier å ta utgangspunkt i for simuleringene. Disse er vannføringsdata for Austenå og Flaksvann. Disse stasjonene er driftet av NVE og har vært i drift fra henholdsvis 1924 og 1899. Målestasjonene ligger ikke langt fra Uldalsvassdraget, og er derfor begge gode referanseserier for simuleringene. Kvaliteten for disse seriene er gode, og det er naturlig å bruke dem i denne analysen.

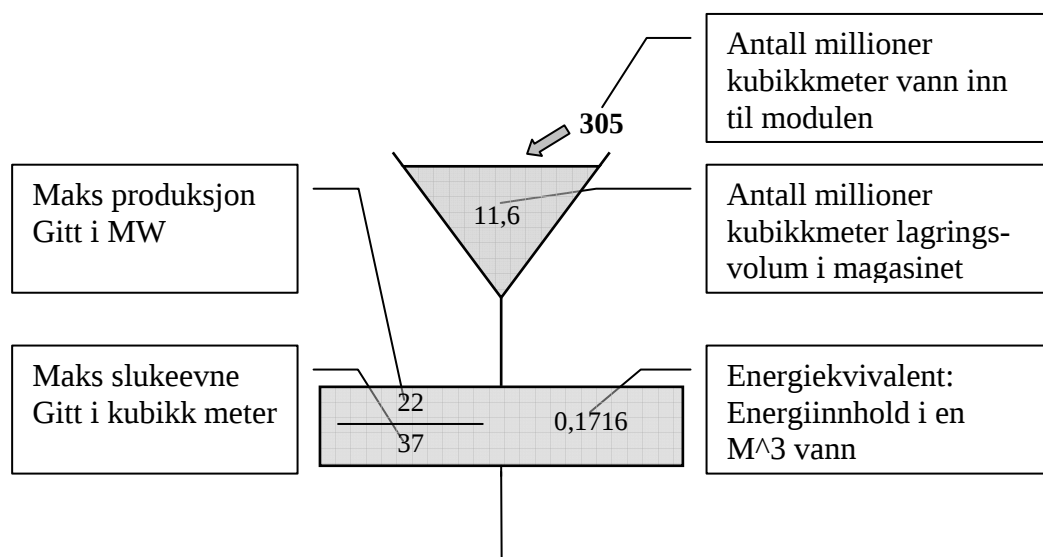
Thomas Væringstad fra NVE anbefalte å bruke Flaksvann for vannmerket for Flaksvann og dette ble da gjort.

Vannmerkeserien for Flaksvann ble da følgelig benyttet videre som grunnlag for simuleringer i VANSIMTAP. Serien har serie nummer 531-B i HYDARK.

4 Modellering av vassdraget

Terminologien i modell-oppybyggingen av vassdraget er standardisert i VANSIMTAP.

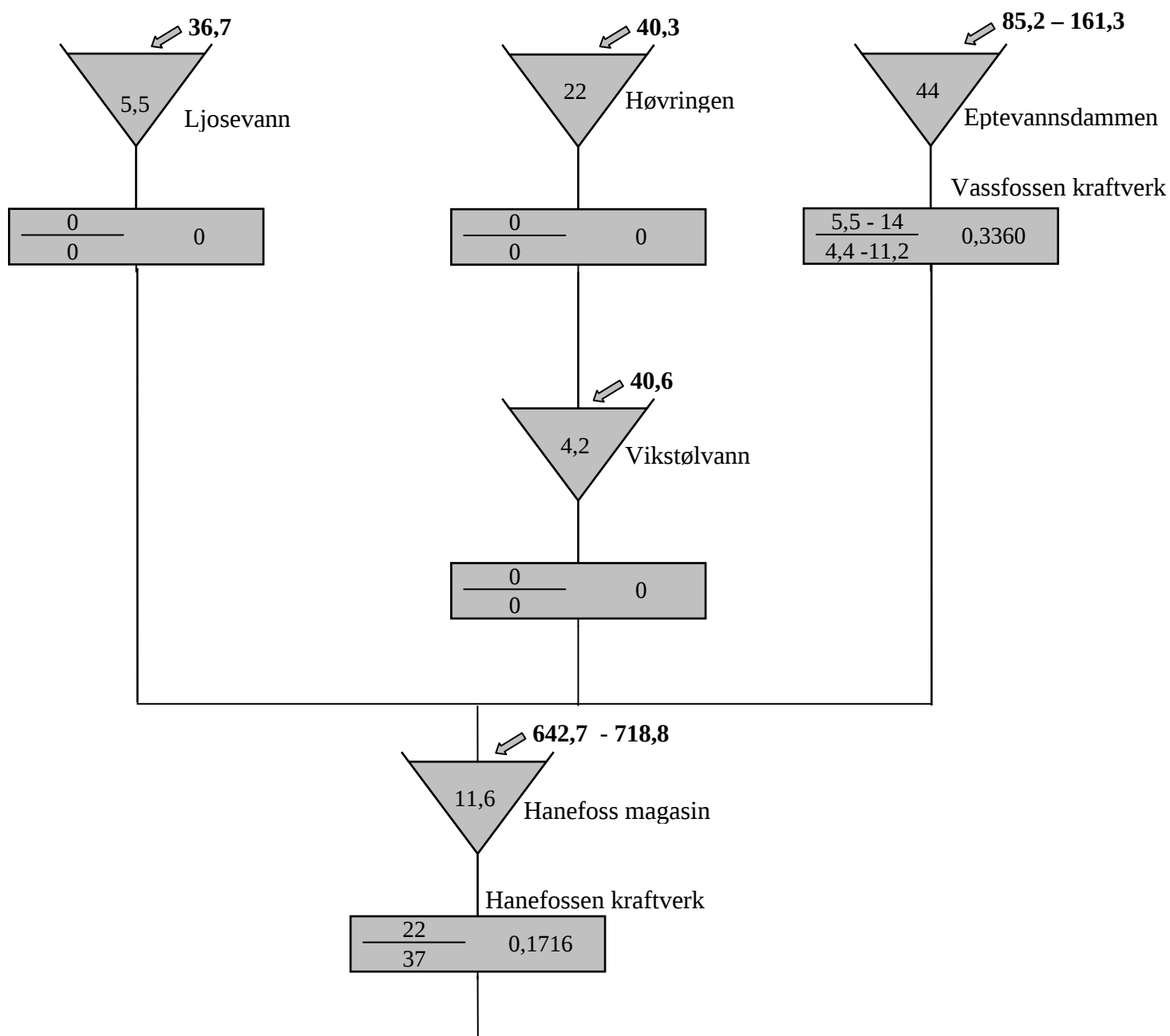
Nedenfor er en kort forklaring til symbolbruken i modellen.



Standardmodul for oppbygging av modellen

Modulene knyttes sammen i ett nettverk. For ytterligere studier av modellens egenskaper og begrensinger henvises det til "Samkjøringsmodellen: et verktøy for drifts- og utbyggingsplanlegging" ISBN 82-594-0119-3.

Uldalsvassdraget består av fem reguleringer og to kraftverk. Modellen som er brukt i simuleringene er vist på neste side.



5 Beregningsforutsetninger

I simuleringen er det lagt inn en del forutsetninger. Dette kapittelet forsøker å belyse de forutsetningene som er lagt inn i modellen. Modellen baserer seg på ukesoppløsning. Vannmerkeserien er skalert med utgangspunkt i årrekken fra 1931 til 1960. Det vil si at den forventede vannmengden man får inn til modulene, er gjennomsnittet av observasjonene i denne perioden. Virkningsgraden til Vassfossen Kraftverk er satt til 90 %.

5.1 Bunden simulering

I VANSIMTAP er det mulig å simulere driften av vassdragene etter styrekurver for magasindisponeringen. Da kobler man ut vannverdiberegning og økonomisk drift, og simuleringen blir vesentlig enklere å gjennomføre.

Ved bunden simulering disponeres både buffer- og reguleringsmagasiner etter styrekurver for vår- og høstkulminasjon. Det avvikes fra styrekurvene bare når det er nødvendig pga. restriksjoner eller tilsigssituasjon.

Kulminasjonspunkter for vår og høst beregnes automatisk i modellen, individuelt for hvert buffer- og reguleringsmagasin og avhengig av reguleringsgrad.

Denne type simulering er valgt for Uldalsvassdraget i denne rapporten.

5.2 Minstevannføringer

Det er lagt inn minstevannsføringer for fem av modulene. Dette er restriksjoner gitt i konsesjonene til reguleringene.

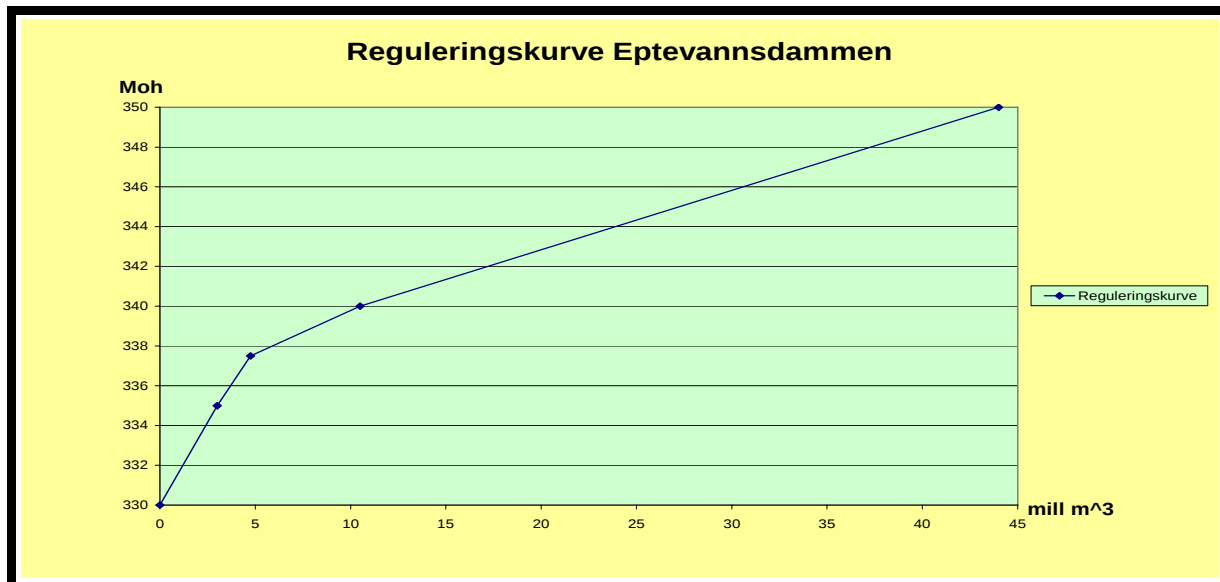
Mistevannsføringene er som følger:

Vassfossen	0,22 M ³ per sek
Høvringen	0,11 M ³ per sek
Vikstølvann	0,23 M ³ per sek
Ljosevann	0,1 M ³ per sek

5.3 Reguleringskurver

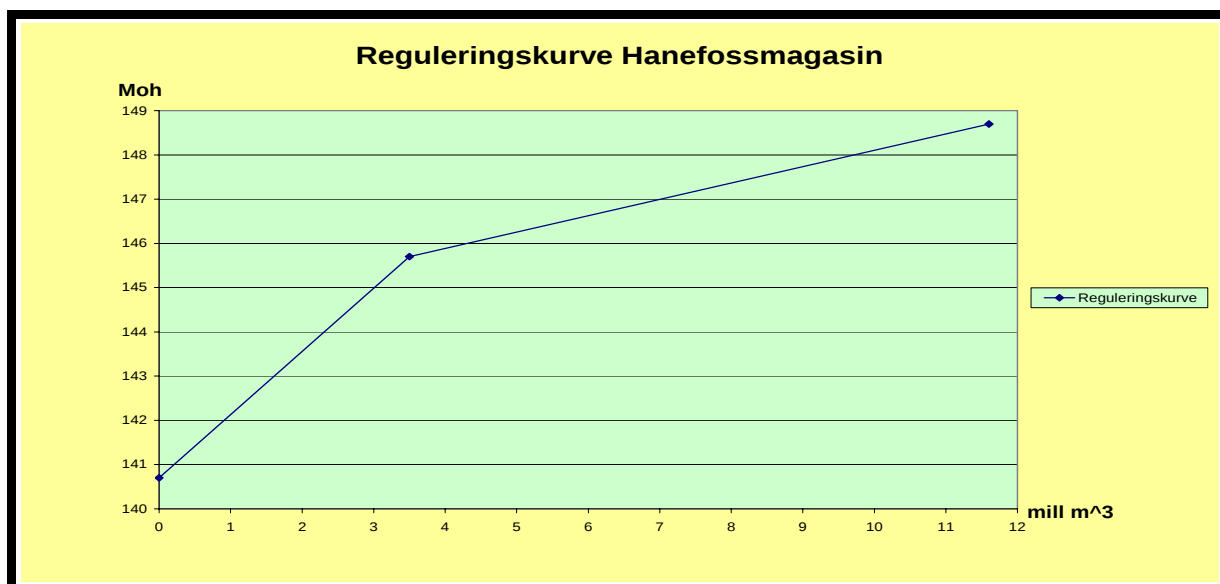
VANSIMTAP gir mulighet for modellering av reguleringskurver for de magasiner som er definert som reguleringsmagasiner. Dette for å ta hensyn til det faktum at man får mer energi ut per kubikk meter vann ved en større fyllingsgrad/fallhøyde.

Reguleringskurven for Eptevannsdammen er lagt inn i simuleringen slik figuren under viser.



Magasinkurven brukt i simuleringene

For Hanefossen finnes det allerede en reguleringskurve i HYDARK. Nedenfor vises kurven.



Magasinkurven brukt i simuleringene

5.4 PQ kurver

PQ kurvene i VANSIMTAP sier noe om hvor mye vann som skal til for å produsere en gitt mengde energi. Det kan være forskjellig virkningsgrader for forskjellige vannmengder som går forbi stasjonene. Dette fordi en turbin ikke kan kjøre med samme virkningsgrad for enhver vannmengde.

PQ kurven ligger inne som lineær i moduldatasettet MED som er levert av NVE år 2001. Selv om dette ikke stemmer helt overens med virkeligheten, har en lineær kurve blitt benyttet i mangel på en annen.

Vassfossen Kraftverk er bevisst modellert med en lineær PQ kurve. Siden modellen baserer seg på ukesoppløsning, vil en da kunne få ut hvor mange timer verket vil være i drift i løpet av en uke.

5.5 Ulike simuleringsscenarier

Det er foretatt to simuleringsscenarier. Den første er slik vassdraget er i dag: Med 5,5 MW produksjon i Vassfossen. I det andre scenariet er det plassert aggregat med størrelse på til sammen 14 MW i Vassfossen, samt at Vassfossen har fått økt årlig påregnelig vannmengde fra 85,2 mill M^3 til 161,3 mill M^3 .

Installert effekt	Vannføring i Vassfossen
5,5 MW Alternativet	4,4 M^3
14 MW Alternativet	11,2 M^3

6 Dataresultat

Vedlagt i CD følger rå filene av simuleringene. Nummerere på filene representerer modulene som listet opp i tabellen under.

Eptevannsdammen/Vassfossen	Modul nummer 1
Høvringen	Modul nummer 2
Vikstølvann	Modul nummer 3
Ljosevann	Modul nummer 5
Hanefossmagasinet/Hanefossen	Modul nummer 6

Filene på CDen er bygd opp på følgende måte: Hver enkelt kolonne representerer et helt år, det vil si kolonne A til BR som representerer årrekken fra 1931 til år 2000. Kolonne BS er årsgjennomsnittet, og kolonne BT til kolonne BX er prosentiler med 25 % intervall. Radene 1-52 representerer de respektive ukenumrene.

7 Nøkkeltall

Tabellen nedenfor viser nøkkeltall fra simuleringene.

Stasjon	Benevning	5,5 MW i Vassfossen	14 MW i Vassfossen
Hanefossen			
Sommer	GWh	45,74	46,05
Vinter	GWh	81,61	84,03
Sum I	GWh	127,35	130,07
Vassfossen			
Sommer	GWh	7,31	15,89
Vinter	GWh	18,35	35,08
Sum II	GWh	25,66	50,97
Sum Sommer	GWh	53,05	61,94
Sum Vinter	GWh	99,96	119,10
Sum I+II	GWh	153,01	181,04
Økt produksjon	GWh	NA	28,04
Flomtap			
Hanefossen	mill. m ³	202,46	185,96
Vassfossen	mill. m ³	4,70	8,34

8 Presentasjoner

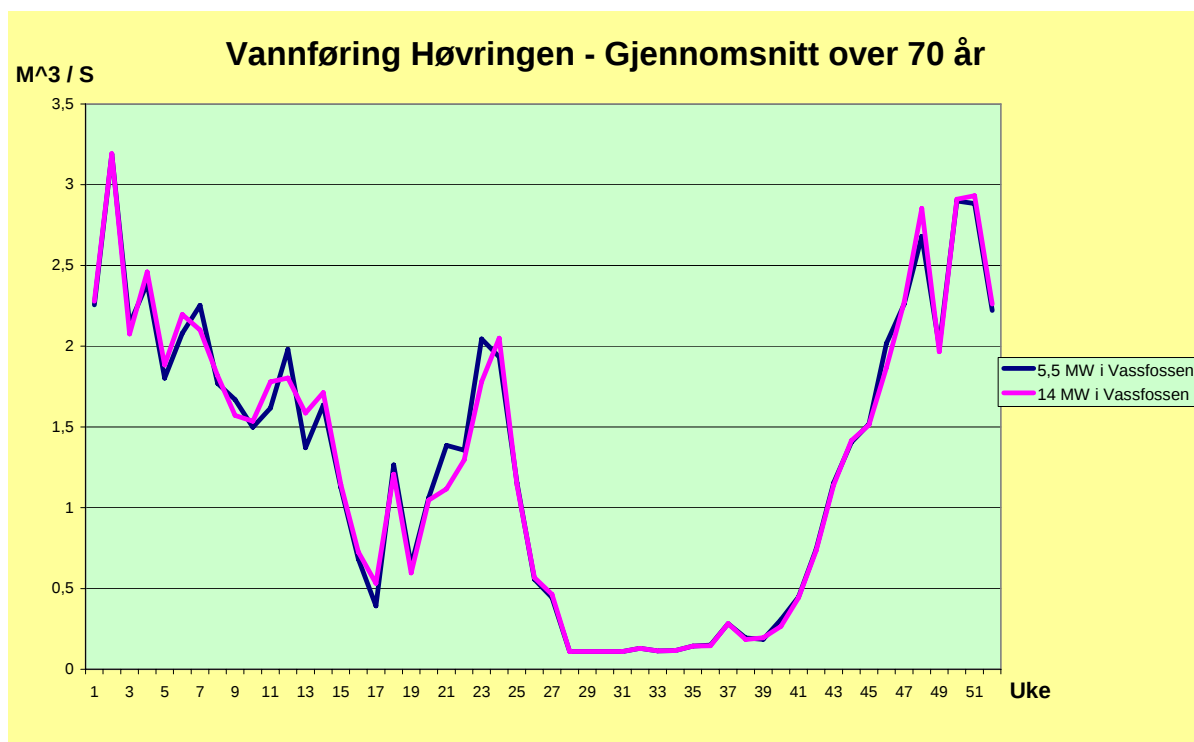
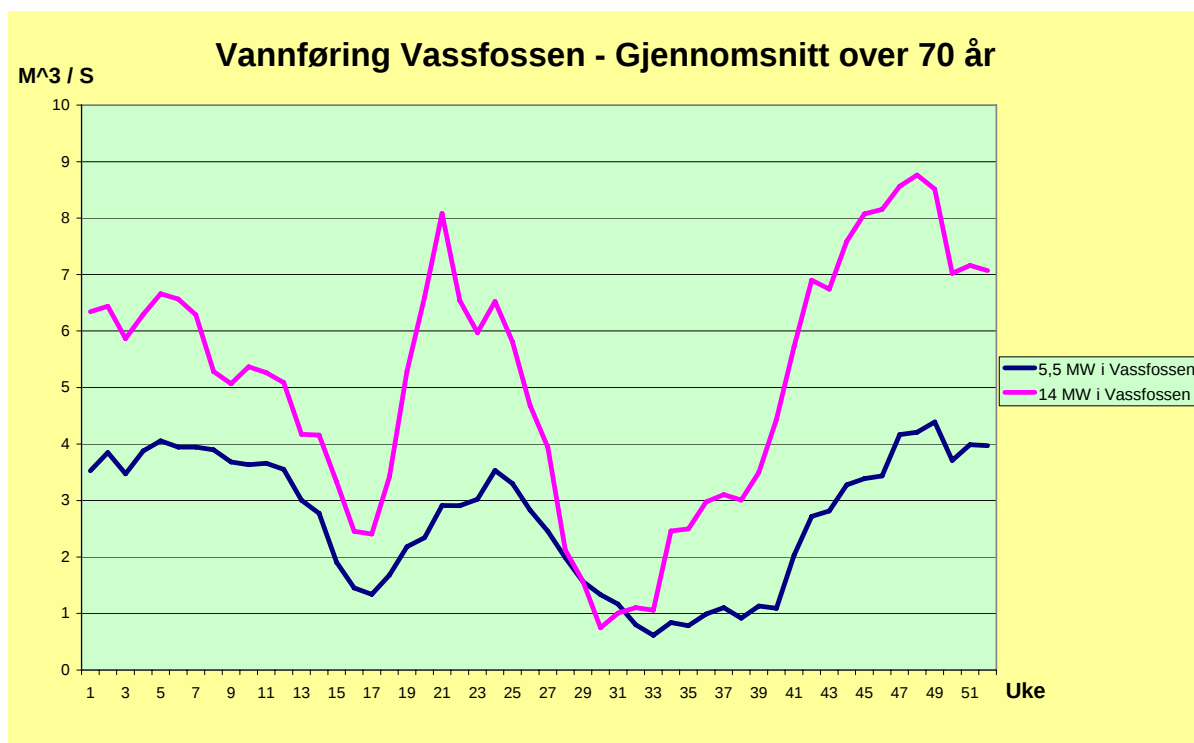
I dette kapittelet følger en grafisk fremstilling av resultatet fra simuleringene. Det mest vesentligste er forsøkt presentert på en oversiktlig måte. Vannføringene nedenfor de ulike reguleringene og fyllingsgradene er presentert. Dette er gjort for gjennomsnittsår og typeårene. Typeårene er representert ved følgende år:

