

EXAMENSARBETE I VATTENBYGGNAD

AV

LARS GRANRUD OCH PETER KARLSSON

DATORMODELL

ÖVER

KYMMENS PUMPKRAFTVERK

INNEHALL:

DEL 1

- 1 ALLMAN ORIENTERING
- 2 KORT OM EXAMENSARBETET
- 3 GEOGRAFISK BESKRIVNING
- 4 TEKNISK BESKRIVNING

DEL 2

MANUAL TILL DATORMODELL

1 ALLMÄN ORIENTERING

Kymmens kraftverk är beläget i mellersta Värmland, väster om övre Fryken. Byggnadsarbetena påbörjades i Maj 1984 och Kraftverket var i drift vid årsskiftet 1986-87.

Anläggningen kommer huvudsakligen att drivas då elbehovet är som störst, dvs under vinterdagar. Effekttillskottet täcker väl behovet av el för samtliga hushåll och industrier inom Sunne kommun under en vinterdag.

Kymmens kraftverk kommer att producera 60 miljoner kWh naturenergi under ett år med normal tillrinning. Tack vare utbyggnaden utvinns ytterligare 9 miljoner kWh i redan befintliga krafstationer i vattendraget (Skarped, Rottna, Frykfors, Edsvalla).

Med återpumpning kan ytterligare energimängd produceras då efterfrågan är som störst. Den förädling av kraften som sker genom pumpningen ger ytterligare uppemot 60 miljoner kWh, främst vinterdagar. Pumpningen kommer huvudsakligen att ske under helger. Pumpning är inte tillåten under sommar tid.

2 KORT OM EXAMENSARBETET

I samarbete med civilingenjör Ake Engström, chef för "Byggnads" inom Uddeholm Kraft, formulerades och begränsades examensarbetet att gälla vissa klart definierade delar av hela det problemkomplex som ett kraftverk med magasin utgör vid drift.

I stora drag gick det ut på att för Uddeholm Kraft studera driftsförhållandena vid Kymmens kraftverk och då speciellt hur driften skulle ske för optimalt utnyttjande av tillgänglig vattenvolym.

Efter diverse diskussioner specificerades och renodlades det arbete som Uddeholm Kraft ville att vi skulle göra. Först och främst fodrades en problemidentifikation för att få fram systemets trånga sektioner samt hur dessa kunde behandlas.

Del nr 2 var att skapa en modell över kraftverket, dess magasin och vattenvägar för att med hjälp av denna kunna "provköra" kraftverket innan det var klart för drift, kunna träna driftspersonalen i olika situationer och för att kunna simulera abnorma driftsförhållanden.

Del nr 3 var att om möjligt, i denna modell, lägga in en optimeringsfunktion som med hänsyn till förväntat flöde, aktuella magasinbefyllnads grader och energipris kalkylerar ett körförslag som ger driftspersonalen underlag för att besluta om kraftverkets drift.

Resultatet av Examensarbetet har blivit en simuleringsmodell av Kymmens pumpkraftverk med tillhörande vattenvägar och magasin.

Simuleringsmodellen utför följande:

- * Beräknar flöden och magasinförändringar utgående från startvärden, förslag till drift av kraftverk och överledningstunnel samt förväntad tillrinning till magasin.
- * Beräknar elproduktion och elförbrukning (vid pumpning) för anläggningen enligt föregående punkt.
- * Ger som utdata flöden, magasinförhållanden och elproduktion för den simulerade tidsperioden. Dessa ges både som delresultat och som ackumulerade värden för hela simuleringen.
- * Simuleringsmodellen utför ingen övergripande optimering för kraftverkets drift, dock kan modellen optimera inflödet från ett magasin för att på så sätt undvika spill.

Genom att köra in olika driftsförslag kan man få fram "bästa" sättet att utnyttja anläggningen med hänsyn till kraftsituationen i stort.

Modellen är programmerad och finns således tillgänglig på en dator. Modellen är uppbyggd så att de som sköter driften och samordningen av kraftverken direkt kan gå in i modellen för att kontrollera vad som följer av ett visst specifikt driftsbeslut.

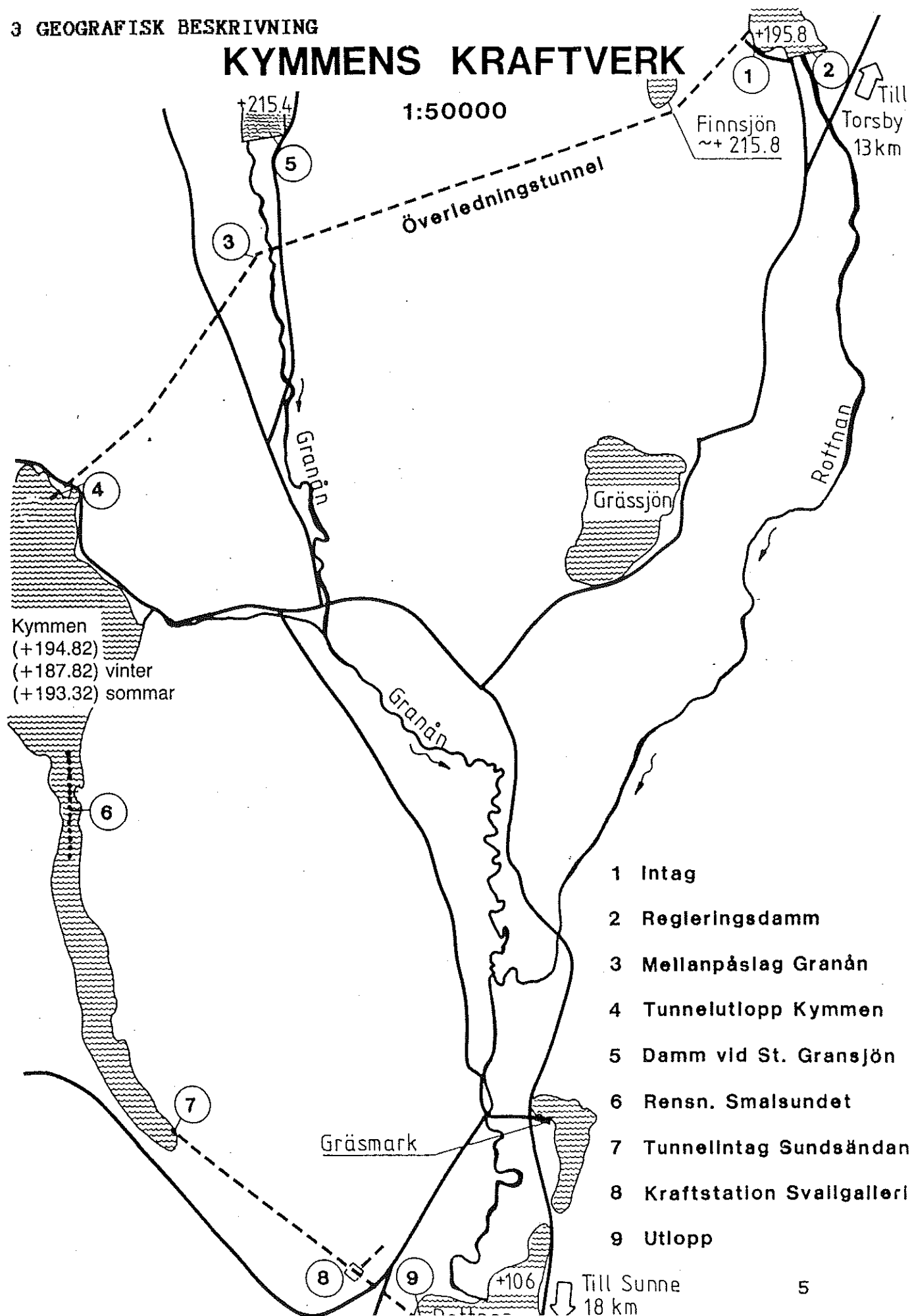
Detta sker genom att förväntade eller beslutade inflöden, utflöden och turbindrifter inmatas för olika tidsperioder. Som resultat fås då bla. genererad energi, magasinförändringar, nivåförändringar och andra data som hjälper driftspersonalen att avgöra om den simulerade driftssituationen var bra eller om ett bättre resultat kan uppnås.

Dessutom redovisas under simuleringens gång alla delresultat såsom inflöden, utflöden och vattenmängderna genom varje del av systemet. Detta bla. för att underlätta optimalt utnyttjande av varje sjö, magasin och vattenväg.

3 GEOGRAFISK BESKRIVNING

KYMMENS KRAFTVERK

1:50000



3 GEOGRAFISK BESKRIVNING

Kraftverket är beläget i Torsby kommun, Värmlands län, ca 11 mil NNV om Karlstad.

I korthet kan projektet sammanfattas med att vattnet i Rottnan och Granån leds genom en tunnel över till Kymmen. Från Kymmen (Sundsändan) leds vattnet vidare genom en tunnel till en underjordisk kraftstation och därifrån i en utloppstunnel till Rottnen. Dammarna anläggs i Rottnan (4 km nedströms Gustavsdal) och Stora Gransjöns utlopp.

Rottna älv även, kallad Rottnan, upprinner i Norge. På Svenska sidan genomflyter älven bl.a. sjöarna Näverbodsjön, Kyrksjön och Lekvattensjön. Ca. 10 km nedströms Lekvattensjön ligger dammen varifrån vattnet skall ledas ned i tunneln till Kymmen.

Dammen kommer vid sin högsta nivå att dämma, dvs. bilda en sjö, som sträcker sig ända upp till Lekvattensjön.

Kymmsälven upprinner i gränstrakterna mot Norge där den benämnes Tvällälven, den har tidigare runnit genom Kymmen och ned i Granån men dess utflöde från Kymmen är nu spärrat av en damm.

Granån, som upprinner i Lekvattnets socken, passerar ett flertal sjöar bl.a. Lilla och Stora Gransjön. Strax efter passagen av den senare däms Granån och leds genom ett schakt ned i tunneln mellan Rottnan och Kymmen som passerar ca. 2 km S Stora Gransjön

Genom rensningar i smalsundet leds vattnet till Kymmens sydspets där intaget till kraftverkets tunneln finns. Tunnelsträckningen är från Kymmens sydspets till Trötvik, strax söder om Rottnans gamla utlopp i Rottnen. Kraftstationen ligger ca. 1 km från tunnelns utlopp.

Det vatten som passerar kraftstationen (inkl. ev minimitappning och spill från dammar) rinner sedan ned i Rottnen, som vid kraftstationerna Skarped och Rottna (vid Rottneros), har sitt utlopp i Frykensjöarna. Frykensjöarna tömms sedan via Norsälven som på sin väg till Vänern passerar kraftverken Frykfors och Edsvalla.

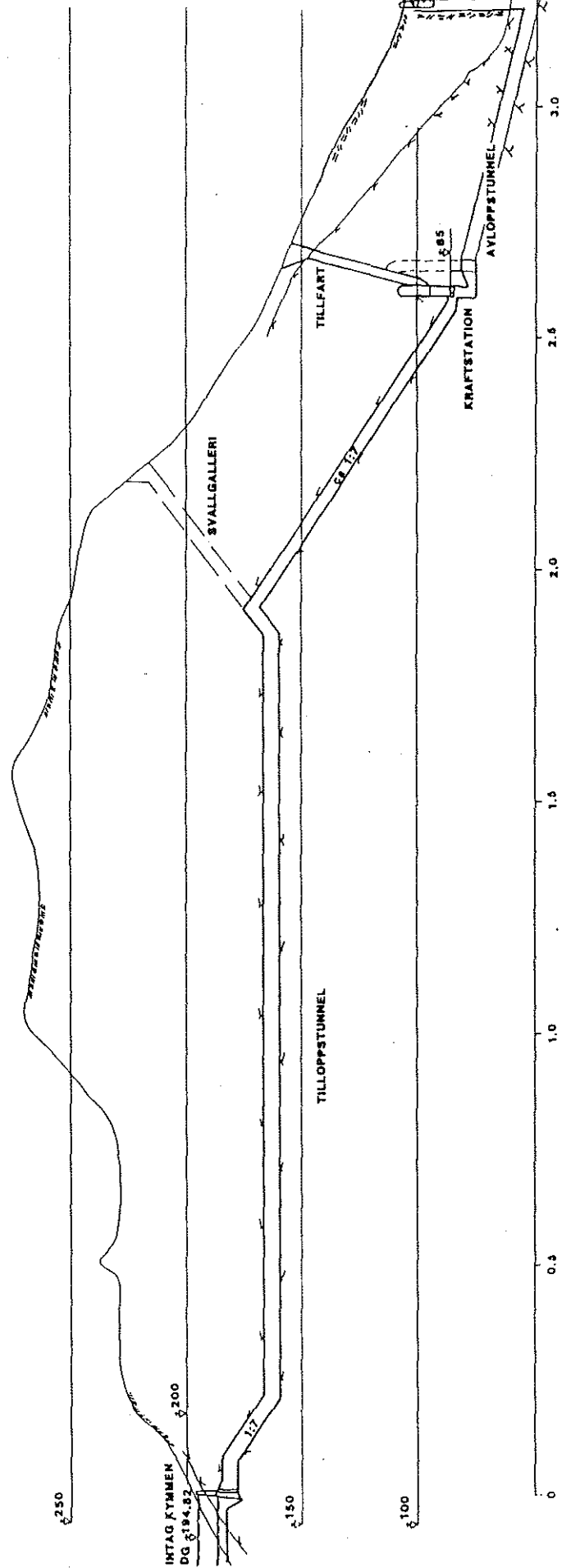
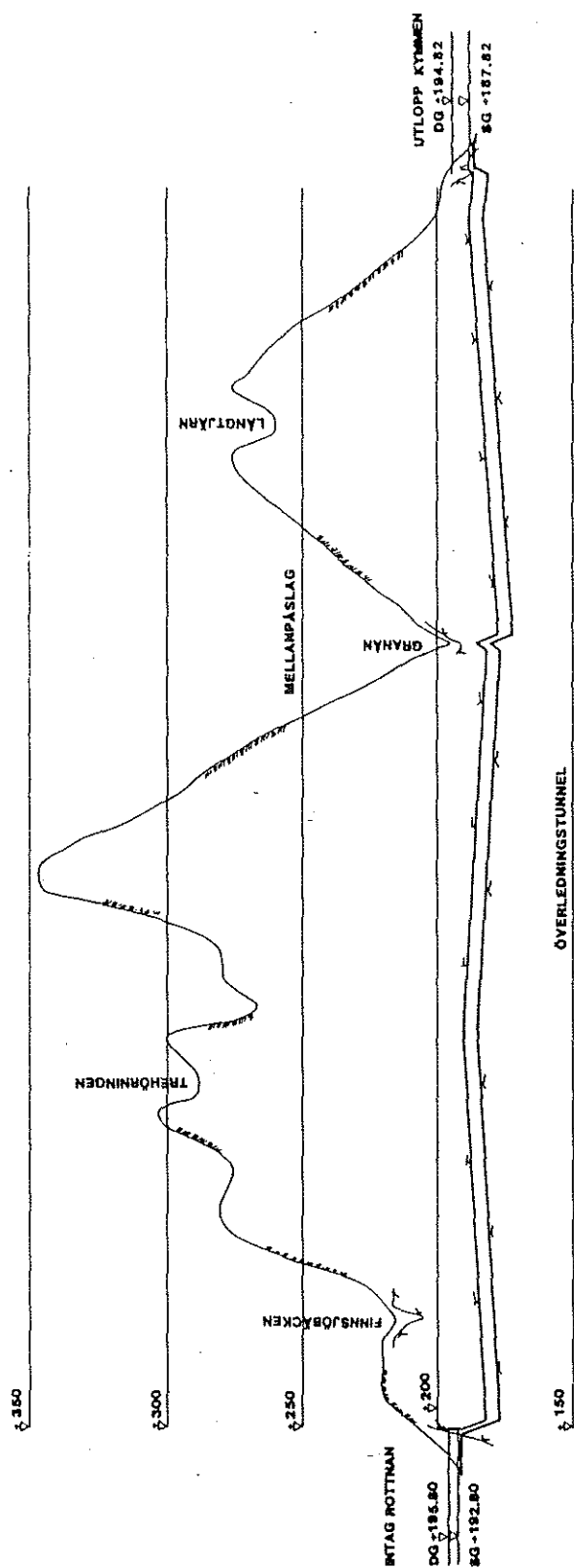
Rottnans gamla sträckning innebar att den rann genom samhället Gräsmark strax före sitt utlopp i Rottnens NV hörn, denna gamla älvfåra skall hållas levande med minimitappning från regleringsdammen. Även Granåns gamla älvfåra skall få viss minimitappning

