

SINTEF Energi har fått tillatelse til å legge ut dette dokumentet på sin Web-side.

Tillatelsen er gitt av

Energiföretagen Sverige

101 53 Stockholm, Sverige

[energiforetagen.se](http://energiforetagen.se)

Energiföretagen Sverige er en videreføring av Svensk Energi og Svensk Fjärrvärme. Svensk Energi var en videreføring av Svenska Vattenkraftföreningen som ble stiftet i 1909.

## Svenska Kraftverksföreningens Publikationer

### År 1971

- |         |  |     |
|---------|--|-----|
| 1 P 547 | <i>Storkraftverkens lokalisering 1970—2000. CDLs yttrande till arbetsgruppen för fysisk riksplanering</i> .....  | 4:— |
| 2 M 208 | Svenska Kraftverksföreningens årsberättelser 1970 .....  | 1:— |
| 3 M 209 | VASTs årsberättelse 1970 .....   | 1:— |
| 4 —     | Medlemsförteckning .....   | 1:— |
| 5 P 548 | <i>Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1971, del I</i> .....   | 5:— |
|         | <i>Protokoll</i>   |     |
|         | <i>US energy policy and its global implications. Föredrag av S David Freeman</i>   |     |
|         | <i>Perspektiv på Sveriges energiförsörjning. Föredrag av Gunnar Hambræus</i>   |     |
| 6 P 549 | <i>Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1971, del II</i> ....   | 5:— |
|         | <i>Kraft-Aktuellt</i> av Bengt Sterne.   |     |
|         | <i>Ändrade förutsättningar för elkraftproduktionen i Norden?</i> Sven Laland, Sigurd Aalefjaer, Carl Andersen och Lasse Nevanlinna.                                      |     |
|         | <i>Kraftpriserna och kapitalbehovet</i> av Göran Ekberg. (Föredrag och anföranden hållna vid Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1971)                                 |     |
| 7 M 210 | Elförsörjningen på Gotland. Fastighetsdomstolarnas kompetensområde och lokalisering m. m. Olja i rör. Ändring i vattendomstolarnas organisation, av Jan Otto Alrutz .... | 2:— |
| 8 P 550 | <i>Kärnkraft i Storbritannien — aktuellt läge och utvecklingstendenser</i> av Lennart Thörnqvist .....   | 4:— |

## SVENSKA KRAFTVERKSFÖRENINGENS PUBLIKATIONER

### BESTÄMNING AV MARGINALVÄRDEN FÖR KÖRNING OCH KRAFTUTBYTEN

LARS WIKLUND, SVEN HANSSON, GÖRAN LINDSTRÖM,  
LENNART MODÉN OCH PER PERSSON

## Svenska Kraftverksföreningens Publikationer

Ansvarig utgivare: Bengt Sterne

Postadress: Birger Jarls gatan 41 A

111 45 Stockholm

### År 1910—1969

Förteckning över samtliga publikationer t. o. m. år 1949 återfinnes i publ. 414 (1950:4).

Förteckning över 1950—1959 års publikationer återfinnes i publ. 484 (1960:14).

Förteckning över 1960—1969 års publikationer återfinnes i publ. 541 (1970:5).

I nedanstående förteckning betecknar P publikation, M meddelande. Streck i priskolumnen anger att publikationen är utgången.

### År 1969

|          |   |       |
|----------|---|-------|
| 1 M 199  | Svenska Kraftverksföreningens årsberättelser 1968 .....   | 1:—   |
| 2 M 200  | VASTs årsberättelse 1968 .....  | 1:—   |
| 3 —      | Medlemsförteckning .....  | 1:—   |
| 4 P 534  | <i>Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1969, del I</i> .....<br><i>Energi politikens mål och medel. Föredrag av Krister Wickman</i><br><i>Dagens kraftfrågor. Föredrag av Bengt Sterne</i>  | 4:—   |
| 5 P 535  | <i>Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1969, del II</i> ....<br><i>Billigare och bättre kraftförsörjning. Resultat från VASTs tekniska utvecklingsarbete</i><br><i>(Föredrag hållna vid Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1969)</i>             | 5:—   |
| 6 P 536  | <i>Luftmagasinskraftverk. Några synpunkter på det underjordiska luftmagasinet, av Nils Berg och Daniel Norén</i> ..   | 3:—   |
| 7 P 537  | Allmänna bestämmelser för överföring av elektrisk kraft på stamlinjenätet .....   | 5:—   |
| 8 P 538  | Översyn av vattenlagen .....  | 4:—   |
| 9 M 201  | Den svenska uranpolitiken. 1970 års allmänna fastighets-taxering m m. Olja i beredskap. Gränsälvarna mellan Sverige och Finland. Förnyelse av in-teckningar för nyttjande-rätt och servitut, av Jan Otto Alrutz. Miljöskydd, av Jan Otto Alrutz ..... | 2:—   |
| 10 M 202 | Statens Vattenfallsverks anslagsäskanden och AB Atom-energis anslagsäskanden .....  | 3: 50 |
| 11 P 539 | <i>Världskraftkonferensen i Moskva 1968</i> av Hans Boström och Lars Hanson .....   | 8:—   |
| 12 P 540 | <i>Samordnad utbyggnadsplanering inom Nordel. Rapport utarbetad av Nordels planeringsutskott</i> .....  | 5:—   |

## BESTÄMNING AV MARGINALVÄRDEN FÖR KÖRNING OCH KRAFTUTBYTEN

LARS WIKLUND, SVEN HANSSON, GÖRAN LINDSTRÖM,  
LENNART MODÉN OCH PER PERSSON

## INNEHÅLL

|   |     |
|---|-----|
| Förord .....  | 175 |
| 1. Allmänt .....  | 177 |
| 2. Operativa verksamhetens behov av information   | 178 |
| 3. Vattenvärdesberäkning och vattenvärdets innebörd i idag använda kraftbalansmodeller .... | 180 |
| 4. Bestämning av marginalvärdet med utgångspunkt från vattenvärdet .....                    | 184 |
| 5. Allmänt om prisbildning vid samkörning ....  | 188 |
| 6. Bestämning av beräknat marginalvärde utifrån dagens kraftbalansmodeller .....            | 195 |
| 7. Deklarerat marginalvärde kontra beräknat d:o   | 201 |

## FÖRORD

av direktör *Lars Norlin* och civilingenjör *Sivert Göthlin*, ordförande resp sekreterare i Samkörningsnämndens kraftutbyteskommitté

Mellan de större svenska kraftföretag som ingår i den s k Samkörningsgruppen<sup>1</sup> och som svarar för ca 90 % av Sveriges elproduktion sker ett intimt samarbete med målsättningen att åstadkomma en samordning inom landet med avseende på behovet av total effektreserv och en optimal utnyttjning av de samlade produktionsresurserna genom kraftutbyten företagen emellan. Samarbetet inom gruppen tog fasta former år 1965, då ett samkörningsavtal träffades mellan företagen. Bakgrunden härtill, gruppens arbetsformer och målsättning etc, finns redovisade i Svenska Vattenkraftföreningens publ 511 (1965:3). Inom Samkörningsgruppen finns tillsatt en Samkörningsnämnd för behandling av aktuella samarbets- och samkörningsfrågor. Under nämnden sorterar två permanenta kommittéer, nämligen en allmän kommitté för leveranssäkerhetsfrågor etc och en kraftutbyteskommitté för frågor rörande kraftleveranser och dylikt.

Av fundamental betydelse för den ekonomiska produktionsplaneringen inom ett kraftsystem är möjligheterna att rätt bestämma det marginella kraftvärdet för ett företag, varmed menas värdet hos en liten kraftkvantitet som ytterligare tillföres företagets kraftsystem eller levereras därifrån. Marginalvärdet är helt naturligt lättare att bestämma inom ett värmekraftdominerat system än inom ett vattenkraftdominerat, eftersom i det senare fallet tillgången på råvaran — vattnet — är begränsad samt beroende av en så osäker faktor som nederbörden. Inom vårt land är vattenkraften fortfarande och för lång tid framåt av största betydelse för marginalvärdet och man utnyttjar olika matematiska modeller av kraftsystemen för beräkning av värdet.

<sup>1</sup> Statens Vattenfallsverk, Krängedegruppens Samkörning AB (vari ingår AB Bergslagens Gemensamma Kraftförvaltning, Krängede AB, AB Svarthålsforsen, Sydsvenska Kraft AB och AB Örebro Kraftförmedling), Stora Kopparberg AB, Bålforsens Kraft AB, Graningeverkens AB, Skellefteå Stads Kraftverk, Voxnans Kraft AB och Värmlands Lednings AB.



Vid driften av ett kraftsystem har det visat sig att de hittills teoretiskt beräknade marginalvärdena ej alltid direkt kan läggas till grund för en ekonomisk utnyttjning av produktionsapparaten och därmed för kraftutbytena med samkörande företag. Detta sammanhänger med att även faktorer, som ej beaktas i modellerna i vissa situationer, kan vara av stor betydelse samt att man i den praktiska driftplaneringen ibland har andra värderingsnormer och bedömningar om kommande förhållanden än vad räknemodellen fått sig förelagt. För att närmare analysera de problem som i dessa avseenden föreligger vid samkörningen tillsatte kraftutbyteskommittén i slutet av 1969 en utredningsgrupp, bestående av civilingenjörerna Lars Wiklund (ordf) och Per Persson, Vattenfall, direktör Göran Lindström, Kraftdata AB, samt ingenjörerna Sven Hansson och Lennart Modén, Krångedegruppens Samkörning AB.

I rapporten beskrives samspelet mellan å ena sidan den operativa planeringen, vari nyttjas de nämnda räknemodellerna, och å andra sidan den operativa verksamheten som utmynnar i beslut om faktiska produktionsåtgärder. En ingående analys ägnas härvid åt orsakerna till avsteg från de beräknade marginalvärdena vid den operativa verksamheten och överenskomelserna om kraftutbyten. Rapporten utmynnar i några grundläggande slutsatser och rekommendationer, vilka kommer att vara av värde för den kommande samkörningen.

