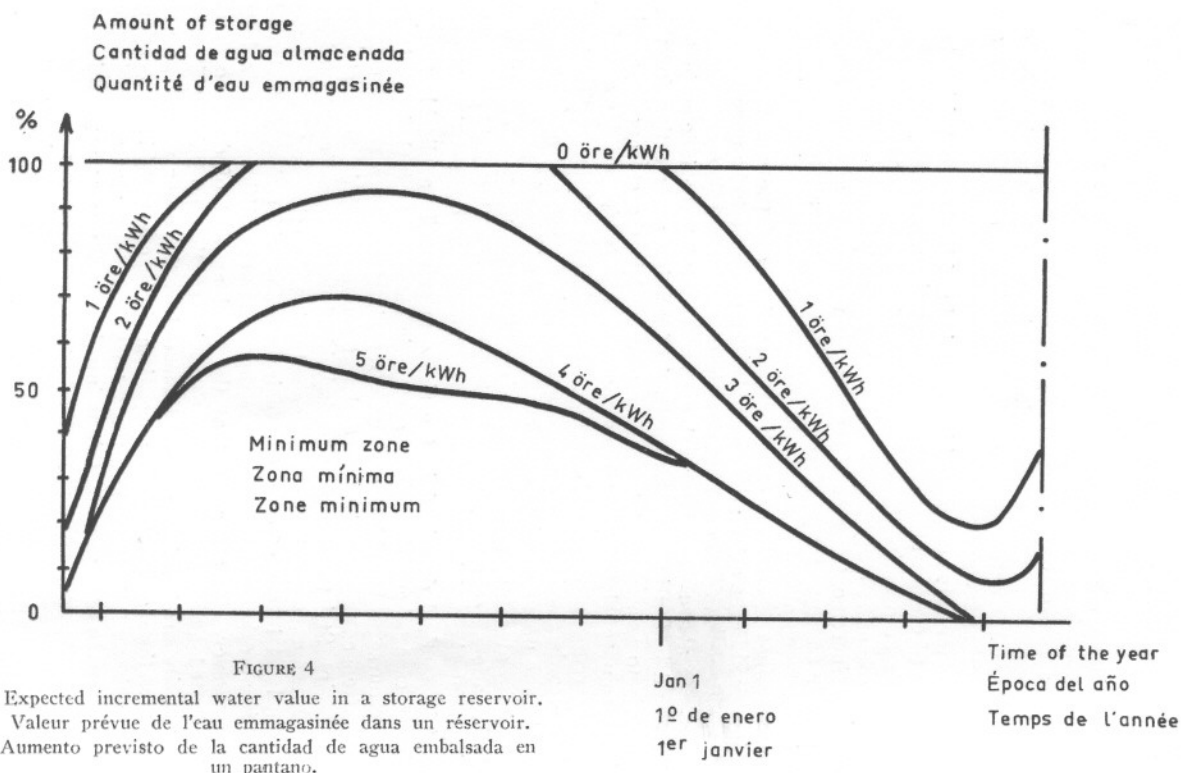


Den första användningen av datorer inom Sydkraft (EON Sverige)

Sven Stage som var teknisk direktör på Sydkraft (numera Eon Sverige) utvecklade på 1940- och 1950-talen avancerade matematiska metoder för optimering av driften av ett system av vattenkraftverk (Svenska Vattenkraftföreningens publikationer 1948 nr 400 och 1957 nr 464). Sven Stages matematik var briljant men det var svårt att i praktiken tillämpa hans metoder eftersom beräkningsarbetet blev så enormt stort.