Det förekommer även många andra naturvårdande åtgärder för att i möjligaste mån återställa naturen och faunan som den var innan några ingrepp gjordes, bl.a. kan nämnas återfyllnader, rensningar och fiskutplantering.

4 TEKNISK BESKRIVNING

KYMMENS KRAFTVERK

LÅNGDSEKTION



4 TEKNISK BESKRIVNING

De olika objekten nämnda i strömriktningen ifrån dammen över Rottnan till utloppet i Rottnen:

DAMM ÖVER ROTTNAN:

Jorrdammen med en krönlängd av 450 m, största höjd 28 m och som innehåller ca 235 000 m³ fyllnadsmassor är på östra stranden delvis utförd som betongdamm med utskov och dammluckor. I denna del av dammen finns också utskovet (ventil) för minimitappningen, utfört så att det i efterhand skall gå att installera ett minikraftverk. Maximal avbördningsförmåga vid dämningssgräns +195.80 är 90 m³/s.

TILLHÖRANDE MAGASIN I ROTTNANS DALGANG:

Sommardämningssgräns:	+195.60
Sommarsänkningsgräns:	+194.80
Vinterdämningssgräns:	+195.80
Vintersänkningsgräns:	+192.80
Area:	4.0 km ²
Magasinsvolym:	14 Mm ³
Nederbördsområde:	461 km ²

ÖVERLEDNINGSTUNNEL:

Från en intagskanal ca 400 m ovanför dammen ledes Rottnans vatten genom en 9 150 m lång tunnel till sjön Kymmen. Där tunneln korsar Granån inledes även vattnet från St Gransjön.

0 - 390 m	Sprängd area	27 m ²
390 - 4 917 m	Fullortsborrad area	16 m ² (ø 4.5 m)
4 917 - 5 720 m	Sprängd area	27 m ²
	Granåns inledning	
5 720 - 9 150 m	Sprängd area	29 m ²

GRANAN:

Vid en gammal damm i Granån, strax söder St Gransjön, har byggts en ny jorrdamm med utskov och luckor innehållande ca 15 000 m³ fyllnadsmassor. Dammen är försedd med anordningar för reglering av minimivattenflöde. Från magasinet leds vattnet i en kanal och släpps ned i tunneln.

Dämningssgräns:	+215.40
Sänkningsgräns:	+210.57
Area:	0.63 km ²
Magasin:	5 Mm ³
Nederbördsområde:	84 km ²

KYMMEN:

Kymmen som redan tidigare fungerat som magasin får en ökad reglering, främst då vintertid. I den del av sjön där intaget till kraftstationen ligger har vissa rensningar genomförts för att undvika strömningsförluster.

Dämningsgräns:	+194.82
Sommarsänkningsgräns:	+193.32
vintersänkningsgräns:	+187.82
Area:	13.5 km ²
Magasin:	87.0 Mm ³
Nederbördsområde:	140 km ²

KRAFTSTATIONSINTAG OCH TILLOPPSTUNNEL:

Från ett intag i Kymmen ledes drivvattnet ned till turbinen genom en först horisontell och sedan lutande tilloppstunnel. Tilloppstunneln kan avstängas med sättar.

0 - 1 917 m	Sprängd area	45 m ²
1 917 - 2 562 m	Sprängd area	55 m ²

MASKINSTATION:

Maskinstationen, som omfattar utrymme för maskinsal, generator- och turbinvåningar, kontrollrum mm, är utsprängd i berget ca 60 m under markytan. Maskinstationen nås genom en 320 m lång tillfartstunnel med arean 25 m².

TURBIN, GENERATOR OCH TRANSFORMATOR:

1 st vertikal pumpturbin av Francistyp	
Turbineffekt:	56 000 kW
Pumpeffekt:	54 000 kW
1 st generator/motor:	60 000 kW
Varvtal:	250 r/min
Generatorspänning:	11 kV

UTLOPPSTUNNEL:

Utloppstunneln med längden 590 m, sprängd area 45 m², mynnar i sjön Rottnen genom ett lodrätt schakt med höjden 56 m och diametern 7 m.

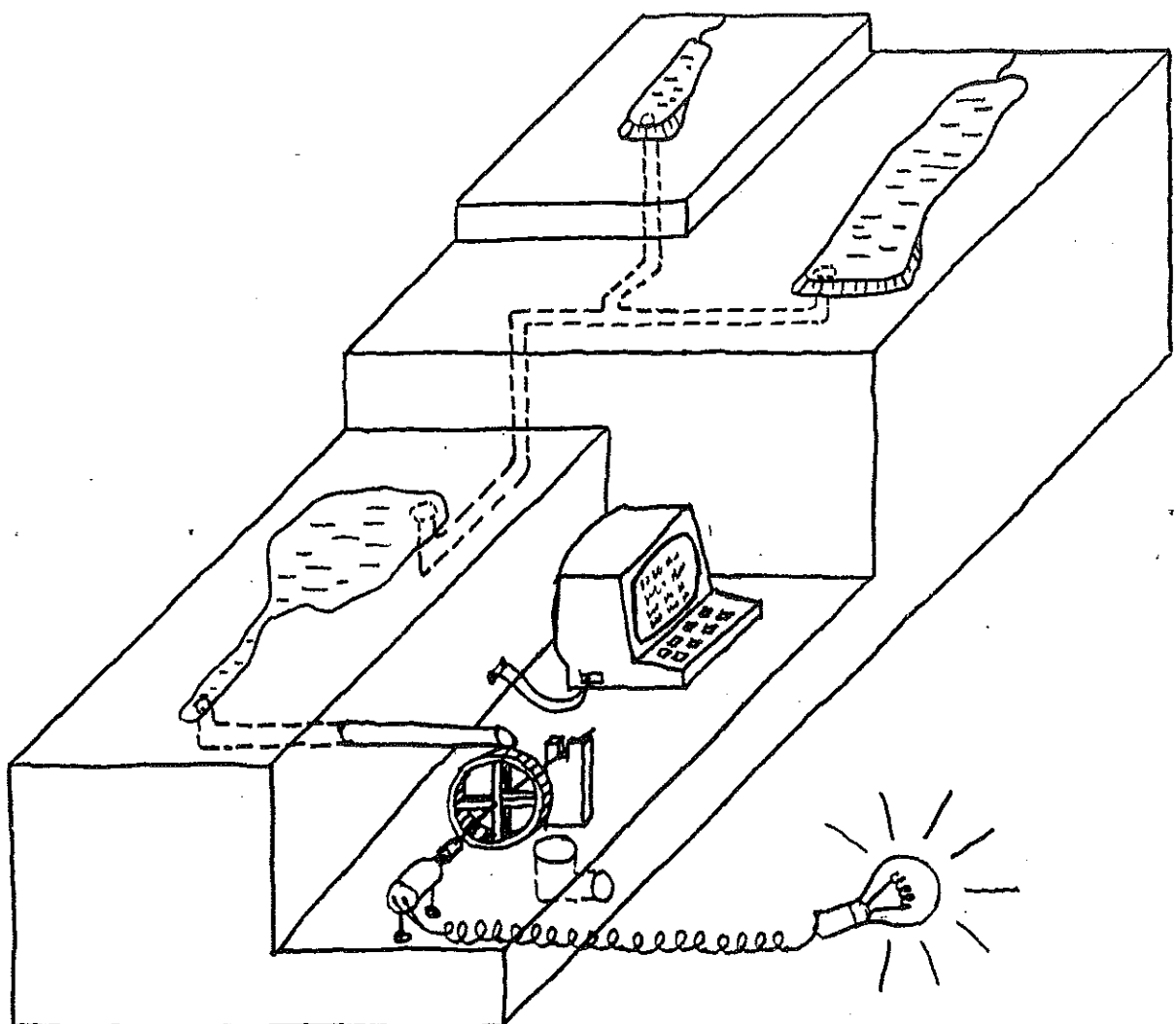
ROTTNEN:

Sjön Rottnen har samma dämning- och sänkningsgränser som den hade innan Kymmens kraftverksbygge dock med en ny begränsning gällande hastigheten av sjöns reglering.

Denna begränsning ger att nivån i sjön ej får ändras mer än 0.6 m /vecka på grund av pumpning av vatten i Kymmens kraftverk.

Dämningssgräns:	+106.03
Sänkningsgräns:	+102.33
Area:	16 km ²
Magasinsvolym:	59.2 Mm ³
Nederbördsområde:	940 km ²

DATORMODELL
ÖVER
KYMMENS PUMPKRAFTVERK
AV
LARS GRANRUD och PETER KARLSSON



INNEHALL

MANUAL

- 1 INTRODUCTION
- 2 ÖVERSIKTSBILD
- 3 PROGRAMSTART
- 4 INDATA
- 4.1 ROTTNAN/SKALLBERGSSJÖN
- 4.2 ROTTNEN
- 4.3 KYMMEN
- 4.4 GRANSJÖN
- 5 UTDATA / RESULTAT

BILAGOR

- Bil 1 FLÖDESSCHEMA ÖVER PROGRAMMET
- Bil 2 PROGRAMLISTNING
- Bil 3 KÖRNINGSEXEMPEL
- Bil 4 BERÄKNINGAR

1

INTRODUKTION

Denna datormodell skall kunna användas för att simulera olika driftsituationer. Man kan med hjälp av denna modell snabbt, enkelt och billigt ta reda på vilka konsekvenser som följer av ett visst beslut.

Om man betraktar modellen del för del så är det inga svårigheter i de beräkningar dataprogramet utför, enkla rörströmningsberäkningar och area-volymfunktioner, men som färdig modell är kraftverket med dess magasin och tunnlar en otroligt komplicerad struktur.

En liten enstaka förändring ger stor påverkan på hela strukturen dvs. "allt påverkar allt". Detta faktum gör det mycket svårt att finna en entydigt optimal lösning, dvs. att finna det driftsätt som ger mest energi i utbyte vid ett visst specifikt läge.

I och med att allt påverkar allt så går det inte att säga att "denna lösningen är bäst", vissa data hålls konstanta under beräkningarnas gång och när sedan "en" optimal lösning uppnåtts och dessa, förut konstanta, data ändras så är den uppnådda lösningen helt plötsligt inte optimal längre.