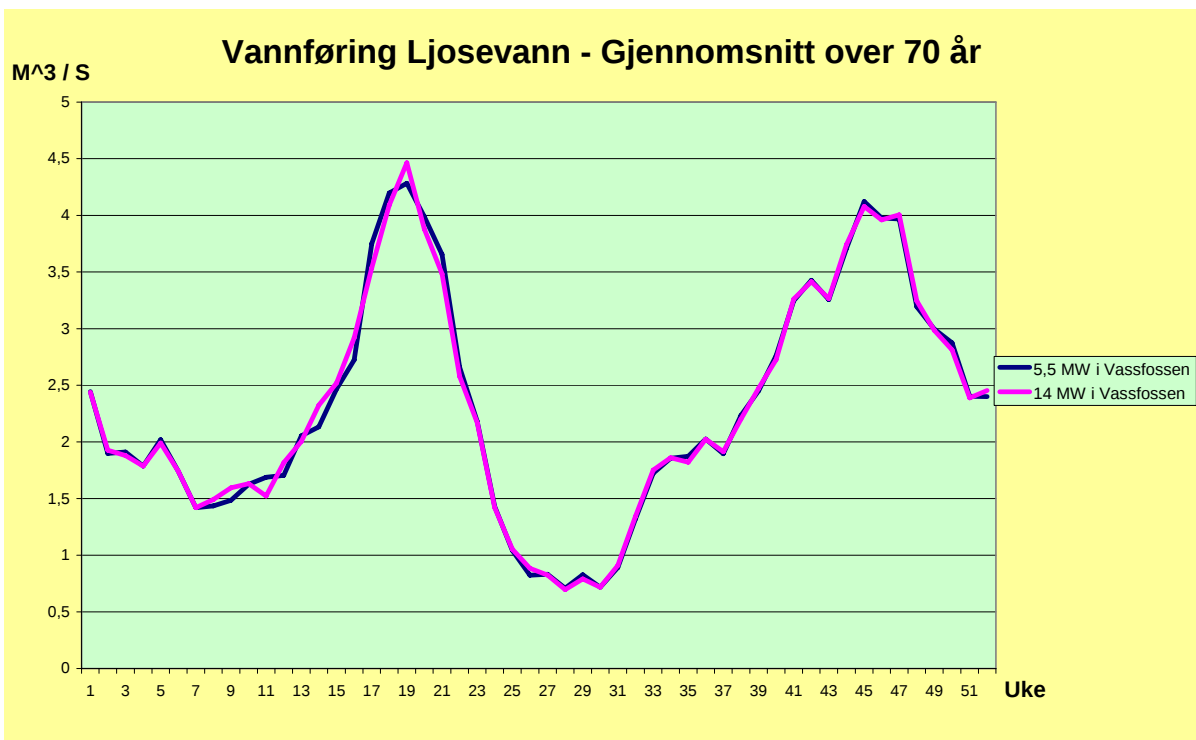
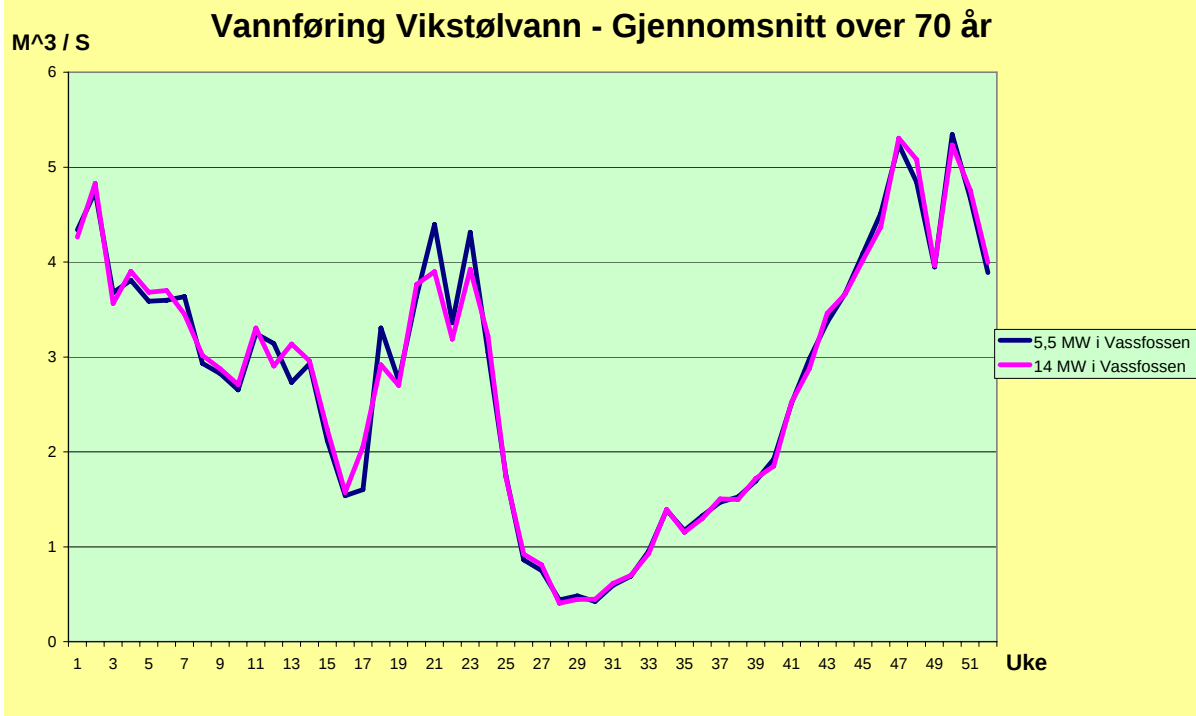
- Tørrår – 1973. Året hadde et tilsig på 53,2 % i forhold til gjennomsnittet.
- Normalår – 1994. Året hadde et tilsig på 95,7 % i forhold til gjennomsnittet.
- Våtår – 2000. Året hadde et tilsig på 180,5 % i forhold til gjennomsnittet.

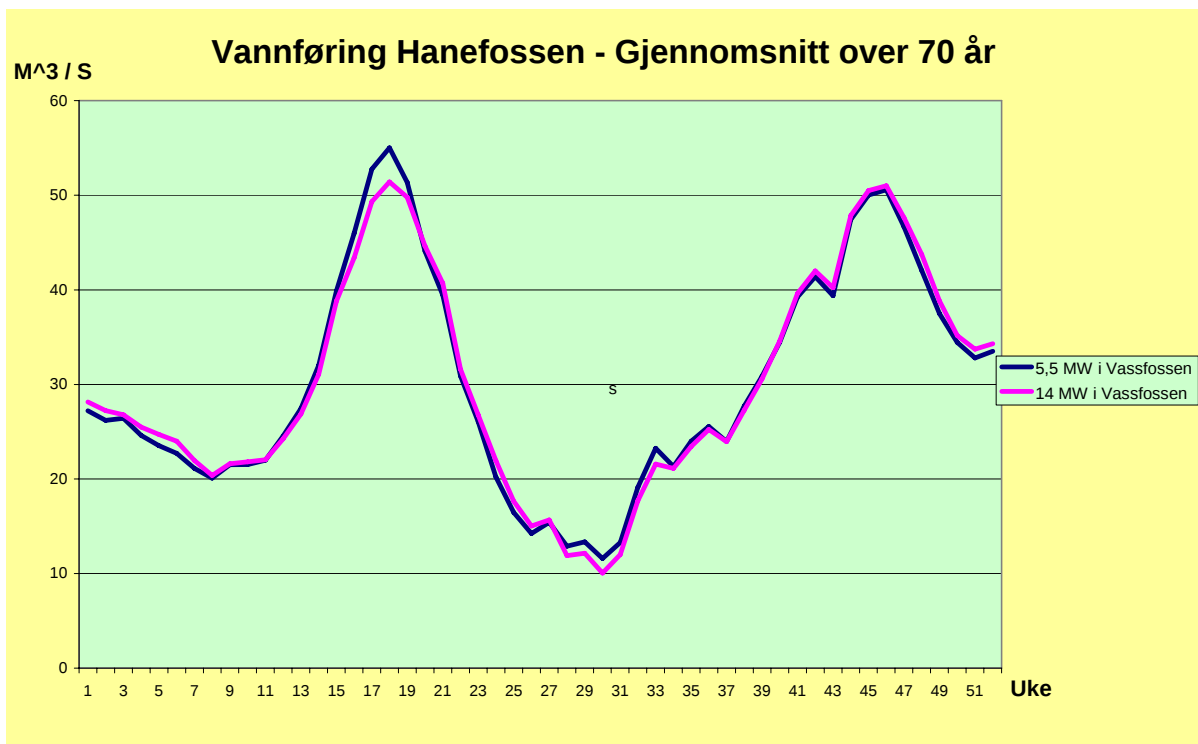
Presentasjoner av prosentilene for 70 års perioden er også gitt for samtlige moduler.

Midlere produksjon i både Hanefossen for årrekken 1931 – 2000 er også representert i presentasjonene.

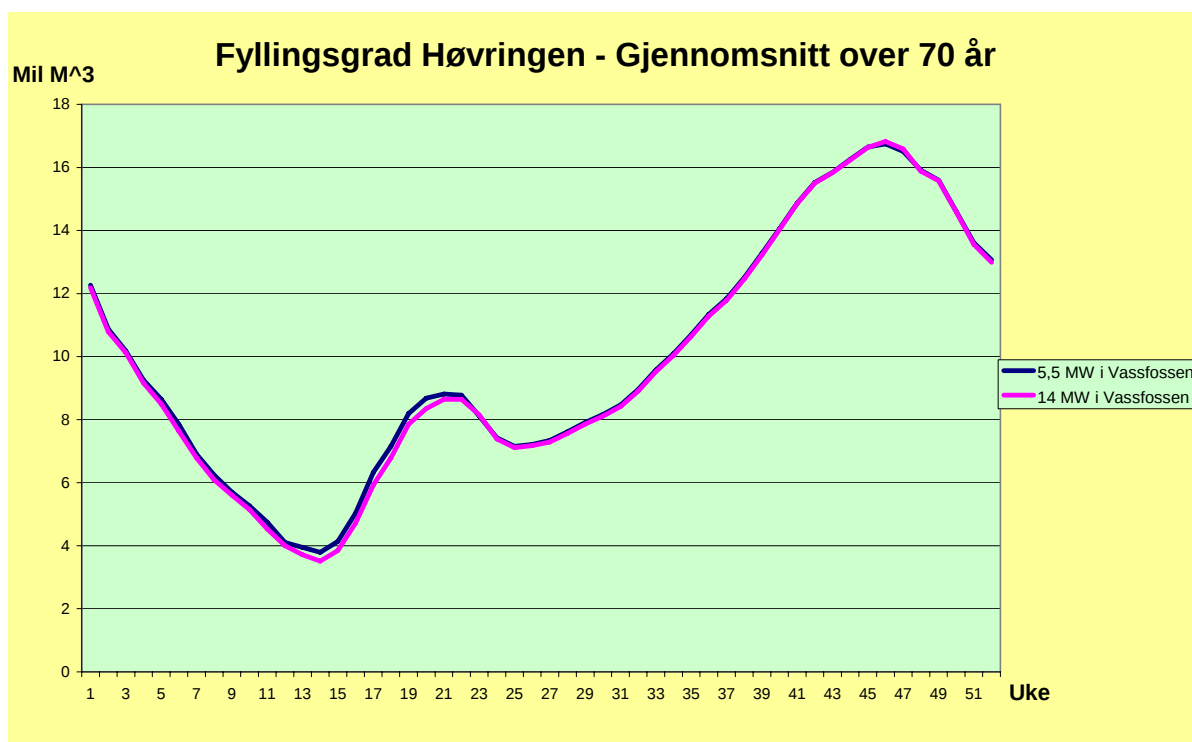
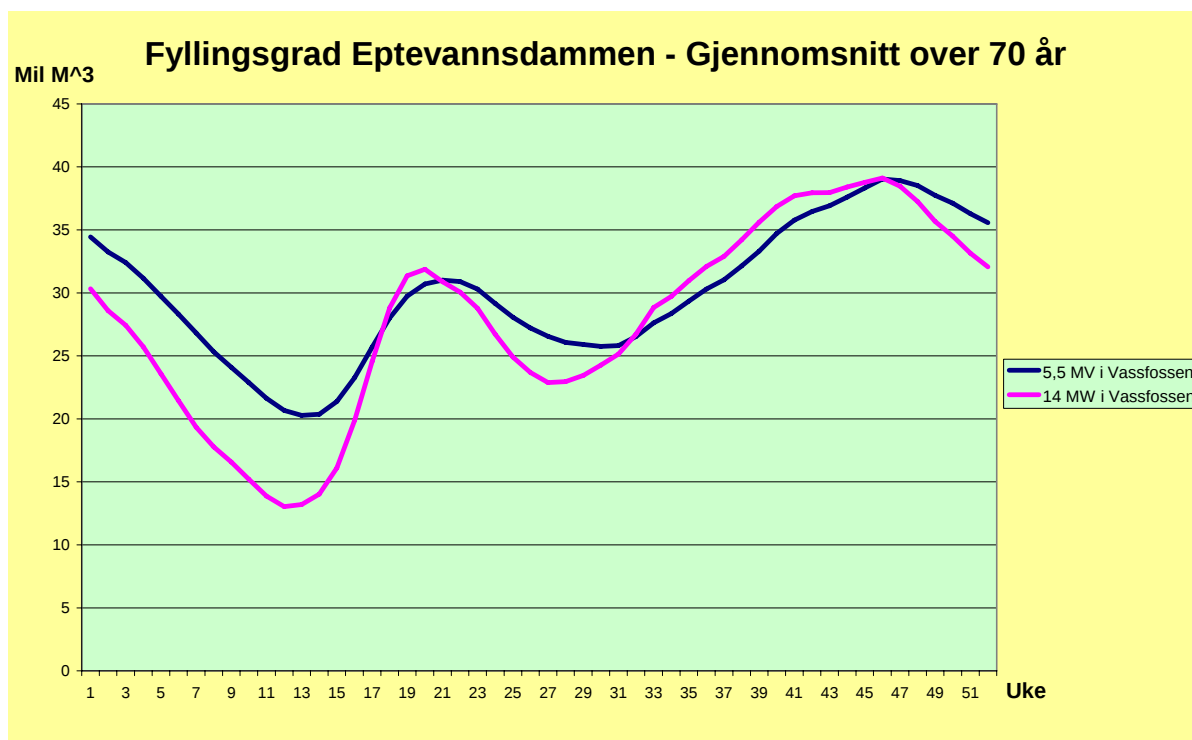
8.1 Vannføringer – Gjennomsnitt for perioden 1931 til 2000

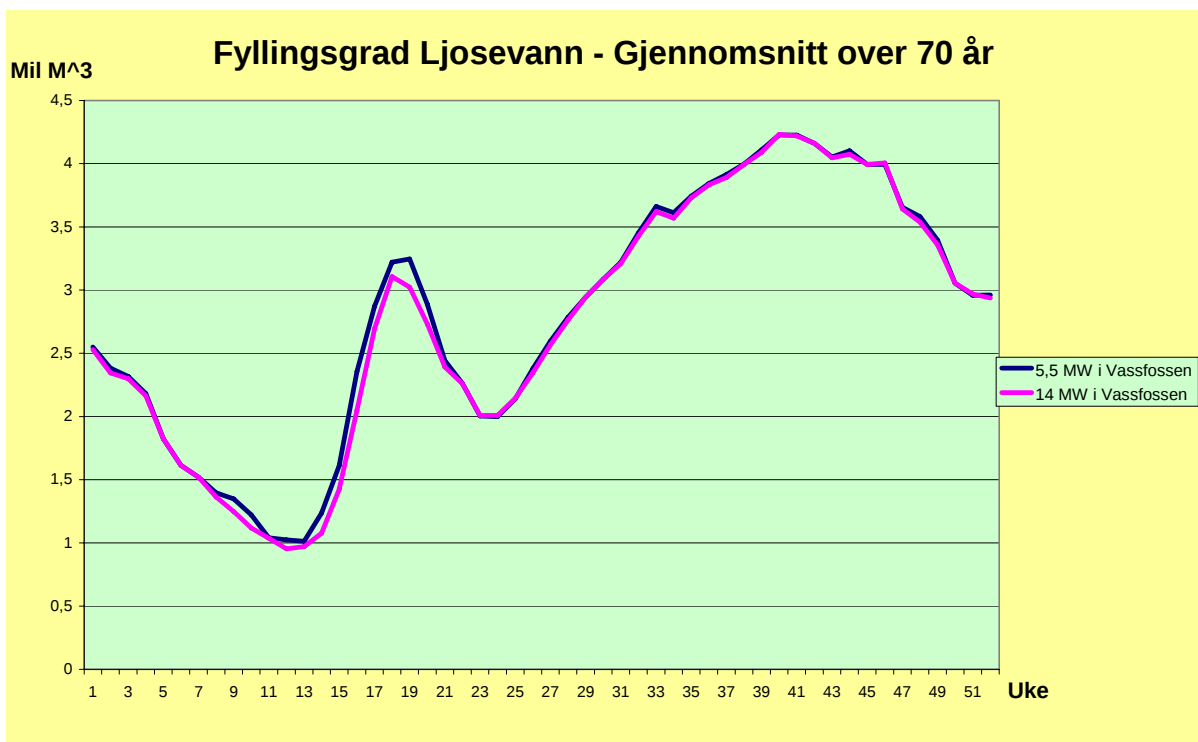
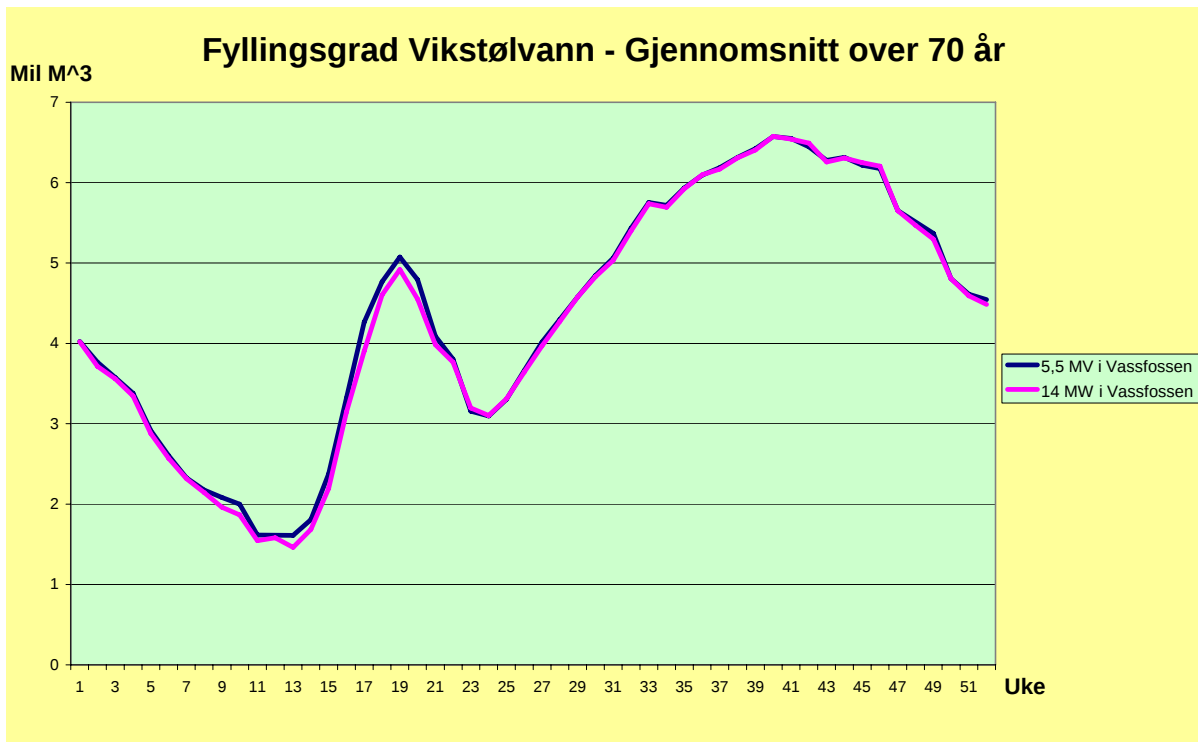