Rapportens innehåll behandlades av Samkörningsnämnden den 30 september 1971 och godkändes då för publicering.

## BESTÄMNING AV MARGINALVÄRDEN FÖR KÖRNING OCH KRAFTUTBYTEN

av Lars Wiklund, Sven Hansson, Göran Lindström, Lennart Modén och Per Persson

### 1. ALLMÄNT

#### 1.1 Bakgrund till rapporten

Under våren 1971 framlade utredningsgruppen en rapport, vilken innehåller bland annat en ingående beskrivning av och jämförelse mellan de två mest använda kraftbalansmodellerna (KR63 och Vattenfalls långtidsregleringsmodell). Därutöver innehåller rapporten mera allmänna avsnitt rörande företagets målsättningskomplex, driftsstrategier som funktion härav samt den praktiska driftens informationssystem (som bland annat ger information i form av beräknade marginalvärden). Vidare beskrivs hur marginalvärdena i praktiken bestäms med utgångspunkt från kraftbalansmodellerna.

Föreliggande rapport utgör ett utdrag ur ovannämnda arbete, varvid de mera principiella (och kraftbalansprogramoberoende) frågorna sammanförts och avsnittet om den praktiska marginalvärdesbestämningen generaliserats.

Denna koncentrerade rapport vill belysa problemställningarna kring marginalvärdesbestämning för samkörningen samt berätta om det principiella sättet att bestämma dessa värden.

#### 1.2 Operativa verksamhetens informationssystem

Fig 1 visar till höger den information som den operativa verksamheten har att basera sina beslut på (2, 4, 6 och 7). Till vänster visas den information som kraftbalansmodellerna arbetar utifrån och på vilken de beräknade planerna baserar sig.

Värdet av den beräknade planen som underlag för beslut beror på

- hur väl optimeringsfilosofin stämmer med företagets målsättning (1)
- hur väl modellen lyckats representera kraftsystemet (3)
- hur goda prognoser man kan åstadkomma (5)

Tolkningen av planen inför beslutsfattandet måste göras mot bakgrund av

- hur företagets målsättning beaktas i den operativa verksamheten jämfört med hur den beaktas i optimeringsmodellen (2) kontra (1)
- hur kraftsystemet i verkligheten ser ut jämfört med hur det representerats i modellen (4) kontra (3)
- hur mycket bättre information man har vid tidpunkten för beslutsfattandet än vad man hade vid uppgörandet av prognoserna (6) kontra (5)

För att planen skall vara ett så bra beslutsunderlag som möjligt bör 1 och 2, 3 och 4 samt 5 och 6 i fig 1 överensstämma så bra som möjligt.

## 2. OPERATIVA VERKSAMHETENS BEHOV AV INFORMATION

Informationen kan uppdelas i i huvudsak två typer, nämligen s k direktiv information, som utgöres av företagets målsättning vilken tjänar som riktlinje för verksamheten, samt operativ information, vilken utgöres av fakta om kraftsystemet även inkluderande planer (se fig 1).

## 2.1 Företagets målsättning

Denna omfattar normalt delmålen

1. att tillgodose abonnenternas efterfrågan på kraft
2. att uppnå bästa ekonomiska resultat under överblickbar period
3. att verka för uppfyllande av samkörningens målsättning.

Målsättningens två huvudpunkter, leveranssäkerhet och ekonomi, står i ett motsatsförhållande till varandra. Denna konfliktsituation har olika betydelse under olika situationer. Den är mycket påtaglig under bristsituationer, den är liten vid normala kraftsituationer och praktiskt taget försumbar vid god krafttillgång.

Allmänt gäller att säkerhetskravet har prioritet framför ekonomikravet.

Den tredje punkten, samkörning, kan komma i motsatsförhållande till de båda övriga. I en bristsituation kan t ex sam-

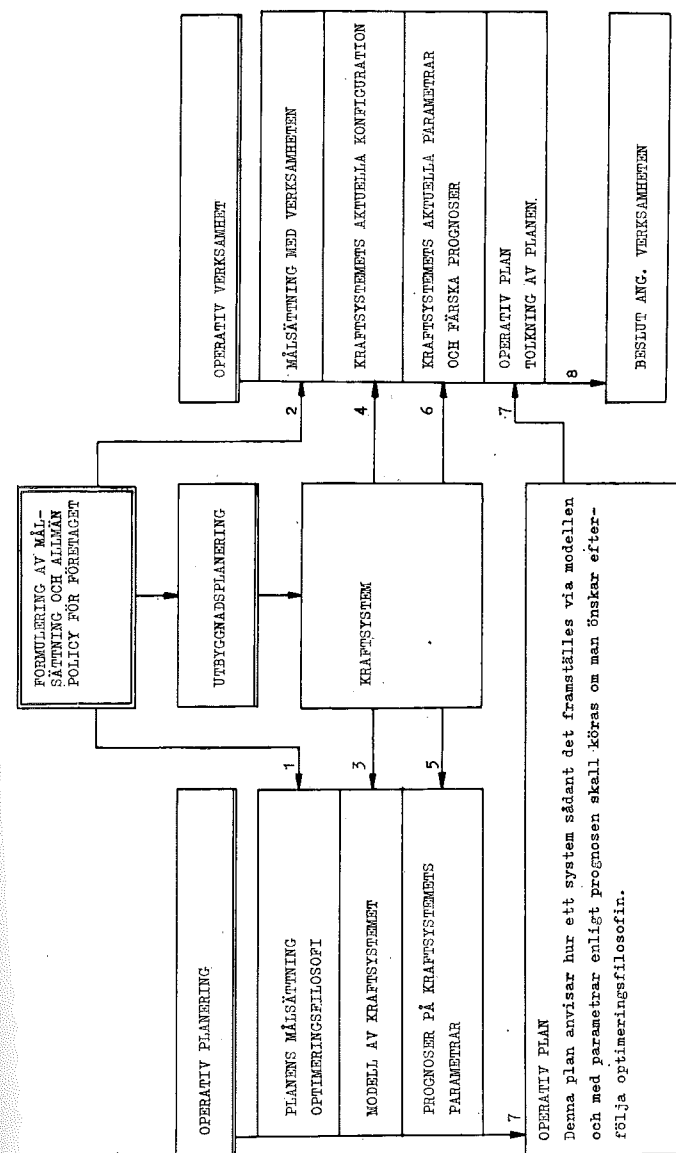

$$7 = 8 \text{ om } 1 = 2 \text{ och } 3 = 4 \text{ och } 5 = 6$$

Fig 1.

körning hämmas av punkt 1 (inget företag vill försämlra sin leveranssäkerhet när ingen garanti finns för ev nödvändigt återköp till normala priser). Motsatsförhållandet mellan 2 och 3 kan bestå i företagsekonomiska spekulationer beträffande kommande prisutvecklingar.

## 2.2 Fakta om kraftsystemet

1. Kraftsystemets aktuella konfiguration
2. Aktuella parametrar och färiska prognoser
3. Operativ plan.

Kraftbalansstudier på den för verksamheten närmast aktuella perioden (operativ planering) innebär i regel dels bestämning av en strategi för systemets handhavande (vattenvärden), dels en detaljstudie av hur systemet skulle hantearas om denna strategi tillämpades under vissa betingelser, t ex olika vattenår (simulering).

Ju bättre kunskap man har om systemet, dess karakteristika och funktion från nu och framåt desto bättre ekonomiskt resultat kan uppnås inom given säkerhetsram. Man kan gå närmare systemets begränsningar om man har dem väl kartlagda.

God kunskap om systemet erhålles bland annat genom kraftbalansstudier. Genom systemets ständiga utveckling kan tidigare vunnen praktisk erfarenhet ej direkt utgöra grund för handhavandet av det aktuella systemet.

## 3. VATTENVÄRDESBERÄKNING OCH VATTENVÄRDETS INNEBÖRD I IDAG ANVÄNDA KRAFTBALANSMODELLER

### 3.1 Använda modeller

I dag användes i huvudsak två olika kraftbalansmodeller inom landet. Den ena, KR63, användes av de allra flesta privata kraftföretag för bestämning av strategi för samkörningssammanhang. Den andra är Vattenfalls enanläggningsmodell, vilken för närvarande användes enbart av Vattenfall i samma syfte.

Båda dessa modeller använder värdet på bortransonerad energi för att (inom vissa möjliga gränser) styra leveranssäkerheten. Vidare eftersträvar båda modellerna körning på i möjli-

gaste mån konstant vattenvärde under året för att därigenom kunna nå bästa driftekonomi.

### 3.2 Vattenvärdesberäkningen

Marginalvärdet baseras till stor del på ett beräknat sk vattenvärde. Vattenvärdet bestäms som funktion av tiden och magasininnehållet under i princip ett å två år framåt. För givna data på systemet såsom lastprognoser, tillgänglighetsprognoser, tillrinningsprognoser m m beräknas detta vattenvärde som har innebörden gränsvärde på i vattenmagasinen lagrad vattenkraftenergi. Vattenvärdeskurvorna är de styrkurvor som bestämmer strategin för kraftsystemets drift och de måste vara beräknade på så sätt att målsättningen för kraftsystemets drift uppfylles då de användes som styrkurvor. Nu använda kraftbalansmodeller tar sikte på följande målsättning för driften av kraftsystem.

Oberoende av hur förhistorien har varit gäller för kommande period att totala produktionen skall ske på sådant sätt att inom ramen för föreskriven leveranssäkerhet, som definieras via ransoneringskostnaden, summan av under perioden erlagda kostnader och under perioden minskat lagervärde skall vara så liten som möjligt. Eftersom detta utfall i stor utsträckning påverkas av parametrar, vars värden under perioden man ej i förväg känner, måste vissa antaganden göras vid bestämningen av den körning som förväntas uppfylla ovanstående målsättning. De osäkra parametrarna är i huvudsak belastningsprognosen, produktionsapparatens tillgänglighet samt kommande tillrinning. De två första faktorerna belastning och tillgänglighet beskrives genom prognoserade värden.