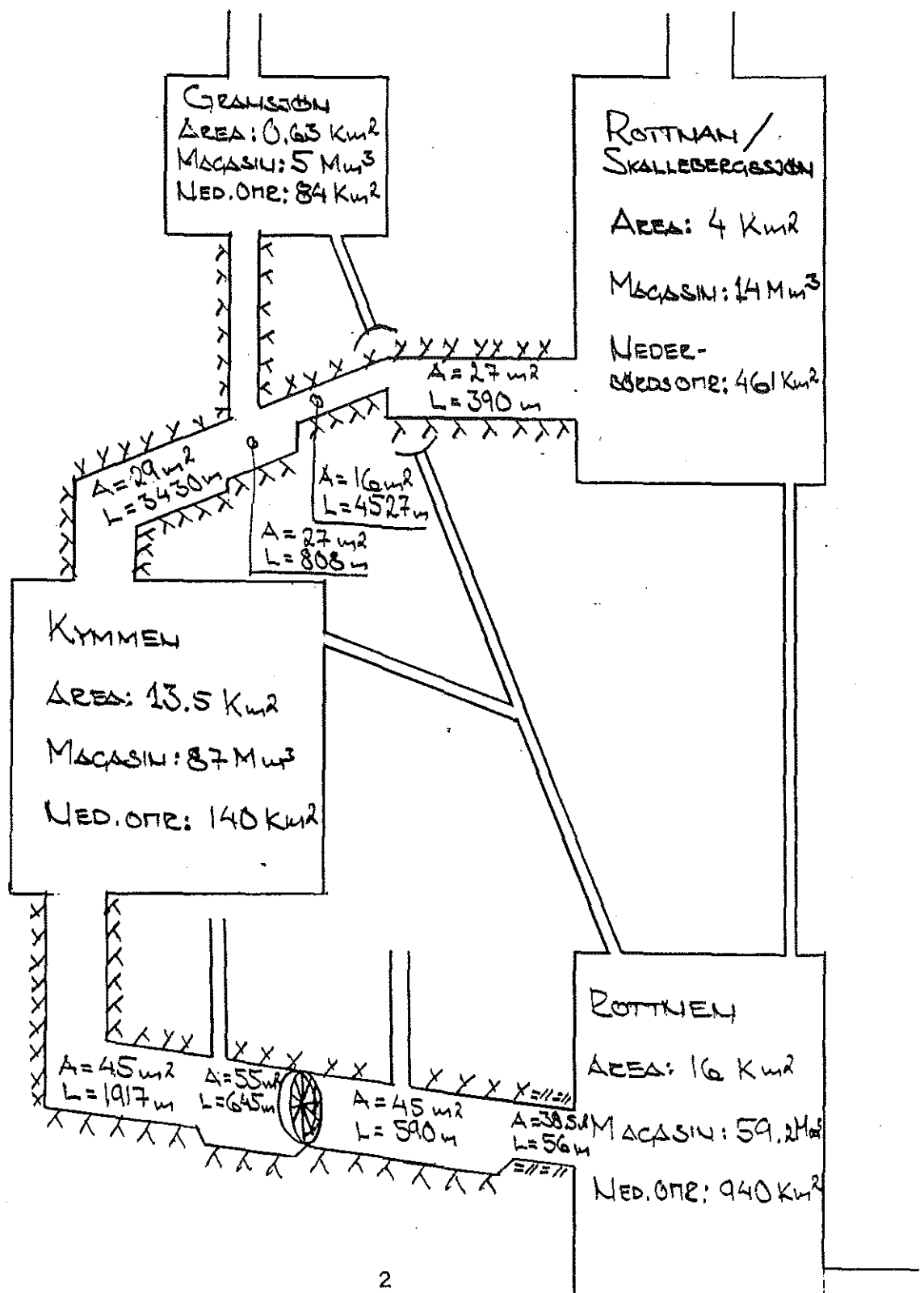
En lösning av detta problem skulle innebära att man fick skapa en stor snurra i programet där ett obs! ett ingångsvärde räknades upp varje varv och där sedan resultatet för varje varv jämfördes med tidigare resultat. Med som i vårt fall ca. 20 ingångsdata, varierande från 0-70 m³/s resp. 0-80 m, och som dessutom varierar i tiden inser man orimligheten i detta förfaringsätt.

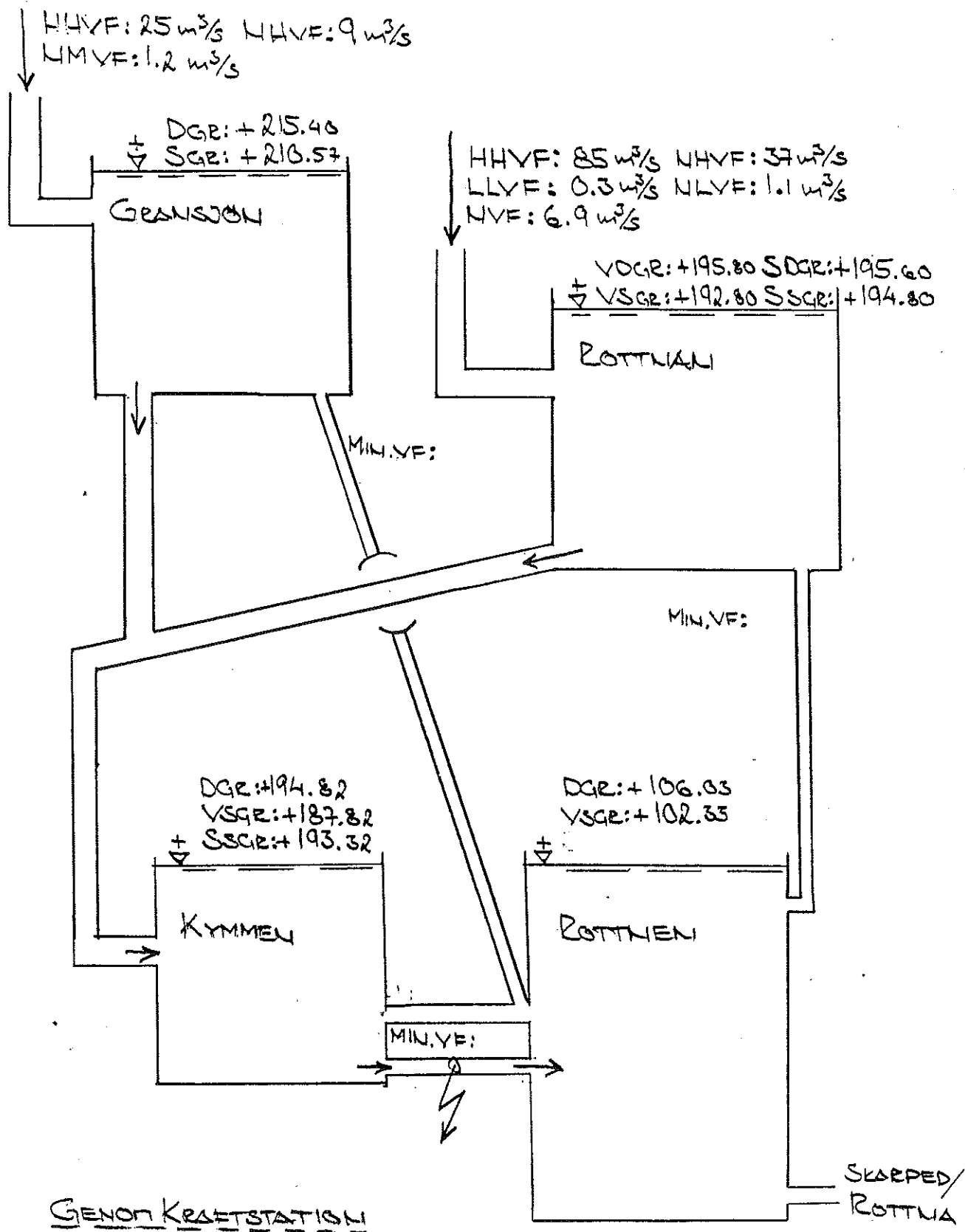
Det går naturligtvis att själv "prova" sig fram till vad som är bäst driftstaktik i en viss given situation, och det är väl till detta modellen är tänkt. Kan man då dessutom eliminera vissa ingångsvärden, kanske genom prognoser, regleringar eller genom erfarenhetsmässiga antaganden (gissningar), så torde det gå snabbt att genom manuell iteration (testning) finna en nog så optimal lösning för att med hjälp av denna kunna köra kraftverket så att maximal energiproduktion uppnås.

ÖVERSIKTSBILD

Schematisk översiktsbild med de viktigaste tekniska data för kraftverket och dess vattenvägar.

(relevanta data återfinns dessutom för varje del under rubriken "indata")





Σ : NEDERBESÖGSTRÄNDE: 685 km^2
 REGNERINGSMAGASIN: 110 Mm^3 , REGNERINGSGRAD: 36%

NHVF: $53 \text{ m}^3/\text{s}$, NMVF: $10.1 \text{ m}^3/\text{s}$, NLVF: $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$
 BRUTTOFALLHÖJD: 89 m , NETTO FH: 85 m

VOLYMTREK: TURBINDRIFT: MAX $77 \text{ m}^3/\text{s}$
 PUMPRING: $55.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (VID $\Delta H = 90 \text{ m}$)

3

PROGRAMSTART

Programet startas upp enl.

- * skriv VAB-ESS och tryck ENTER
- * datorn visar PASSWORLD , tryck ENTER
- * skriv PRESTO och tryck ENTER
- * datorn visar ANGE FIL/SEKRETESS
- * skriv PS/ och tryck ENTER
- * datorn visar ANVÄNDNING ENSAM EL. DELAD ?
- * tryck ENTER
- * skriv STEX och tryck ENTER

4

INDATA

Indata ges dels som nivåer i sjöar då simuleringen startar dels som uppdelade eller konstanta flöden ned i sjöarna av nederbörd eller av reglerbara tillflöden. I de fall inflödet till en sjö beräknas av programmet adderas detta till det givna automatiskt.

För att underlätta inmatningen av indata och uppdateringen så sker inmatningen i sk. "bilder" där markören flyttas till olika förtryckta fält. Varje sådan "bild" gäller en sjö och i de olika "fälten" skrivs startnivån för sjön, inflöde till sjön och i förekommande fall utflöde.

För att byta till nästa sjö/bild flyttas markören till fältet "nästa bild" och sänds. Om något skall ändras i bilden är det inte nödvändigt att skriva in alla data på nytt utan det går bra att "hoppa" till det fält där ändringen skall ske. På samma sätt går det att hoppa mellan bilderna och ändra tills dess man är nöjd med sina indata. Hopp mellan olika "fält" sker med tab tangenten.

Beräkningen sker först då markören flyttas till rutan "beräkna" och sänds.

För sjön/bilden Stora Gransjön skall utflödet anges som uppdelat flöde, kontinuerligt flöde eller genom att programmet ges till uppgift att beräkna mest fördelaktiga flöde, mer om detta under Indata: Stora Gransjön

Flödet genom kraftstationen ges av utflödet ur Kymmen (se indata Kymmen) detta gäller dock endast vid energigenerering, vid pumpning ges flödet genom stationen medelst en funktion som beror av vattennivåerna upp- och nedströms kraftverket.

Om man under körning av programmet under- eller överstiger sänkings- resp. dämningssgräns så talar programmet om att så skett, också för flödet genom kraftverket finns en liknande kontrollfunktion. Om man överskridit några gränser och fått meddelande om detta så beräknar programmet automatiskt den mängd vatten som måste spillas för att vatten nivån ej skall överskrida dämningssgränsen. Den spillda vatten volymen kan sedan utläsas i utdata listan summerat tillsammans med styrt spill.

OBS! om man har ändrat ingångsdata i en bild så måste den ändrade bilden sändas genom att man trycker ENTER innan man beordrar beräkning.

4.1 ROTTNAN/SKALLBERGSSJÖN

(Indata bild för Rottnan)

=====

SJÖ: ROTTNAN STARTDAT: 111111 SLUTDAT: 222222 NÄSTA SJÖ:

=====

DÄMNINGSGRÄNS: 333.33 SÄNKINGSGRÄNS: 444.44 MINIMITAPPN: 5.5

FRAN	TILL	INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
AAMMDD TIM - AAMMDD TIM		m3/s	m3/s	m3/s	m
666666 66	777777 77	88	99		XXX.xx
000000 00	000000 00	00	00		
000000 00	000000 00	00	00		

=====

AVSLUTA:

BERÄKNA:

NÄSTA BILD:

=====

I bilden ovan skrivs alla indata i de markerade fälten. Kolumnerna "UTFLÖDE" och "VATTENYTA" är reserverade för utdata, undantaget första raden i "VATTENYTA" där aktuell vattenyta vid simuleringstart anges.

- *1 STARTDAT: Här skrivs det datum då simuleringen skall starta, datumet skrivs på formen Ar,Månad,Dag (AAMMDD).
- *2 SLUTDAT: Här skrivs det datum då simuleringen skall upphöra.
- *3 DÄMNINGSGRÄNS: Här skrivs den aktuella dämningensgränsen, Vinterdämningensgräns = 195.80 Sommar dämningensgräns = 195.60
- *4 SÄNKINGSGRÄNS: Här skrivs den aktuella sänkningsgränsen, Vintersänkningsgräns= 192.80 Sommarsänkningsgräns= 194.80
- *5 MINIMITAPPN: Här anges den minimitappning som måste ske enl. vattendomen, minimitappningen ges som ett konstant flöde, antages konstant för hela simuleringstiden, minimitappning =

*6 FRAN:

I detta fält anges den tidpunkt från vilken ett visst flöde skall starta, ges på formen Ar, Månad, Dag samt Timme (AAMMDD TIM)
OBS. att datum och timme ligger på olika tab lägen.

*7 TILL:

I detta fält anges den tidpunkt då ett visst flöde upphör (på samma form som ovan).
OBS! Det går ej att ha olika datum på start resp. slutdatum för ett visst flöde, dvs. varje rad representerar max ett dygn.
Det kan vara bra att på första raden ange tidsdifferensen, dvs. varaktigheten för det första flödet, till en timma ty då uppdateras ej startnivån för vattenytan.

Tidsrymden mellan från:(...) och till:(...) är alltså en tidsperiod (mindre än ett dygn) under vilken ett flöde antas vara konstant, antalet tidsperioder som man anger är obegränsat men antalet flöden som anges (och därmed indelningens finhet) beror på hur förväntad eller simulerad flödeskurva approximeras med konstanta flöden.

*8 INFLÖDE:

Här anges det inflöde som sker i sjön under den tidsperiod som angets ovan. Inflödet kan ske antingen som direkt nederbörd och tillrinning eller/och som tillrinning i vattendrag.

*9 SPILL:

Här anges hur mycket vatten som spills ur resp. sjö under varje tidsperiod.

ROTTNAN: Magasin: = 14 Mm3

Area: = 4 Km2

Nederbörds
område: = 461 Km2

4.2 ROTTNEN

(Indata bild för Rottnen)

=====

SJÖ: ROTTNEN STARTDAT: 111111 SLUTDAT: 222222 NÄSTA SJÖ:

=====

DAMNINGSGRÄNS: 333.33 SÄNKNINGSGRÄNS: 444.44 MINIMITAPPN: 5.5

FRAN	TILL	INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
------	------	---------	-------	---------	-----------

AAMMDD TIM -	AAMMDD TIM	m3/s	m3/s	m3/s	m
666666 66	777777 77	88	99	10	XXX.xx
000000 00	000000 00	00	00	00	
000000 00	000000 00	00	00	00	

=====

AVSLUTA:

BERÄKNA:

NÄSTA BILD:

=====

*1 STARTDAT: Se bild Rottnan.