Jag blev 1952 anställd på Sydkraft och kom efter några år att medverka i Sven Stages utvecklingsarbete. Det gällde då främst utnyttjningen av långtidsmagasinen i kombination med värmekraft, som vid den tiden var olje- och koleldad ångkraft. Jag höll samtidigt på med mina lic-studier, där jag som ett av ämnena hade valt matematisk statistik. Baserat på Sven Stages idéer och mitt kunnande i statistik utvecklade jag en metod att baserat på många års vattenföringsstatistik bestämma ett förväntat marginalvärde på vattnet i magasinen som funktion av tiden på året och vattenståndet i magasinen. Därmed kunde man vid varje tillfälle beräkna gränskostnaden för vattenkraftproduktion som kunde ställas mot rörliga kostnaden för ångkraften eller vad man kunde få ut vid tillfälliga affärer på den tidens kraftbörs. Med den jämförelsen som grund kunde tappningen från vattenmagasinen optimeras. Liknande metoder används än idag men de är självfallet numera avsevärt mer avancerade.

Nedan visas resultatet av en beräkning på Besk av vattnets förväntade marginalvärde hämtad ur en rapport till World Power Conference i Madrid 1960. Observera den låga prisnivån som bestämdes av den tidens låga priser på kol och olja. Med dagens bränslepriser, utsläppsrätter etc skulle nivån bli betydligt högre vilket också återspeglas i nuvarande spotpriser på Nordpool!



För planeringen av framtida utbyggnader av produktionssystemet kunde liknande beräkningsmetoder användas. Jag utvecklade en metod för beräkning av så kallade kraftbalanser. Baserat på vattenföringsuppgifter för en trettioårsperiod och en driftstrategi där vattenvärdet fick bestämma utnyttjningen av vattenkraften simulerades driften av produktionssystemet med och utan en antagen utbyggnad av systemet. Den förväntade skillnaden i driftkostnad kunde sedan ställas mot den fasta kostnaden för utbyggnaden vilket gav underlag för en lönsamhetskalkyl.

Vid den praktiska tillämpningen av beräkningsmetoderna var problemet att hantera en omfattande statistik över tillrinningen till vattenmagasinen. Jag vill minnas att jag använde mig av veckovisa vattenföringsuppgifter från en trettioårsperiod för ett tiotal vattendrag. Det betydde över 15000 uppgifter. Matematikmaskinen Besk var egentligen inte avsedd för att hantera en så stor datamängd men hade den beräkningsnabbhet som gjorde det möjligt att med den metod jag hade utvecklat beräkna det förväntade vattenvärdet. IBM hade en maskin som var mera ägnad att hantera stora datamängder men var för långsam. Beslutet blev därför att vi skulle utnyttja Besk. Jag började med att gå en kurs i programmering för Besk med Germund Dahlquist som lärare och fortsatte sedan att göra de program som behövdes. Jag lyckades klämma in all vattenföringsstatistiken i trumminnet och organisera lagring och läsning så att beräkningstiden blev acceptabel.

Jag pendlade periodvis mellan Malmö och Stockholm (det var tåg som gällde på den tiden!). Besk var hårt utnyttjad och jag hade att konkurrera om bekväma tider med bl a folket från Saab som räknade på flygplansvingar. Dagtid fick endast användas för utprovning av program medan produktionskörningarna fick ske på nätterna. Jag minns att portieren på hotellet såg mycket misstänksamt på mig när jag ibland gick ut klockan två på natten och kom tillbaka klockan fyra. Priset för att utnyttja Besk var 6 kr pr minut vilket var rätt mycket pengar på den tiden.

När danska Regnecentralen med den legendariske Nils Ivar Bech som chef byggt Dask flyttade jag över dit. Även om det på den tiden var ganska långsamma båtar över Öresund var det i alla fall bekvämare än att pendla till Stockholm. Smil i Lund blev däremot aldrig aktuell. Den hade inte kapacitet att hantera mina stora datamängder.

Jag har tagit fram och i slutet av detta dokument infogat en artikel jag skrev i Sydkrafts personaltidning 1957. När jag nu femtio år senare läser artikeln tycker jag att jag lyckades göra en bra populär framställning av hur maskinen fungerade. Intressant är att jag förutsåg att Sydkraft med tiden skulle kunna sysselsätta en egen matematikmaskin (obs **en** maskin). Det finns säkert flera tusen datorer i företaget idag!