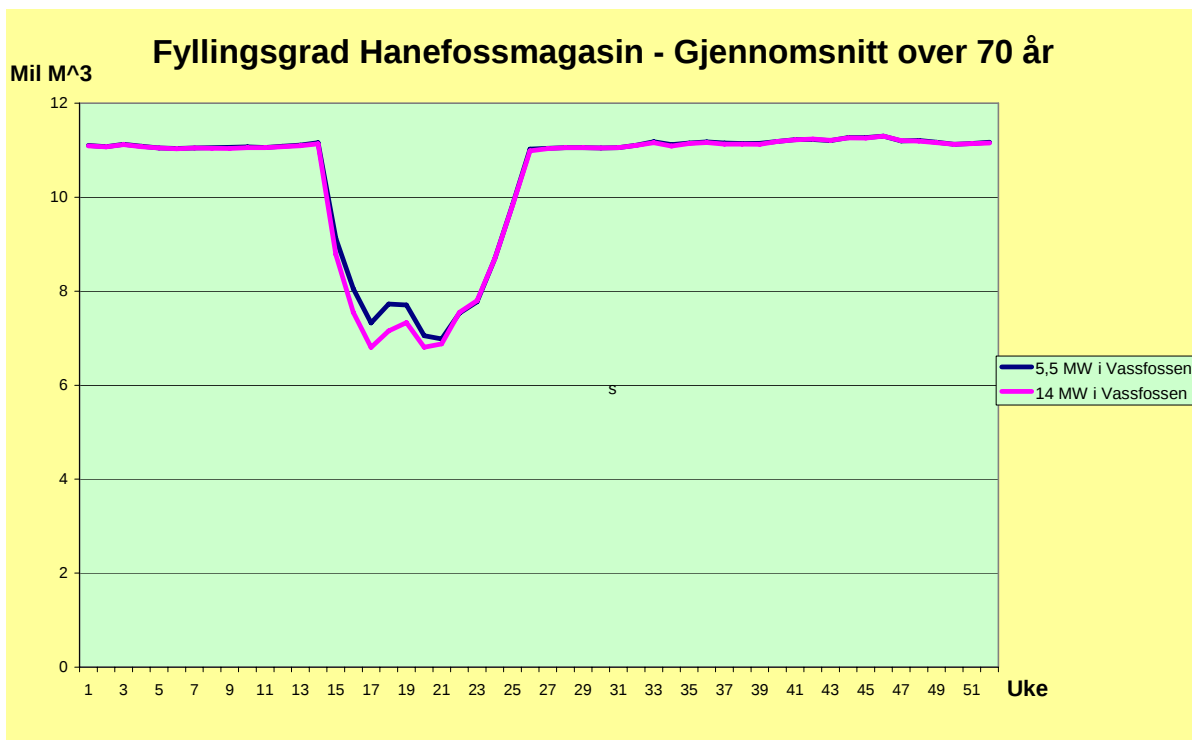




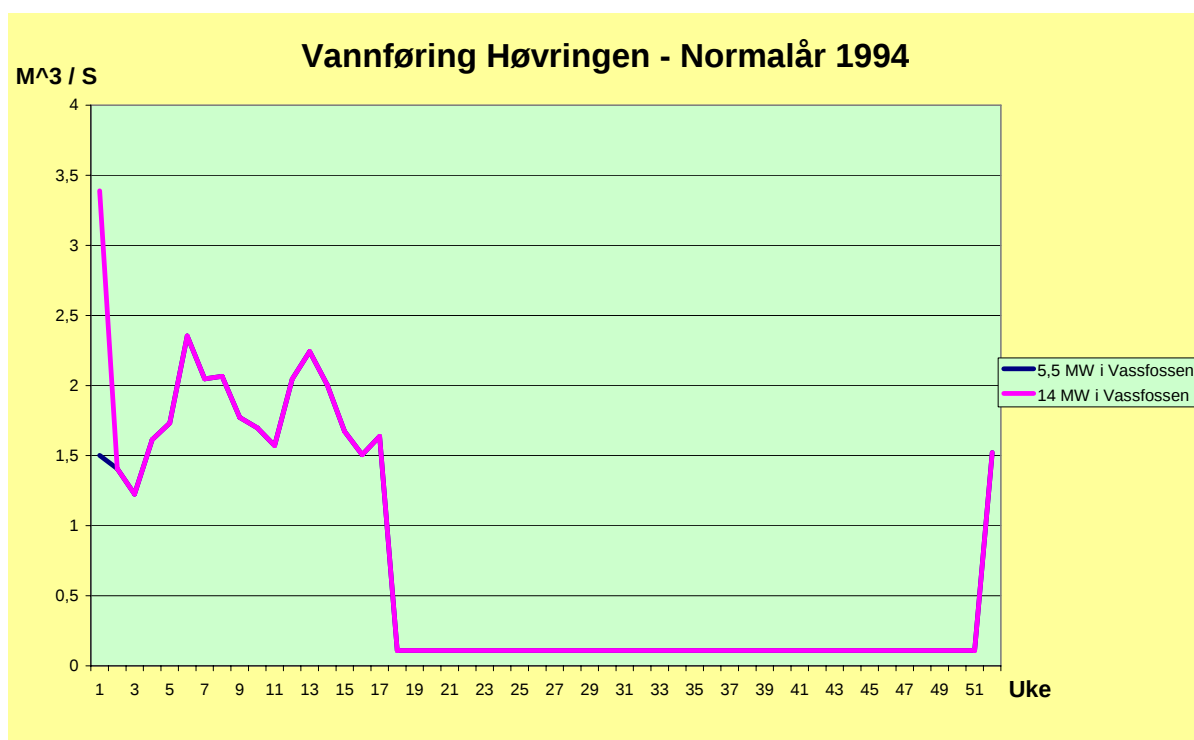
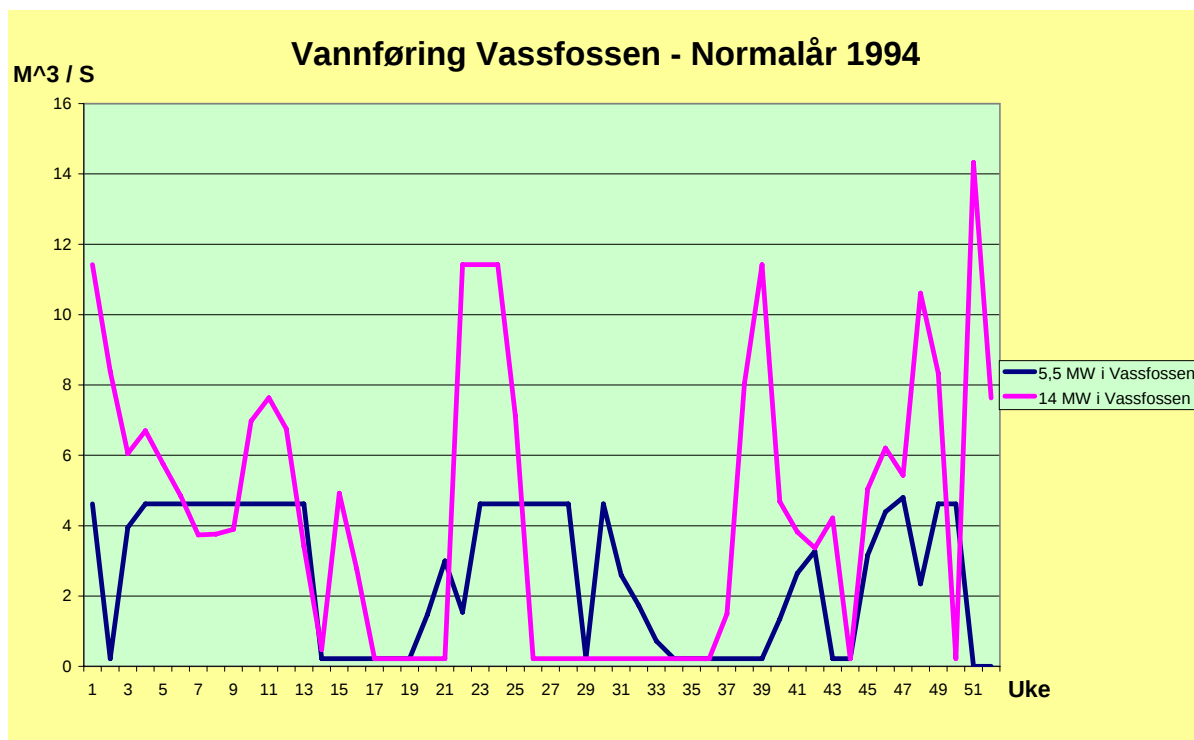
8.2 Fyllingsgrader - Gjennomsnitt for perioden 1931 til 2000

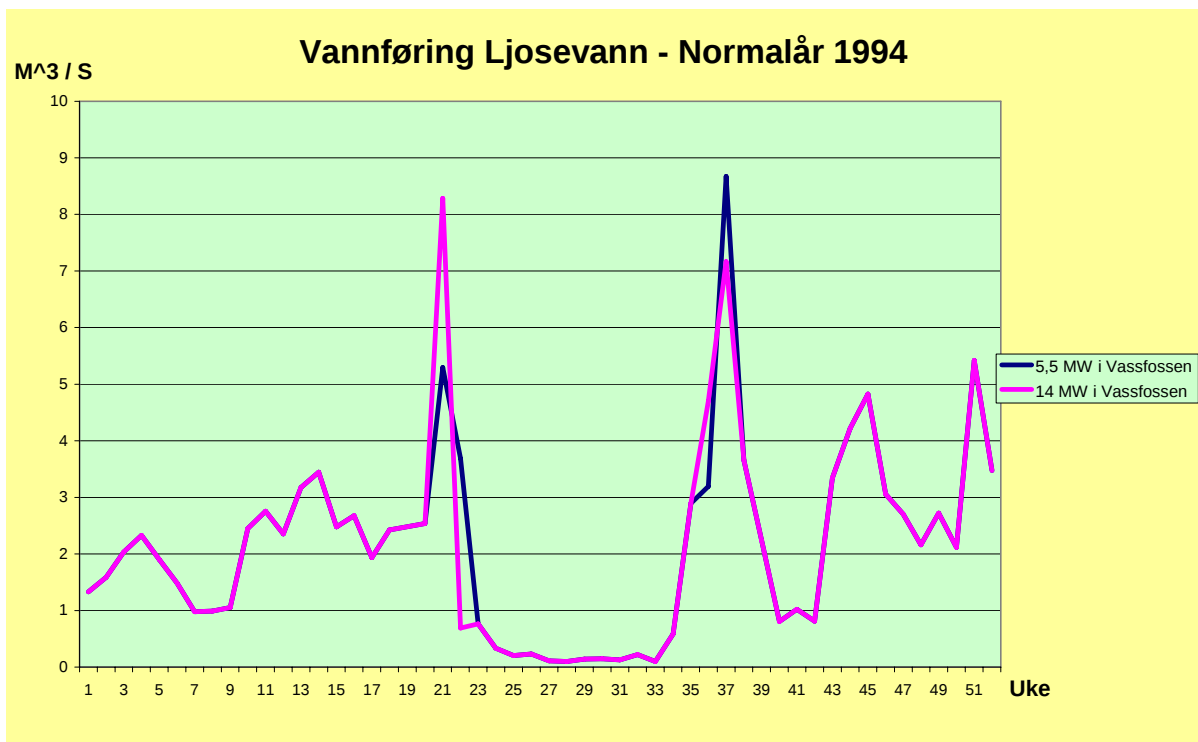
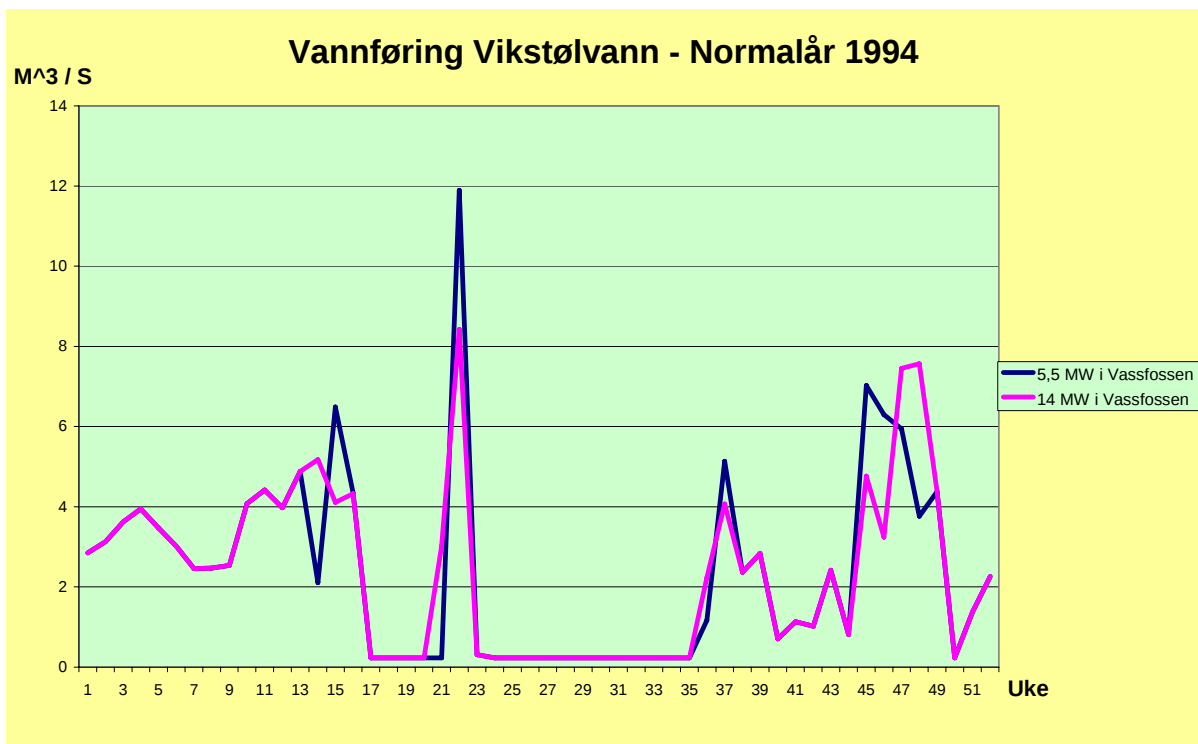


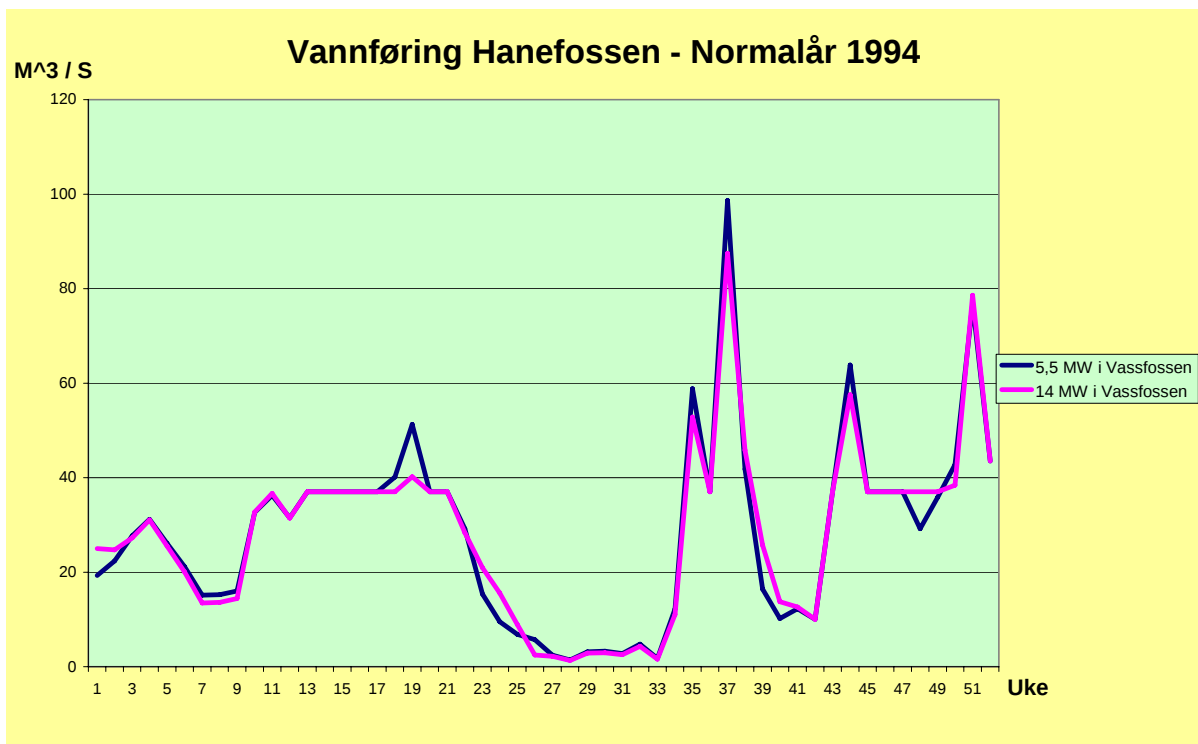




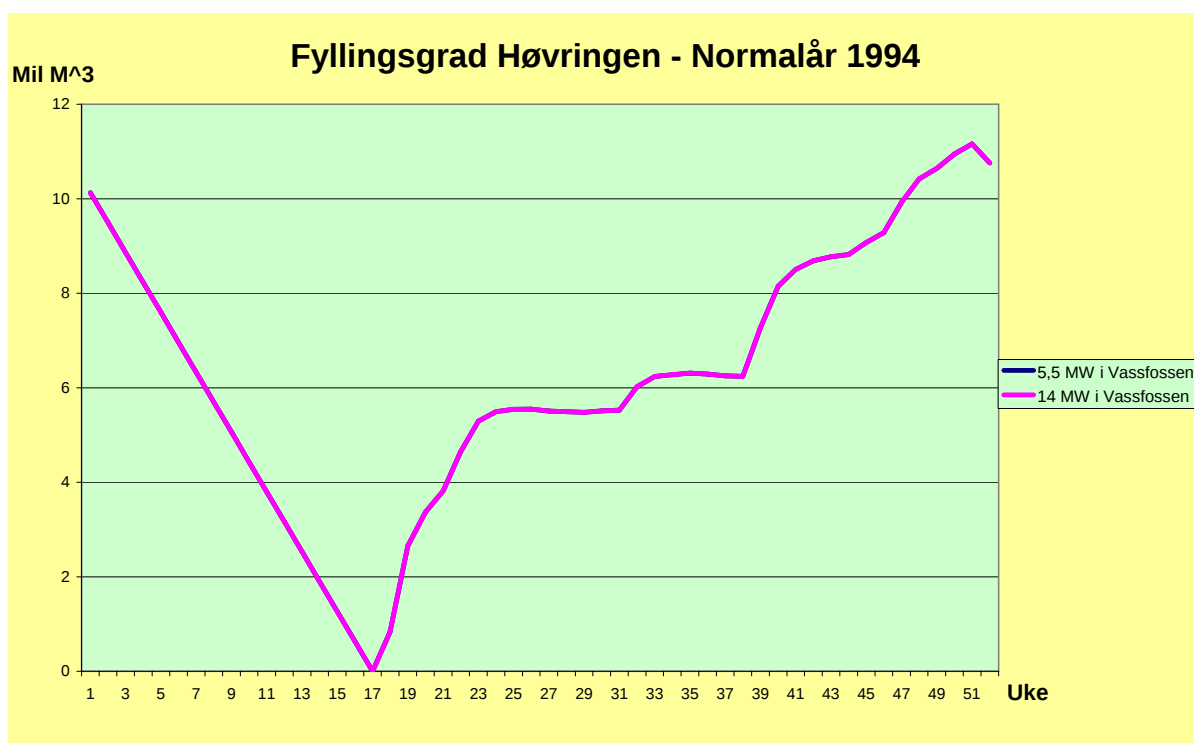
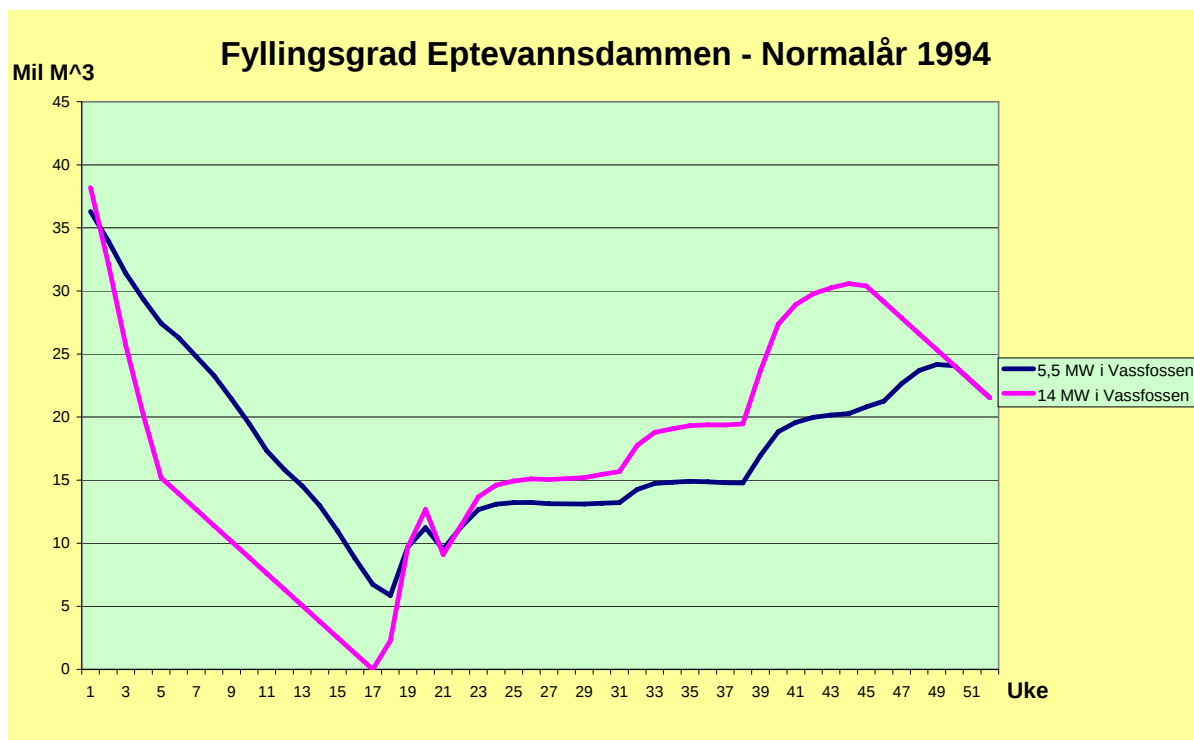
8.3 Vannføringer - Normalår

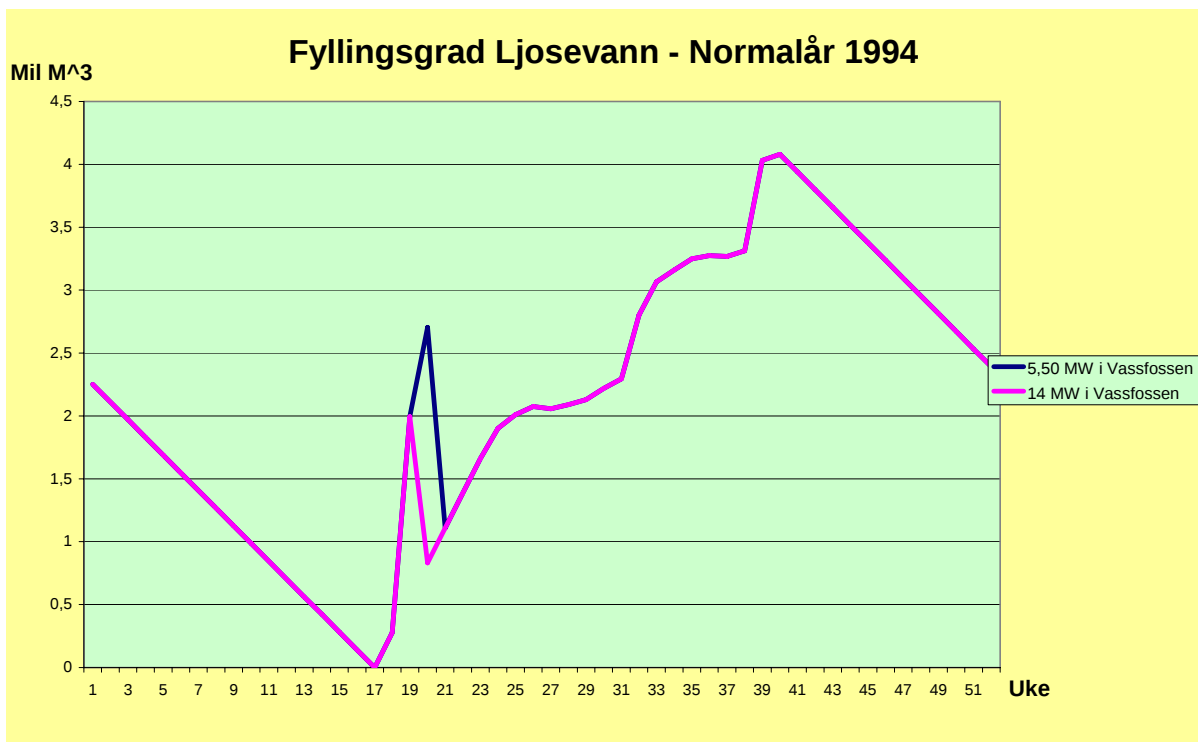
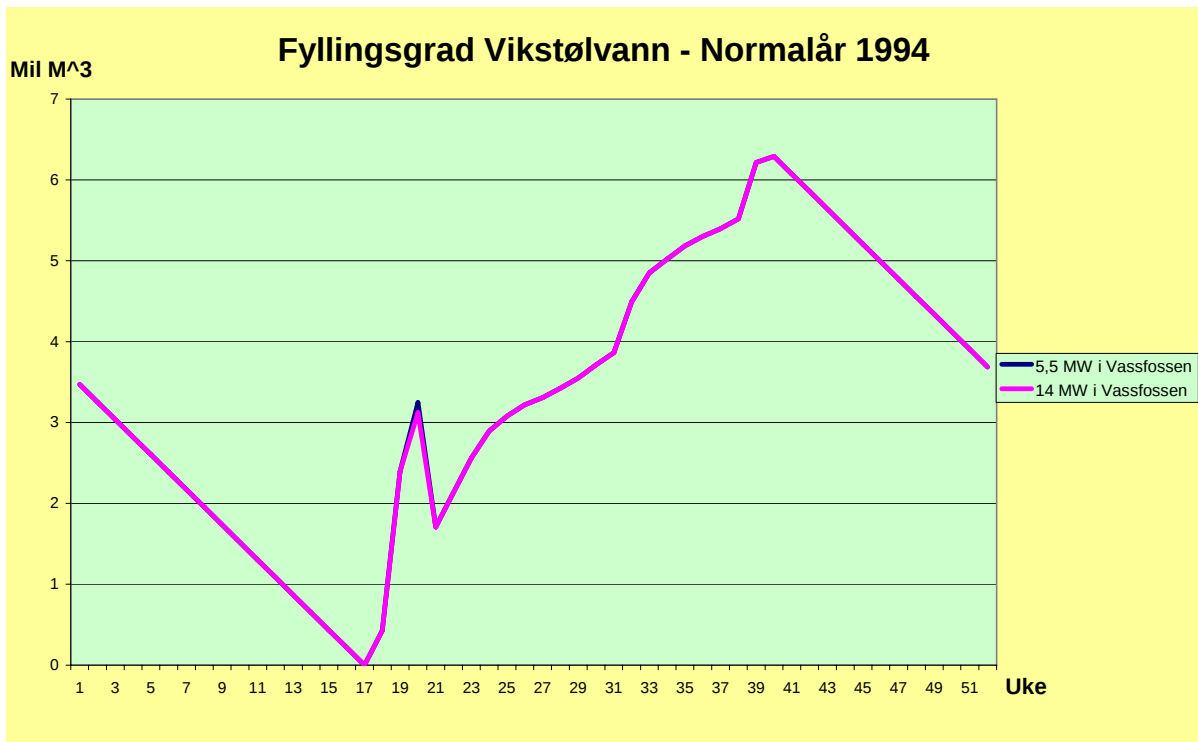