*2 SLUTDAT: Se bild Rottnan.

*3 DAMNINGSGRÄNS: Dämningsgräns = 106.03

*4 SÄNKNINGSGRÄNS: Vintersänkingsgräns= 102.33
Sommarsänkingsgräns=

*5 MINIMITAPPN: Minimitappning ej aktuell.

*6 FRAN: Se bild Rottnan.

*7 TILL: Se bild Rottnan.

*8 INFLÖDE: Se bild Rottnan.

*9 SPILL: Se bild Rottnan.

*10 UTFLÖDE: Här anges utflödet genom Rottna/Skarped för
varje tidsperiod.

ROTTNEN: Magasin: = 59.2 Mm3

Area: = 16.0 Km2

Nederbörds
område: = 940 Km2

4.3

KYMME

(Indata bild för Kymmen)

=====

SJÖ: KYMME STARTDAT: 111111 SLUTDAT: 222222 NÄSTA SJÖ:

=====

DÄMNINGSGRÄNS: 333.33 SÄNKNINGSGRÄNS: 444.44 MINIMITAPPN: 5.5

FRAN	TILL	INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
AAMMDD TIM - AAMMDD TIM		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m
666666 66	777777 77	88	99		XXX.xx
000000 00	000000 00	00	00		
000000 00	000000 00	00	00		

=====

AVSLUTA:

BERÄKNA:

NÄSTA BILD:

=====

*1 STARTDAT: Se bild Rottnan.

*2 SLUTDAT: Se bild Rottnan.

*3 DÄMNINGSGRÄNS: Dämningssgräns = 194.82

*4 SÄNKNINGSGRÄNS: Vintersänkningssgräns= 187.82
Sommarsänkningssgräns= 193.32

*5 MINIMITAPPN: Minimitappning =

*6 FRAN: Se bild Rottnan.

*7 TILL: Se bild Rottnan.

*8 INFLÖDE: Se bild Rottnan.

*9 SPILL: Se bild Rottnan.

*10 UTFLÖDE: Här anges utflödet genom kraftverket
MAX 77 m³/s, MIN 40 m³/s, PUMPN. -1

KYMME: Magasin = 87 Mm³

Area = 13.5 Km²

Nederbörds
område = 140 Km²

4 . 4

GRANSJÖN

(Indata bild för Stora Gransjön)

```

=====
SJÖ: GRANSJÖN STARTDAT: 111111  SLUTDAT: 222222  NASTA SJÖ:
=====

```

```

DÄMNINGSGRÄNS: 333.33  SÄNKINGSGRÄNS: 444.44  MINIMITAPPN: 5.5

```

FRAN	TILL	INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENNYTA
AAMMDD TIM -	AAMMDD TIM	Mm3/s	Mm3/s	Mm3/s	m
666666 66	777777 77	88	99	10	XXX.xx
000000 00	000000 00	00	00		
000000 00	000000 00	00	00		

```

=====
AVSLUTA:

```

```

BERÄKNA:

```

```

NASTA BILD:
=====

```

```

*1 STARTDAT:      Se bild Rottnan.

```

```

*2 SLUTDAT:       Se bild Rottnan.

```

```

*3 DÄMNINGSGRÄNS: Dämningsgräns = 215.40

```

```

*4 SÄNKINGSGRÄNS: Sänkningsgräns = 210.57

```

```

*5 MINIMITAPPN:   Minimitappning =

```

```

*6 FRAN:          Se bild Rottnan.

```

```

*7 TILL:          Se bild Rottnan.

```

```

*8 INFLÖDE:       Se bild Rottnan.

```

```

*9 SPILL:         Se bild Rottnan.

```

```

* 10 UTFLÖDE:     Speciellt för Gransjön så kan utflödet styras
ty flödet från Gransjön styr flödet genom överledningstunneln.
Flödet från Gransjön anges antingen som kontinuerligt eller
uppdelat flöde eller också kan programet ges till uppgift att
beräkna ett flöde. Om programet ges till uppgift att beräkna ett
flöde så bygger denna beräkning på att det är mest fördelaktigt
att hålla vattenytan så nära dämningsgränsen som möjligt dvs.
släppa så lite vatten som möjligt från Gransjön ty då överförs
mest vatten, från Rottnan till Kymmen, genom
överledningstunneln.

```

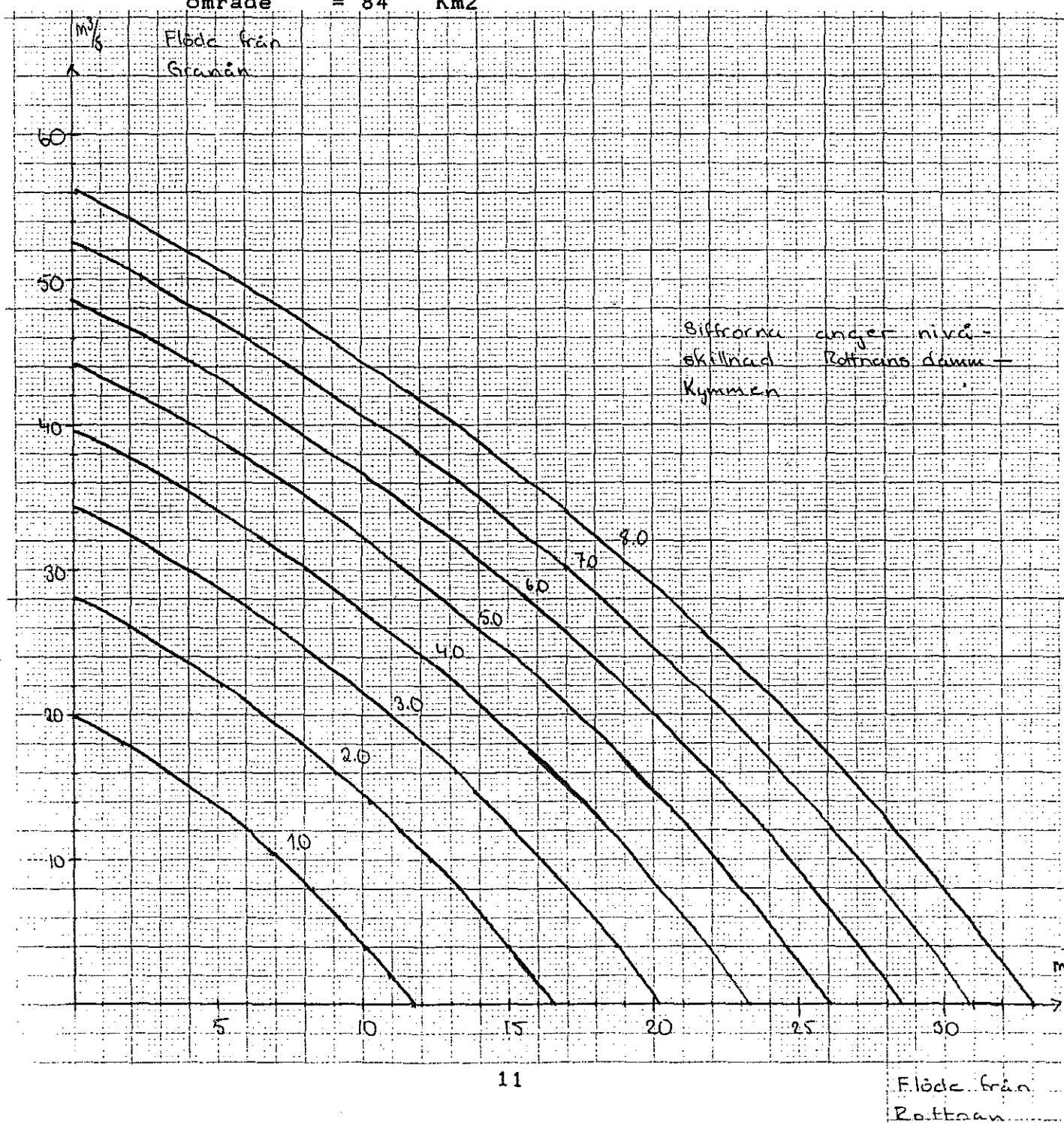
Valet om man själv skall ange utflödet ur Gransjön eller om programmet skall beräkna det görs på bilden "UTGANGSDATA" som är den sista bilden som kommer upp.

Om man väljer att ange ett kontinuerligt flöde för hela simuleringstiden så skall detta anges på första raden. För uppdelat flöde ges data på raden för resp. tidsperiod.

GRANSJÖN: Magasin: = 5 Mm3

Area: = 0.63 Km2

Nederbörds
område = 84 Km2



Bilden "UTGANGSDATA"

=====

UTGANGSDATA: UTRAKN. GRANSJÖN (0,1,2) : 1

=====

FRAN	TILL	GENERE. ENERGI	PUMP- ENERGI	INFLÖDE varav från KYMMEN GRANSJ PUMP	ROTTNAN		
AAMMDD TIM -	AAMMDD TIM	GWH	GWH	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
222222 33	222222 44						
000000 00	000000 00						
000000 00	000000 00						

=====

=====

 AVSLUTA: BERÄKNA: NÄSTA BILD:

=====

*1 UTRAKN. GRANSJÖN: I detta fält anges om man själv vill ange utflödet ur Gransjön eller om programet skall räkna ut det.

0: Programmet räknar ut utflödet.

1: Angivet kontinuerligt flöde.

2: Angivet uppdelat flöde.

*2,3,4 FRAN, TILL: Här anges inom vilka tidsrymder man önskar utskrift av resultatet, ex.vis. kan man minska tidsintervallet då det är snabba förlopp eller då vattenytor börjar närma sig dämningssgränser.

Övriga kolumner är reserverade för utdata och kan ej nås från tangentbordet.

5

UTDATA/RESULTAT

Då markören flyttats till fältet "BERÄKNA" och detta har sänds så sker beräkningen. Man kan då följa beräkningarna och delresultaten genom att bilden stannar upp då skärmen fyllts, för att få ut nästa del så får man trycka på tangentbordet.

När beräkningarna sker så skrivs också de medelandena ut som talar om att man över- eller under skridigt några begränsningar, också tidpunkten för detta skrivs ut.

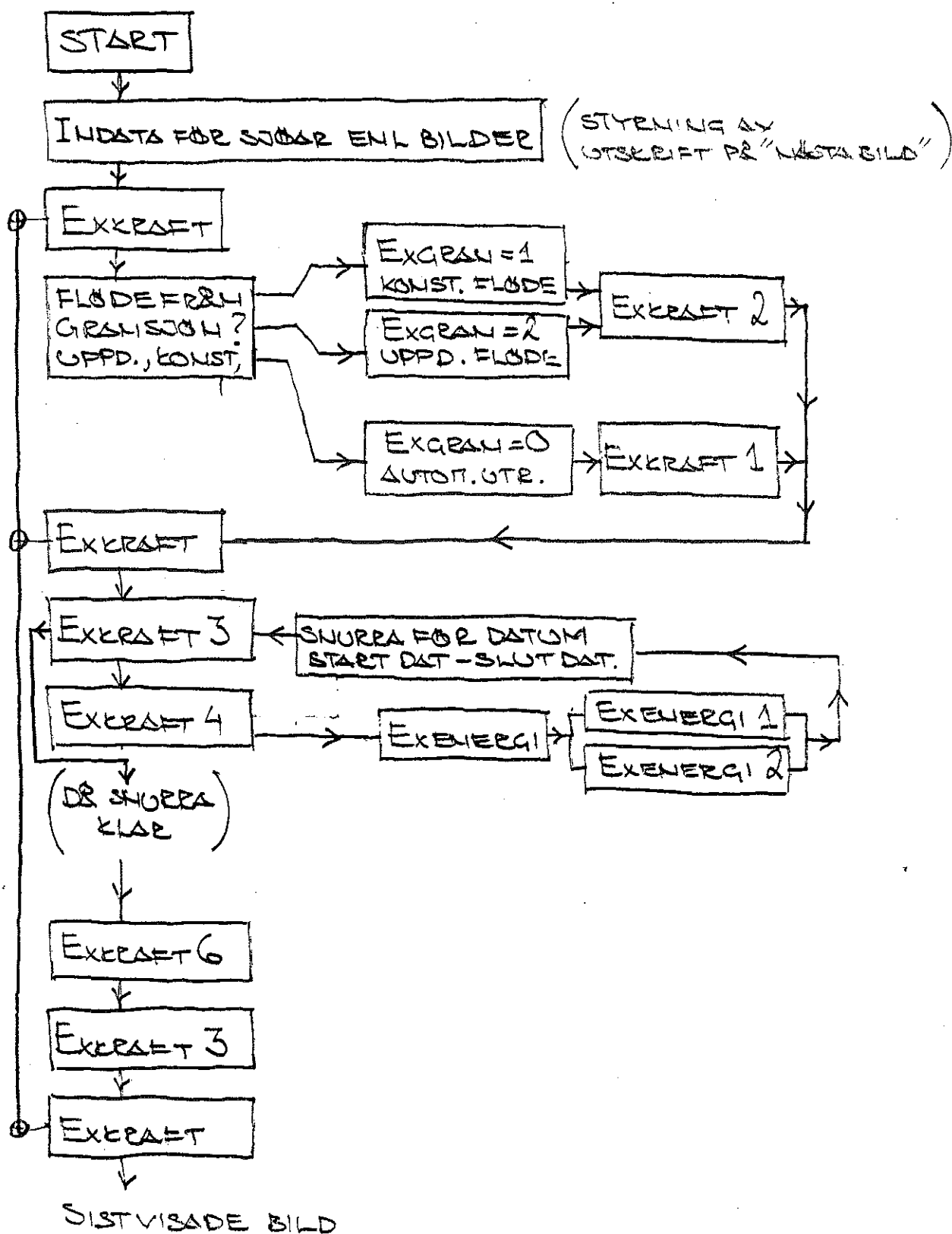
Utdata är bla.