Tillrinningen för den kommande perioden representeras av ett statistiskt urval om 30 värden uppmätta för den aktuella tidsperioden under 30 gångna år. En beräkning av körningen under den aktuella perioden göres med de gjorda prognoserna samt med vart och ett av de 30 statistiska tillrinningsvärdena. Från ett givet magasinläge bestäms för varje tillrinningsvärde den körning som uppfyller den nämnda ekonomiska målsättningen. Detta innebär konkret att under perioden konstant värde på dyraste producerade MWh skall eftersträvas. 30 sådana värden bestäms och vart och ett av dessa tilldelas det sannolikhetstal som motsvarande tillrinning värderas till,



eller i detta fall 1/30. Genom hopvägning av alla dessa värden och sannolikhetstal erhålles det vattenvärde som utgör värdet av lagrad vattenkraftenergi vid periodens början och vid givet magasinläge. Strategin är nu den att värmekraft under perioden skall tillsättas upp till detta värde. Härigenom blir, oberoende av hur förhistorien varit och mot bakgrund av gällande prognoser på belastning och tillgänglighet, det förväntade ekonomiska utfallet det bästa möjliga. I händelse av kraftbrist värderas bortransonerad energi med en rörlig kostnad uttryckt i kr/MWh bortransonerad energi, vilken påföres som en kostnad. Normalt anses all ransoneringskostnad ske efter en och samma kostnad.

I vattenvärdesberäkningen indelas året i ett antal perioder och vattenvärdet beräknas i periodskarvarna. Det vattenvärde som avläses vid början av en period har bestämts under förutsättning att vilket som helst av de 30 tillrinningsvärdena kan inträffa och att under perioden därefter återigen vilket som helst av denna periods värden kan inträffa, osv framåt i tiden.

### 3.3 Vattenvärdets innebörd

Vattenvärdet uttrycker som funktion av tiden och magasinläget det lagrade vattnets gränsvärde i kr/MWh. Värdet kan variera mellan 0 och ransoneringspriset. Värdet på lagrad vattenkraftenergi har bestämts med utgångspunkt från värdet på spillkraft, värdet av till vattenkraften alternativa produktionsmöjligheter samt värdet av bortransonerad primalastenergi.

Vattenvärdet är det värde vartill vattenkraftproduktionen skall värderas i jämförelse med i systemet alternativa produktionsmöjligheter i syfte att uppnå bästa förväntade ekonomiska resultat. I detta värde har hänsyn tagits till riskerna för kraftbalansspill samt kraftbrist. I nuvarande modeller utnyttjas för normalt ej möjligheten att ur förhistorien dra slutsatser angående kommande tillrinningsutveckling.

För att täcka den prognoserade belastningen med given produktionsapparat (inklusive prognoserad tillgänglighet) skall, då inga speciella utsagor kan göras angående kommande tillrinningsutveckling, värmekraft köras upp till en produktionskostnad lika med vattenvärdet, varefter resten av belastningen täcks av vattenkraft. Genom att köra systemet på detta sätt upp-

nås det förväntade bästa ekonomiska resultatet. Enligt vattenvärdesberäkningens målsättning blir resultatet en körning på i möjligaste mån konstant vattenvärde.

Vattenvärdet kan anses ligga inom något av tre intervall.

- 3.3.1 *Låga vattenvärden* begränsas av noll och priset på billigaste värmekraftproduktion. Ur energibalanssynpunkt fritt reglerbar värmekraft är här nedreglerad till noll och priset på lagrad vattenkraftenergi avspeglar en större eller mindre risk för kraftbalansspill. Inom detta intervall är värmekraftproduktionen och därmed den reellt mätbara rörliga produktionskostnaden bestämd genom gränslägeskörningen. Variationer i vattenvärdet avspeglar variationer i risken för kraftbalansspill. Före spillskiktet kan ett antal sekundaleveransskikt förekomma.
- 3.3.2 *Normala vattenvärden* begränsas av kostnaderna för billigaste resp dyraste värmekraftproduktion. Inom detta intervall är värmekraftproduktionen fritt reglerbar och därmed den reellt mätbara rörliga produktionskostnaden fritt varierbar. Bästa ekonomiska resultat under en längre period uppnås om man kan hålla gränsproduktionskostnaden konstant samtidigt som vattenkraften utnyttjas optimalt med hänsyn till riskerna för spill resp brist. Om hela tiden all värmekraft med produktionskostnad lägre än vattenvärdet tillsättes och alla möjligheter till försäljning till kostnader över samt inköp under vattenvärdet utnyttjas är sannolikheten störst för att denna målsättning skall uppnås.
- 3.3.3 *Höga vattenvärden* begränsas av kostnaden för dyraste värmekraftproduktion och ransoneringspriset. Ur energibalanssynpunkt fritt reglerbar värmekraft är här maximalt uppregraderad och priset på lagrad vattenkraftenergi avspeglar en större eller mindre risk för kraftransoneringskostnad. Inom detta intervall är värmekraftproduktionen och därmed den reellt mätbara rörliga produktionskostnaden bestämd genom gränslägeskörningen. Till denna produktionskostnad kommer en potentiell kostnad, ransoneringskostnaden, som med viss sannolikhet kan bli en verklig kostnad för systemet. Sannolikheten för att denna ransoneringskostnad tillkommer står i viss relation till vattenvärdet inom detta intervall. Variationer i vattenvärdet avspeglar här att sannolikheten för ransoneringskostnad varierar.



#### 4. BESTAMNING AV MARGINALVÄRDET MED UTGÅNGSPUNKT FRÅN VATTENVÄRDET

##### 4.1 Förutsättningar

Vid användandet av vattenvärdet i ovanstående syfte är det väsentligt att

- a. veta innebörden av och förutsättningarna för det framräknade vattenvärdet
- b. kontrollera denna innebörd mot målsättning och förutsättningar för den aktuella driften
- c. studera vattenvärdenas tillämpning under vissa betingelser (simulering).

Ur all ovanstående information bestämmes ett marginalvärde för närmaste tiden.

- a. innebär att optimeringsfilosofin i vattenvärdesberäkningen skall vara känd. Vidare skall man känna till hur kraftbalansmodellen representerar det aktuella kraftsystemet samt vilka data som använts på olika parametrar
- b. innebär att optimeringsfilosofin jämföres med den aktuella målsättningen för kraftsystemets drift, kraftbalansmodellens bild av systemet jämföres med systemet samt kraftbalansens data på i första hand belastning, tillgänglighet och tillrinning jämföres med de för ögonblicket mest sannolika data.
- c. För att förse beslutsproblemet med ytterligare beslutsunderlag göres normalt efter varje vattenvärdesberäkning en simulering av kraftsystemets drift, då de beräknade vattenvärdena strikt tillämpas samt vissa speciella förutsättningar råder. I regel innebär dessa att ifrån det aktuella magasinsläget köra kraftsystemet under en viss period och med kontinuerlig magasinsutveckling för vart och ett av de 30 vattenår som användes vid vattenvärdesberäkningen. De vid denna beräkning använda prognoserna på belastning och tillgänglighet användes även. Under dessa speciella förutsättningar kan alltså konsekvenserna av att följa den beräknade strategin studeras.

Efter genomgången av punkterna a, b och c enligt ovan bedömes i huvudsak följande:

1. huruvida man med tillfredsställande sannolikhet kan upprätthålla målsättningens leveranssäkerhet genom att följa den framräknade strategin
2. huruvida det kan anses sannolikt att den framräknade strategin kan innebära en strävan efter att minimera de totala driftskostnaderna
3. huruvida flexibiliteten hos produktionsapparaten (trögheten mot förändringar) kan begränsa möjligheterna att utifrån aktuell fysikalisk körning lägga om denna i enlighet med den beräknade strategin och detta inom till buds stående tid.

Om i detta sammanhang kan styrkas att målsättningen ej uppfylles på rätt sätt med den beräknade strategin (antingen detta beror på optimeringsfilosofin eller på möjligheterna att rätt representera kraftsystemet och dess data) erhålles marginalvärdet med utgångspunkt från vattenvärdet, varvid korrekationer görs i sådan riktning att man sannolikt får en bättre måluppfyllelse. På samma sätt kan vissa korrekationer vara nödvändiga på grund av systemets bristande flexibilitet.

Ovanstående förutsätter fri körning av vattenkraften. Om så ej skulle vara fallet saknar vattenvärdet relevans och marginalvärdet bestämmes direkt av gränskostnaden för de åtgärder som måste tillgripas på grund av tvångssituationen.

Efter kartläggning av den aktuella situationen har strategin för företaget som isolerat system i princip fastlagts. Utifrån denna strategi bestämmes förutsättningarna för kraftutbyten med samkörande företag.

##### 4.2 Marginalvärdet som indikering på situationen och som styrparameter för driften och samkörningen

Genom kraftutbyten med samkörande företag är det ekonomiskt motiverat att inköpa kraft till det egna systemet till priser som är lägre än det egna marginalvärdet emedan härigenom dyrare egen produktion kan ersättas. På motsvarande sätt är det ekonomiskt motiverat att sälja kraft från det egna systemet till priser över det egna marginalvärdet emedan outnyttjade produktionsresurser kan utnyttjas och ge viss vinst. De vinster som på detta sätt göres momentant utgör över hela perioden sett sannolika vinster.

Beroende på i vilket intervall marginalvärdet befinner sig kan vissa praktiska aspekter läggas på innebörden av kraftutbyten. Rent allmänt innebär alla kraftutbyten, som påverkar möjligheterna för energiproduktion under resten av den betraktade perioden, förändringar av sannolikheterna för kraftbalansspill och kraftbrist i större eller mindre grad.