Tillsammans med Sven Stage skrev jag 1960 en rapport till World Power Conference i Madrid om optimering av vattenkraftverkens långtidsmagasin, "Utilization of long term storage in combined hydro and thermal power systems". Den ovan inkopierade figuren härrör därifrån. I rapporten konstateras på slutet att det för beräkningar av detta slag behövs en snabb "digital computer".

Under 1960-talet utvecklade jag tillsammans med min dåvarande medarbetare Lennart Fogelström en metod för finansiell långtidsplanering för ett kraftföretag. Även för den typen av beräkningar behövdes en snabb dator och vi utnyttjade då en SAAB D21 hos Kraftdata. Men vi låg på gränsen av dess kapacitet och vi väntade på nästa generation av datorer.

Planeringsmetoden presenterades i en rapport som till World Energy Conference i Bukarest 1971, "A model for long range financial planning in energy utilities".

Lennart Fogelström och jag gjorde 1969 en studieresa i USA och vi kunde då konstatera att vi hade kommit längre i användningen av datorer än kraftföretagen där. Vi besökte även SRI, Stanford Research Institute. De hade utvecklat något som kallades MIS, Management Information System. Det var mest ägnat som hjälpmedel för kortsiktig styrning av ett företags verksamhet och motsvarade inte våra krav på ett hjälpmedel för långsiktig planering av verksamheten.

Malmö 2007-07-30
Yngve Larsson

Född 1928
Civiling CTH 1952
Tekn lic CTH 1959
Anställd i Sydkraft 1952-1993
Började som ingenjör vid driftavdelningen
1959 överingenjör och chef för långtidsplanering
1970 VVD med periodvis olika ansvarsområden
1989 Ställföreträdande koncernchef.
1993 Pensionerad
Ledamot av IVA sedan 1977

Adress Befälsgratan 9 21233 Malmö
Tel 040-490730
e-post yln@telia.com

Nedan följer tre scannade sidor från Sydkrafts personaltidning nr 2 1957.

Driftbyrån räknar på BESK

Sydkrafts elkraftproduktion är som bekant baserad på en kombination av vattenkraft och ångkraft. För att produktionskostnaderna skall bli så låga som möjligt måste man för det första planera utbyggnaderna så att produktionskapaciteten alltid står i rätt relation till belastningen och så att fördelningen mellan vattenkraft och ångkraft blir riktig. För det andra måste man vid körningen av det system, som för dagen är utbyggt, fördela belastningen mellan de olika kraftverken på det bästa sättet.

Tack vare sjömagasinen i de större kraftproducerande vatten dragen har man stora möjligheter till ett verkligt rationellt samspel mellan vattenkraft och ångkraft. Tyvärr kan vi emellertid inte förutsäga framtida vattenföringar; med de väderleksprognoser som f. n. kan åstadkommas kommer man inte långt i det här sammanhanget. Hela körningen får byggas på den erfarenhet man har av vattenföringen, och man får inrikta sig på att köra på ett sådant sätt, att det i det långa loppet ger bästa ekonomi och liten risk för kraftransonering. Körningen blir ett sannolikhetsproblem, vars lösning erfordrar en ingående statistisk analys av vattenföringen i de aktuella vattendragen. Grunden för denna analys är de vattenståndsobservationer, som gjorts sedan många år tillbaka. Vi har någorlunda fullständiga sådana uppgifter för tiden efter 1925. Manuell bearbetning av detta stora material är inte möjlig utan stora approximationer. Med hålkortsmaskiner av för redovisningsändamål konventionell typ skulle man kunna komma ett stycke längre, men våra problem innefattar så mycken räkning, att vi för att uppnå bästa möjliga resultat behöver utnyttja en stor och snabb matematikmaskin. Efter studium av de maskintyper som finns tillgängliga i Sverige stannade vi för att anlita Matematikmaskinnämndens "Besk".

● MASKINEN...