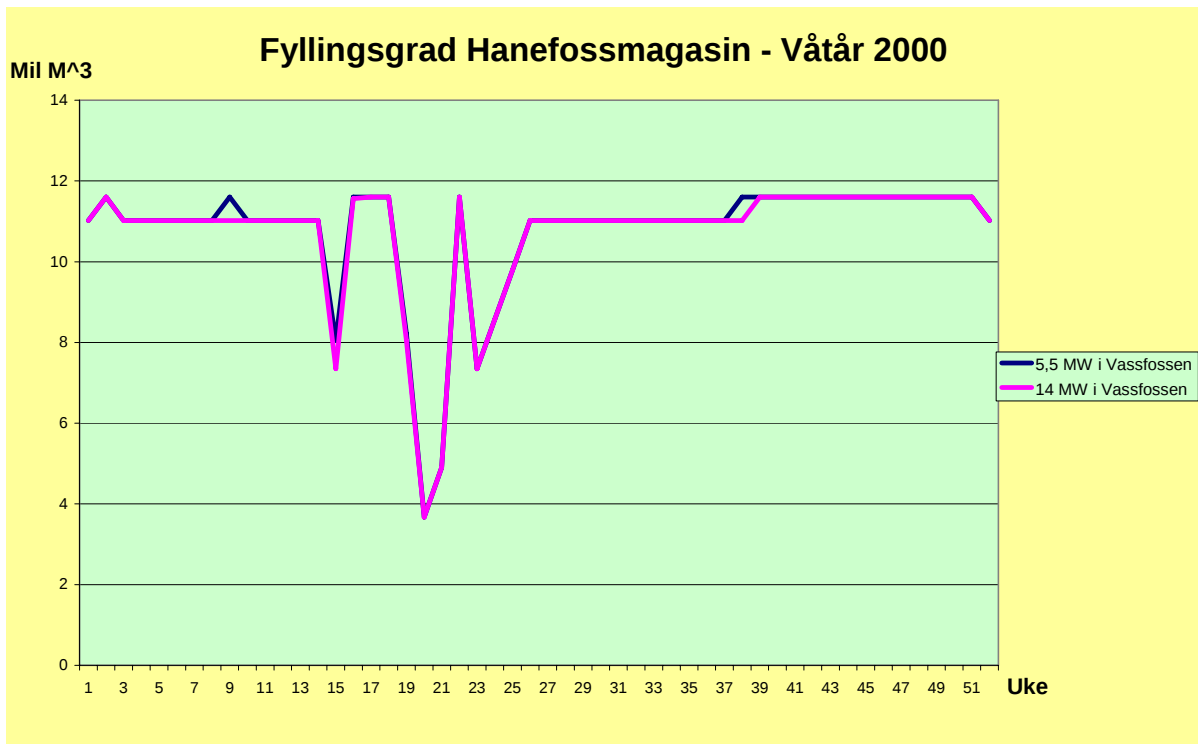




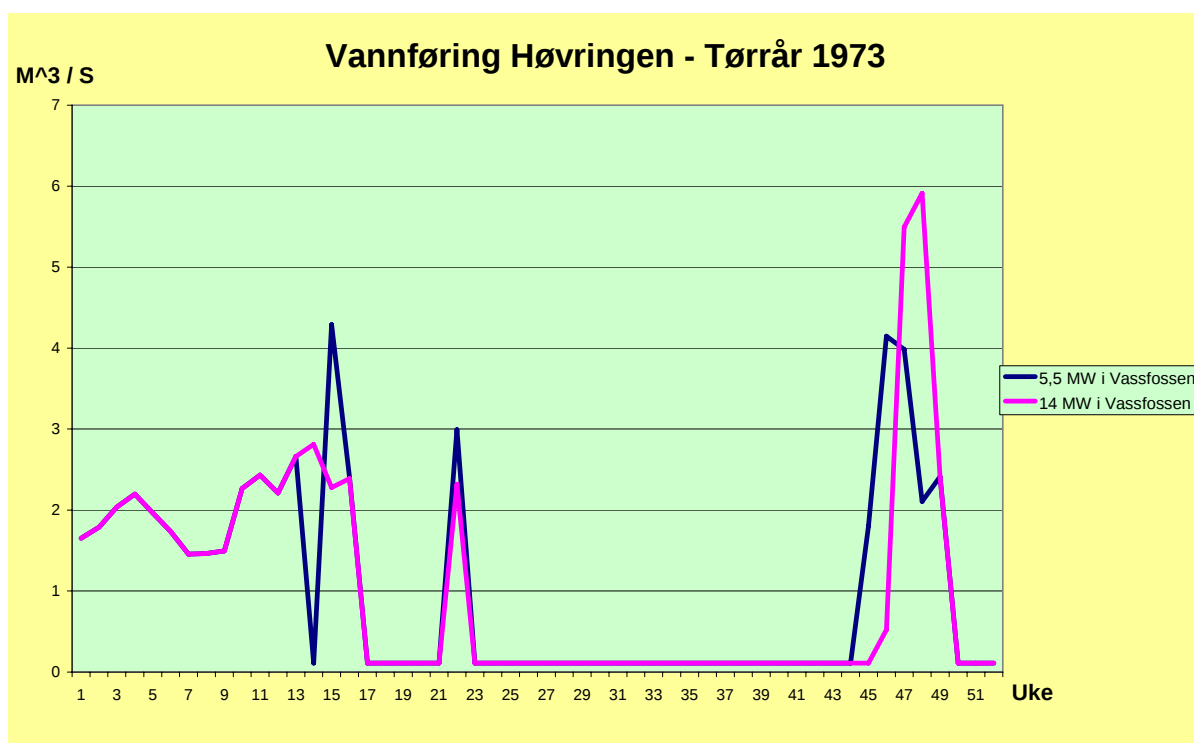
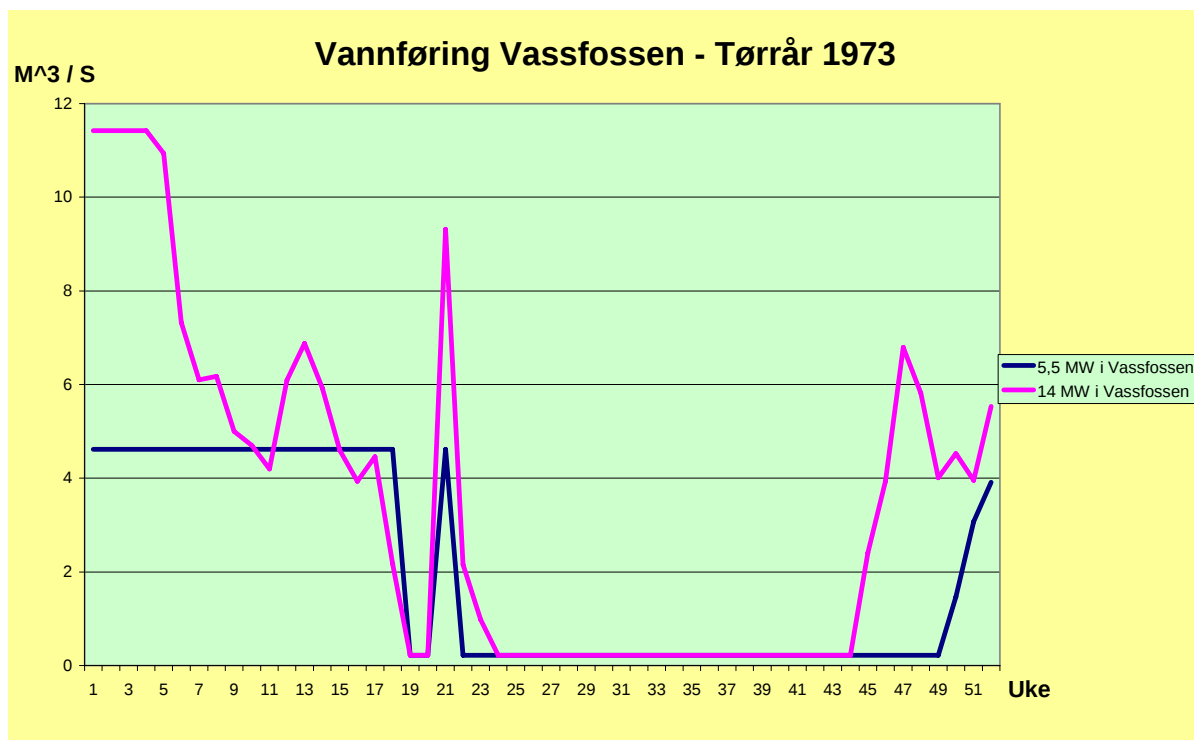
8.4 Fyllingsgrader – Normalår

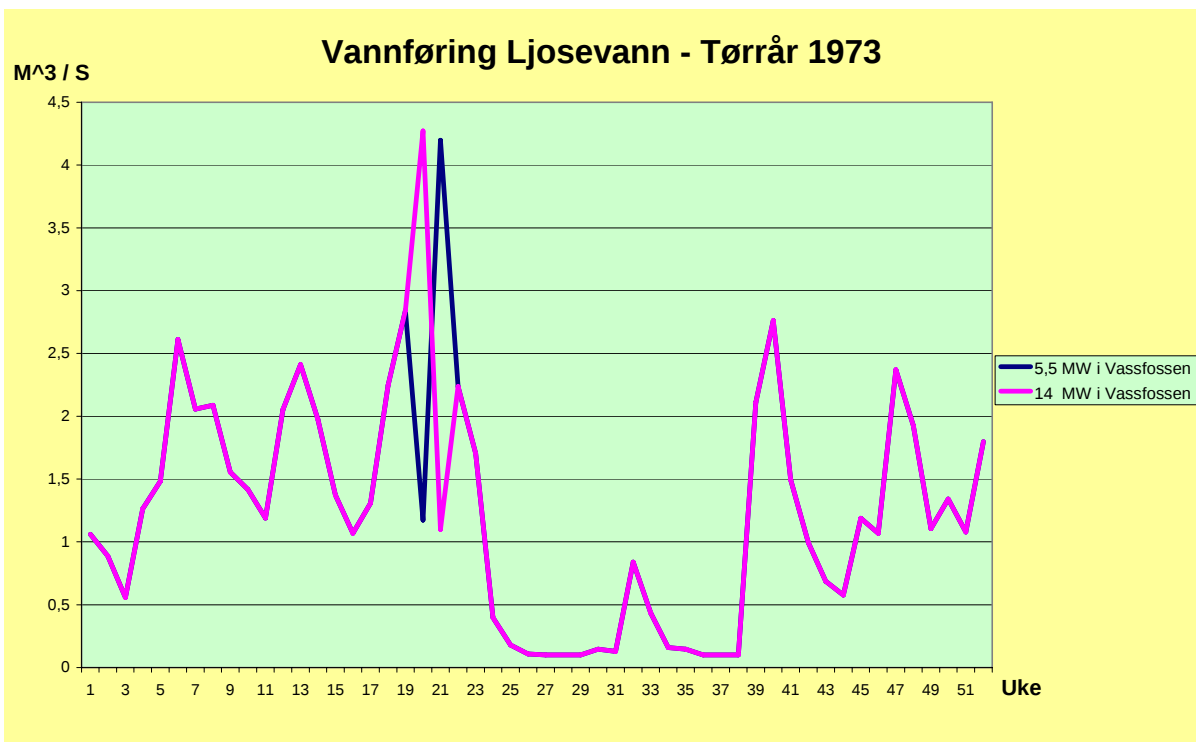
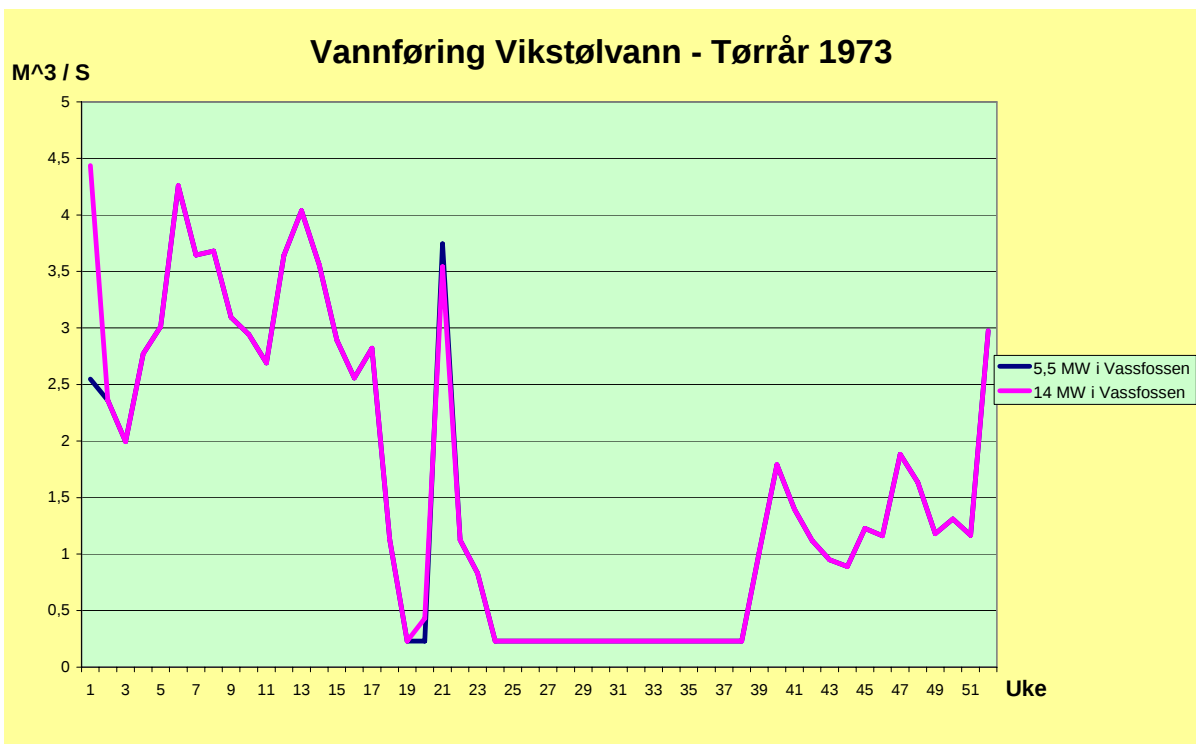


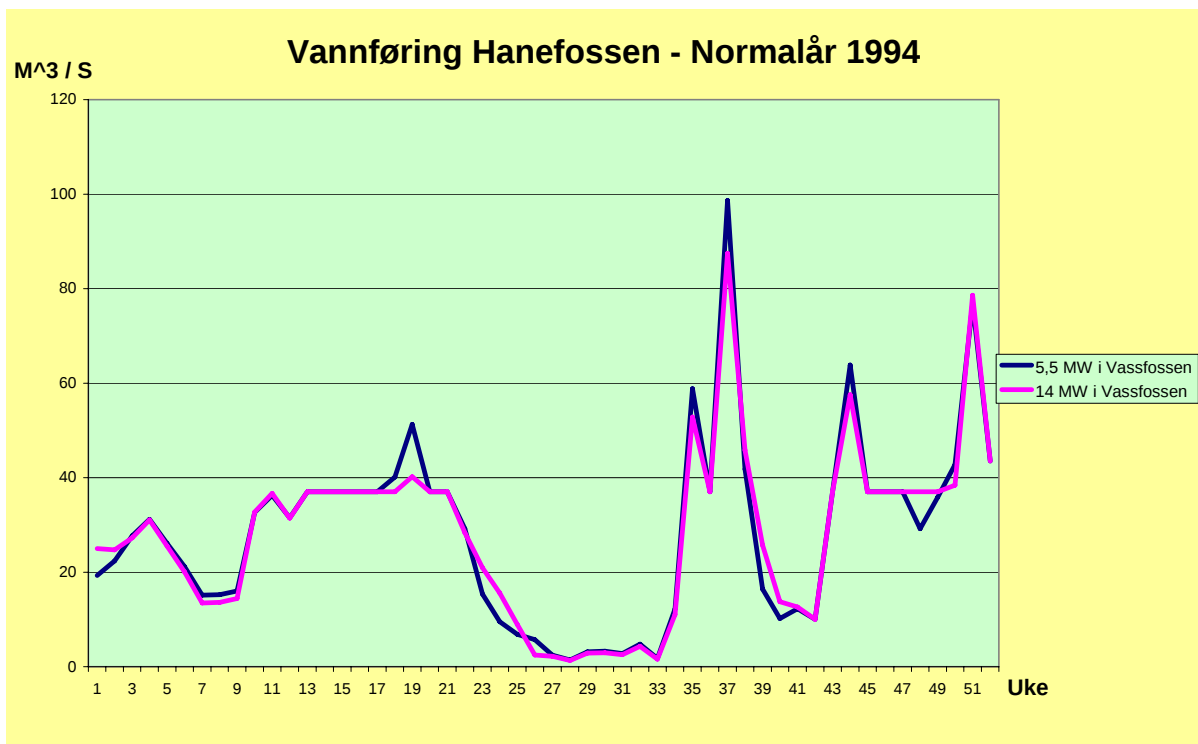




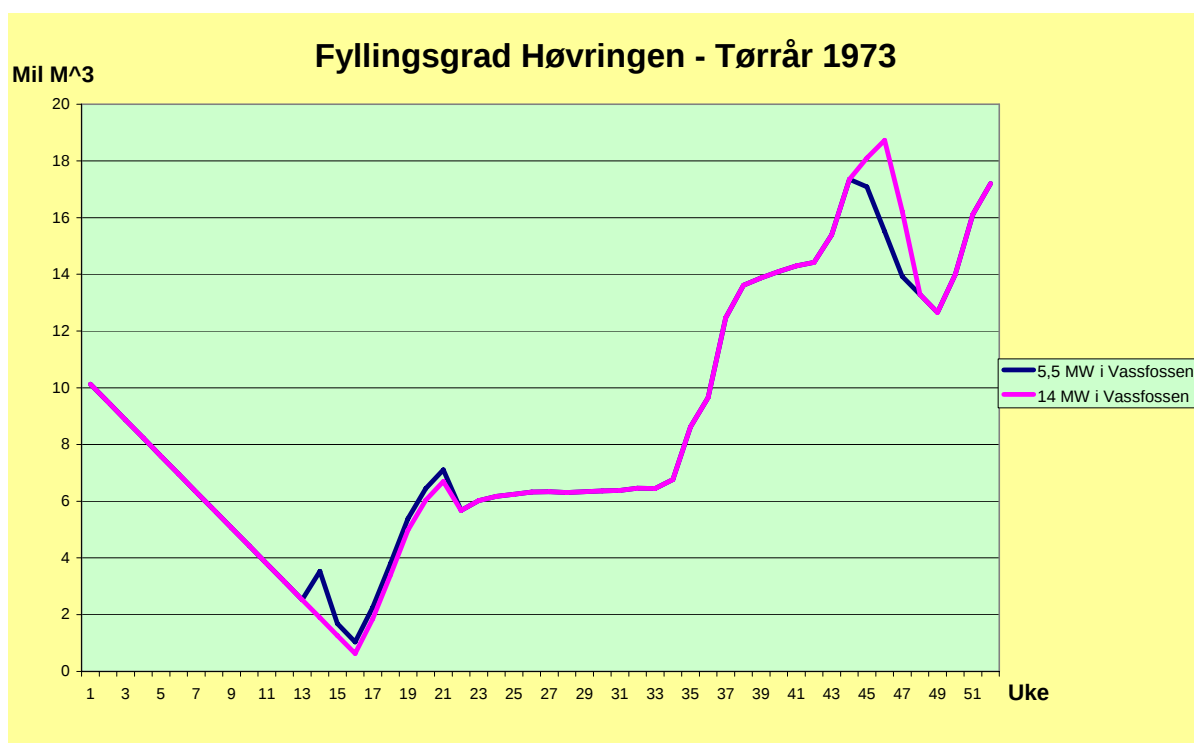
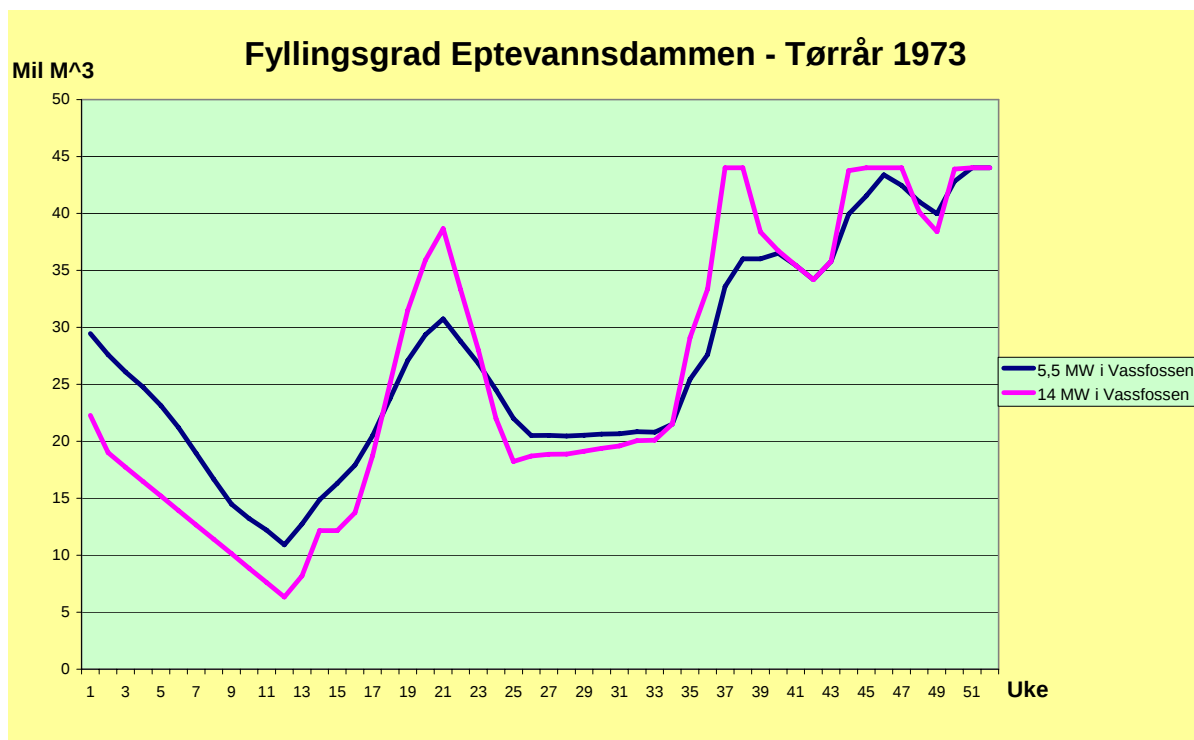
8.5 Vannføringer – Tørrår