4.2.1 *Inom marginalvärdesintervallet noll — billigaste värmekraftproduktion* är sannolikheten för kraftbrist försumbar men det finns en potentiell risk för att vattenkraftenergi måste spillas bort. Utöver inkoppling av vissa speciella sekundabelastningsobjekt, som t ex elpannor, finns inga möjligheter att minska risken för spill genom åtgärder i det egna systemet. Målsättningen bör vara att minska risken för spill genom försäljning till företag med högre marginalvärden.

4.2.2 *Inom marginalvärdesintervallet billigaste — dyraste värmekraftproduktion* har man att räkna med en relativt god avvägning mellan sannolikheten för kraftbalansspill och kraftbrist. Vid undre gränsen dominerar den förra och vid övre gränsen den senare. Inom detta område kan åtgärder vidtagas i det egna systemet som påverkar marginalvärdesutvecklingen samt sannolikheterna för kraftbalansspill och kraftbrist.

Målsättningen inom detta marginalvärdesintervall bör vara att eftersträva kraftutbyten i två syften. Dels kan man härigenom minska de rörliga totalkostnaderna genom en bättre utnyttjning av de billigare produktionsresurserna. Dels får man en utjämning av sannolikheterna för kraftbalansspill och kraftbrist mellan de samkörande företagen.

4.2.3 *Inom marginalvärdesintervallet dyraste värmekraftproduktion — ransoneringskostnad* är sannolikheten för kraftbalansspill försumbar men det finns en potentiell risk för att energibrist uppstår. Denna risk är större ju högre marginalvärdet är. Utöver bortkoppling av avkopplingsbar last finns inga möjligheter att minska risken för kraftbrist genom åtgärder i det egna systemet. Målsättningen bör vara att minska risken för kraftbrist genom att få till stånd kraftköp från samkörande kraftföretag. Om situationen är sådan att de samkörande kraftföretagens samlade system har ett marginalvärde överstigande dyraste värmekraftproduktion skall man eftersträva

kraftutbyten som leder till att samtliga deltagande företag når samma marginalvärde och att därmed riskerna för kraftbrist utjämnas.

4.2.4 *Slutsatserna* av ovanstående praktiska resonemang blir att beroende av hur stort marginalvärdet är bör ett företag alltid deltaga i kraftutbyten som leder till en utjämning av marginalvärdena inom den samkörande gruppen.

Detta i två syften. Dels kan på detta sätt de samlade produktionsresurserna utnyttjas på ekonomiskt bästa sätt (utnyttjning av i första hand den billigaste produktionen samt minskning av sannolikheten för kraftbalansspill), dels utjämnas den momentana risken för kraftbrist hos de samkörande företagen genom att de gemensamma energireserverna fördelas (om samma ransoneringskostnad användes).

#### 4.3 *Beräknat marginalvärde för kraftutbyte*

Med beräknat marginalvärde avses marginalvärde som strikt grundar sig på aktuella fakta om kraftsystemet samt från ansvarigt håll beslutad avvägning mellan säkerhet och ekonomi.

Teoretiskt sett är det här fråga om samma marginalvärde som beskrivits tidigare. Tre aspekter gör sig emellertid gällande när det blir fråga om priser för utbyten.

1. Sedan marginalvärdet deklarerats och mittenpriset i en tänkt affär beräknats överväges huruvida den vinst som blir följden av denna affär kan anses tillräcklig i förhållande till osäkerheten i det beräknade marginalvärdet samt de administrationskostnader som är förknippade med affären. Det förtjänar dock påpekas att det är olämpligt att i onödan gardera sig mot fel i det beräknade marginalvärdet. Detta medför endast att man härigenom avstår från sannolika vinster för att undvika mindre sannolika förluster.
2. Priselasticitet hos marginalvärdet. Denna vill uttrycka hur företagets marginalvärde varierar med inköpt energi resp försold energi. Priselasticiteten ger alltså en ytterligare information angående företagets utrymme för kraftbyten i ena och andra riktningen.
3. Variationer i det momentana marginalvärdet betingade av effektbalansen (en sak som lätt förbises vid utvärdering av

beräkningsresultat). Marginalvärdet i stort beskriver företagets energibalanssituation.

## 5. ALLMÄNT OM PRISBILDNING VID SAMKÖRNING

### 5.1 Föresättningar för samkörning

Enligt nuvarande regler, vilka föresätter att samkörningsgruppen i sin helhet är leveranssäker, krävs av varje samkörande företag att det skall kunna uppfylla ett fastställt leveranssäkerhetskrav med avseende på såväl effekt som energi. Om nödvändigt görs detta med hjälp av fasta kontrakterade köp, varvid såväl fast som rörlig kostnad erlägges. Dessa affärer görs på ett tidigt stadium och berörs ej här.

Alla leveranssäkerhetsförklarade företag uppvisar som regel högst varierande styrka hos kraftbalanserna. Leveranssäkerhetsförklaringen innebär att ingen hänsyn till fasta kostnader skall tagas vid kommande affärer.

### 5.2 Målsättning för samkörningen

Enligt nuvarande regler kan målsättningen för samkörningen i stort sägas vara

- att genom kraftutbyten eftersträva att utnyttja det totala produktionssystemet på ekonomiskt optimalt sätt så att de rörliga driftkostnaderna minimeras
- att genom kraftutbyten fördela riskerna lika mellan företagen vad avser spill och kraftbrist. Erhålles som en följd av (a).

Dessa båda delmål samverkar således och ingen målkonflikt uppstår. Motiven för att etablera en samkörning samt målsättningen för denna samkörning härrör från de ingående företagen och får ses som en produkt av dessa företags målsättningar. För företagen gäller det att under vissa restriktioner maximera vinsterna (varvid bristrisken värderas i pengar). Ett samkörningsavtal undertecknas av ett företag därför att man härigenom sannolikt kan öka vinsten. Denna vinstökning härrör från punkterna (a) och (b) ovan.

Den primära målsättningen för samkörning formuleras således inom resp deltagande företag. Verkan av samkörningen enligt dessa föresättningar torde i regel vara en mera optimal utnyttjning av de samlade resurserna enligt (a) och (b) ovan.

I fortsättningen föresättes att delmålen (a) och (b) ovan gäller.

Dessa delmål kan båda återföras på följande kriterium, nämligen att man genom kraftutbyten bör eftersträva att nå samma marginalvärde hos alla kraftföretagen hänfört till resp utbytespunkter (se 4.2).

Marginalvärdena uttrycker resp företags dyraste i drift varande produktion samt vid extremt låga resp höga marginalvärden avspeglar dessa riskerna för spill resp kraftbrist.

Det kan alltså enkelt sammanfattas så att man genom alltid sträva mot ett för företagen gemensamt marginalvärde strävar mot att uppfylla målsättningen.

När man nått gränsen där köp eller försäljning av "sista megawattimmen" i en leverans görs utan vinst eller förlust kan inga ytterligare vinster göras.

## 5.3 Optimalt utbyteslopp. Vinstfördelning (se fig 2)

### 5.3.1 Allmänt

Här bör först påpekas att de optimala kvantiteterna tillfällig kraft i en samkörning endast bestämmas av de aktuella marginalvärdena (vilka är funktioner av resp företags produktion). Vilken vinstfördelningsmetod som användes är egalit för systemet i sin helhet, dock ej för de inblandade företagen.

Det väsentligaste kravet på en vinstfördelningsmetod är att den ej verkar hindrande på att samkörningens målsättning skall kunna uppnås. Inget företag skall t ex sannolikhetsmässigt behöva göra förlust i rörlig kostnad för någon enda MWh i ett kraftutbyte. Inget företag skall heller konsekvent behöva få mindre andel av vinsten än andra.

Det förtjänar påpekas att då kraftsystemen innehåller reglerbar vattenkraft, vilket här är fallet, utgör de beräknade strategierna de på basis av tillgänglig information sannolikt bästa strategierna. De ger i långa loppet den mest ekonomiska driften. De marginalvärden som bestämmas och de utbyten som göres är givetvis på samma sätt de på basis av tillgänglig information sannolikt bästa utbytena som i långa loppet ger den bästa möjliga vinsten. Utbyten som göres kan dock senare visa sig vara direkt förlustbringande för endera företaget och totalekonomiskt sett.



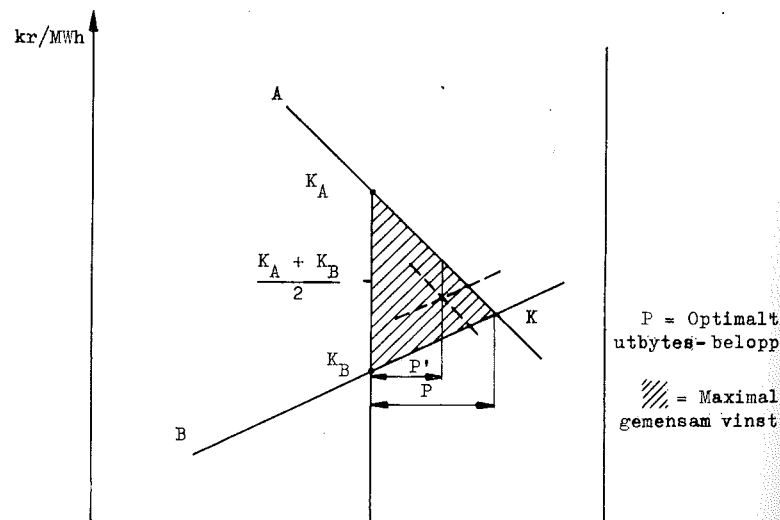
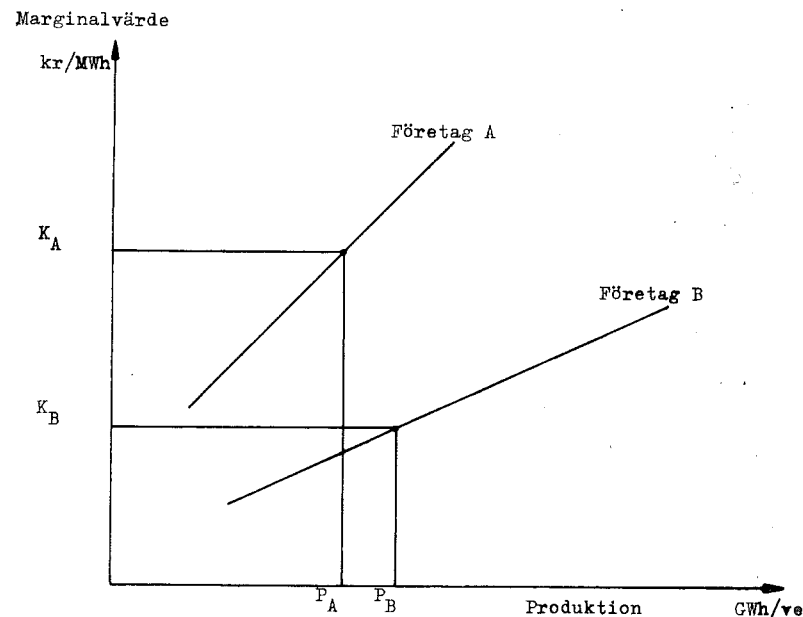