Det är inte möjligt att i den här artikeln ge en fullständig beskrivning av maskinen och dess användning. Det kan endast bli några korta glimtar från detta för oss alldeles nya arbetsfält.

De flesta matematikmaskiner har ett vid första anblicken mycket konstigt namn. Besk låter ju inte så angenämt, men det säger faktiskt det mesta om maskinen;

det är en förkortning av binär elektronisk sekvenskalkylator.

Binär betyder att den räknar med ett binärt (tvåsiffrigt) talsystem till skillnad från det decimala (tiosiffriga) talsystem vi normalt använder. Skillnaden kan illustreras på följande sätt. Ett decimalt tal vilket som helst, säg 326, betyder egentligen

$$3 \cdot 100 + 2 \cdot 10 + 6 \cdot 1$$

eller lite mer systematiskt uttryckt

$$3 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0$$

Varje siffras plats i talet anger alltså att den skall multipliceras med en viss 10-potens. Det är tydligt att man på analogt sätt kan bygga upp ett system med 2-potenser. Det binära talet 101000110 betyder sålunda

$$1 \cdot 2^8 + 0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

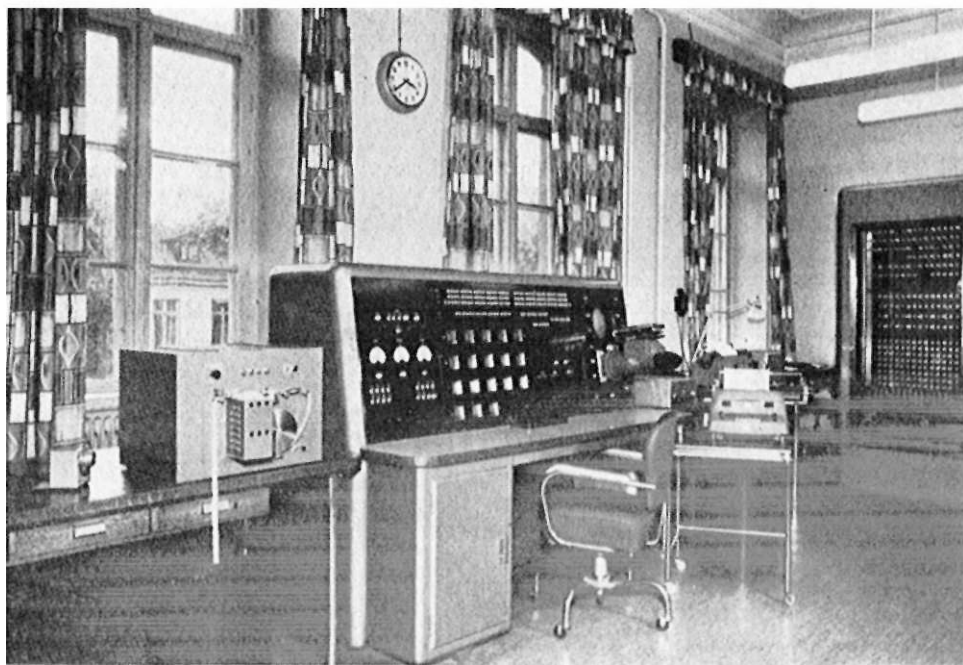
som omräknat till decimalsystem ger

$$1 \cdot 256 + 0 \cdot 128 + 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 326$$

Besk kan räkna med tal på upp till 39 binära siffror, vilket ungefär svarar mot ett 12-siffrigt tal i decimalsystemet. Omvandlingen från decimalt till binärt talsystem vid inmatningen och vice versa vid utmatningen sköter Besk själv om, så det ställer inte till några större bekymmer.

Andra bokstaven i namnet Besk anger att maskinen är elektronisk. Det innebär att alla operationer sker med hjälp av elektronrörskopplingar och inte kuggjul o. dyl. som i en räknedurra. Maskinen innehåller 2663 elektronrör och 1125 germaniumdioder. Att maskinen räknar med det binära talsystemet betingas just av att den är helt elektronisk. I princip motsvaras de två siffrorna 1 och 0 av slutna resp. brutna strömkretsar.