- * Aktuella nivåer i alla sjöarna vid varje tid
- * Ackumulerade avbördade vattenvolymer
- * Avbördad vattenvolym genom överledn.tunneln
- * Aktuell energiproduktion/förbrukning
- * Ackumulerad energiproduktion/förbrukning
- * Aktuell verkningsgrad i turbinen

De viktigaste utdata finns sedan på bilden "UTGANGSDATA" , nivåförändringarna i resp. sjö finns på sjöarnas bilder för ingångsdata.

Man behöver alltså inte plocka ut resultaten för alla körningar utan det kan vara bra att prova sig fram till en bra körning och sedan plocka ut den slutliga körningens data på skrivare.

FLODES SCHEMA FOR DATOR MODELL



FÖRKLÄRINGAR FÖR VÄRJE DEL PGM.
FÖLJER PÅ SID 2 OCH 3.

EXKRAFT

Anropar EXKRAFT 1 el. 2 beroende på typ av uträkning, kontrollerar sen att nivån ej understiger eller överstiger sänkningsgränserna resp. dämningssgränserna

Anropar sedan EXKRAFT 3

Kontrollerar att nivåerna håller sig inom sina gränser. Om dämningssgränserna ej skall överskridas så fodras spilld volym.

Går sedan tillbaka till bild.

EXKRAFT 1

Beräknar ett konstant flöde från Gransjön under tiden startdatum - slutdatum som bygger på att inget vatten spills och att slutnivån kommer så nära dämningssgränsen som möjligt. Ger alltså ett så litet erf. flöde som möjligt, detta leder till att större mängd vatten kan komma till Kymmen från Rottnan. Ger totalt sett ett mindre inflöde till Kymmen men kan kanske förhindra att vatten spills från Rottnan.

Tillbaka till EXKRAFT

EXKRAFT 2

Konstant el. uppdelat flöde.

Beräknar ackumulerat utflöde och vattenyttnivåerna.

Om nivå överskrider dämningssgräns, beräknas erf. spilld volym för att nivån ej skall överskrida dämningssgränsen.

Tillbaka till EXKRAFT

EXKRAFT 3

Snurra från slutdatum - startdatum, timme 1 - 24

Beräknar flöde från Rottnan till Kymmen (timvärden).

(beror av flöde från Gransjön som redan är beräknat)

Beräkningen sker mha Mannings formel. Reducerar flöde från Gransjön om aktuell nivå skillnad Rottnan - Kymmen och aktuellt flöde från Gransjön ger att en del av vattnet går fel väg dvs. upp mot Rottnan.

Anropar i varje steg EXKRAFT 4

Anropar efter slutförd snurra EXKRAFT 6

Tillbaka till EXKRAFT

EXKRAFT 4

Anropar EXENERGI

Beräknar nivåförändringar i sjöarna, beräknar spilld volym om nivån > dämningssgränsen (pss. som för Gransjön).
 Beräknar ackumulerat flöde från Rottnan till Kymmen.
 Beräknar ackumulerat flöde genom kraftverket (Kymmen)
 Beräknar ackumulerat inflöde till Kymmen.

Skriver ut var 6 timme.
 Aktuell nivå i Rottnan (m).
 Tot. avbördad volym till överledningstunneln från Rottnan (Mm3).
 Aktuell nivå i Kymmen (m).
 Tot. avbördad volym via kraftverk (Mm3).
 Tot. inflöde till Kymmen (Mm3).
 Aktuell nivå i Rotten (m).
 Aktuell generator effekt (MW).
 Aktuell verkningsgrad i turbin (%).
 Ackumulerad energiproduktion (MWh).
 Ackumulerad energiförbrukning (MWh), (vid pumpning).

Tillbaka till EXKRAFT 3

EXENERGI

Anropar antingen EXENERGI 1 eller 2 beroende på storlek av aktuellt utflöde.

Om utflöde är negativt i indata beräknas för aktuell nivå skillnad Kymmen - Rotten pumpad mängd.

Beräknar generatoreffekt för pumpning/energi generering

Tillbaka till EXKRAFT 4

EXENERGI 1

Beräkning av verkningsgrad

Tillbaka till EXENERGI

EXENERGI 2

Som EXENERGI 1

EXKRAFT 6

Beräknar magasinförändringen i resp. sjö (Mm3).
 Tillbaka till EXKRAFT 3

PROGRAM LISTNING

```

100 PROGRAM EXKRAFT
110 LOKAL 'R'*1
120 EXSJÖ='GRANSJÖN'
130 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
140 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
150 EXÖVL=0
160 FORTSÄTT
170 FORTSÄTT
180 EXSJÖ='GRANSJÖN'
190 'GRANSJÖN'
200 OM(EXGRAN=0) UTFÖR
210 Q2=5
220 ANROPA EXKRAFT1
230 'BERÄKNAT KONTINUERLIGT FLÖDE=' Q2 ' M3/S'
240 'SLUTNIVÅ GRANSJÖN:' EXSLUT ' =' EXVY
250 R=
260 FORTSÄTT
270 OM(EXGRAN<>0) ANROPA EXKRAFT2
280 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
290 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
300 OM(EXVY<EXHMIN) UTFÖR
310 'UNDERSTIGANDE AV SÄNKNINGSGRÄNS ' EXHMIN ' M MINSKA UTFLÖDE'
320 'UR GRANSJÖN'
330 DATUM=EXSLUT+1 TIMME=24
340 FORTSÄTT
350 FORTSÄTT
360 FORTSÄTT
370 ' '
380 OM(VSPILL<>0) UTFÖR
390 'ÖVERSTIGANDE AV DÄMN.G I GRANSJÖN GER SPILLD VOLYM=' VSPILL ' Mm3'
400 'I DETTA SPILL ÄR EJ EV. STYRT SPILL INKLUDERAT'
410 FORTSÄTT
420 ' '
430 ANROPA EXKRAFT3
440 EXSJÖ='ROTTNAN'
450 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
460 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
470 OM(EXVY<EXHMIN) UTFÖR
480 'UNDERSTIGANDE AV SÄNKNINGSGRÄNS I ROTTNAN MINSKA INFLÖDET I'
490 'ÖVERLEDNINGS TUNNEL.'

500 DATUM=EXSLUT+1 TIMME=24
510 FORTSÄTT
520 FORTSÄTT
530 FORTSÄTT
540 ' '
550 OM(VSPILL<>0) UTFÖR
560 'ÖVERSTIGANDE AV DÄMN.G I ROTTNAN, GER SPILLD VOLYM=' VSPILL ' Mm3'
570 'MINSKA UTFLÖDE FRÅN GRANSJÖN OCH/ELLER TIDIGARELÄGG TAPPNING'
580 'AV KYMMEN'
590 'I DETTA SPILL ÄR EJ EV. STYRT SPILL INKLUDERAT'
600 FORTSÄTT
610 ' '
620 EXSJÖ='KYMMEN'
630 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR

```

640 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
650 OM(EXVY<EXHMIN) UTFÖR
660 'UNDERSTIGANDE AV SÄNKNINGSGRÄNS I KYMMEN ÖKA INFLÖDET FRÅN GRAN-'
670 'SJÖN OCH/ELLER MINSKA TAPPNINGEN AV KYMMEN'
680 DATUM=EXSLUT+1 TIMME=24
690 FORTSÄTT
700 FORTSÄTT
710 FORTSÄTT
720 '
730 OM(VSPILL<>0) UTFÖR
740 'ÖVERSTIGANDE AV DÄMN.G I KYMMEN GER SPILLD VOLYM=' VSPILL ' Mm3'
750 'ÖKA UTFLÖDET OCH/ELLER MINSKA INFLÖDET FRÅN GRANSJÖN'
760 'I DETTA SPILL ÄR EJ EV. STYRT SPILL INKLUDERAT'
770 FORTSÄTT
780 '
790 EXSJÖ='ROTTNEN'
800 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
810 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
820 OM(EXVY<EXHMIN) UTFÖR
830 'UNDERSTIGANDE AV SÄNKNINGSGRÄNS I ROTTNEN ÖKA INFLÖDET FRÅN'
840 'KYMMEN OCH ROTTNAN OCH/ELLER MINSKA TAPPNINGEN AV ROTTNEN'
850 DATUM=EXSLUT+1 TIMME=24
860 FORTSÄTT
870 FORTSÄTT
880 FORTSÄTT
890 ' '

900 OM(VSPILL<>0) UTFÖR
910 'ÖVERSTIGANDE AV DÄMN.G I ROTTNEN GER SPILLD VOLYM=' VSPILL ' Mm3'
920 'ÖKA UTFLÖDET OCH/ELLER MINSKA INFLÖDET FRÅN KYMMEN'
930 'I DETTA SPILL ÄR EJ EV. STYRT SPILL INKLUDERAT'
940 FORTSÄTT
950 R=

```
100 PROGRAM EXKRAFT1
110 LOKAL N,AG,H,A,'R'*1,HM,Y
120 EXSJÖ='GRANSJÖN'
130 VSPILL=0
140 DATUM=EXSTART TIMME=1
150 H2=EXVY
160 SNURRA: N=0 DATUM=EXSTART Y=0
170 TIMME=1 H2=EXVY
180 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
190 FÖR N=1,24 UTFÖR
200 TIMME=N
210 EXQUT=Q2
220 OM(H2<=212.37) AG=630000
230 OM(H2>212.37) AG=630000+430000*(H2-212.37)
240 H=0
250 H=(EXQIN-Q2-EXMINQ-EXSPILL)*3600/AG
260 H2=H2+H
270 OM(DATUM<>EXSTART OCH TIMME<>1) EXVY=H2
280 FORTSÄTT
290 FORTSÄTT
300 Y=Y+Q2*3600/1000000
310 EXÖVL=Y
320 A=H2-EXHMAX
330 OM(A>0) UTFÖR Q2=Q2+1 HOPPA SNURRA FORTSÄTT
340 OM (A<-0.2 OCH Q2>0) UTFÖR Q2=Q2-1 HOPPA SNURRA FORTSÄTT
350 EXQUT=Q2
360 EXVY=H2
370 RETUR
```

```
100 PROGRAM EXKRAFT2
110 LOKAL N,AG,H,'R'*1,HM,AGM,Y,QS
120 VSPILL=0 Y=0
130 EXSJÖ='GRANSJÖN'
140 DATUM=EXSTART
150 TIMME=1
160 H2=EXVY
170 OM(EXGRAN=1) Q2=EXQUT
180 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
190 N=0
200 FÖR N=1,24 UTFÖR
210 TIMME=N
220 OM(EXGRAN=2) Q2=EXQUT
230 OM(EXGRAN=1) EXQUT=Q2
240 OM(H2<=212.37) AG=630000
250 OM(H2>212.37) AG=630000+430000*(H2-212.37)
260 H=0
270 H=(EXQIN-Q2-EXMINQ-EXSPILL)*3600/AG
280 H2=H2+H
290 EXVY=H2
300 OM(EXVY>EXHMAX) UTFÖR
310 QS=EXQIN-EXMINQ-Q2-EXSPILL
320 VSPILL=VSPILL+QS*3600/1000000
330 EXVY,H2=EXHMAX
340 FORTSÄTT
350 Y=Y+Q2*3600/1000000
360 EXÖVL=Y
370 OM(MOD(N,6)=0) UTFÖR
380 'AKTUELL NIVÅ EFTER' TIMME 'TIM DAT:' DATUM '=' EXVY 'M'
390 'TOT AVB VOL EFTER' TIMME 'TIM DAT:' DATUM '=' EXÖVL 'Mm3'
400 ' '
410 OM(N=24) R=
420 FORTSÄTT
430 FORTSÄTT
440 FORTSÄTT
450 EXVY=H2
460 RETUR
```



```

100 PROGRAM EXKRAFT3
110 LOKAL B,C,D,E,F,G,I,N,Y,Z,A,'R'*1,P,X1,X2,X3,M1,M2,X4,X5
120 LOKAL DAT1,DAT2,DAT3,DAT4,DATS1,DATS2,DATS3,DATS4
130 M1=ROT(1000) ;MANNINGS TAL, SPRÄNGD TUNNEL
140 M2=65 ;MANNINGS TAL, BORRAD TUNNEL
150 B=390/(M1**2*27**2*(0.27*ROT(27))**(4/3))
160 C=4527/(M2**2*16**2*1.125**(4/3))
170 D=803/(M1**2*27**2*(0.27*ROT(27))**(4/3))
180 E=3430/(M1**2*29**2*(0.27*ROT(29))**(4/3))
190 F=1/(29**2*2*9.81)
200 G=B+C+D+E+F
210 I=E+F
220 X1,X2,X3,X4,X5,EXP=0
230 EXSJÖ='ROTTNAN'
240 VSPILL=0
250 DATUM=EXSTART TIMME=1
260 H1=EXVY
270 DAT1=EXSTART DATS1=EXSLUT
280 EXSJÖ='GRANSJÖN'
290 DAT2=EXSTART DATS2=EXSLUT
300 EXSJÖ='KYM MEN'
310 VSPILL=0
320 DATUM=EXSTART TIMME=1
330 H3=EXVY
340 DAT3=EXSTART DATS3=EXSLUT
350 EXSJÖ='ROTTNEN'
360 VSPILL=0
370 DATUM=EXSTART TIMME=1
380 H4=EXVY
390 DAT4=EXSTART DATS4=EXSLUT
400 Z=MAX(DATS1,DATS2,DATS3,DATS4)
410 Y=MIN(DAT1,DAT2,DAT3,DAT4)
420 FÖR DATUM=Y,Z UTFÖR
430 N=0
440 FÖR N=1,24 UTFÖR
450 TIMME=N
460 EXSJÖ='ROTTNAN'
470 QINR=EXQIN
480 OM(DATUM-19000000<DAT1) QINR=0
490 OM(DATUM-19000000>DATS1) QINR=0

500 EXSJÖ='KYM MEN'
510 QINK=EXQIN QUTK=EXQUT
520 OM(DATUM-19000000<DAT3) QINK,QUTK=0
530 OM(DATUM-19000000>DATS3) QINK,QUTK=0
540 EXSJÖ='ROTTNEN'
550 QUT=EXQUT QIN=EXQIN
560 OM(DATUM-19000000<DAT4) QIN,QUT=0
570 OM(DATUM-19000000>DATS4) QIN,QUT=0
580 A=H1-H3
590 EXSJÖ='GRANSJÖN'
600 OM(EXGRAN=2) Q2=EXQUT
610 OM(DATUM-19000000>=DAT2 OCH DATUM-19000000<=DATS2) UTFÖR
620 OM(A<=0) Q1=0
630 FROTT: OM(A>0) Q1=(-Q2*I/G)+ROT((Q2*I/G)**2+(A/G-Q2**2*I/G))