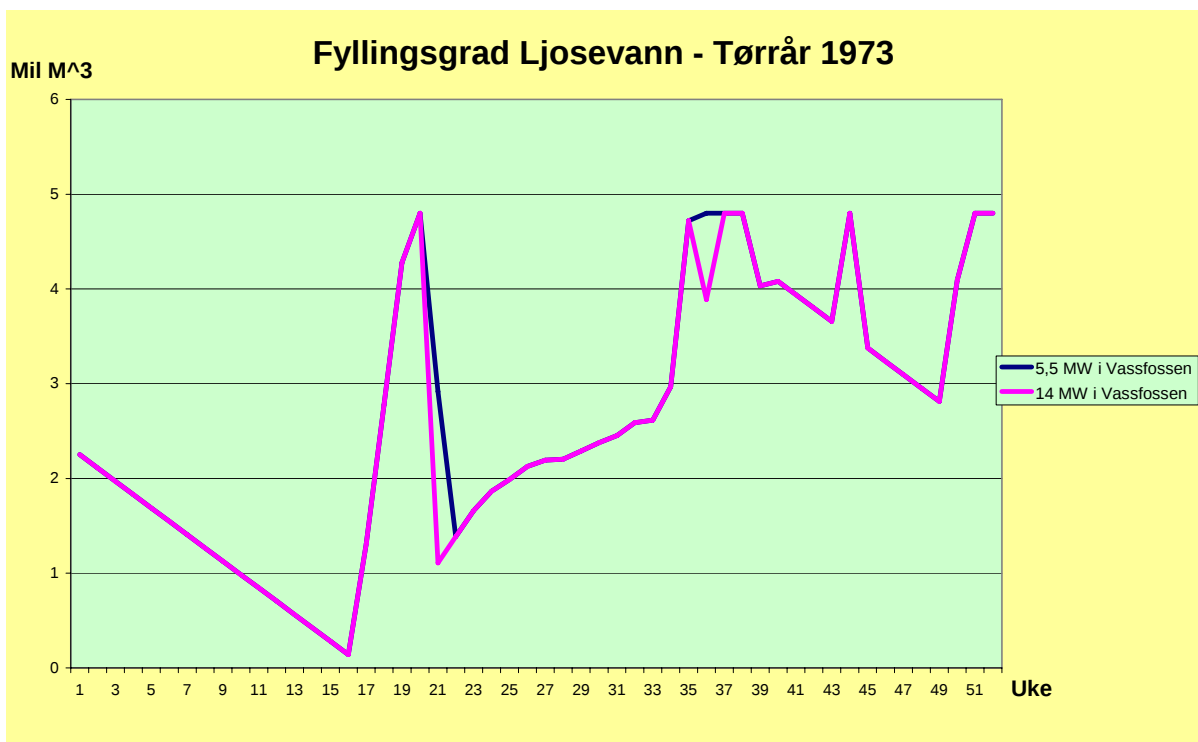
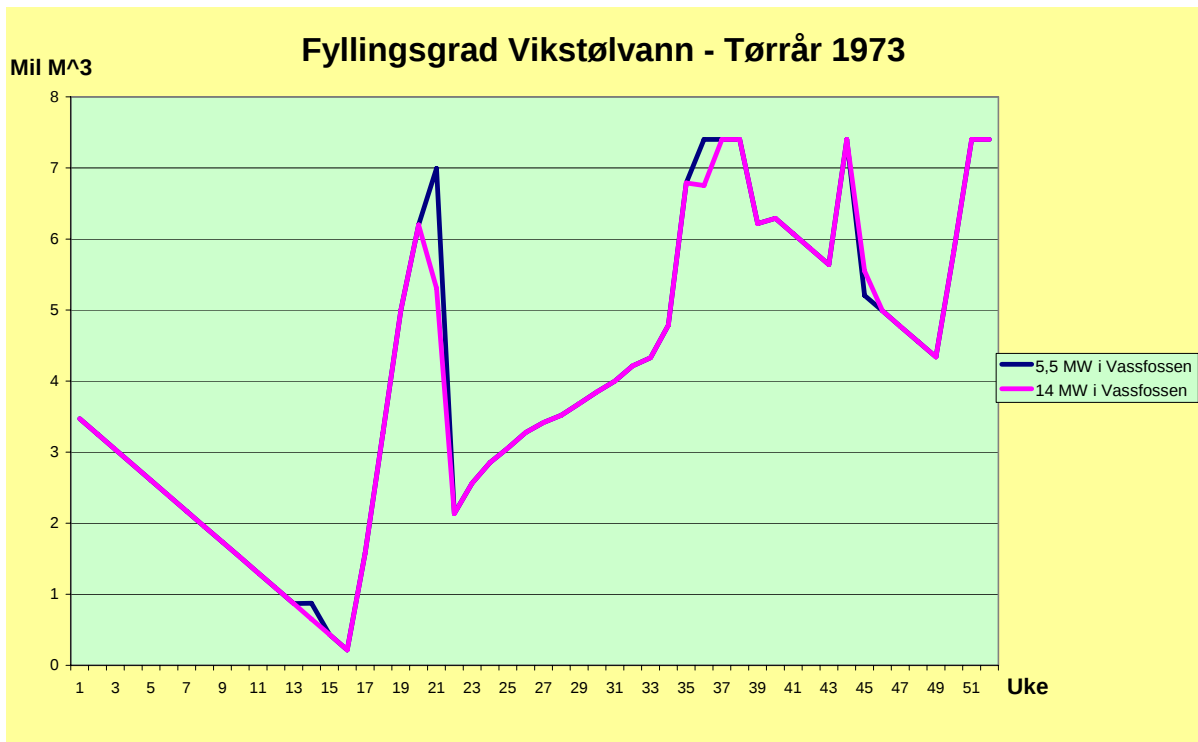


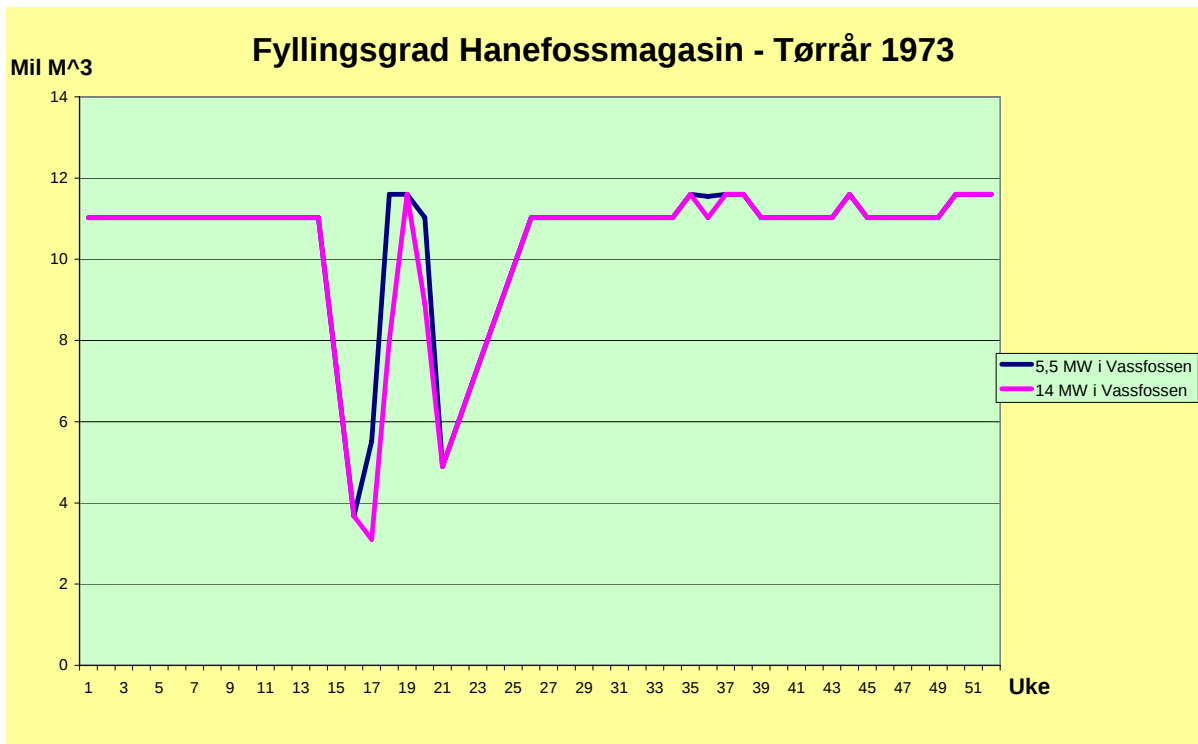




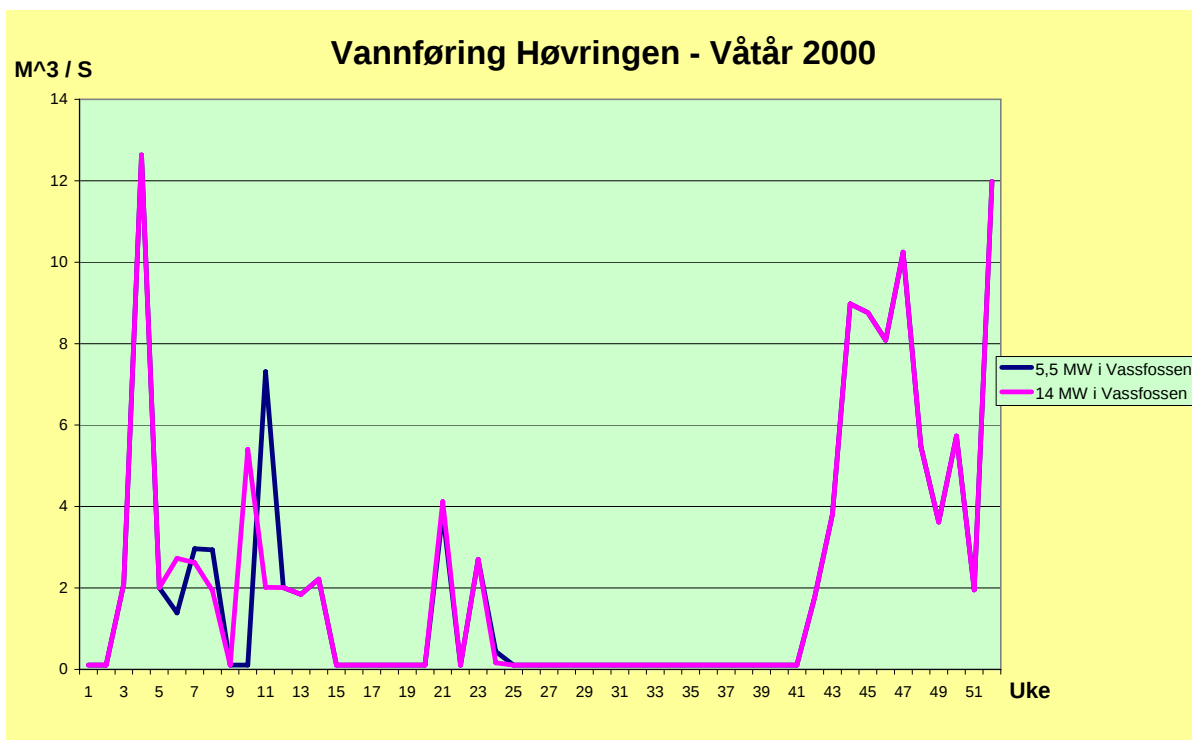
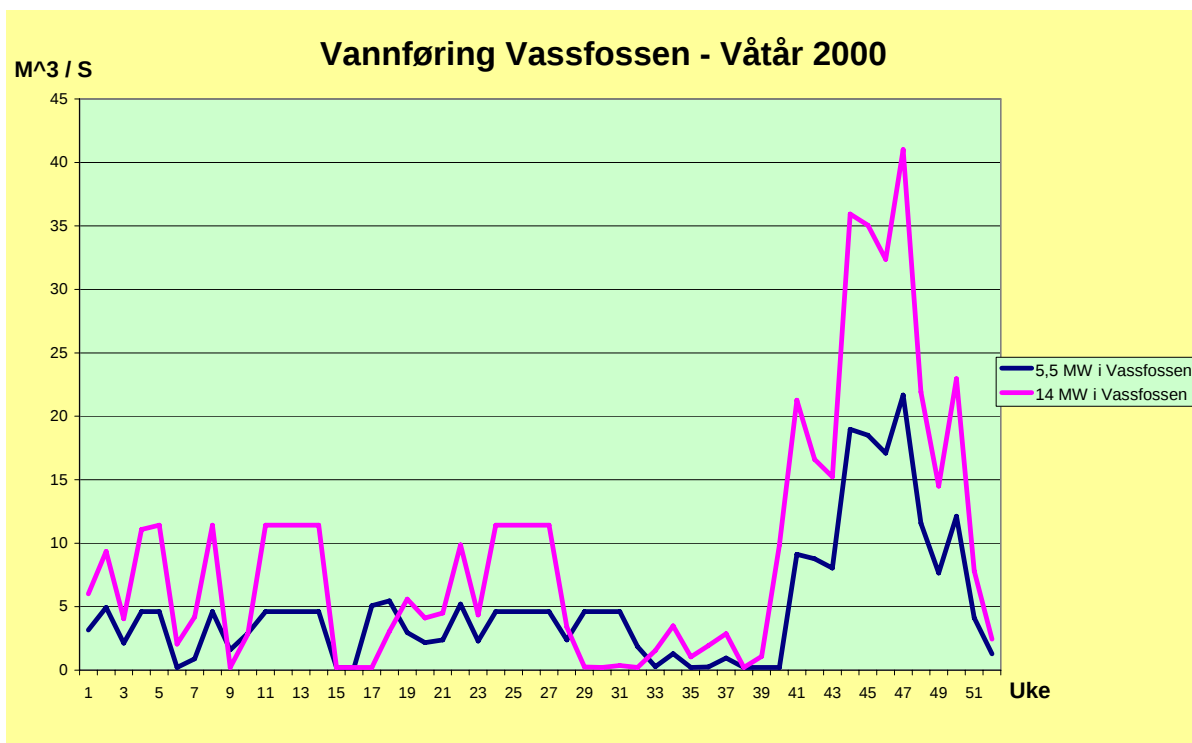
8.6 Fyllingsgrader - Tørrår

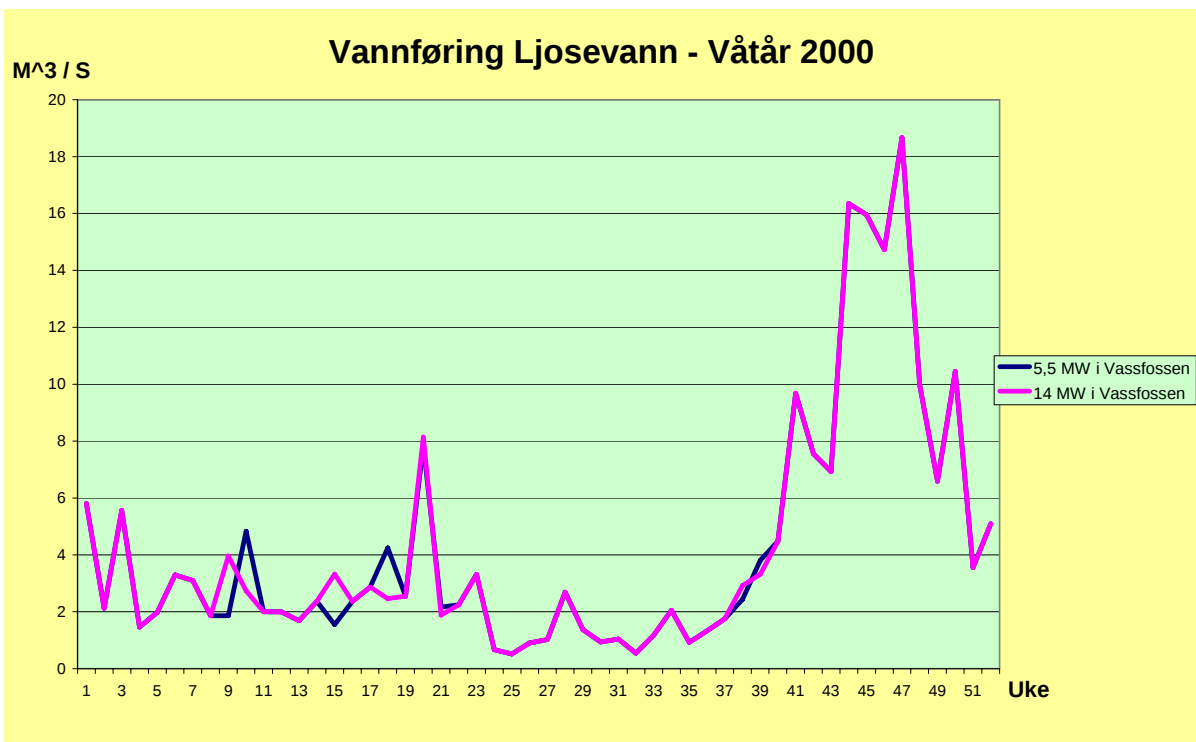
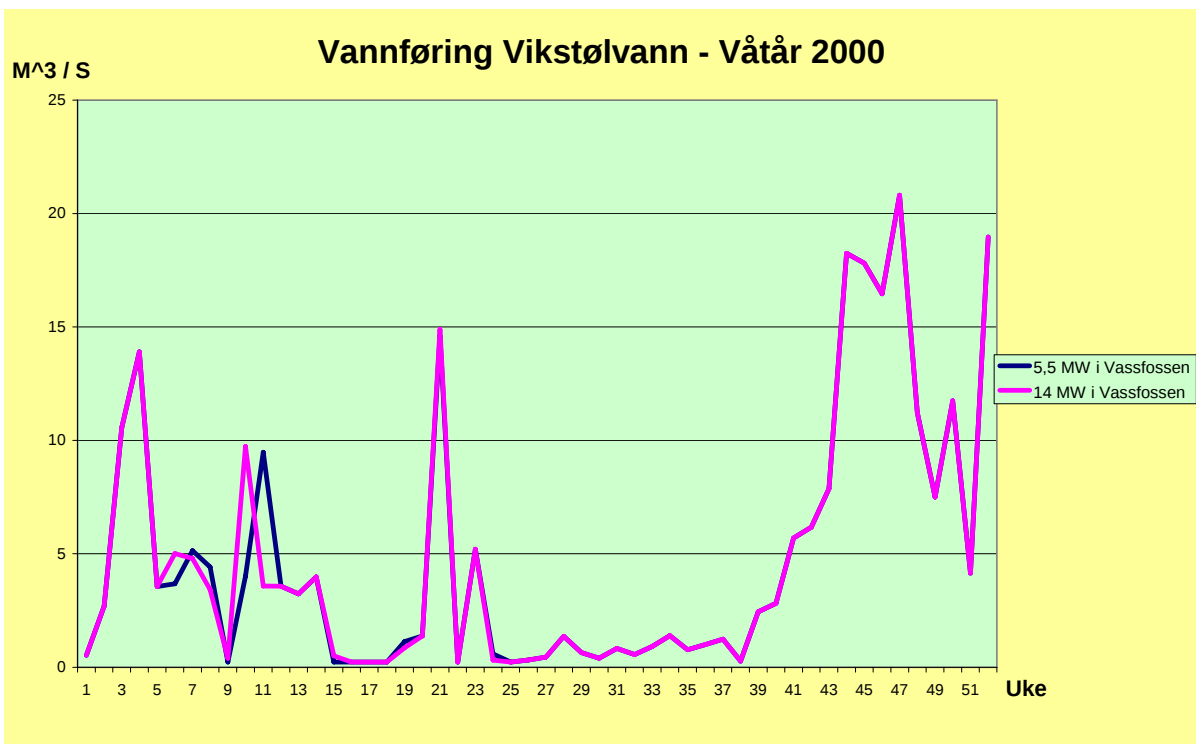