Maskinens räknehastighet är mycket hög, den gör en addition eller subtraktion på 56 μ s (miljontedels sekunder). En multiplikation eller division tager ca 360 μ s. Då maskinen inte kan taga emot mer än några tusen instruk-



Så här ser Besk ut. Närmast kameran den apparat där man stoppar in sina remсор med instruktioner och data. I mitten manöverpulpeten med ett otal indikeringslampor, knappar för start och stopp m. m. På rullbordet står den automatiska skrivmaskin som skriver ut resultatet. Längst till höger börjar den ca 10 m långa rad av skåp som inrymmer elektronrörskopplingarna.

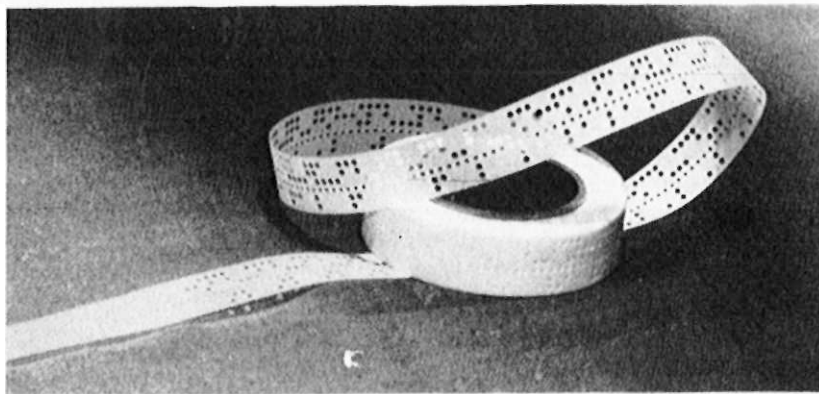
tioner åt gången, skulle den inte kunna sysselsättas mer än någon bråkdel av en sekund, om den bara finge rasa igenom dessa instruktioner i en följd. Vitsen med maskinen är att den kan instrueras att modifiera vissa instruktioner så att den löper genom olika avsnitt av programmet (sekvenser) ett flertal gånger. Därav benämningen sekvenskalkylator. Maskinen är alltså användbar endast för problem, där vissa beräkningar ideligen återkommer.

Maskinens huvuddelar är minnet, aritmetiska enheten, styrorganet samt in- och utmatningsorganen. De egentliga räkningarna utföras i aritmetiska enheten med styrning från styrorganet enligt de i minnet lagrade instruktionerna. I minnet lagras förutom instruktionerna även erforderliga utgångsdata samt ev. del- och slutresultat. Inorganet är en anordning som från en stansad pappersremsa läser av instruktioner och data för överföring till minnet. Utorganet är en elektrisk skrivmaskin, som skriver ut beräkningsresultaten. Det finns också möjlighet att stansa ut resultatet på en remsa för senare utskrift.

● ... OCH HUR MAN ANVÄNDER DEN

Vid lösning av ett problem på Besk får man börja med en detaljerad analys och rita upp ett schema över beräkningsgången med alla räkneoperationer uttryckta i formler. I många beräkningar kan utfallet av något delresultat föranleda skilda vägar vid den följande beräkningsgången. Även sådana operationer kan Besk klara av, men man måste formulera exakta villkor. Det får inte vara något vacklande mellan det ena och det andra, som det ofta blir vid manuella beräkningar.

När man har hela beräkningsgången klar för sig kan man börja med den s. k. kodningen. Denna innebär att man bryter ned beräkningsgången till dess allra minsta beståndsdelar. Varje addition, subtraktion o.s.v. måste specificeras och uttryckas med en särskild sifferkod, som sedan stansas på hållremsa. Denna remsa måste innehålla alla de instruktioner maskinen behöver för att lösa problemet. Den gör inte något annat än det som står på remsan. Å andra sidan gör den allt som den får instruktioner till, hur toktigt det än blir. Maskinen arbe-



Detta är en remsa med instansade vattenföringsuppgifter för ett vattendrag i Norrland åren 1925—1955.

tar alltså som en utpräglad byråkrat.