Fig 2. Optimalt utbytesbelopp mellan två företag och gemensam vinst.

### 5.3.2 Utbytesbelopp

Förutsatt att man ser på företagen två och två kan man definiera ett optimalt utbytesbelopp sett dels ur företagets synvinkel, dels ur hela systemets synvinkel.

Vid början av veckan bestäms vattenvärdet av det aktuella magasinläget. Körning enligt denna strategi ger sannolikt samma vattenvärde vid veckans slut (optimal körning). Detta gäller för kraftsystemet sådant det representeras i modellen. Om större kraftutbyten företages under veckan kommer detta att påverka vattenvärdet vid veckans slut (såvida ej sista MWh produceras i ett kompletteringskraftskikt och hela utbytet utregleras inom skiktets gränser).

Avgörande för utbytesbeloppets storlek är hur marginalvärdet ändras med utbytesenergin under veckan. Marginalvärdet bestäms för det första av vattenvärdet (som uttrycker värdet av långtidslagrad energi) och för det andra av den aktuella korttidsregleringens effekt- och energirestriktioner. Vattenvärdet vid veckans slut ökar med ökande veckoproduktion i enlighet med lutningen hos vattenvärdeskurvan. Gränskostnaden för kompletteringskraftenergi varierar i enlighet med en stigande kurva som uttrycker marginalkostnad som funktion av total kompletteringskraft. Dessa båda kurvor sammansättes till en enda kontinuerligt stigande gränskostnadskurva som beskriver företagets gränskostnad för energi som funktion av energiproduktionens storlek under veckan. Utifrån denna kurva kan sedan marginalvärdet som funktion av produktionsnivå bestämmas genom att beakta produktionsförluster och den aktuella korttidsregleringens effekt- och energirestriktioner. Denna marginalkostnadskurva (marginalvärde som funktion av produktionsnivå) har som regel olika lutning hos olika företag.

Antag att ovannämnda kurva kan approximeras med en rät linje. Antag vidare att två företag köres vid olika marginalvärden på producerad kraft  $K_A$  resp  $K_B$  (se fig 2). Optimalt utbytesbelopp är  $P$ , ty där köps resp säljs den sista MWh vid priset  $K$  utan vinst eller förlust för någontida företaget. Den sannolika vinsten av denna samkörning är ytan  $K_A$ ,  $K_B$ ,  $K$ . Beträffande fördelningen av denna vinst mellan företagen A och B är den alltså för hela systemet ovidkommande, såvida den ej hindrar att utbytet  $P$  kommer till stånd.



### 5.3.3 Vinstfördelning

Den f n gällande överenskommelsen om samkörning rekommenderar att tillfälliga kraftutbyten prissättes med medelvärde av de båda företagens marginalvärden  $\frac{(K_A + K_B)}{2}$ .

Rent praktiskt uppnår man ej optimalt utbytesbelopp (P) på grund av det tröskelvärde på vinsten som omnämnts under 4.3 punkt 1. Maximalt praktiskt utbytesbelopp är P'.

Om samkörningen fungerar på avsett vis är i regel skillnaderna mellan  $K_A$  och  $K_B$  liten och skillnaden mellan P' och P relativt stor. Detta innebär att den gemensamma resterande vinsten (parallelltrapets med höjden P') fördelas i stort sett lika även om företagens marginalkostnadskurvor har olika lutning.

I de fall då mycket stora differenser råder mellan  $K_A$  och  $K_B$  är emellertid P' approximativt lika med P. Om marginalkostnadskurvorna har olika lutning blir vinstfördelningen snedare ju större belopp av P som åsättes mittpriset. I dessa fall får man en rättvisare vinstfördelning om prisdifferentiering tillgripes. Detta skulle då stimulera till utbyten och alltså tjäna samkörningens syften. Om prisdifferentiering ej tillämpas i denna situation kommer blott en del av beloppet P' att utbytas. Eljest skulle sista delen av beloppet säljas (köpas) till en kostnad som är lägre än säljarens (högre än köparens egen alternativa) produktionskostnad.

### 5.3.4 Att utbyta kraft är en flerstegsprocess

När det befinnes motiverat att göra kraftutbyte mellan två företag är det i det närmaste omöjligt att bestämma optimalt utbytesbelopp för de tidpunkter utbytena avser. Detta beror bland annat på

- att företaget ej alltid känner sin marginalkostnadskurva tillräckligt väl
- att det kan vara svårt att få korrekt information om samkörande företags kurvor.
- att företagens marginalkostnadskurvor påverkas av överenskomna utbyten av någorlunda storlek.

Till detta kommer att uppfattningen om marginalvärdenas storlek vid viss tidpunkt förändras på grund av förbättrad information alltefter tidpunkten ifråga närmar sig. Eftersom be-

slut om utbyten av olika slag måste fattas olika lång tid före avsedd tidsperiod kommer besluten att fattas på olika gott beslutsunderlag. Då utbyte överenskommes vid viss tidpunkt och avseende viss tidsperiod fattas besluten på basis av för tillfället bästa tillgängliga information och rörande de kraftbelopp som man därvid anser rimliga. Längre fram kan bättre information om del av perioden erhållas och det kan befinnas motiverat att göra ytterligare utbyte för att nå närmare det optimala utbytesbeloppet. Eftersom överenskomna utbyten normalt ej får frångås bör det nya kompletterande utbytet göras helt fritt från det tidigare prismässigt.

Normalt beslutas kraftaffärer (baserade på marginalvärdena) för en viss tidpunkt i två steg, G-kraft veckovis och före veckans början samt T-kraft timvis och före timmens början.

Om differensen mellan  $K_A$  och  $K_B$  är liten har ev G-kraftaffär sannolikt ej prisdifferentierats. T-kraftaffärer som överenskommes utöver G-kraften torde här prissättas med utgångspunkt från G-kraftpriset samt med hänsynstagande till ev förbättrad information rörande situationen vid tidpunkten ifråga. Ett dylikt T-kraftutbyte torde kunna ses som en mindre korrektion ovanpå G-kraftutbytet i syfte att summautbytet (G + T) skall nå närmare beloppet P'.

Om differensen mellan  $K_A$  och  $K_B$  är stor och marginalkostnadskurvorna har olika lutning kan ev G-kraftaffär vara uppgjord med eller utan prisdifferentiering. Vilket fallet än må vara gäller att prisdifferentiering bör tillgripas om man önskar företaga största möjliga för totalsystemet vinstgivande utbyte under villkoret lika vinstfördelning. Eventuell T-kraftaffär utgör här ett steg bland de differentierade utbytena, oberoende av om G-kraften prisdifferentierats eller ej. T-kraftpriset kan här ej som i förra fallet vara direkt baserat på ett G-kraftpris. Det får bestämmas utifrån rådande prisdifferens vid bestämt G-kraftutbyte och med beaktande av ev förbättrad information.

Ovanstående två steg (G- och T-kraft) är vad som på planeringsstadiet kan åstadkommas för att eftersträva samkörningens målsättning. Härvid skall T-kraftaffärer ses som mindre korrekationer av mindre betydelse för utjämning av spill- och bristrisker.

Eftersom driften av ett kraftsystem i reell tid i praktiken

aldrig kan ske helt enligt planerna på grund av ändrade förutsättningar kommer kraftsystemen i verkligheten ej att köra på samma marginalvärden även om den kortsiktiga planeringen tar sikte på detta. Det kommer alltså att vara ekonomiskt motiverat att göra ytterligare utbyten utöver T-kraften och om vilka beslut måste fattas i reell tid, vilket är omöjligt att göra via överenskommelser på normalt sätt.

På grund av belastningens snabba variation, ändringar i produktionens tillgänglighet, frekvensregleringen m m uppkommer momentana ofrivilliga utbyten, s k O-kraft.

Prissättningen av denna O-kraft kommer att ske enligt förutbestämda regler, vilka stimulerar till att O-kraften kan ses som den sista korrekturen i syfte att eftersträva optimalt utbytesbelopp.

### 5.3.5 Marginalvärdet vid bristsituation

Normalt användes i de båda modellerna endast ett bristpris, varvid ransoneringseffekten vid detta pris är obegränsad och kan sättas in under obegränsat kort tid. Under dessa förutsättningar blir ransoneringsförfarandet i modellerna orealistiskt. Strategin som beräknas förutsätter denna möjlighet, varvid de ransoneringar som observeras i simulering av typår alltid är minimiransoneringar, som aldrig sätts in annat än då de är med 100 % nödvändiga.