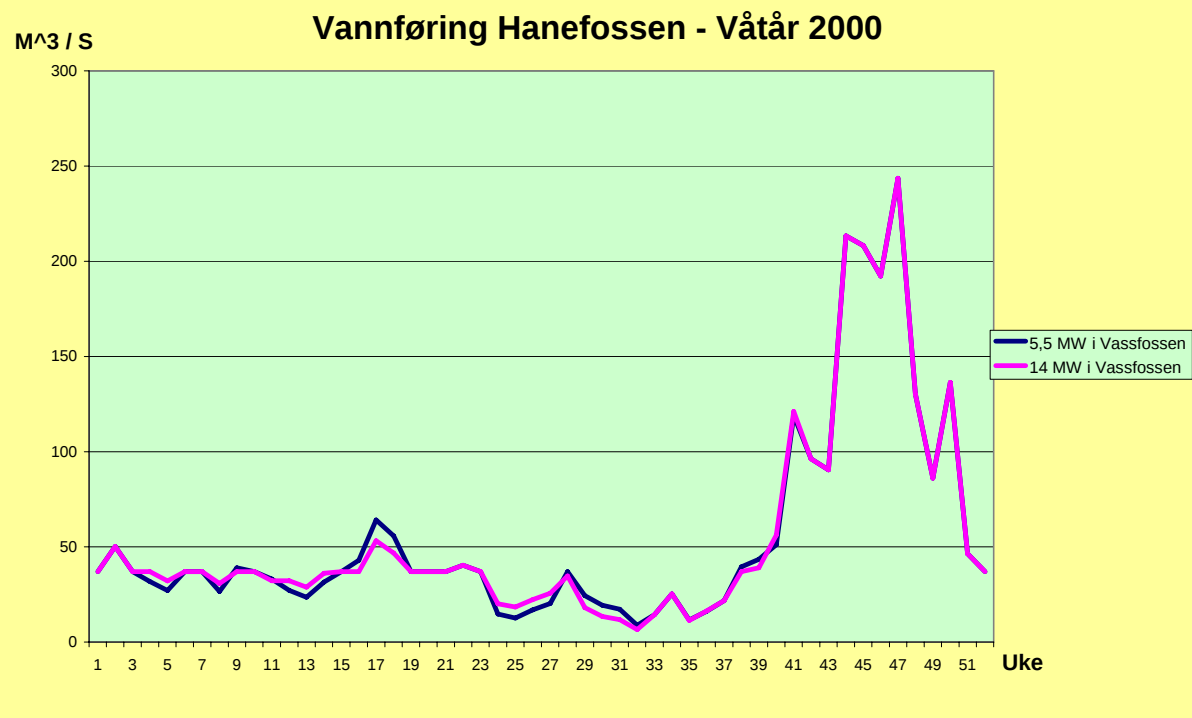




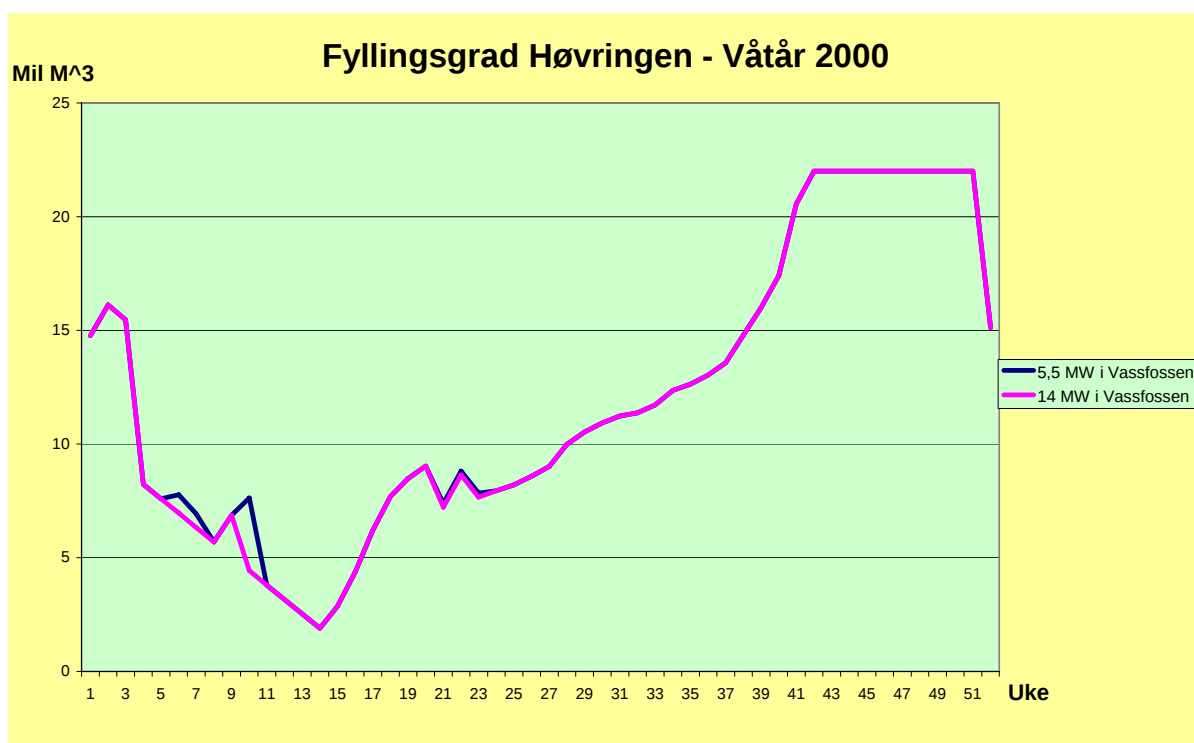
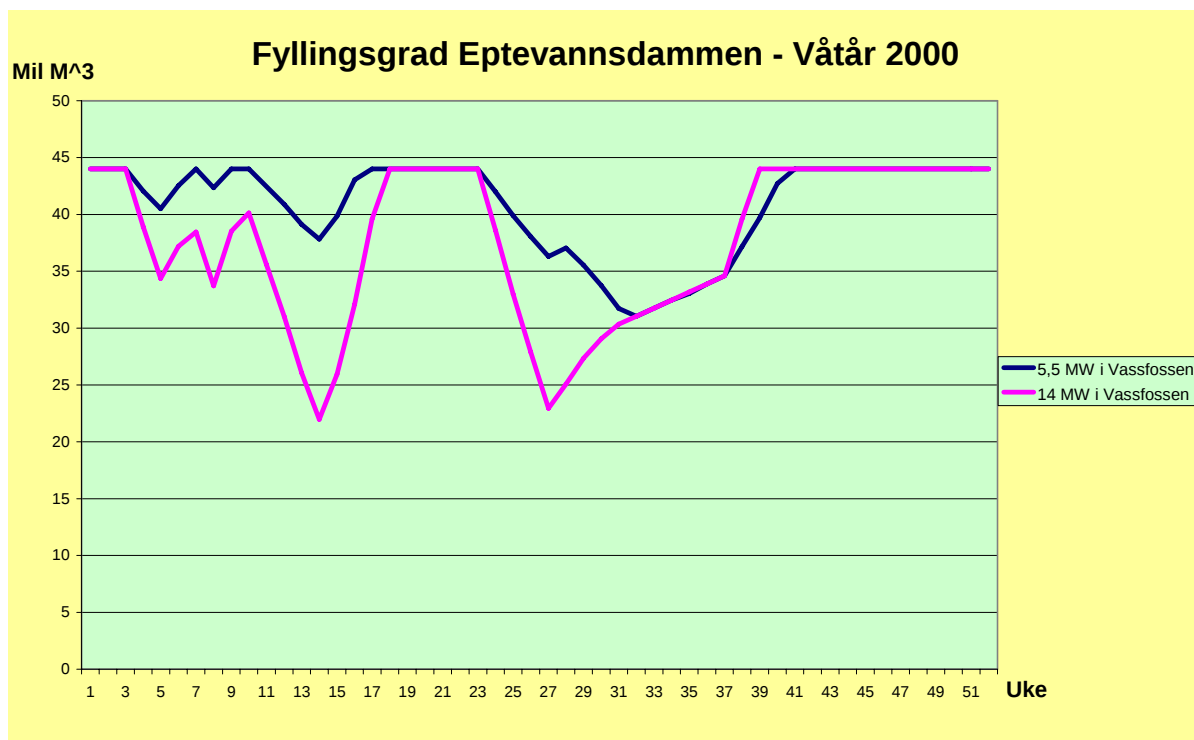
8.7 Vannføringer – Vårår

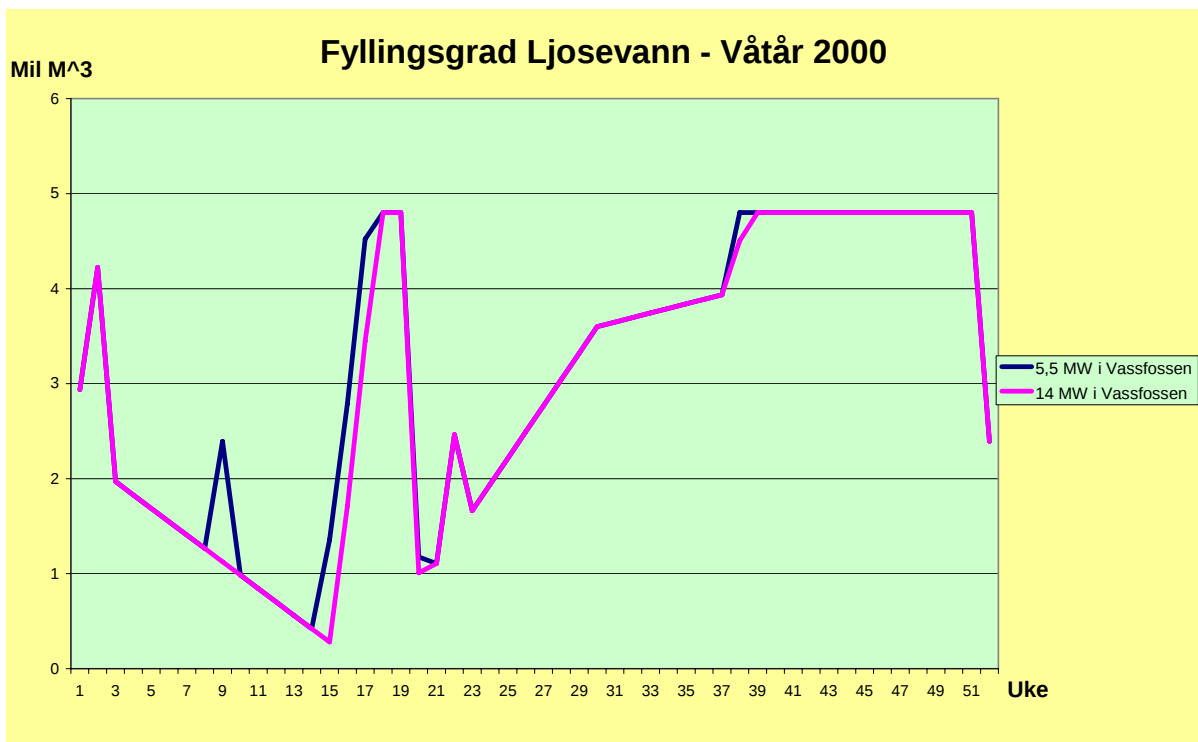
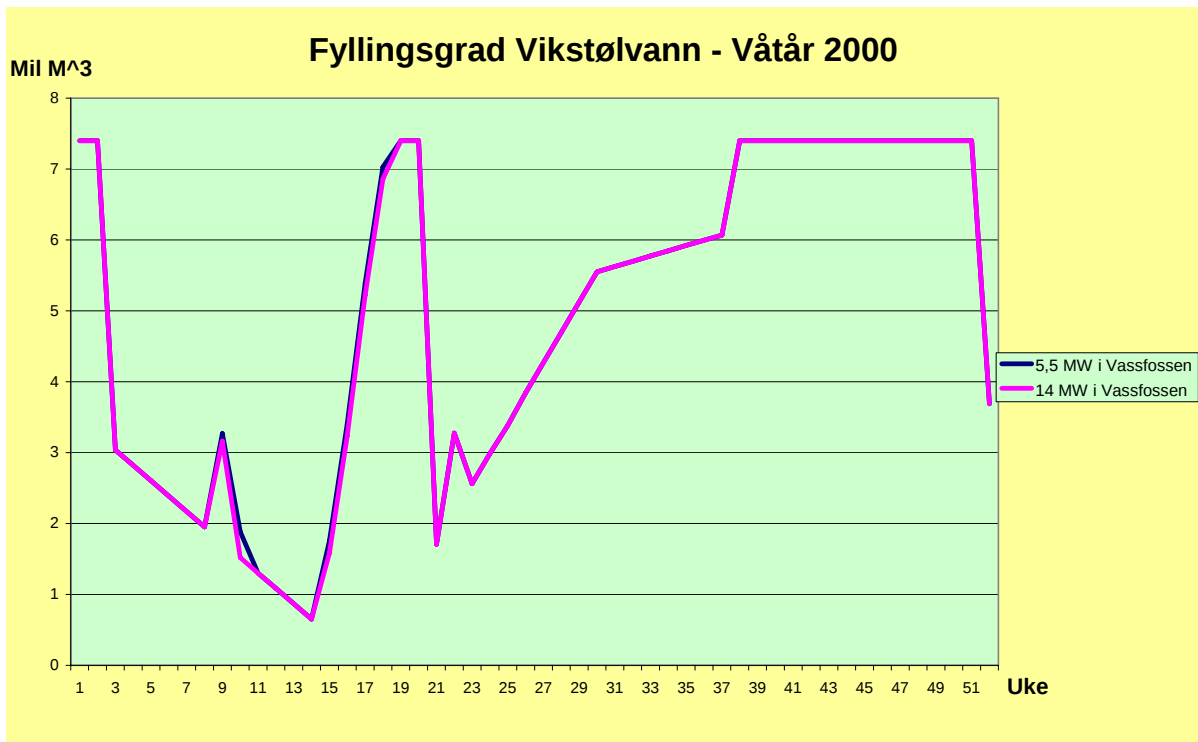


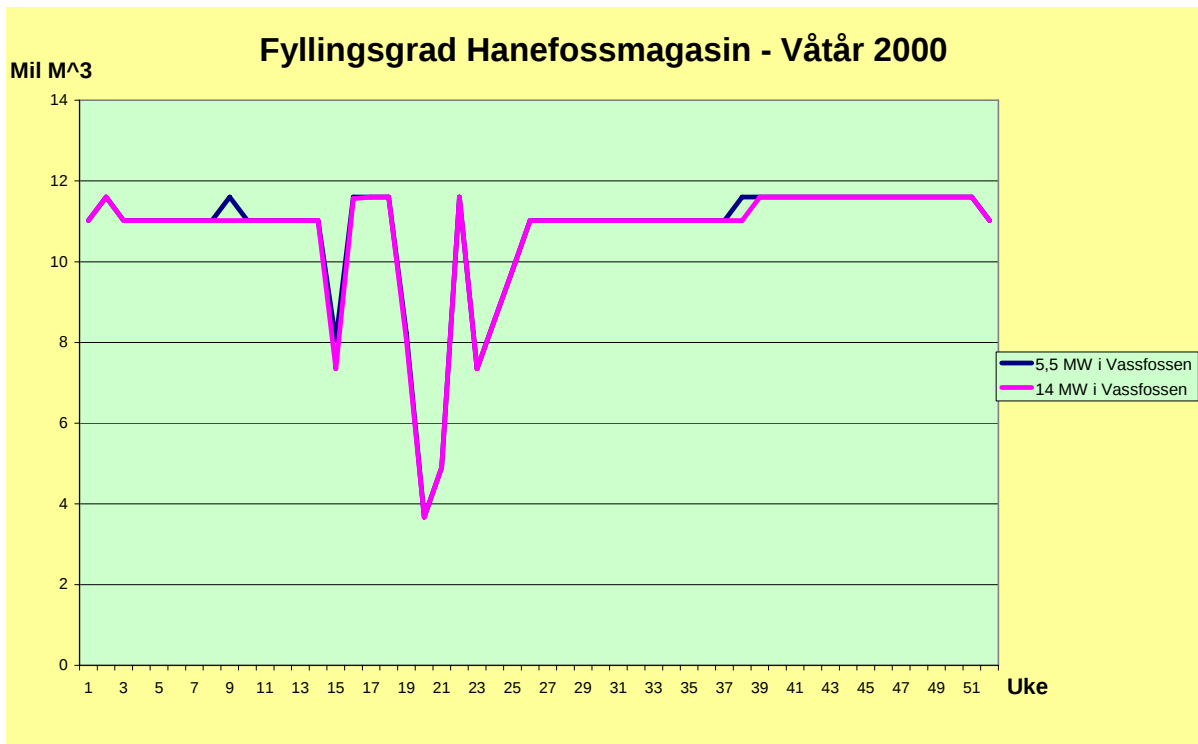




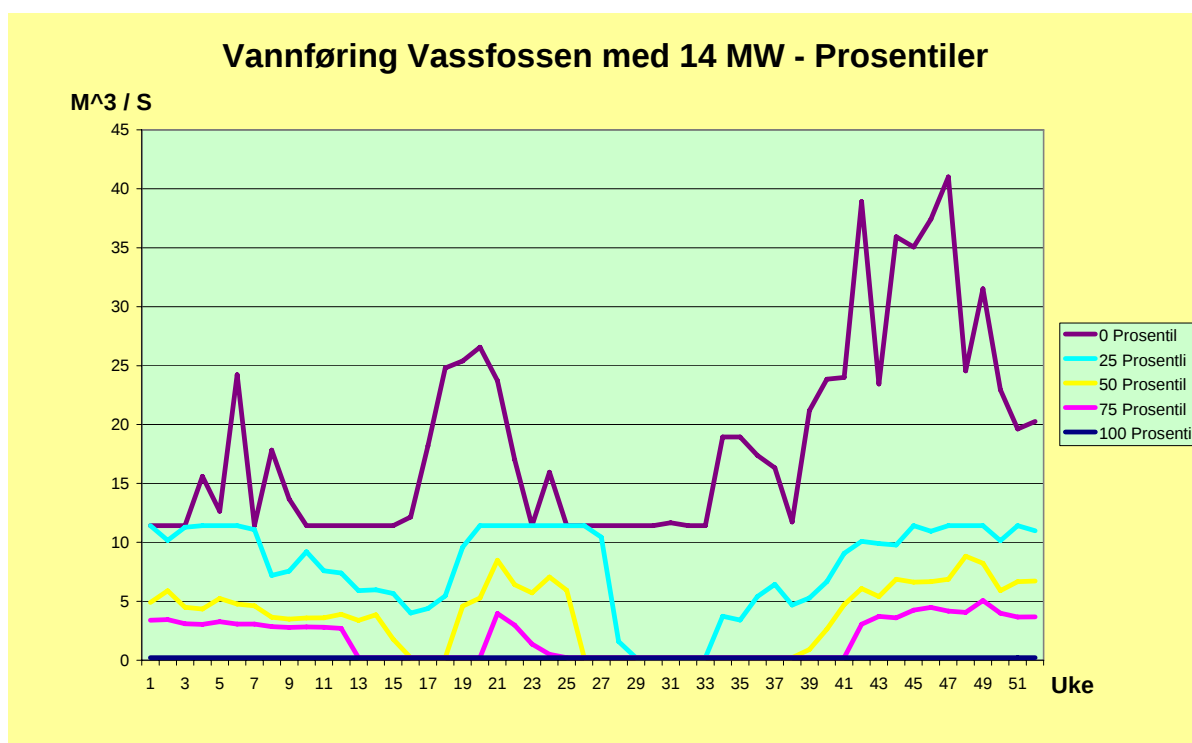
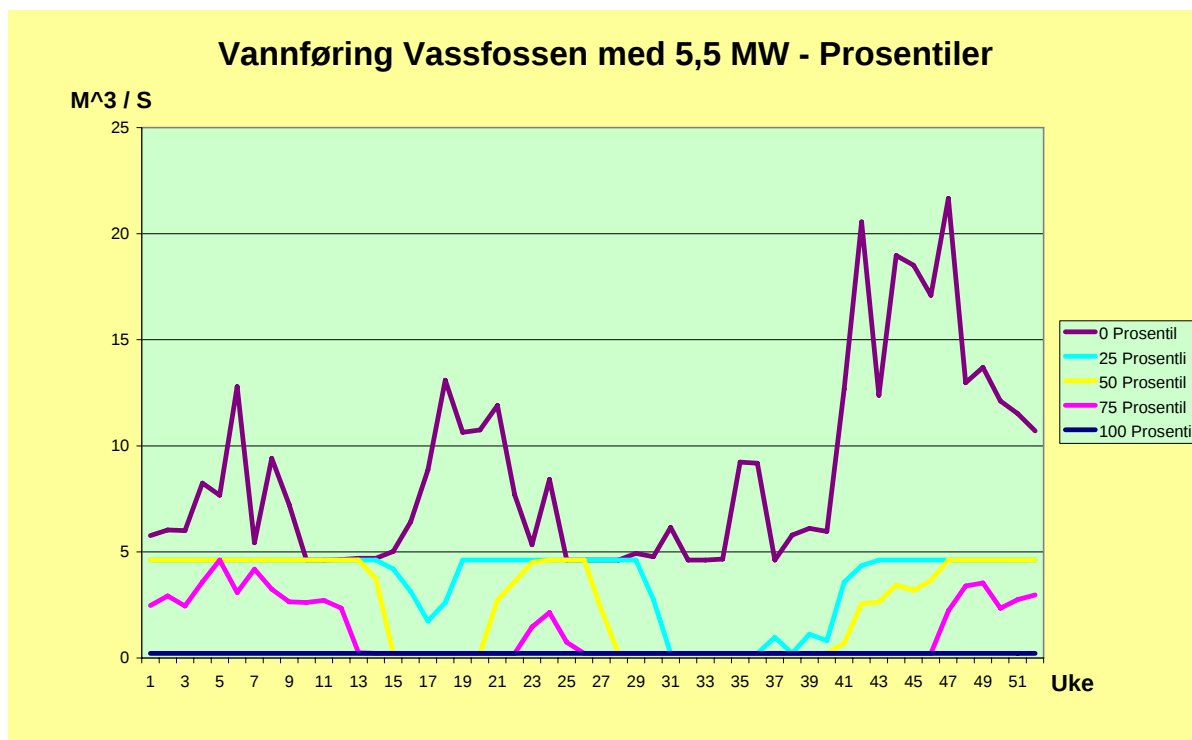
8.8 Fyllingsgrader - Vårår



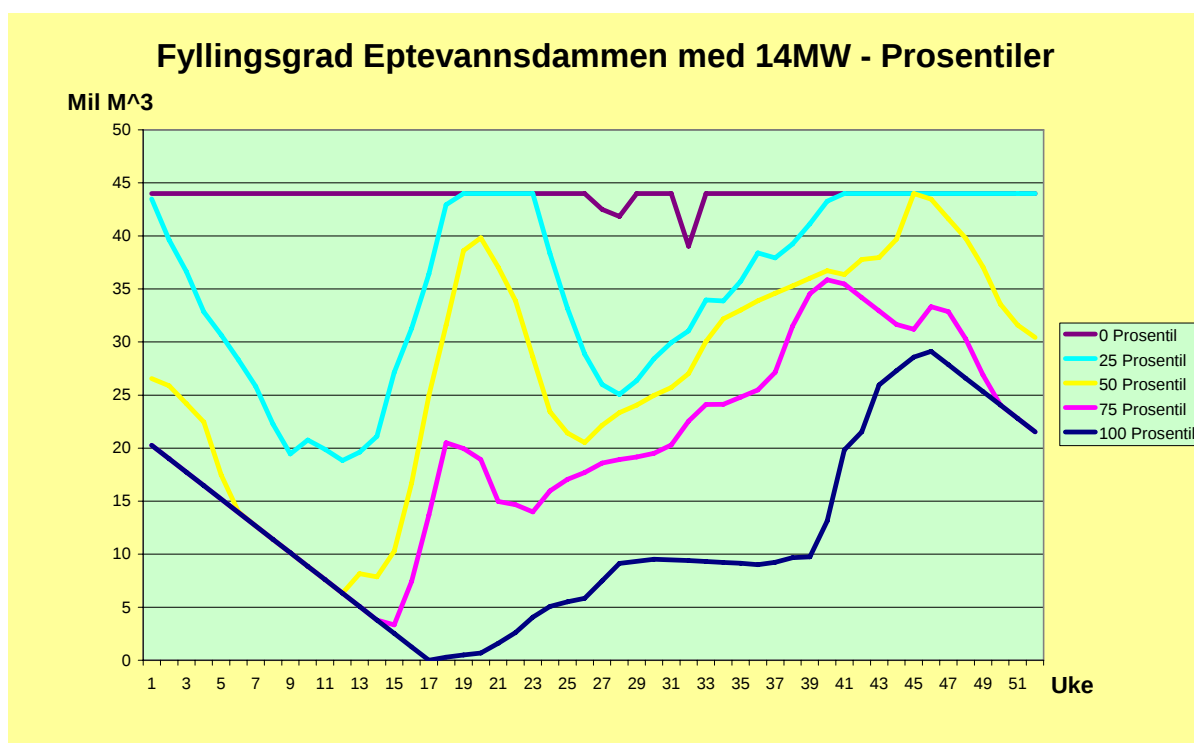
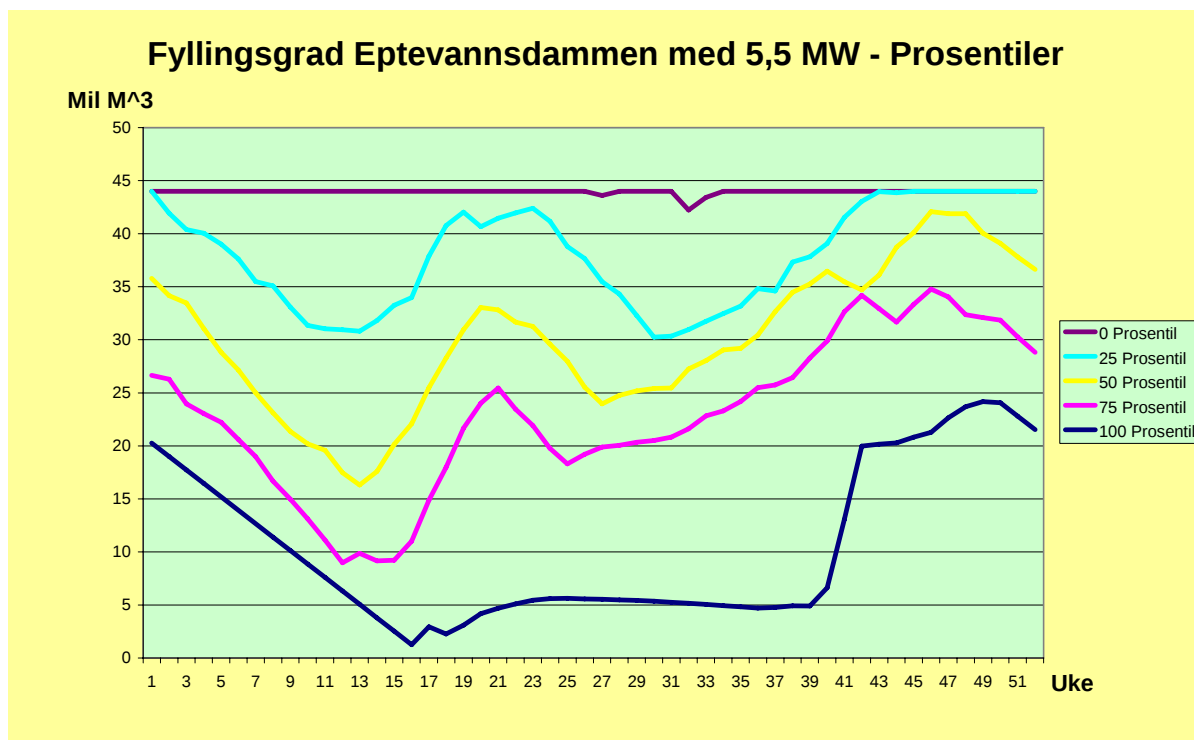