```

640 OM(Q1<0) UTFÖR
650 'FÖR STORT FLÖDE FRÅN GRANSJÖN FÖR AKT NIVÅSKILLNAD ROTTNAN-KYMMEN.'
660 'UNDER TIDSPERIODEN' TIMME-1 ' - ' TIMME ' TIM DAT:' DATUM
670 'DELAR AV FLÖDET GÅR FEL VÄG, UPP MOT ROTTNAN.'
680 Q2=ROT(A/I)-0.001
690 'STÖRSTA TILLÅTNA UTFLÖDE FRÅN GRANSJÖN TILL ÖVERLEDNINGSTUNNEL'
700 'FÖR AKT NIVÅSKILLNAD=' Q2 ' M3/S'
710 'FLÖDE FRÅN ROTTNAN BERÄKNAS NU FÖR DETTA FLÖDE FRÅN GRANSJÖN'
720 R=
730 HOPPA FROTT
740 FORTSÄTT
750 ANNARS
760 Q1=ROT(A/G)
770 FORTSÄTT
780 ANROPA EXKRAFT4(DATUM,TIMME,X1,X2,X3,X4,X5)
790 FORTSÄTT
800 FORTSÄTT
810 ANROPA EXKRAFT6
820 RETUR

```

100 PROGRAM EXKRAFT4(DATUM,TIMME,X1,X2,X3,X4,X5)
110 LOKAL AR,AK,QS,H,'R'*1,MIN1,MIN2,MIN3
120 ANROPA EXENERGI(DATUM,TIMME)
130 OM(EXGENEFF>=0) UTFÖR
140 X4=X4+EXGENEFF
150 ANNARS
160 X5=X5+ABS(EXGENEFF)
170 FORTSÄTT
180 EXENPROD=X4/1000
190 EXENPUMP=X5/1000
200 EXSJÖ='ROTTNAN'
210 QS=0
220 EXQUT=Q1
230 MIN1=EXMINQ+EXSPILL
240 OM(H1<=195) AR=1278000+427000*(H1-190)
250 OM(H1>195) AR=3413000+1510000*(H1-195)
260 H=0
270 H=(QINR-Q1-EXMINQ-EXSPILL)*3600/AR
280 H1=H1+H
290 EXVY=H1
300 OM(EXVY>EXHMAX) UTFÖR
310 QS=QINR-Q1-EXMINQ-EXSPILL
320 VSPILL=VSPILL+QS*3600/1000000
330 EXVY,H1=EXHMAX
340 FORTSÄTT
350 X1=X1+Q1*3600/1000000
360 EXÖVLT=X1
370 OM(QUTK>=0) X3=X3+QUTK*3600/1000000
380 EXQUTS=X3
390 OM(QUTK<0) UTFÖR
400 X2=X2+(QINK+Q1+Q2+ABS(QUTK))*3600/1000000
410 ANNARS
420 X2=X2+(QINK+Q1+Q2)*3600/1000000
430 FORTSÄTT
440 EXQIN1=X2
450 EXSJÖ='KYM MEN'
460 QS=0
470 OM(EXQUT<0) UTFÖR
480 EXP=EXP+ABS(EXQUT)*3600/1000000
490 FORTSÄTT

500 EXPUMP=EXP
510 MIN2=EXMINQ+EXSPILL
520 OM(H3<=190.0) AK=10630000+514000*(H3-187.82)
530 OM(H3>190.0 OCH H3<=192.3) AK=11750000+622000*(H3-190.0)
540 OM(H3>192.3) AK=13180000+377000*(H3-192.3)
550 H=0
560 H=(Q1+Q2+QINK-QUTK-EXMINQ-EXSPILL)*3600/AK
570 H3=H3+H
580 EXVY=H3
590 OM(EXVY>EXHMAX) UTFÖR
600 QS=Q1+Q2+QINK-EXSPILL-EXMINQ-QUTK
610 VSPILL=VSPILL+QS*3600/1000000
620 EXVY,H3=EXHMAX
630 FORTSÄTT

```

```
640 EXSJÖ='GRANSJÖN'
650 MIN3=EXMINQ+EXSPILL
660 EXSJÖ='ROTTNEN'
670 QS=0
680 H=0
690 H=(QUTK+MIN1+MIN2+MIN3-QUT+QIN-EXSPILL-EXMINQ)*3600/16000000
700 H4=H4+H
710 EXVY=H4
720 OM(EXVY>EXHMAX) UTFÖR
730 QS=QUTK+MIN1+MIN2+MIN3-EXSPILL+QIN-QUT-EXMINQ
740 VSPILL=VSPILL+QS*3600/1000000
750 EXVY,H4=EXHMAX
760 FORTSÄTT
770 OM(MOD(TIMME,6)=0) UTFÖR
780 'DATUM ' DATUM ' TIMMA ' TIMME
790 EXSJÖ='ROTTNAN'
800 'AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN ' EXVY ' M'
810 ' '
820 'TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN=' EXÖVLT ' Mm3'
830 ' '
840 EXSJÖ='KYM MEN'
850 'AKTUELL NIVÅ I KYMMEN ' EXVY ' M'
860 ' '
870 'TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK=' EXQUTS ' Mm3'
880 ' '
890 'TOT INFLÖDE TILL KYMMEN=' EXQIN1 ' Mm3'

900 ' '
910 EXSJÖ='ROTTNEN'
920 'AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN ' EXVY ' M'
930 ' '
940 'AKTUELL GENERATOREFFEKT' EXGENEFF ' MW'
950 'VERKNINGSGRAD ' EXGENNY ' %'
960 ' '
970 'ACKUMELERAD ENERGIPROD' EXENPROD ' GWh'
980 ' '
990 'ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR ' EXENPUMP ' GWh'
1000 ' '
1010 R=
1020 FORTSÄTT
1030 RETUR
```

```

100 PROGRAM EXKRAFT6
110 LOKAL X,Y,Z,V,U,'R'*1,Q,S,T
120 X,Y,Z,U,V,Q,S,T=0
130 EXSJÖ='ROTTNAN'
140 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
150 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
160 X=X+EXQIN*3600/1000000
170 Y=Y+EXMINQ*3600/1000000
180 S=S+EXSPILL*3600/1000000
190 FORTSÄTT
200 FORTSÄTT
210 EXMAG=X-Y-VSPILL-EXÖVLT-S
220 'MAGASINSFÖRÄNDRING ROTTNAN =' EXMAG ' Mm3'
230 ' '
240 EXSJÖ='KYM MEN'
250 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
260 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
270 OM(EXQUT<0) U=U+ABS(EXQUT)*3600/1000000
280 V=V+(EXMINQ+EXSPILL)*3600/1000000
290 FORTSÄTT
300 FORTSÄTT
310 EXMAG=EXQIN1-EXQUTS-V-VSPILL
320 'MAGASINSFÖRÄNDRING KYM MEN =' EXMAG ' Mm3'
330 ' '
340 X=0
350 EXSJÖ='GRANSJÖN'
360 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
370 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
380 X=X+EXQIN*3600/1000000
390 Q=Q+(EXSPILL+EXMINQ)*3600/1000000
400 FORTSÄTT
410 FORTSÄTT
420 EXMAG=X-Q-EXÖVL-VSPILL
430 'MAGASINSFÖRÄNDRING GRANSJÖN =' EXMAG ' Mm3'
440 ' '
450 EXSJÖ='ROTTNEN'
460 X=0
470 FÖR DATUM=EXSTART,EXSLUT UTFÖR
480 FÖR TIMME=1,24 UTFÖR
490 X=X+EXQUT*3600/1000000

```

```

500 T=T+(EXSPILL+EXMINQ)*3600/1000000
510 Z=Z+EXQIN*3600/1000000
520 FORTSÄTT
530 FORTSÄTT
540 EXMAG=Z+Y+EXQUTS-X-U-T-VSPILL+Q+S+V
550 'MAGASINSFÖRÄNDRING ROTTNEN =' EXMAG ' Mm3'
560 ' '
570 R=
580 RETUR

```

```
100 PROGRAM EXENERGI(DATUM,TIMME)
110 LOKAL Z,X,HN,NY,KORR,K,'R'*1,PEFF
120 OM(QUTK<0) HOPPA EXPUMP
130 OM(QUTK=0) UTFÖR
140 EXGENEFF=0 EXGENNY=0
150 RETUR
160 FORTSÄTT
170 HN=H3-H4+3.0-0.09*QUTK
180 Z=HN-78 X=(QUTK-61)/2 KORR=1.0
190 OM(X<0) UTFÖR
200 ANROPA EXENERGI2(X,Z,NY,K,KORR,DATUM,TIMME)
210 ANNARS
220 ANROPA EXENERGI1(X,Z,NY,K,KORR,DATUM,TIMME)
230 FORTSÄTT
240 OM(NY=92.4) HOPPA ACKEN
250 OM(NY=0) RETUR
260 NY=((Z-Y(K))/(Y(K+1)-Y(K)))*KORR+NY
270 ACKEN:
280 EXGENEFF=(QUTK*HN*(NY/100)*9.81*0.9865)/1000
290 EXGENNY=NY
300 RETUR
310 EXPUMP:
320 EXGENNY=0
330 HN=H3-H4
340 EXSJÖ='KYM MEN'
350 EXQUT=-((-0.0062471*HN**2)+0.95949*HN+17.274)
360 QUTK=EXQUT
370 EXGENEFF=-((0.0062645*HN**2)-1.78755*HN+164.08)
380 RETUR
```

```
100 PROGRAM EXENERGI1(X,Z,NY,K,KORR,DATUM,TIMME)
110 Y(1)=LN(X)*46.4482-89.726
120 OM(Y(1)>Z) UTFÖR
130 'Q GENOM TURBIN >Q-MAX VID AKTUELL NIVÅSKILLNAD,'
140 'Q FÖR TIDSPERIODEN TIM:' TIMME-1 '-' TIMME 'DAT:' DATUM
150 NY,EXGENNY,EXGENEFF=0
160 HOPPA VGRAD
170 FORTSÄTT
180 NY=86 K=1
190 Y(2)=(X**2*0.40167)-(X*2.7985)+1.18761
200 OM(Y(2)>Z) HOPPA VGRAD
210 NY=87 K=2
220 Y(3)=(X**2*0.3885)-X*1.9749-0.8337
230 OM(Y(3)>Z) HOPPA VGRAD
240 NY=88 K=3
250 Y(4)=(X**2*0.3151)-X*0.8030-0.7348
260 OM(Y(4)>Z) HOPPA VGRAD
270 NY=89 K=4
280 Y(5)=(X**2*0.10755)+X*1.89465-4.68950
290 OM(Y(5)>Z) HOPPA VGRAD
300 NY=90 K=5
310 Y(6)=(X**2*0.06478)+X*2.47753-1.46178
320 OM(Y(6)>Z) HOPPA VGRAD
330 NY=91 K=6
340 Y(7)=(X**2*0.78395)+X*0.32305+5.24613
350 OM(Y(7)>Z) HOPPA VGRAD
360 NY=92 K=7 KORR=.4
370 Y(8)=(X**2*1.184275)-X*0.18123+8.0162
380 OM(Y(8)>Z) HOPPA VGRAD
390 NY=92.4
400 RETUR
410 VGRAD: RETUR
```

```
100 PROGRAM EXENERGI2(X,Z,NY,K,KORR,DATUM,TIMME)
110 Y(10)=-4.706*X-43.53
120 OM(Y(10)>Z) UTFÖR
130 'Q GENOM TURBIN <Q-MIN, ANGE NYTT Q FÖR'
140 'TIDSPERIODEN TIM:' TIMME-1 '-' TIMME 'DAT:' DATUM
150 NY,EXGENNY,EXGENEFF=0
160 HOPPA VGRAD
170 FORTSÄTT
180 NY=82 K=10 KORR=2.0
190 Y(11)=-5.0*X-40.0
200 OM(Y(11)>Z) HOPPA VGRAD
210 NY=84 K=11
220 Y(12)=-5.0*X-32.5
230 OM(Y(12)>Z) HOPPA VGRAD
240 NY=86 K=12
250 Y(13)=-5.46875*X-25.734
260 OM(Y(13)>Z) HOPPA VGRAD
270 NY=88 K=13
280 X=-X
290 Y(14)=(X**2*0.921028)-1.953048*X-0.172
300 OM(Y(14)>Z) HOPPA VGRAD
310 NY=90 K=14 KORR=1.0
320 Y(15)=(X**2*1.292693)-1.78129*X+2.0257
330 OM(Y(15)>Z) HOPPA VGRAD
340 NY=91 K=15
350 Y(16)=(X**2*2.77144)-X*1.0189+5.263
360 OM(Y(16)>Z) HOPPA VGRAD
370 NY=92 K=16 KORR=.4
380 Y(17)=(X**2*6.591905)-2.67209*X+7.9951
390 OM(Y(17)>Z) HOPPA VGRAD
400 NY=92.4
410 RETUR
420 VGRAD: RETUR
```


KÖRNINGSEXEMPEL

BIL 3 1(19)