I praktiken är lastreduktion en betydligt mera trög företeelse som kräver en mycket fast styrning, vilket i sin tur kräver en bestämd plan för genomförandet. Denna plan måste bygga på följande förutsättningar.

- Den energiproduktion som planen maximalt omfattar måste vara tillräcklig för att garantera återstående primälast täckning på produktionssidan.
- Maximala energin skall på ett lämpligt sätt fördelas i tiden med hänsyn till möjlig effektreducering, tröghet vid igångsättning och avblåsning o s v.

Lastreduktion måste alltså i praktiken starta på ett tidigt stadium medan risken för att åtgärden kommer att vara nödvändig är väsentligt mindre än 100 %. En lastreduktion kommer alltså i verkligheten alltid att med viss sannolikhet vara helt eller delvis onödig.

Under tiden innan en lastreduktion sättes in fungerar marginalvärdet, som då är mycket högt, som en indikator på risken för kraftbrist. Marginalvärdet är här ett beslutsunderlag inför eventuellt beslut om åtgärder. För att kunna fungera som sådant krävs från företagsledningens sida beslutsriterier som utsäger hur hög risken för brist får bli innan reduktionen måste sättas in.

Under tiden lastreduktion pågår är det dyraste ianspråktaga fria skiktet ransoneringsskiktet. Detta är emellertid fritt reglerbart endast på lång sikt. På kort sikt kan detta betraktas som en fast tillgång och kraftsystemets fysikaliska momentana marginalvärde bestämmas på vanligt sätt. Vattenvärdet avspeglar då fortfarande risken för ransonering vid ohämmad last och kan nu tjäna som indikator på effekten av den vidtagna lastreduktionen och ev tjäna som beslutsunderlag vid ställningstagande till avblåsning av reduktionen.

Under pågående lastreduktion torde normalt speciella direktiv gälla för kraftsystemens drift och samkörning och marginalvärdena saknar relevans som styrparametrar härför.

### BESTÄMNING AV BERÄKNAT MARGINALVÄRDE UTIFRAN DAGENS KRAFTBALANSMODELLER (se fig 3)

#### 6.1 Sammanfattning

Marginalvärdet är vid varje tidpunkt bestämt av följande två huvudfaktorer.

- Vattenvärdet. Detta bestämmer den optimala avvägningen mellan vatten- och värmekraft ur långtidsregleringssynpunkt. Vattenvärdet bestämmas av kraftsystemets parametrar 2 år framåt i tiden och är alltså helt och hållet baserat på långsiktiga prognoser. Vattenvärdet påverkas ej av aktuella avvikelser från prognosen, vilka ej kan anses motivera att de långsiktiga prognoserna göres om.
- Aktuella restriktioner och kortsiktiga detaljerade prognoser på kraftsystemets parametrar. (Effektrestriktioner, korttidsregleringsbegränsningar, tvångskörningar, aktuell belastningsprognos och tillgänglighetsprognos, överenskomna utbyten etc).

På basis av ovanstående material bestämmas för den optimala långsiktiga avvägningen mellan kraftslagen (baserad på gäl-

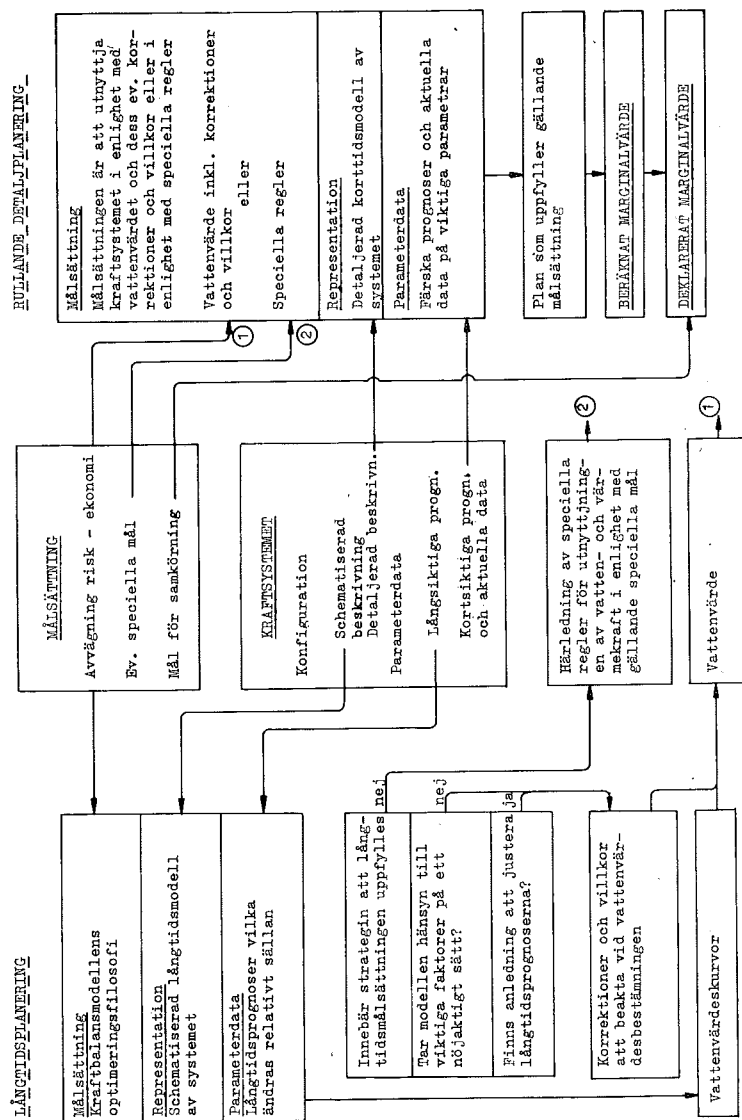


Fig 3. Schematisk framställning av marginalvärdesbestämning.

lande långsiktiga prognoser) en optimal korttidbalans (baserad på gällande kortsiktiga prognoser och kännedom om aktuell situation). Härvid kan det mycket väl inträffa att genom den mera detaljerade restriktionsbehandlingen i korttidsplaneringen den optimala avvägningen ej kan nås.

Marginalvärdet är alltså hela tiden samtidigt beroende av faktorerna under (a) och (b) ovan (långsiktig och kortsiktig information).

## 6.2 Beräkning av vattenvärdeskurvor

Beräkning av vattenvärdeskurvorna göres med datorprogram (KR63 eller Vattenfalls långtidsregleringsmodell).

Beräkningen går i princip till som beskrivs under punkt 3.2 och innebörden av vattenvärdena framgår av punkt 3.3.

### 6.3 Kontroll av vattenvärdesberäkningens förutsättningar

### 6.3.1 Optimeringsfilosofi

Avviket modellens avvägning mellan säkerhet och ekonomi från företagsledningens uttalade aktuella målsättning med driften?

Körningen kan dikteras av andra mål än den ekonomiska optimeringen mellan säkerhet och ekonomi. I så fall är den beräknade strategin ogiltig och kan ignoreras. Den gällande målsättningen bestämmer i stället via andra kriterier den avvägning mellan vatten- och värmekraft som skall användas. Denna avvägning användes sedan i detaljplaneringen.

### 6.3.2 Representation

Finns för strategin väsentliga faktorer som ej beaktas i modellen på ett nöjaktigt sätt?

Följande punkter kan föranleda korrigering av vattenvärdet.

- a. Om man vid ett tillfälle med välfyllt *summamagasin* har en *mycket olämplig fördelning* mellan delmagasinen innebär detta att man i vissa magasin kan ha en överhängande spillrisk.

Om man på samma sätt vid lågt *summamagasin* har mycket olämplig fördelning kan detta innebära att, för att kunna uppfylla effektbalansen och tappnings- och magasinrestriktioner för resten av säsongen, man tvingas tappa vissa magasin på speciellt sätt. Ovanstående kontrolleras i



detaljplaneringen där man alltså får indikering på om man på grund av tex restriktioner i den övriga fria vattenkraften tvingas till en annan avvägning mellan kraftslagen än vad vattenvärdet förutsäger.

- b. *Den ransonering modellen gör är mycket idealiserad.* Ransonering förutsättes här kunna ske med obegränsad effekt under obegränsat kort tid. Modellen ransonerar aldrig heller annat än då det är med 100 % nödvändigt.

Vattenvärdet mellan dyraste värmekraft och bristpris uttrycker en viss sannolikhet för att ransonering blir nödvändig. Problemet är att bestämma denna sannolikhet då ransonering måste starta.

- c. *Modellen representerar tillrinningarna som okorrelerade mellan veckorna.* Detta gäller i regel med tillräcklig grad av noggrannhet. I vissa fall torde dock korrelation finnas och främst då vintertid.

Om det av någon anledning kan anses vara styrkt att tillrinningarna kommer att vara starkt korrelerade under en lång tid framöver bör denna ytterligare information beaktas. Den beräknade strategin är visserligen självkorrigering för sådant men ett bättre ekonomiskt resultat torde sannolikt kunna nås. Genom att simulera utvecklingen för några specifika intressanta år torde vissa slutsatser kunna dragas angående vilka korrekationer i avvägningen mellan vatten- och värmekraft som under dessa förutsättningar leder till en bättre körning.

Obs! Det gäller här verkligen att kunna styrka att tillrinningen är starkt korrelerad under en längre tid för att korrektionen skall ha någon mening. Det är mycket osannolikt att detta kan styrkas med någon större grad av säkerhet.

### 6.3.3 Prognoser

Finns det anledning att justera långtidsprognoserna på kraftsystemets parametrar?

Det gäller här verkligen långtidsprognoser på data. Kortsiktiga svängningar hos parametrarna påverkar ej vattenvärdet.