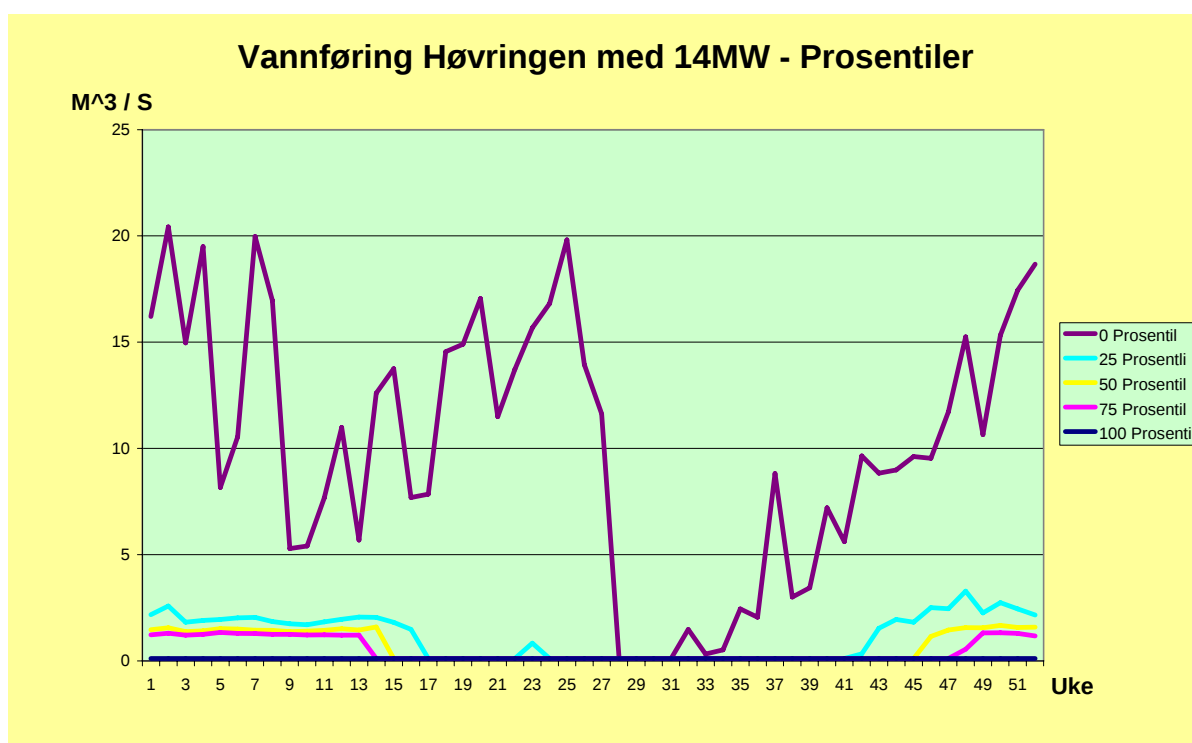
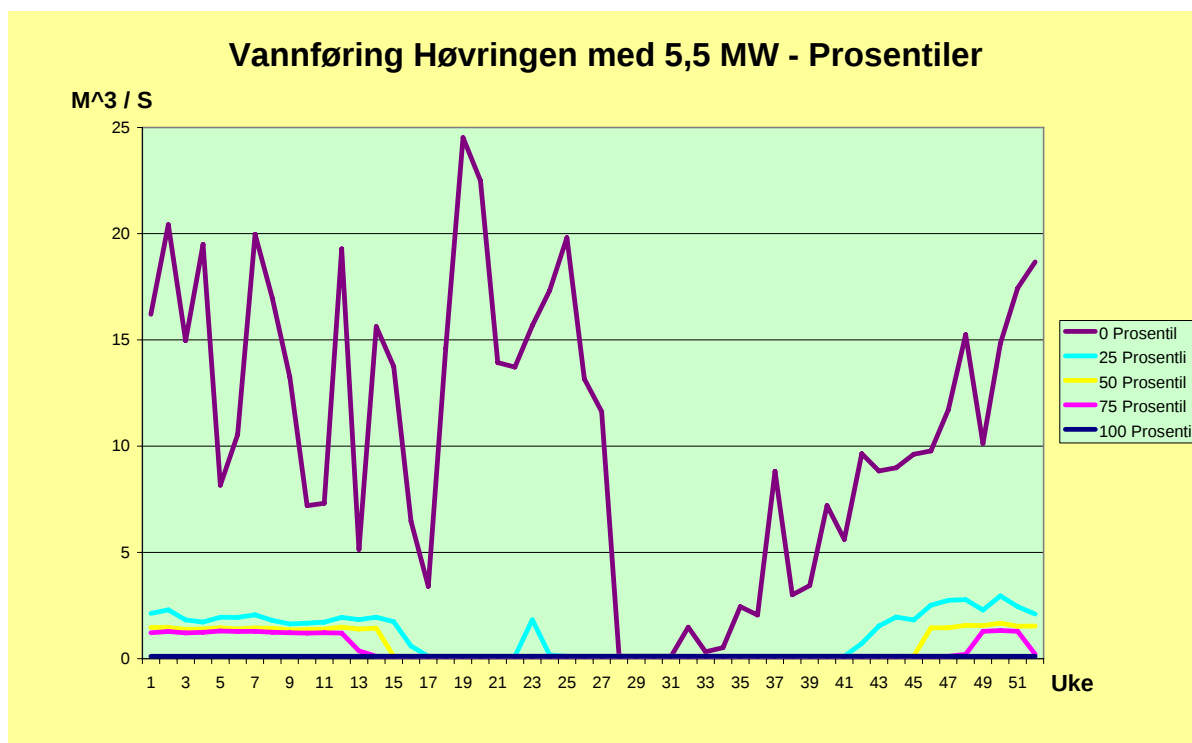
8.9 Vannføring i Vassfossen – Prosentiler 1931-2000



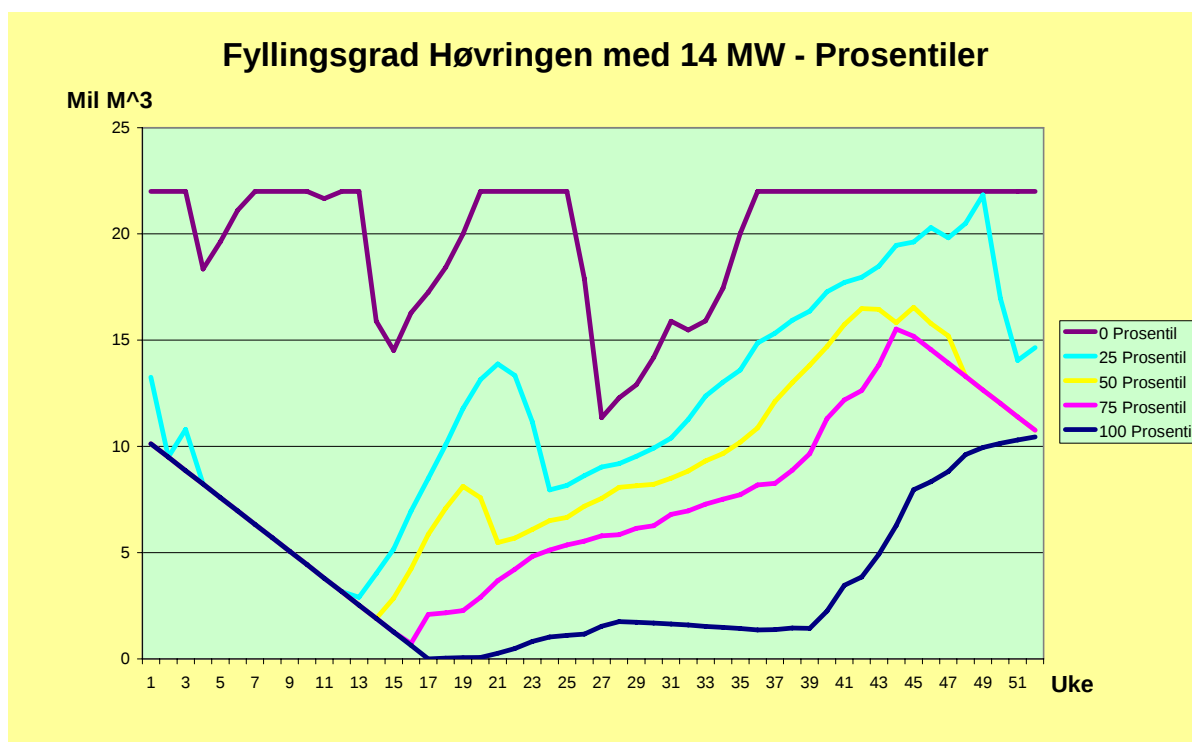
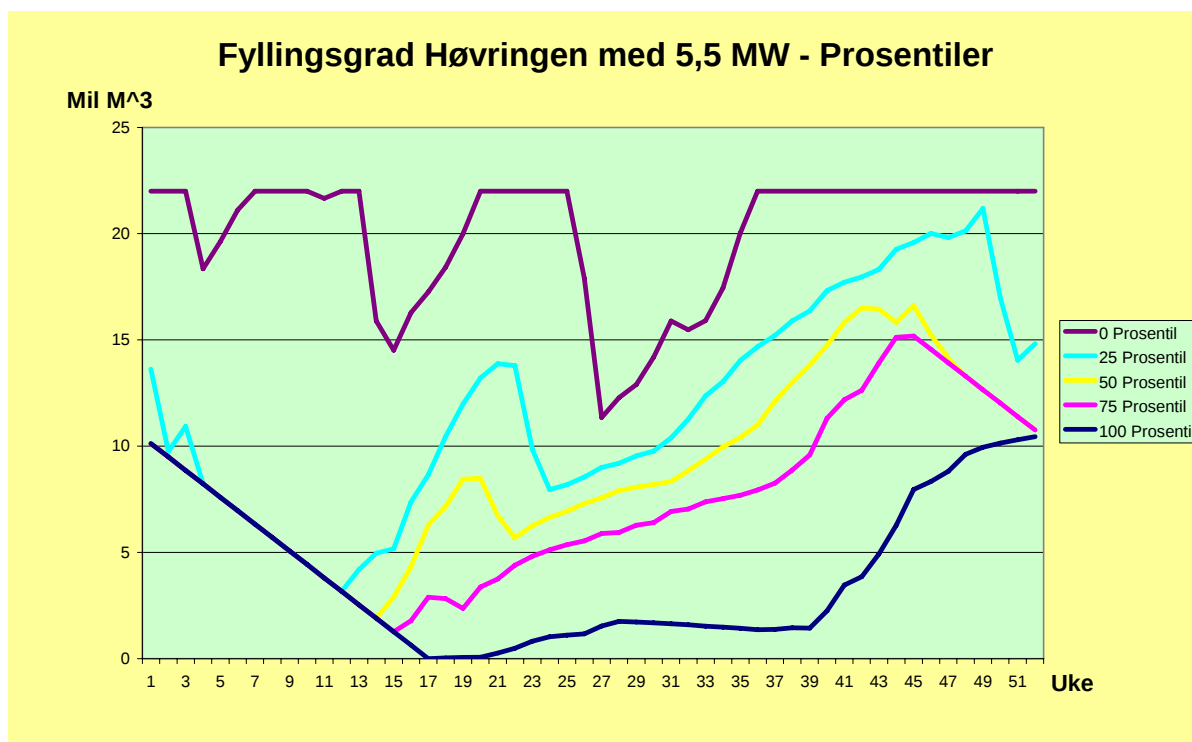
8.10 Fyllingsgrad Eptevannsdammen – Prosentiler 1931-2000



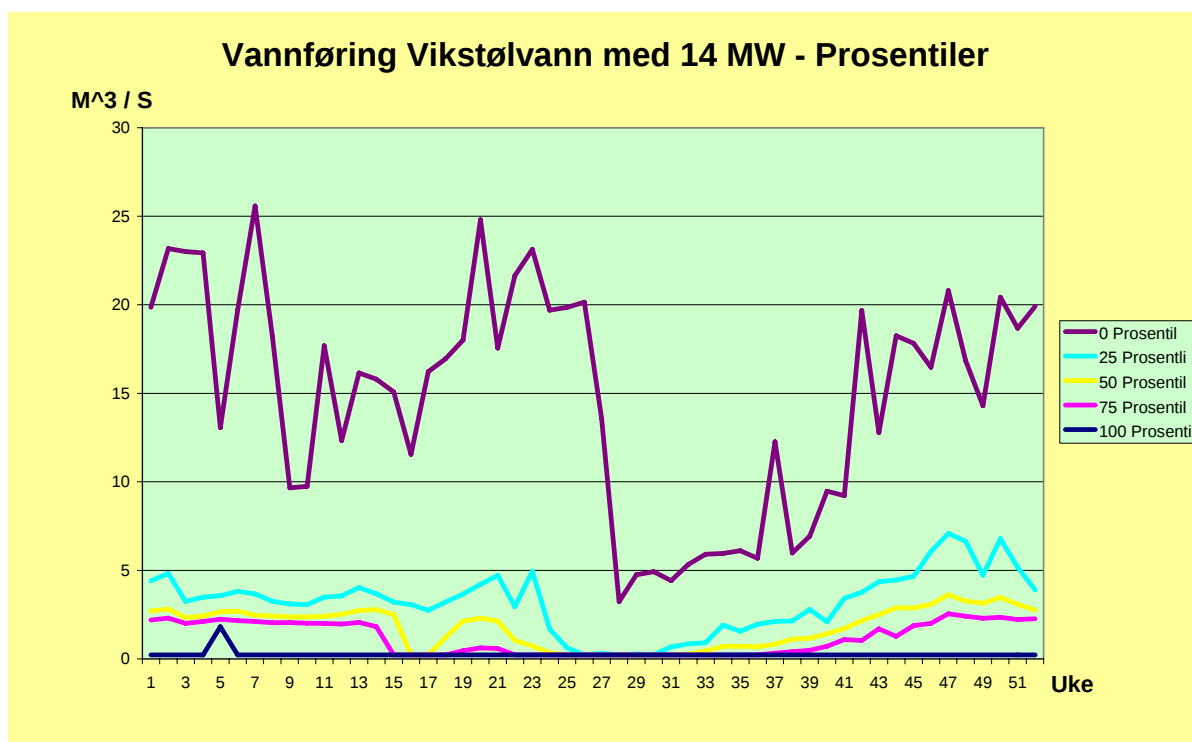
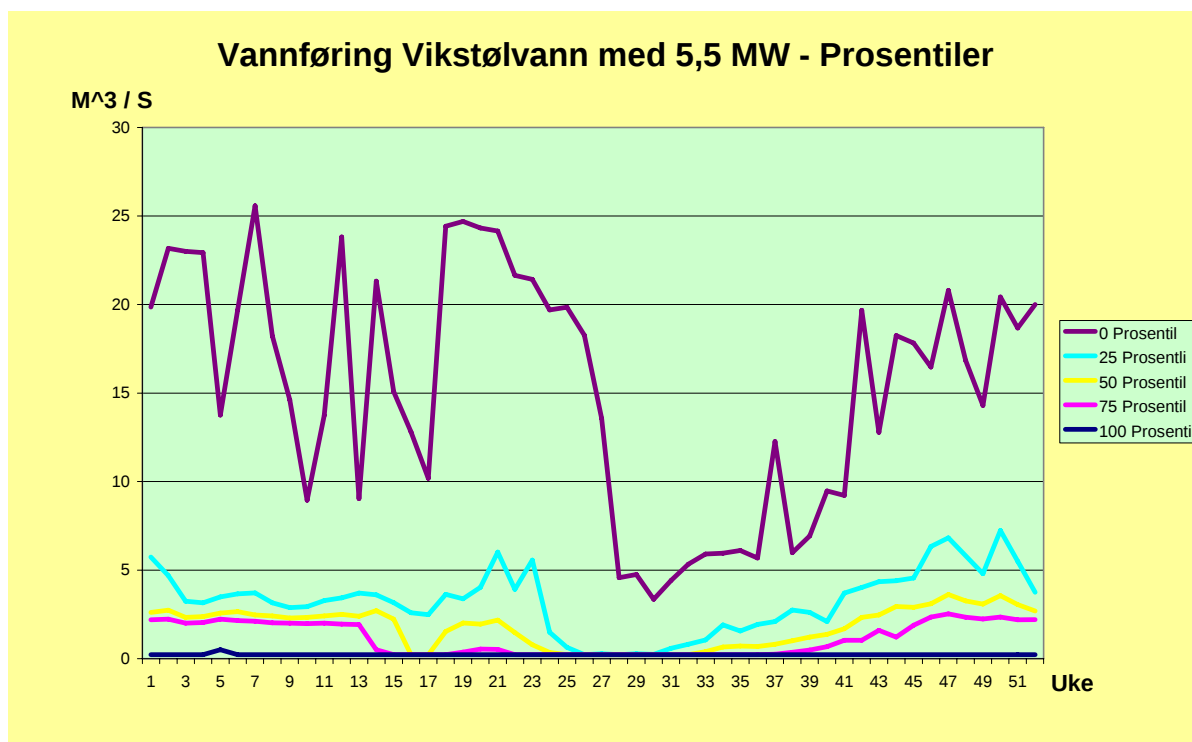
8.11 Vannføring Høvringen – Prosentiler 1931-2000



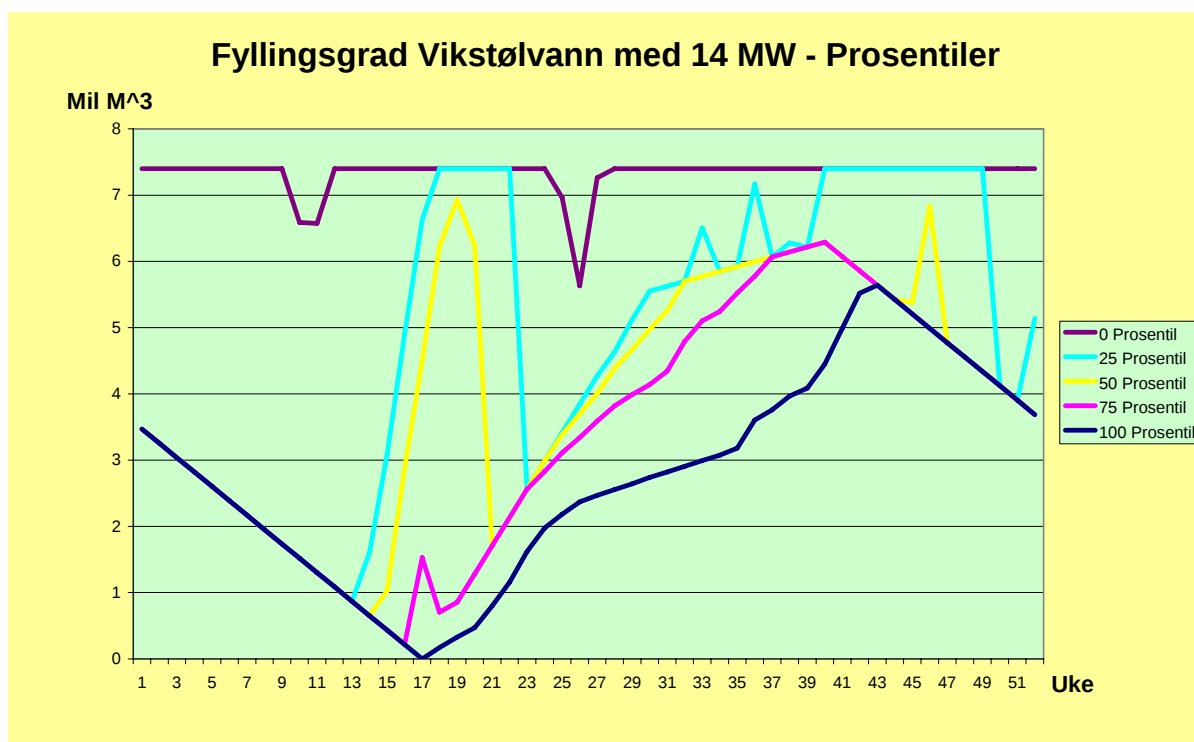
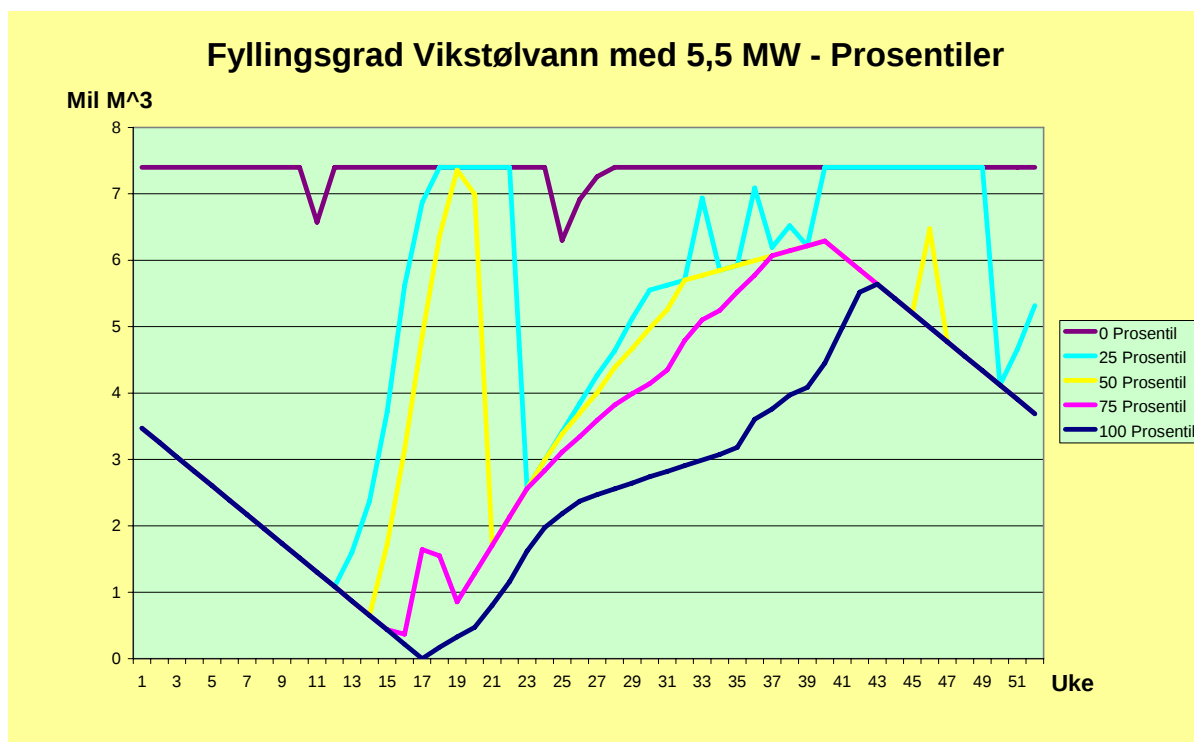
8.12 Fyllingsgrad Høvringen – Prosentiler 1931-2000