SJÖ : ROTTNAN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==

DÄMNINGSGRÄNS : 195.80 SÄNKNINGSGRÄNS : 192.80 MIN.TAPPN. : .30

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD	TIM	- ÅÅMMDD	TIM	M3/S	M3/S	M3/S	M
870107	1	870107	1	10	0	0	193.50
870107	2	870107	24	15	0	0	.00
870108	1	870108	24	15	0	0	.00
870110	1	870110	24	15	0	0	.00
0	0	0	0				

=====

==

AVSLUTA :

BERÄKNA :

NÄSTA BILD:

SJÖ : ROTTNEN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==
DÄMNINGSGRÄNS : 106.03 SÄNKNINGSGRÄNS : 102.33 MIN.TAPPN. : .C

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD TIM	-	ÅÅMMDD TIM		M3/S	M3/S	M3/S	M
870107	1	870107	1	5	0	0	104.00
870107	2	870107	12	8	0	30	.00
870107	13	870107	24	8	0	30	.00
870108	1	870108	24	8	0	30	.00
870109	1	870109	24	5	0	0	.00
870110	1	870110	24	5	0	0	.00
0	0	0	0				

=====

==
AVSLUTA : BERÄKNA : NÄSTA BILD:

BIL 3 3(19)

SJÖ : KYMMEN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==

DÄMNINGSGRÄNS : 194.82 SÄNKNINGSGRÄNS : 187.82 MIN.TAPPN. : .30

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD TIM -		ÅÅMMDD TIM		M3/S	M3/S	M3/S	M
870107	1	870107	1	5	0	60	192.00
870107	2	870107	12	5	0	60	.00
870107	13	870107	24	10	0	-1	.00
870108	1	870108	12	10	0	60	.00
870108	13	870108	24	10	0	-1	.00
870109	1	870109	24	10	0	70	.00
870110	1	870110	24	5	0	60	.00
0	0	0	0				

=====

==

AVSLUTA :

BERÄKNA :

NÄSTA BILD:

SJÖ : GRANSJÖN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==
DÄMNINGSGRÄNS : 215.40 SÄNKNINGSGRÄNS : 210.57 MIN.TAPPN. : .4

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD TIM -	ÅÅMMDD TIM			M3/S	M3/S	M3/S	M

870107	1	870107	1	5	0	3	213.00
870107	2	870107	24	5	0	0	.00
870108	1	870108	24	6	0	0	.00
870109	1	870109	24	6	0	0	.00
870110	1	870110	24	5	0	0	.00
870111	1	870111	24	5	0	0	.00
870112	1	870112	24	5	0	0	.00
0	0	0	0				

=====

AVSLUTA :

BERÄKNA :

NÄSTA BILD:

UTGÅNGSDATA: UTRÄKN. GRANSJÖN (0,1,2) : 1

=====

FRÅN		TILL		GENERE.	PUMP	INFLÖDE varvav från			
ÅÅMMDD	TIM	ÅÅMMDD	TIM	ENERGI	ENERGI	KYMMEN	GRANSJ.	PUMP	ROTTNAN
				GWH	GWH	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
870107	1	870107	6	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870107	7	870107	12	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870107	13	870107	24	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870108	1	870108	12	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870108	13	870108	24	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870109	1	870109	12	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870109	13	870109	24	.00	.00	.00	.00	.00	.00
870110	1	870110	24	.00	.00	.00	.00	.00	.00
0	0	0	0						

=====

AVSLUTA :

BERÄKNA :

FÖREG BILD:

SJÖ : ROTTNAN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==
DÄMNINGSGRÄNS : 195.80 SÄNKINGSGRÄNS : 192.80 MIN.TAPPN. : .3

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD TIM -	ÅÅMMDD TIM			M3/S	M3/S	M3/S	M
870107	1	870107	1	10	0	13	193.50
870107	2	870107	24	15	0	13	193.53
870108	1	870108	24	15	0	12	193.58
870110	1	870110	24	15	0	13	193.25
0	0	0	0				

=====

==
AVSLUTA :

BERÄKNA :

NÄSTA BILD:

BIL 3 7(19)

SJÖ : ROTTNEN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==
DÄMNINGSGRÄNS : 106.03 SÄNKNINGSGRÄNS : 102.33 MIN.TAPPN. : .00

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD TIM - ÅÅMMDD TIM				M3/S	M3/S	M3/S	M
870107	1	870107	1	5	0	0	104.01
870107	2	870107	12	8	0	30	104.11
870107	13	870107	24	8	0	30	103.91
870108	1	870108	24	8	0	30	103.82
870109	1	870109	24	5	0	0	104.23
870110	1	870110	24	5	0	0	104.58
0	0	0	0				

=====

==
AVSLUTA : BERÄKNA : NÄSTA BILD:

SJÖ : KYMMEN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ :

=====

==

DÄMNINGSGRÄNS : 194.82 SÄNKNINGSGRÄNS : 187.82 MIN.TAPPN. : .3

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD TIM -	ÅÅMMDD TIM			M3/S	M3/S	M3/S	M
870107	1	870107	1	5	0	60	191.99
870107	2	870107	12	5	0	60	191.87
870107	13	870107	24	10	0	-53	192.14
870108	1	870108	12	10	0	60	192.02
870108	13	870108	24	10	0	-53	192.28
870109	1	870109	24	10	0	70	191.98
870110	1	870110	24	5	0	60	191.72
0	0	0	0				

=====

==

AVSLUTA :

BERÄKNA :

NÄSTA BILD:

SJÖ : GRANSJÖN STARTDAT: 870107 SLUTDAT: 870110 NÄSTA SJÖ .:

=====

==

DÄMNINGSGRÄNS : 215.40 SÄNKNINGSGRÄNS : 210.57 MIN.TAPPN. : .40

FRÅN		TILL		INFLÖDE	SPILL	UTFLÖDE	VATTENYTA
ÅÅMMDD	TIM	-	ÅÅMMDD	TIM	M3/S	M3/S	M3/S
							M
870107	1		870107	1	5	0	3
							213.01
870107	2		870107	24	5	0	3
							213.15
870108	1		870108	24	6	0	3
							213.37
870109	1		870109	24	6	0	3
							213.57
870110	1		870110	24	5	0	3
							213.69
870111	1		870111	24	5	0	0
							.00
870112	1		870112	24	5	0	0
							.00
0	0		0	0			

=====

==

AVSLUTA :

BERÄKNA :

NÄSTA BILD:

UTGÅNGSDATA: UTRÄKN. GRANSJÖN (0,1,2) : 1

=====

FRÅN		TILL		GENERE.	PUMP	INFLÖDE	varvav från		
ÅÅMMDD	TIM	ÅÅMMDD	TIM	ENERGI	ENERGI	KYMMEN	GRANSJ.	PUMP	ROTTNAN
				GWH	GWH	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
870107	1	870107	6	.28	.00	.46	.06	.00	.29
870107	7	870107	12	.55	.00	.93	.13	.00	.59
870107	13	870107	24	.55	.66	4.38	.26	2.30	1.17
870108	1	870108	12	1.10	.66	5.51	.39	2.30	1.73
870108	13	870108	24	1.10	1.33	8.93	.52	4.61	2.29
870109	1	870109	12	1.72	1.33	10.02	.65	4.61	2.82
870109	13	870109	24	2.34	1.33	11.10	.78	4.61	3.34
870110	1	870110	24	3.44	1.33	12.88	1.04	4.61	4.43
0	0	0	0						

=====

AVSLUTA :

BERÄKNA :

FÖREG BILD:

DATUM 19870107.0000 TIMMA
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.50 M

6.0000

TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= .29 Mm3

AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.94 M

TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 1.296 Mm3

TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= .46 Mm3

AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.06 M

AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.8 MW
VERKNINGSGRAD 92.3 %

ACKUMELERAD ENERGIPROD .28 GWh

ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .00 GWh

DATUM 19870107.0000 TIMMA
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.51 M

12.0000

TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= .59 Mm3

AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.87 M

TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 2.592 Mm3

TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= .93 Mm3

AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.11 M

AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.7 MW
VERKNINGSGRAD 92.3 %

ACKUMELERAD ENERGIPROD .55 GWh

ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .00 GWh

DATUM 19870107.0000 TIMMA 18.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.52 M .
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= .89 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.00 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 2.592 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 2.67 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.01 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT-55.3 MW
VERKNINGSGRAD .0 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD .55 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .33 GWh

DATUM 19870107.0000 TIMMA 24.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.53 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 1.17 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.14 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 2.592 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 4.38 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 103.91 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT-55.2 MW
VERKNINGSGRAD .0 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD .55 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .66 GWh

DATUM 19870108.0000 TIMMA 6.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.54 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 1.45 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.08 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 3.888 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 4.94 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 103.96 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 46.0 MW
VERKNINGSGRAD 92.3 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD .83 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .66 GWh

DATUM 19870108.0000 TIMMA 12.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.55 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 1.74 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.02 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 5.184 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 5.51 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.02 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.9 MW
VERKNINGSGRAD 92.3 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 1.10 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .66 GWh

DATUM 19870108.0000 TIMMA 18.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.56 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 2.02 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.15 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 5.184 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 7.23 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 103.92 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT-55.2 MW
VERKNINGSGRAD .0 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 1.10 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR .99 GWh

DATUM 19870108.0000 TIMMA 24.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.58 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 2.30 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.28 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 5.184 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 8.93 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 103.82 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT-55.0 MW
VERKNINGSGRAD .0 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 1.10 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870109.0000 TIMMA 6.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.48 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 2.56 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.21 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 6.696 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 9.48 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 103.92 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 52.0 MW
VERKNINGSGRAD 90.2 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 1.41 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870109.0000 TIMMA 12.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.39 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 2.83 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.13 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 8.208 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 10.02 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.02 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 51.8 MW
VERKNINGSGRAD 90.2 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 1.72 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870109.0000 TIMMA 18.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.29 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 3.09 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 192.06 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 9.720 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 10.56 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.12 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 51.7 MW
VERKNINGSGRAD 90.1 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 2.03 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870109.0000 TIMMA 24.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.19 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 3.34 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.98 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 11.232 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 11.10 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.23 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 51.6 MW
VERKNINGSGRAD 90.1 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 2.34 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

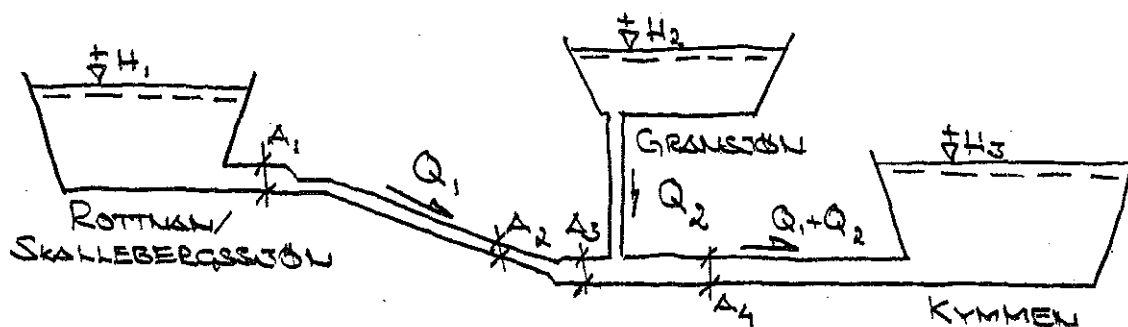
DATUM 19870110.0000 TIMMA 6.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.21 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 3.60 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.92 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 12.528 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 11.53 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.31 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.7 MW
VERKNINGSGRAD 92.2 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 2.62 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870110.0000 TIMMA 12.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.23 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 3.87 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.85 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 13.824 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 11.98 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.40 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.6 MW
VERKNINGSGRAD 92.2 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 2.89 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870110.0000 TIMMA 18.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.24 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 4.15 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.78 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 15.120 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 12.43 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.49 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.5 MW
VERKNINGSGRAD 92.2 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 3.17 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

DATUM 19870110.0000 TIMMA 24.0000
AKTUELL NIVÅ I ROTTNAN 193.25 M
TOT AVB VOLYM TILL ÖV.LEDN.TUNNEL FRÅN ROTTNAN= 4.44 Mm3
AKTUELL NIVÅ I KYMMEN 191.72 M
TOT AVBÖRDAD VOLYM VIA KRAFTVERK= 16.416 Mm3
TOT INFLÖDE TILL KYMMEN= 12.89 Mm3
AKTUELL NIVÅ I ROTTNEN 104.58 M
AKTUELL GENERATOREFFEKT 45.4 MW
VERKNINGSGRAD 92.2 %
ACKUMELERAD ENERGIPROD 3.44 GWh
ACKUMELERAD ENERGIFÖRBR 1.33 GWh

MAGASINSFÖRÄNDRING ROTTNAN = -.67 Mm3
MAGASINSFÖRÄNDRING KYMMEN = -3.63 Mm3
MAGASINSFÖRÄNDRING GRANSJÖN = .73 Mm3
MAGASINSFÖRÄNDRING ROTTNEN = 9.31 Mm3