- a. *Belastningen.* Endast en deterministisk prognos utan spridning inmatas. Om spridningen beaktades skulle vattenvärdena höjas, alltså om belastningsprognosen är mycket osäker är de beräknade vattenvärdena för låga. Enklaste sättet

att bestämma vattenvärdets känslighet för avvikelser i belastningen är att bestämma spridningen i belastningsprognosen och sedan beräkna några olika balanser vid olika nivå på denna prognos. Tillfälligtvis torde magasinläget kunna justeras för att kompensera smärre prognosfel.

- b. *Kompletteringskraften.* De långsiktiga priserna för återanskaffning av olja bestämmer tillsammans med schablonmässig korttidsreglering av värmekraften de rörliga kostnaderna. Prognos på återanskaffningspris blir osäkrare ju längre fram i tiden man går. Vattenvärdena blir i motsvarande grad osäkrare mot slutet av perioden (mellan 1 och 2 år framåt). Vid prognosändring kan tillfälligtvis omräkning av vattenvärdet ske i proportion till oljeprisändringen. Om tillgängligheten ändras (tex genom haveri) kan man tillfälligtvis innan strategin hinner omräknas korrigera den gamla genom att bestämma den utifrån ursprungliga strategin ändrade energitillgången och korrigera magasinläget med detta belopp och läsa av vattenvärdet. Om spridningen hos tillgängligheten beaktades skulle vattenvärden och marginalvärden höjas.

## 6.4 Bestämning av aktuell strategi

Den aktuella strategin bestäms genom en stegvis process. Först görs kontrollen av målsättningen enligt 6.3.1. Därefter undersöks representationen enligt 6.3.2 och till slut kontrolleras prognoserna enligt 6.3.3. Efter detta erhålles det vattenvärde, ev korrigerat och i kombination med vissa villkor, som skall användas vid detaljplaneringen.

Av dessa kontroller är det den sistnämnda, som gäller prognoserna, som får göras oftast. Mera sällan behöver representationen kontrolleras. När det gäller målsättningen torde det vara sällsynt att för detaljplaneringen behöva kontrollera detta.

## 6.5 Detaljplanering

### 6.5.1 Olika planeringssteg

Denna planering omfattar de efter långtidsplaneringen följande leden

säsongplanering inkl tappningsfördelning  
veckoplanering (bestämning av veckoregleringen)  
dygnsplanering (bestämning av dygnsregleringen)  
timplanering



Den optimala avvägningen mellan kraftslagen bestäms i alla fyra planeringsstegen primärt av vattenvärdet, varvid beaktas de korrekationer och villkor som tillfogats (6.3). De olika planeringsstegen beaktar sedan olika detaljerat kapacitets- och regleringsbegränsningar hos kraftsystemet genom mera detaljerade modeller. Ju kortare planeringshorisonten blir desto bättre prognoser kan göras på kraftsystemets parametrar och desto mera exakta blir planerna.

#### 6.5.2 *Vattenkraftens gränsproduktionskostnad*

Vattenvärdet uttrycker gränsvärdet av i långtidsmagasinen lagrad vattenkraftenergi. Detta vattenvärde indikerar det långsiktiga gränsvärdet på vattenkraftenergi vid rena energibetraktelser. Vid kortsiktig planering måste även effektbetraktelser göras. Härvid omräknas vattenvärdet med hänsyn till hur produktionsförlusterna avviker ifrån vad som gäller vid ren energibetraktelse. Här sammansättes sålunda inverkan av de långsiktiga faktorerna som bestämmer vattenvärdet och de kortsiktiga faktorerna som direkt påverkar aktuell vattenkrafteffekt men ej påverkar vattenvärdet. Ovanstående gränsproduktionskostnad gäller om vattenkraften är fritt reglerbar.

Om vattenkraften på grund av restriktioner i effekt och korttidsreglering, extrema mellantillrinningar eller dylikt ej är fritt reglerbar utan köres mot begränsningar är vattenkraftens gränsproduktionskostnad obestämbar.

#### 6.5.3 *Bestämning av beräknat marginalvärde*

I varje plan finns en dyraste i drift varande, fritt reglerbar produktionstillgång vare sig det är en säsongplan eller en timplan. Produktionskostnaden för denna fritt reglerbara produktionstillgång är det aktuella marginalvärdet. Detta marginalvärde bestäms i samtliga planeringssteg enligt endera av följande regler:

- a. När fritt reglerbar vattenkraft ej köres mot några restriktioner utan effekten är fritt varierbar åt båda hållen bestäms marginalvärdet av vattenvärdet och aktuella produktionsförluster. Detta värde kan mycket väl råka bli det samma som ett aktuellt kompletteringskraftskikts pris, vilket då innebär att sist producerade MWh likaväl kan anses tagas ur detta skikt. Kvar står emellertid att det är vattenvärdet som bestämmer marginalvärdet.

- b. När fritt reglerbar vattenkraft köres mot begränsningar på grund av restriktioner i effekt och korttidsreglering, mellantillrinningar, annan tvångskörning etc är gränsproduktionskostnaden i vattenkraft obestämbar. Marginalvärdet bestäms här av priset på sist utnyttjade kompletteringskraftskikt alltifrån spill och uppåt.

På detta sätt bestäms marginalvärdet för t ex en viss dag och olika långt i förväg beroende på vilket detaljplaneringssteg man befinner sig i. Marginalvärdet som bestäms för denna dag kan härvid variera beroende på om förutsättningarna varierar vartefter tiden framskrider, t ex haverier i värmekraft, överenskomna utbyten etc. Detta är ofrånkomligt enär marginalvärden måste kunna beräknas olika lång tid i förväg beroende på att olika kraftutbyten skall bestämmas för olika långa tidsperioder.

Varje marginalvärde måste bestämmas utifrån den färskaste information man för tillfället har för att optimal samkörning skall eftersträvas. (Se punkt 5.3.4).

#### 6.5.4 *Beräknat marginalvärde vid olika utbytespunkter*

Med vattenvärde och marginalvärde har hittills avsetts de som gäller i en referenspunkt. Då utbyten skall göras i olika punkter i systemet måste detta värde omräknas till resp utbytespunkt med hänsyn till förlustfaktorer.

### 7. DEKLARERAT MARGINALVÄRDE KONTRA BERÄKNAT D:O

Med beräknat marginalvärde avses det marginalvärde som strikt grundar sig på aktuella fakta om kraftsystemet samt från ansvarigt håll tidigare beslutad avvägning mellan säkerhet och ekonomi. Det är detta beräknade marginalvärde som åsyftats i den tidigare framställningen.

Det beräknade marginalvärdet kan alltså innefatta kvantifierbara korrekationer, motiverade av kraftbalansmodellernas ofullkomligheter vad gäller beaktande av kraftsystemets representation samt prognoser.

Med deklarerat marginalvärde avses det marginalvärde som man är beredd att basera kraftutbyten på och detta bör således överensstämma med det beräknade.

- 7.1 Förutsättningar för att kunna uppfylla samkörningens syften**  
Som framgår av punkt 5.2 är samkörningens huvudsyften (sett ur totalsystemets synvinkel) att utnyttja det totala kraftsystemet på ekonomiskt optimalt sätt samt att fördela riskerna för spill och kraftbrist.

De idealiska förutsättningarna för att kunna nå dessa mål är att företagen i varje ögonblick är beredda att göra kraftutbyten baserade på de beräknade marginalvärdena.

Varje avvikelse mellan beräknat och deklarerat marginalvärde utgör ett hinder för optimal samkörning sett utifrån totalsystemets synvinkel.

**7.2 De företagsekonomiska målsättningarnas betydelse**

Som framgår av punkt 5.2 är de deltagande företagens målsättningar grundläggande och de angivna syftena med samkörningen mer att betrakta som resultat av dessa målsättningar. Det är därför helt naturligt att det praktiska handlandet (som primärt styrs av företagsmålsättningarna) i samkörningssammanhang ofta råkar i konflikt med samkörningens syften från totalsystemets synpunkt sett.

Ur företagens målsättningskomplex, där de företagsekonomiska aspekterna väger mycket tungt, härleds företagets taktik. De beräknade marginalvärdena är i detta sammanhang saklig information om kraftsystemet. Om det härvid framkommer att en samkörning, baserad på de beräknade marginalvärdena, ej i nöjaktig grad tillfredsställer företagsmålsättningarna deklarerar ett annat marginalvärde. På detta värde är man beredd att basera kraftutbyten vilka man anser är i linje med den aktuella taktiken.

**7.3 Konsekvenser för samkörningen av manipulation med beräknade marginalvärdet**

Varje manipulation med det beräknade marginalvärdet i syfte att tillfredsställa de företagsekonomiska intressena leder till att samkörningen ej fungerar på rätt sätt, totalekonomiskt sett.

När sådana manipulationer förekommer är samkörningsavtalet ej mer än ett avtal om att man är beredd att göra kraftaffärer. Vidare gör man då sken av att fördela vinsten efter en given regel, vilken emellertid är satt ur spel emedan förutsättningarna för dess tillämpning ej är uppfyllda.

**7.3.1 Vid låga och normala marginalvärden**

Här skall en samkörning i första hand leda till en god ekonomisk utnyttjning av det totala systemet och i andra hand till riskfördelning.

Här kan en god samkörning försvåras av följande skäl.

- Säljande (köpande) företag deklarerar högre (lägre) marginalvärde än det beräknade för att kunna åtnjuta en kortsiktig högre vinst.
- Misstankar om riktigheten i motpartens marginalvärde kan hindra ett utbyte (accepterar ej motpartens vinst).
- Spekulationer om prisutvecklingen på sikt kan innebära en anpassning av deklarerat marginalvärde i syfte att uppskjuta kraftutbytena till tidpunkt då priserna kan bli mer gynnsamma för företaget.
- Önskemål om en stor energireserv i det egna kraftsystemet som medför en höjning av marginalvärdet. (Man tror i princip ej på sitt eget ransoneringspris.) Man vill minska risken för att hamna i en bristsituation och därmed sammanhängande ekonomiska konsekvenser. (Man kan i bristsituation ej med åtgärder i sitt eget produktionssystem påverka situationen utan är helt beroende av de samkörande företagens strategi.)