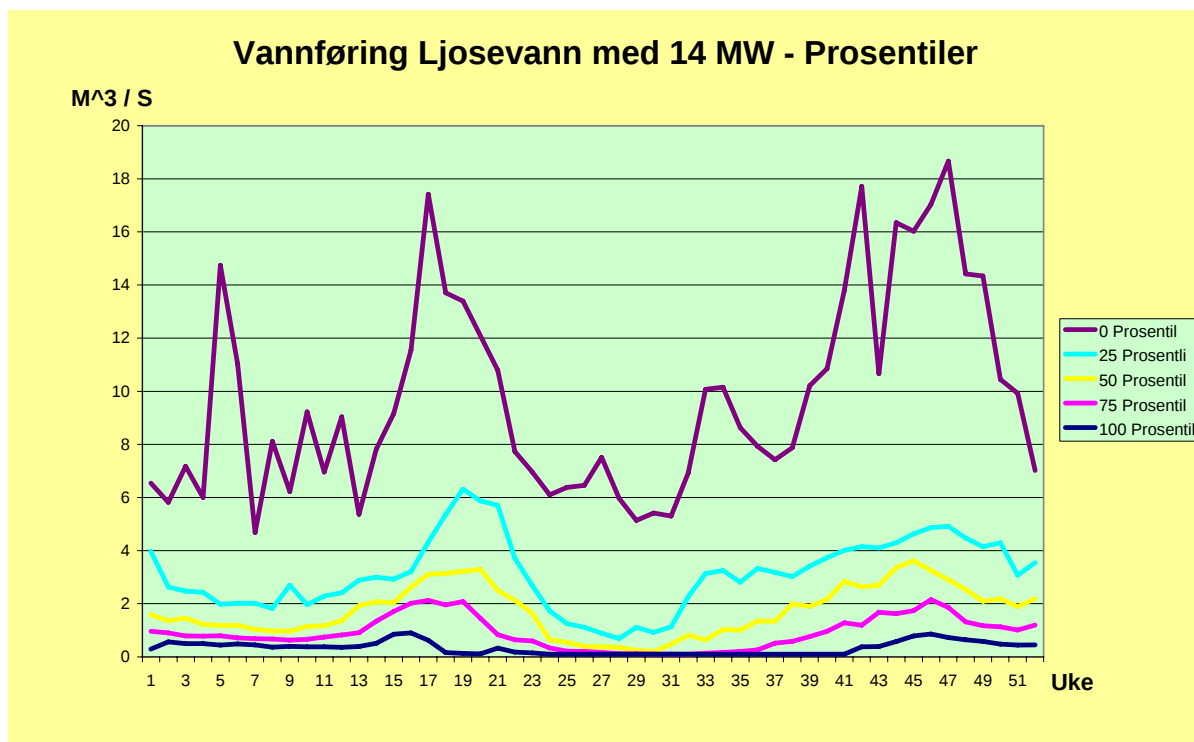
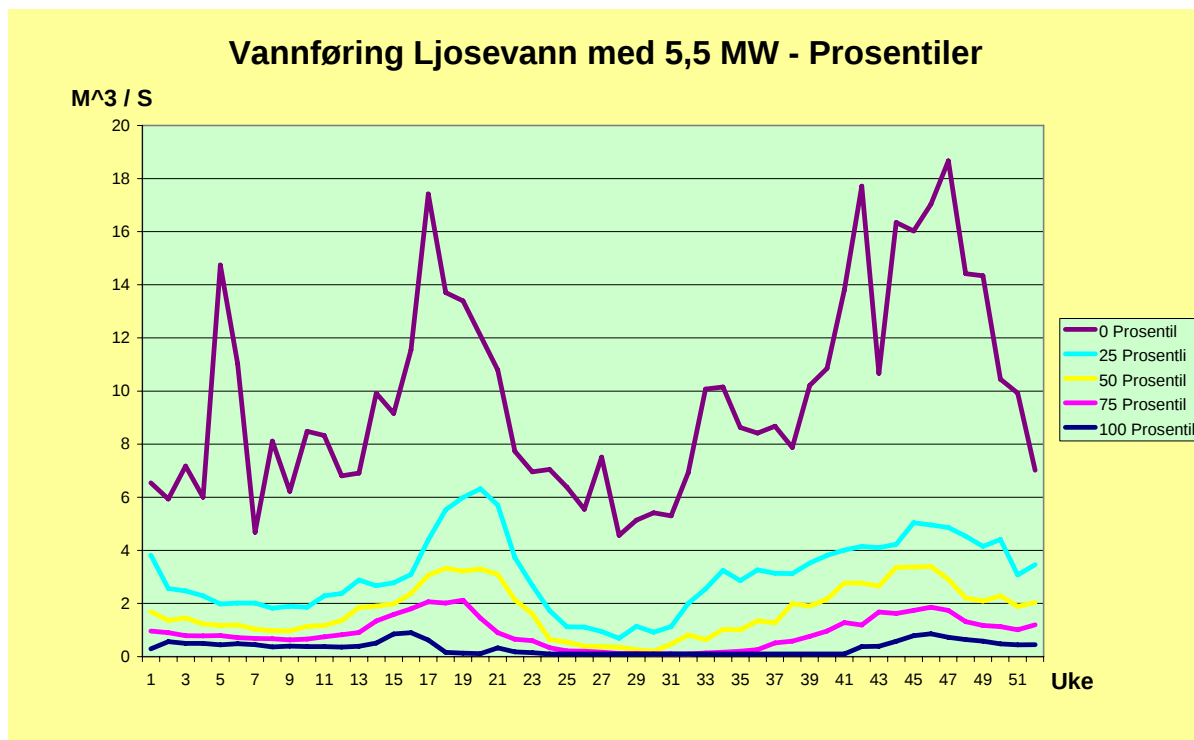
8.13 Vannføring Vikstølvann – Prosentiler 1931-2000



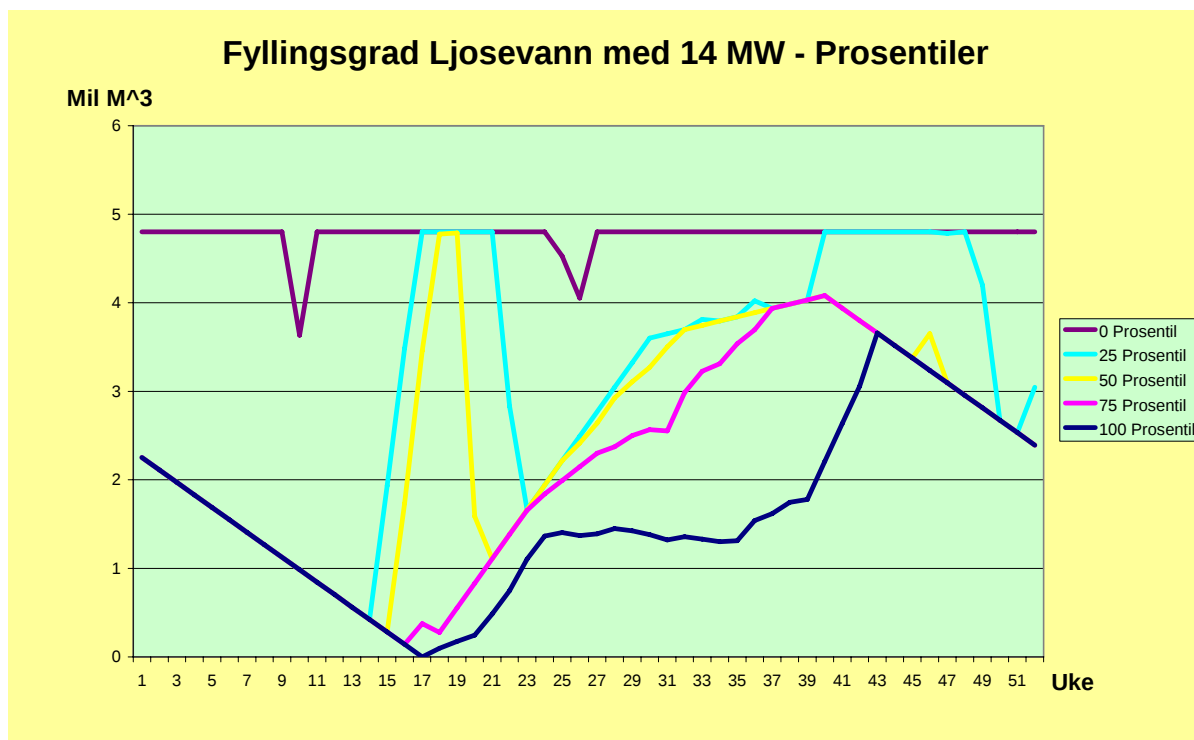
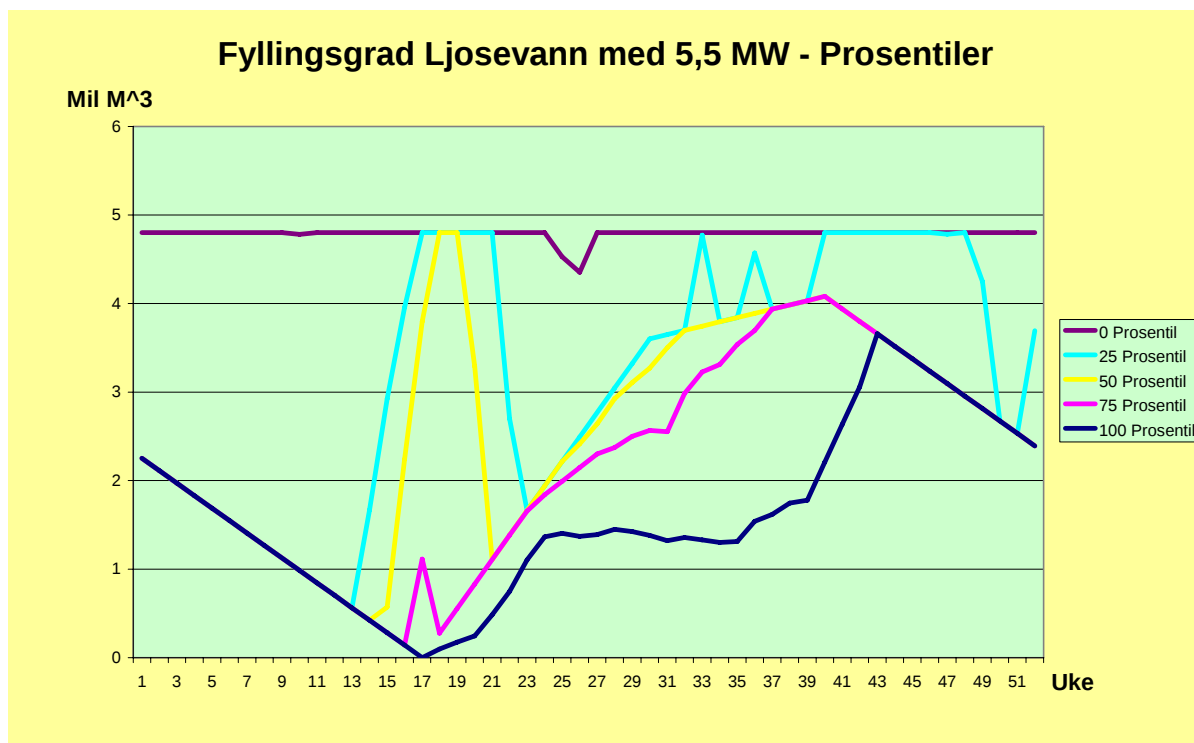
8.14 Magasinfylling Vikstølvann – Prosentiler 1931-2000



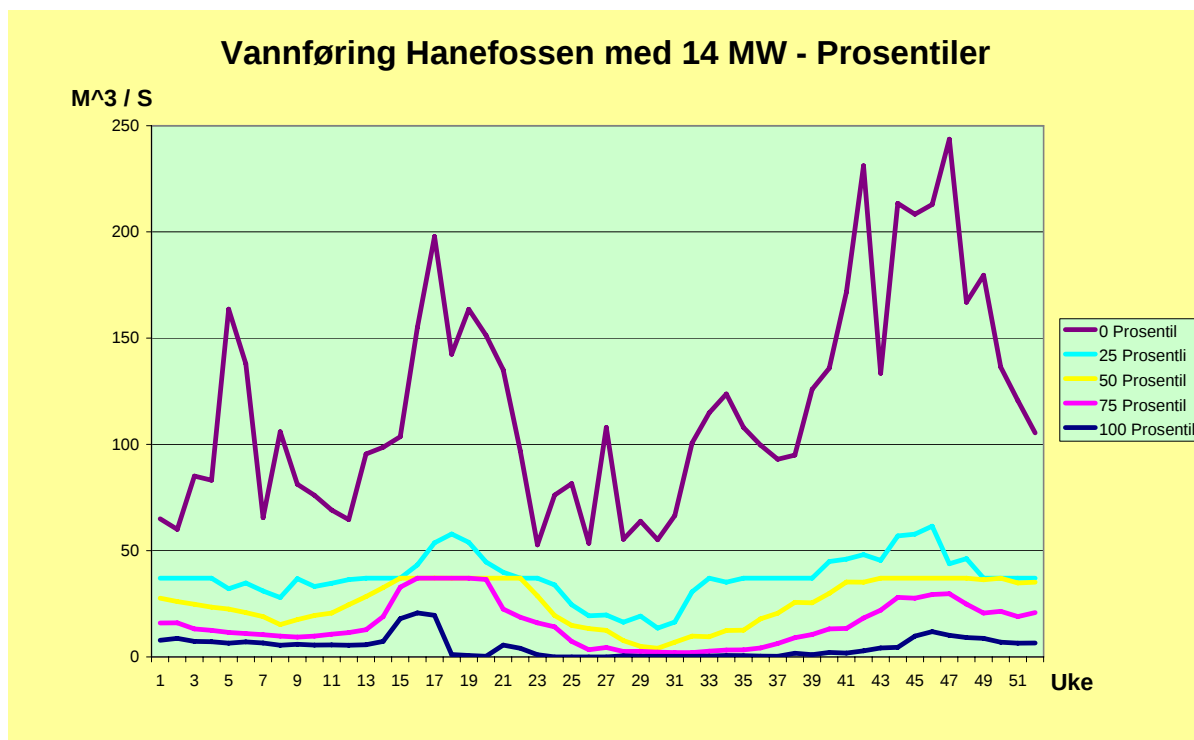
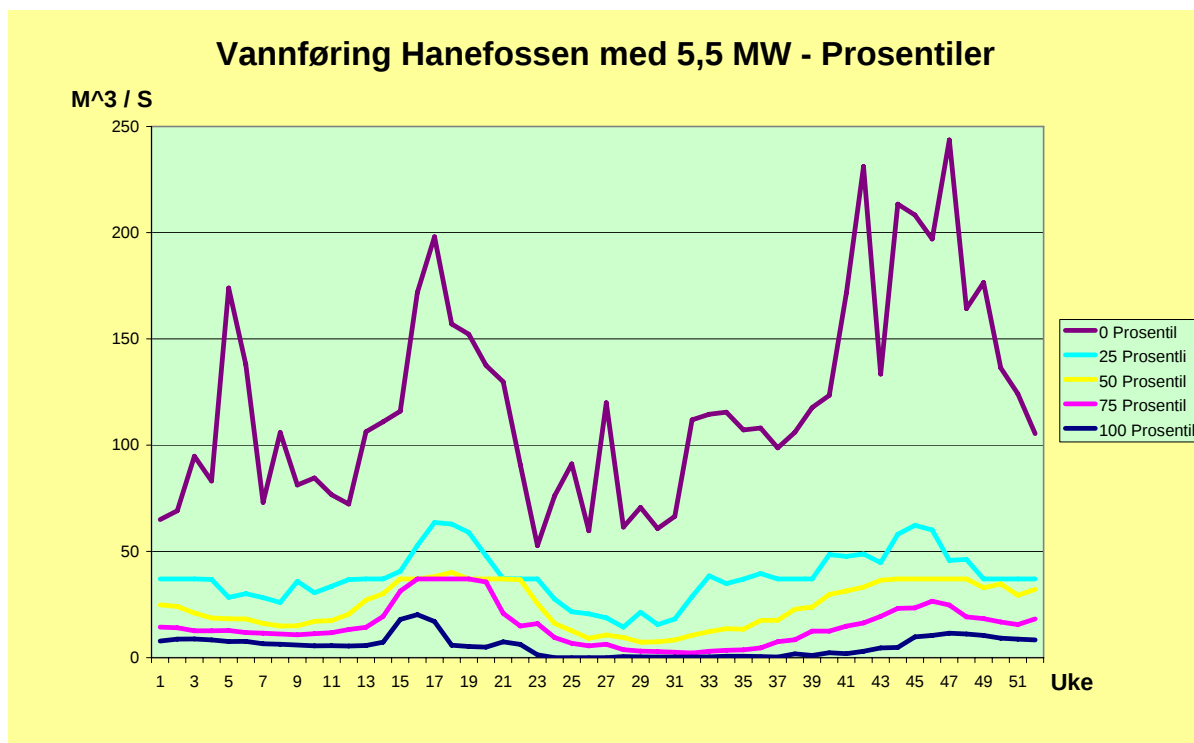
8.15 Vannføring Ljosevann – Prosentiler 1931-2000



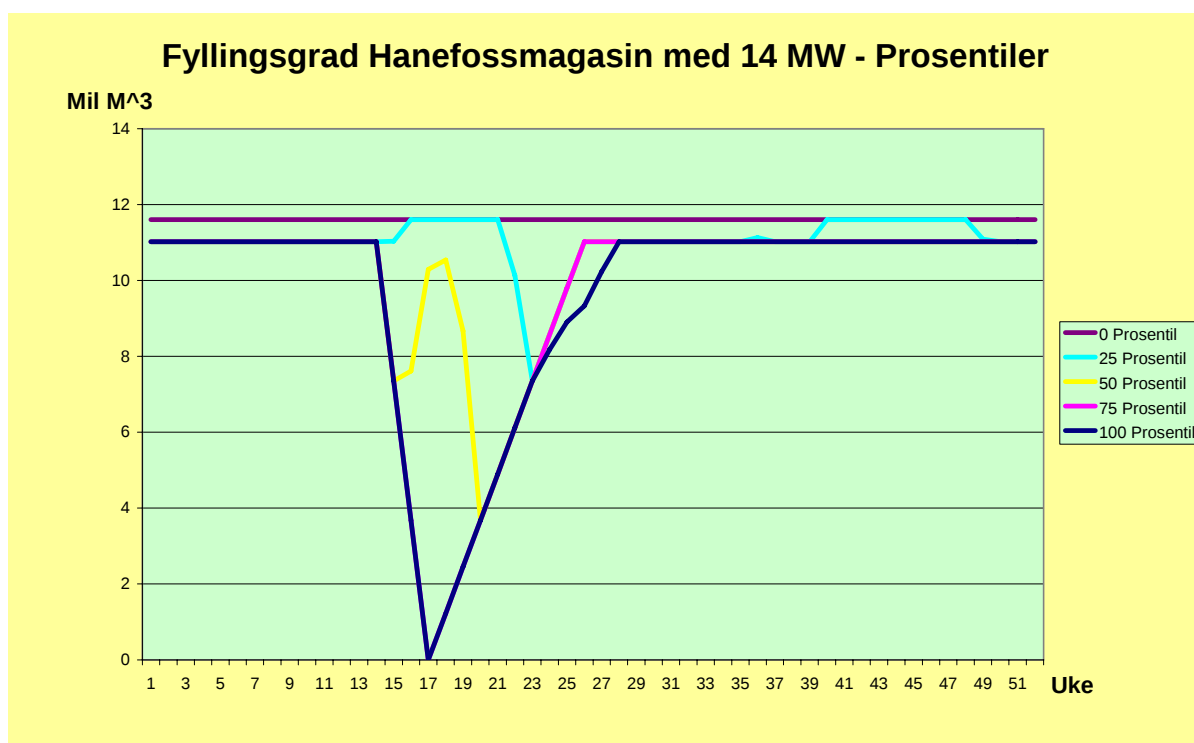
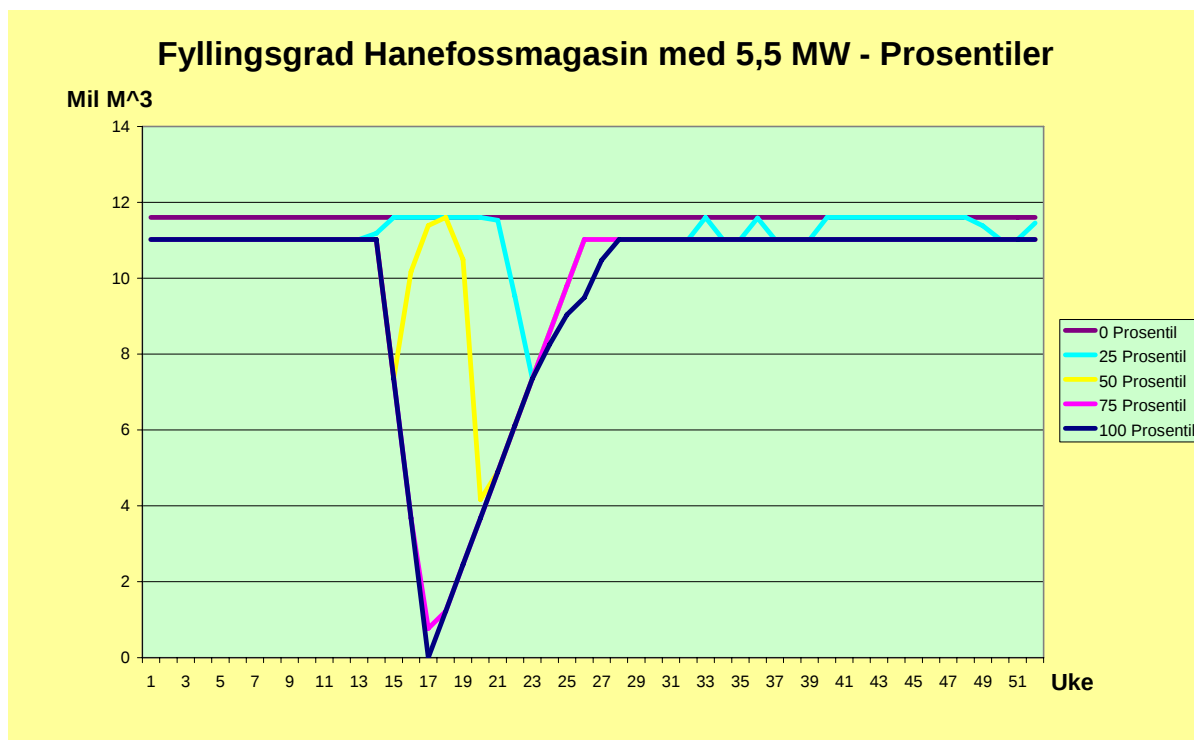
8.16 Magasinfylling Ljosevann – Prosentiler 1931-2000



8.17 Vannføring Hanefossen – Prosentiler 1931-2000



8.18 Magasinfylling Hanefossmagasin – Prosentiler 1931-2000



8.19 Midlere produksjon i stasjonene 1931 – 2000