Man ser ofta benämningen elektronbjärnor om maskiner av det här slaget och de kan faktiskt också göra nära nog vad som helst. Men det måste starkt poängteras att de aldrig kan göra mer eller lösa ett problem bättre än människan kan ge dem instruktioner till.

Första gången man kör ett nytt problem på Besk blir resultatet, om det överhuvudtaget blir något, i 99 fall av 100 alldeles tokigt. Det behövs bara att en av de tusentals siffrorna i koden är fel. Ett viktigt moment är därför inkörningen; man försöker genom att köra en bit av programmet i taget och diverse andra trix ringa in feLEN eller övertyga sig om att allt är rätt så att reguljär körning kan påbörjas. En av Besks stora fördelar är att det går mycket snabbt att mata in erforderliga remsor. Man kan därför vid inkörningen köra bara några minuter, tills man finner några felaktigheter, varefter någon annan övertar maskinen, medan man i lugn och ro justerar sin remsa för att sedan göra ett nytt försök. Det lönar sig alltid att arbeta igenom ett problem mycket omsorgsfullt, innan man börjar köra på Besk. Annars kan man få hålla på hur länge som helst med inkörningen.

Alla data, i vårt fall vattenföringar, får man också stansa in på remsa. Det går till ungefär som den stansning av hålkort som beskrevs i förra numret av den här tidningen. Vid stansning på Beskremsa gör man ingen kontrollstansning. Efter alla vattenföringarna för ett år stansar man i stället årssumman och sedan låter man Besk kontrollräkna.

Vid den reguljära körningen är det bara att mata in de inkörda

remsorna i maskinen, varefter man kan sätta sig och läsa tidning tills resultatet spottas ut. Någon gång kan det hända att Besk "blir sjuk" och räknar fel, men det upptäcks i regel vid de testprogram som köres med regelbundna mellanrum. Ett ev. maskinfel ger i regel upphov till rejäla fel i resultatet som man utan vidare märker.

Besk är uppställd i Tekniska Högskolans gamla lokaler vid Drottninggatan i Stockholm. Den är f. n. så pass hårt utnyttjad att den köres dygnet runt. Det kostar 6 kr. i minuten att hyra maskinen, men på grund av dess oerhörda räknehastighet blir det, om problemet passar för Besk, betydligt billigare än manuell räkning. Exempelvis behövde vi för att beräkna lämplig utbyggnad av kraftverk till 1962/63 hyra maskinen sammanlagt omkring 8 timmar. För att få ett lika bra resultat med handräkning skulle en man ha haft att göra i flera år — om han överhuvudtaget hade orkat hålla på så länge.

● EGEN MASKIN — ETT FRAMTIDSPERSPEKTIV

Besk har visat sig vara en mycket lyckad konstruktion, fullt i klass med de bästa maskinerna i Amerika. Det är ytterligare två nästan likadana maskiner under tillverkning i Sverige och en i Danmark. SMIL (Siffermaskinen i Lund) har också mycket gemensamt med Besk men passar tyvärr inte för våra problem. Utvecklingen går mycket snabbt på det här området. Med utnyttjande av bl. a. transistorer och tryckta kretsar torde man snart komma ner till betydligt mindre dimensioner och kostnader. Troligen kommer vi med tiden att kunna sysselsätta en egen maskin vid Syd-kraft, det är så pass stora belopp

MATEMATIKMASKIN . . .

forts. fr. sid. 4

vår kraftproduktion representerar att blott några tiondels procents förbättring av ekonomien betalar en maskin flera gånger om. Vi har dessutom många andra problem som med fördel kan lösas med en sådan maskin, exempelvis belastningsfördelning, förluster och kortslutningseffekt i maskade nät, dynamisk stabilitet och diverse hållfasthetsproblem.

Y. Larsson