BERÄKNINGARDEL I FRÅN ROTTNAN TILL KYMMEN

$$A_1 = 27 \text{ m}^2$$

$$M = \sqrt{1000}$$

$$L = 390 \text{ m}$$

$$A_2 = 16 \text{ m}^2$$

$$M = 65$$

$$L = 4527 \text{ m}$$

$$A_3 = 27 \text{ m}^2$$

$$M = \sqrt{1000}$$

$$L = 803 \text{ m}$$

$$A_4 = 29 \text{ m}^2$$

$$M = \sqrt{1000}$$

$$L = 3430 \text{ m}$$

FRIKTIONSFÖRLUSTER: $h_f = \frac{L \cdot (Q/A)^2}{M^2 \cdot R^{4/3}}$

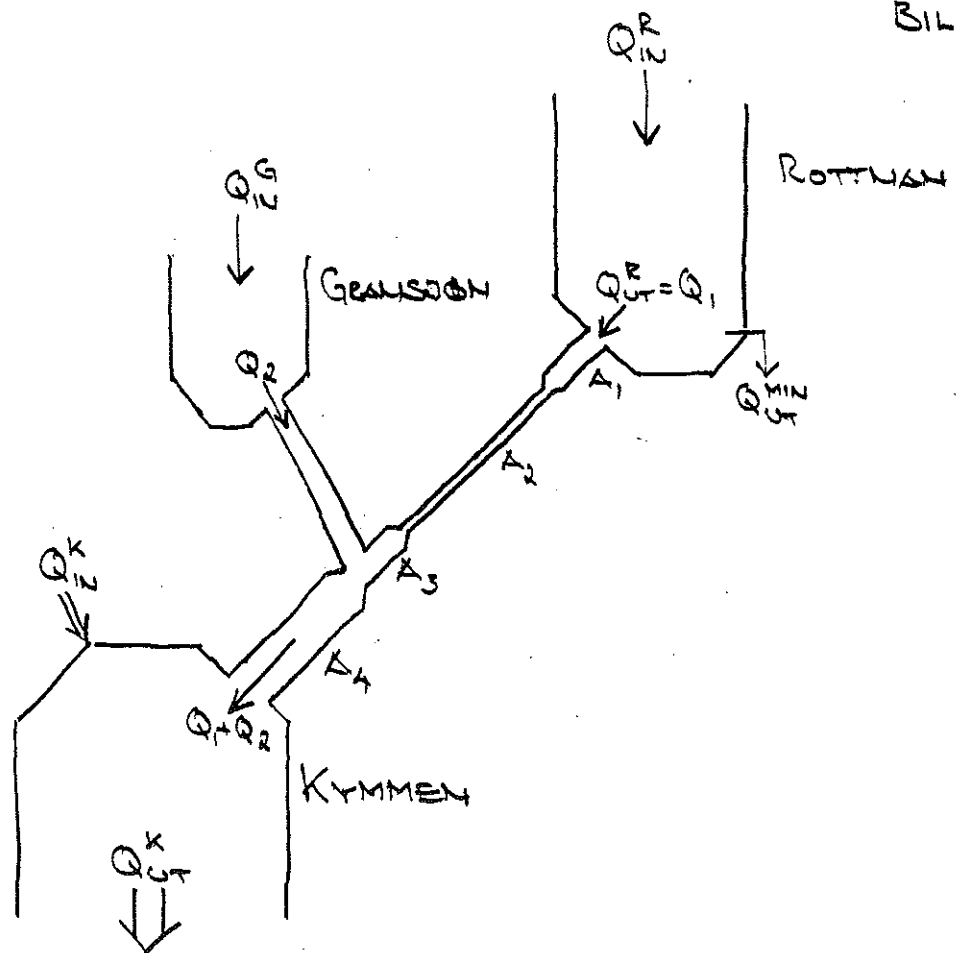
$$\Sigma h_f = \frac{390 \left(\frac{Q_1}{A_1} \right)^2}{1000 (0.27 \sqrt{27})^{4/3}} + \frac{4527 \left(\frac{Q_1}{A_2} \right)^2}{65^2 \cdot 1.485^{4/3}} +$$

$$+ \frac{803 \left(\frac{Q_1}{A_3} \right)^2}{1000 (0.27 \sqrt{27})^{4/3}} + \frac{3430 \left(\frac{Q_1 + Q_2}{A_4} \right)^2}{1000 (0.27 \sqrt{27})^{4/3}}$$

Q_2 GES, NIVÅERNA GES $\Rightarrow h_f + h_t$

$$h_t = \left(\cancel{k_a \frac{U^2}{2g}} + k_r \frac{U^2}{2g} \right)$$

$$k_r \frac{U^2}{2g} = 1.06 \frac{\left(\frac{Q_1 + Q_2}{A_4} \right)^2}{2g}$$



ENERGIEKV.: ROTTNAN - KYMMEN

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f + h_t$$

$$\Rightarrow H_1 + 0 + 0 = H_3 + 0 + 0 + h_f + h_t \Rightarrow h_f + h_t = H_1 - H_3 \Rightarrow Q_1$$

AREALBERÄKNINGAR:

ROTTNAN: $A = 1.278 \cdot 10^6 + 4.27 \cdot 10^5 (H_1 - 190)$, $192.8 < H_1 < 195$

$$A = 3.413 \cdot 10^6 + 1.51 \cdot 10^6 (H_1 - 195), H_1 > 195$$

GRAUSJÖN: $A = 0.63 \cdot 10^6$, $210.57 \leq H_2 \leq 212.37$

$$A = 0.63 \cdot 10^6 + 0.43 \cdot 10^6 (H_2 - 212.37), H_2 > 212.37$$

KYMMEN: $A = 10.63 \cdot 10^6 + 0.514 \cdot 10^6 (H_3 - 187.82)$, $187.82 \leq H_3 \leq 193.0$

$$A = 11.75 \cdot 10^6 + 0.622 \cdot 10^6 (H_3 - 193.0), 190.0 < H_3 \leq 192.0$$

$$A = 13.18 \cdot 10^6 + 0.377 \cdot 10^6 (H_3 - 192.0), 192.0 < H_3 \leq 194.82$$

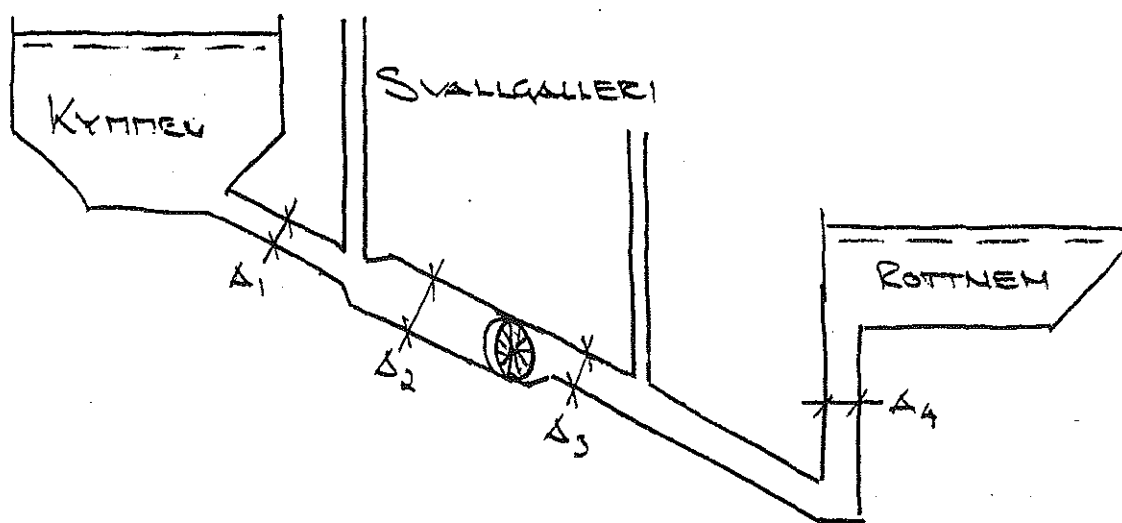
DEL II FRÖN KYMMEN TILL ROTTNEN

ROTTNEN: $A = 16.0 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ (≈ KONSTANT, BEANTASTET)

$$\Delta H = \frac{Q}{A} = \frac{Q_{\text{AKT}}}{16 \cdot 10^6} \quad Q_{\text{AKT}} = Q_{\text{IN}} - Q_{\text{UT}}$$

$$Q_{\text{UT, MAX}} = 77 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \frac{77}{16 \cdot 10^6} = 0.017 \text{ m/h} = 0.42 \text{ m/DYGN}$$

FRIKTIONSFÖRLUSTER ENL FÖRTEL 3.1 I BERÄKNINGAR:



$$\begin{aligned} A_1 &= 45 \text{ m}^2 \\ M &= \sqrt{1000} \\ L_1 &= 1917 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 55 \text{ m}^2 \\ M &= \sqrt{1000} \\ L_2 &= 645 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 45 \text{ m}^2 \\ M &= \sqrt{1000} \\ L_3 &= 590 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_4 &= 38.5 \text{ m}^2 \\ M &= 65 \\ L_4 &= 45 \text{ m} \end{aligned}$$

$Q [\text{m}^3/\text{s}]$	$h_f(L_1)$	$h_f(L_2)$	$h_f(L_3)$	$h_f(L_4)$	$h_f(\text{K-STN})$	Σh_f
61.0	1.60	0.31	0.49	0.01	0.32	2.73
53.3	1.22	0.24	0.38	0.01	1.85	0.21

FÖR SENARE DATOR BER. KALKYLERAS EN
 FUNKTION FRAM FÖR FRIKTIONS FÖRLUSTERN,
 DENNA FUNKTION ÖVERENSSTÄMMER MED
 KURVORNA PÅ BRUTTOFALLHÖJD SOM FINNS
 INRITADE PÅ DIAGRAMET ÖVER TURBIN-
 VERKNINGSGRAD (SE NÄSTA BLAD)

$$H_N = H_B + 3.0 - 0.09Q \quad \text{DÄR } H_N = H_B - h_f$$

VIDARE BERÄKNADES EKVATIONERNA FÖR
 KURVORNA ÖVER TURBINVERKNINGSGRAD
 SÅ ATT MAN VID VÄST GIVET FLÖDE OCH
 NETTOFALLHÖJD KAN KONTROLLERA VID
 VILKEN VERKNINGSGRAD ENERGI PROD.
 SKER. GENOM ATT ANVÄNDA ETT MODIFIERAT
 KOORDINATSYSTEM UNDERLÄTTAS KONTROLLEN
 VAR I DIAGRAMET MAN BEFINNAR SIG. (SE DAGR.)

ÄVEN KURVORNA FÖR PUMPHINGEN (FLÖDE,
 EFFEKT OCH NETTOFALLHÖJD) HAR ÖVERSÄTTTS
 TILL NUMERISK FORM (SE SID 6)

**BOVING
KMW
turbin ab**

KYMMENS PUMPKRAFTVERK

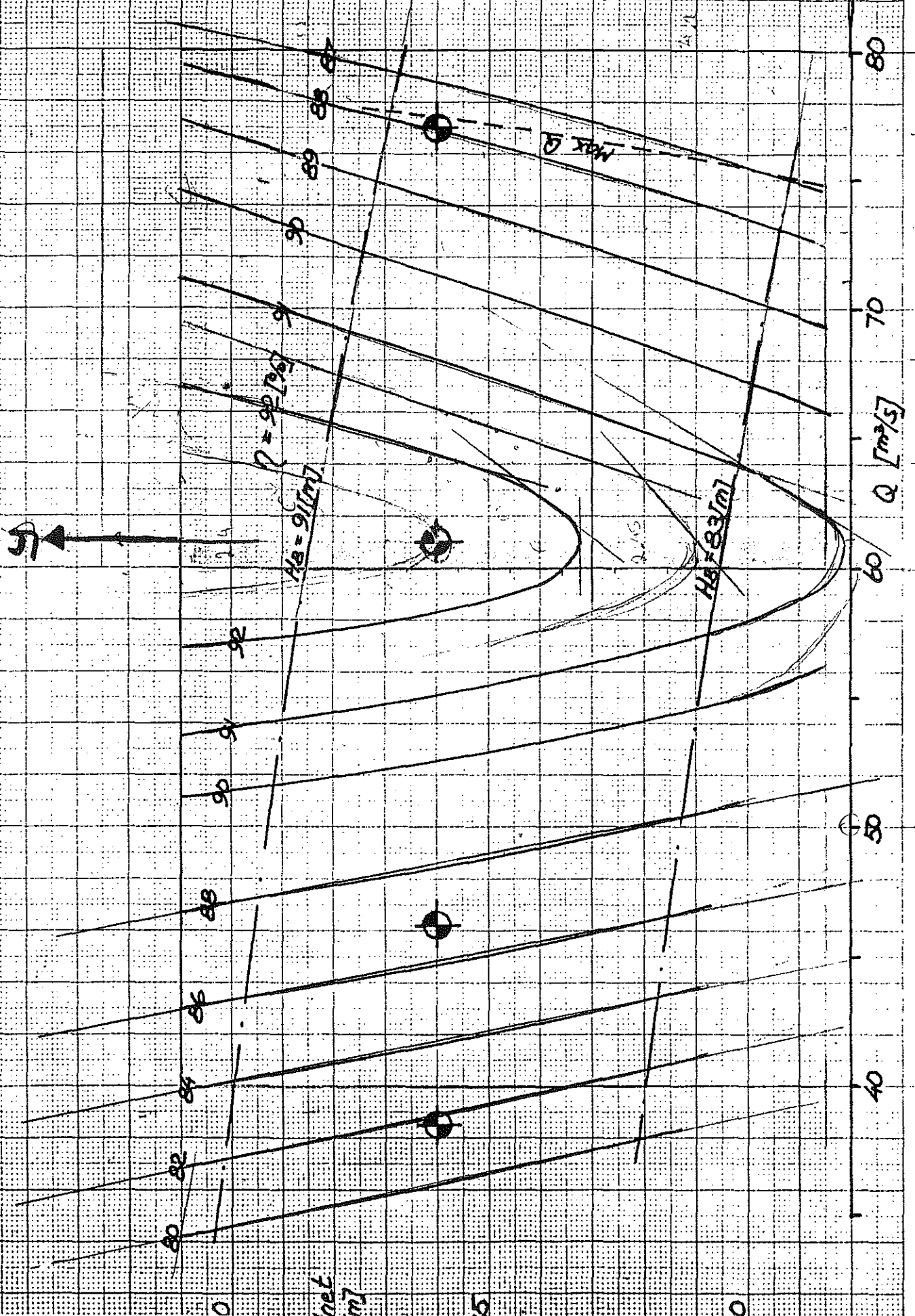
$D = 2.73 \text{ m}$, $n = 250 \text{ rpm}$

Turbinverkningsgrad som funktion av
volymström och fallhöjd

BIL 4 5(6)
T-2248

1984.09.28

TC5/dul



**BOVING
KMW**
turbin ab

KYMENS PUMPKRAFTVERK

D = 2.73 m, n = 250 rpm

Pumpverkningsgrad, volymström, pumpeffekt
och bruttofallhöjd som funktion av
uppföringshöjd

T-2247

1984.09.28

TC5 / skul