**7.3.2 Vid höga marginalvärden**

Marginalvärdena antas i detta fall mycket höga. De ligger i intervallet från 0 till dyraste värmekraftproduktion och uppåt. Utbyten som överenskommes inom detta intervall betingar mycket stora värden i absoluta pengar och har väsentligt större inverkan på de totala driftkostnaderna än utbyten i lägre prisregister. En följd av detta blir att alla utbyten i detta register mycket noggrannare måste övervägas mot bakgrund av företagets ekonomiska målsättningar. Parallellt med detta gäller att i detta prisintervall företagets leveranssäkerhet är i farozonen. Varje utbyte får här relativt sett mycket större inverkan på företagets leveranssäkerhet än i lägre prisintervall. Således måste varje utbyte här mycket noggrant övervägas även mot bakgrund av företagets leveranssäkerhet.

Av ovanstående framgår att man har att räkna med en väsentligt skärpt konfliktsituation mellan ekonomimål och säkerhetsmål då marginalvärdena blir mycket höga. Ransonerings-

prisets storlek har avgörande betydelse för hur höga marginalvärdena blir vid en given situation. Konflikten blir alltså svårare om man använder omotiverat höga ransoneringspriser. När man väl hamnat i en dylik svår situation är det ej motiverat att använda högre ransoneringspriser än att produktionsapparaten utnyttjas maximalt. Önskar man öka leveranssäkerheten genom att höja ransoneringspriset är det ett villkor att man ständigt använder detta pris för att kunna undvika att hamna i kritiska situationer, vilket är förutsättningen för att leveranssäkerheten skall kunna höjas.

Vid dessa höga marginalvärden skall samkörningen i första hand leda till en utjämning av bristrisken mellan företagen.

Om så ej sker innebär detta att

1. i de fall lastreducerande åtgärder måste vidtagas i totalsystemet det kan uppstå tekniska svårigheter att under kort tid hos överskottsföretagen producera och hos bristföretagen taga hand om utbyten som då bör komma till stånd. Dessutom kan det behöva träffas komplicerade avtal om utnyttjningen av mycket snett fördelade energireserver (t ex sen vårflod)
2. i de fall situationen ej ledde till lastreduktion, överskottsföretagen har fått stå för energireserven åt bristföretagen utan någon ersättning.

En god samkörning kan här försvåras förutom av skälen (a)—(d) under punkt 7.3.1 även av följande skäl:

- a. Säljande företag kan vara obenäget att sälja kraft från en redan svag balans (på grund av att man senare ej vill bli betraktad som bristföretag, se även 7.3.1 d), vilket kan yttra sig i ett högt deklarerat marginalvärde eller ovillighet att göra affärer överhuvudtaget.
- b. Köpande företag kan vilja hålla ned utbytespriset genom att deklarerat ett för lågt marginalvärde eller maximera acceptabelt utbytespris. Motivet kan vara att man befarar att företagets räntabilitet blir för låg och att man därvid är benägen att prioritera räntabilitetsmålet före leveranssäkerhetsmålet. I detta läge anser företaget att värdet av inköpt kraft är lägre än marginalvärdet.
- c. Köpande företag deklarerar för lågt marginalvärde för att det själv ej vill deklarerat som bristföretag eller för att

kompensera de ev ekonomiska konsekvenserna av att de samkörande företagen känner till bristsituationen.

- d. Köpande företag deklarerar för lågt marginalvärde med motivet att en höjning skulle innebära, att en mängd pågående utbyten skulle bli väsentligt dyrare men tillskottet av energi genom höjningen skulle bli mycket obetydligt och ej nämnvärt påverka riskfördelningen. D v s den marginalkostnaden för energitillskottet kan bli högre än det beräknade marginalvärdet.
- e. Köpande företag kan medvetet uppskjuta utbyten med baktanken att körningsstrategin vid dessa ansträngda tillfällen (max möjlig värmekraftproduktion) kommer att leda till att överskottsföretagens marginalvärde kommer att sjunka.

När ett företags marginalvärde överstiger priset på dyraste värmekrafttillgång avspeglar värdet, som tidigare framhållits, risken för att råka i bristsituation. Ransoneringspriset bestämmer här i hög grad storleken på marginalvärdet, vilket här även är mycket känsligt för små magasinsändningar. Väl inne i denna situation kan företaget ifrågasätta ransoneringspriset som värde på all form av lastreduktion. Med kännedom om vattenvärdets starka beroende av ransoneringspriset och små variationer i magasinläge står det klart att det kan medföra stora svårigheter att bestämma ett relevant marginalvärde i detta fall.

Trots ovannämnda problem är det viktigt att företaget (som här förutsättes uppträda som köpande) kan bestämma ett relevant marginalvärde så länge detta har direkt influens på priserna på eventuella kraftinköp. Köpande företags marginalvärde är ointressant om differensen mellan köpande och säljande företags värden överstiger två gånger de av SKN beslutade maximala pålaggen på säljarens marginalvärde. Även under en ransoneringsituation är marginalvärdet som sådant ointressant ur samkörningssynpunkt emedan körning och utbyten styrs på annat sätt.

#### 7.4

#### Konsekvenser för företaget av manipulation med beräknade marginalvärdet

Det bör här starkt understrykas att manipulation med det beräknade marginalvärdet i syfte att tillfredsställa de företags-

ekonomiska målen endast tillfälligtvis och på kort sikt kan resultera i vinst för företaget.

Körning av kraftsystemet och kraftutbyten med andra system baserade på det beräknade marginalvärdet leder sannolikhetsmässigt i det långa beloppet till det bästa ekonomiska utfallet för varje företag (se 4.2).



## Svenska Kraftverksföreningens Publikationer

### År 1970

- |          |   |       |
|----------|---|-------|
| 1 M 203  | Svenska Kraftverksföreningens årsberättelser 1969 .....   | 1:—   |
| 2 M 204  | VASTs årsberättelse 1969 .....  | 1:—   |
| 3 M 205  | Eldistributionens rationalisering. Myndighetsuppgifter på atomenergiområdet — Betänkande avgivet av 1966 års atomenergiutredning. Expropriationsändamål och expropriationsersättning m m — Expropriationsutredningens betänkade. Byggnadsforskningsavgifter. Fortsatt sänkning av svavelhalten i eldningsolja .....   | 3:—   |
| 4 —      | Medlemsförteckning .....  | 1:—   |
| 5 P 541  | Förteckning över Svenska Kraftverksföreningens publikationer 1960—1969 .....  | 3: 50 |
| 6 P 542  | Elkonsumtionen 1970—1980 .....  | 7:—   |
| 7 P 543  | Översyn av 1967 års CDL-studie .....  | 3: 50 |
| 8 P 544  | Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1970, del I .....<br>Kraft-Aktuellt. Föredrag av Bengt Sterne.<br>Kraftförsörjningens finansiering under 1970-talet. Föredrag av Lars-Erik Thunholm.<br>Kraftutbyggnader under 1970-talet. Föredrag av Jonas Norrby.  | 5:—   |
| 9 P 545  | Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1970, del II ....<br>Kärnkraften — dagsfrågor och framtidsplaner av Olle Gimstedt<br>Värme-kraftverkens lokalisering av Anders Björgerd (Föredrag hållna vid Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1970)<br>Kärnkraften ur tillverkarsynpunkt. Inlägg av Lars Halle<br>Kärnkraften ur materialtillverkarsynpunkt. Inlägg av J O Edström | 6:—   |
| 10 M 206 | Statens Vattenfallsverks anslagsaskanden och AB Atomenergis anslagsaskanden .....   | 3: 50 |
| 11 M 207 | Översyn av vissa punktskatter (SOU 1970:37). Sveriges energiförsörjning. Energipolitik och organisation. Investering- och personalbehov under 1970-talet i den svenska elkraftindustrin samt i gas- och värmeverk. Vattenlagns-utredningens delbetänkande .....   | 2:—   |
| 12 P 546 | Vattenrättsprocessen i British Columbia, Canada av Folke Karlefors .....  | 2:—   |

621. 311. 16(485)

WIKLUND, LARS; HANSSON, SVEN; LINDSTRÖM, GÖRAN; MODÉN, LENNART; PERSSON, PER: *Bestämning av marginalvärden för körning och kraftutbyten*. Svenska Kraftverksfören publ 551 (1971:11). Operativa verksamhetens behov av information. Vattenvärdesberäkning och vattenvärdets innebörd i idag använda kraftbalansmodeller. Bestämning av marginalvärde med utgångspunkt från vattenvärdet. Prisbildning vid samkörning. Bestämning av beräknat marginalvärde utifrån dagens kraftbalansmodeller. Deklarerat marginalvärde kontra beräknat do.

## Svenska Kraftverksföreningens Publikationer

### År 1971

- |          |   |       |
|----------|---|-------|
| 1 P 547  | <i>Storkraftverkens lokalisering 1970—2000. CDLs yttrande till arbetsgruppen för fysisk riksplanering</i> .....   | 4:—   |
| 2 M 208  | Svenska Kraftverksföreningens årsberättelser 1970 .....   | 1:—   |
| 3 M 209  | VASTs årsberättelse 1970 .....  | 1:—   |
| 4 —      | Medlemsförteckning .....  | 1:—   |
| 5 P 548  | <i>Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1971, del I</i> .....  | 5:—   |
|          | <i>US energy policy and its global implications. Föredrag av S David Freeman</i>  |       |
|          | <i>Perspektiv på Sveriges energiförsörjning. Föredrag av Gunnar Hambræus</i>  |       |
| 6 P 549  | <i>Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1971, del II</i> ....  | 5:—   |
|          | <i>Kraft-Aktuellt</i> av Bengt Sterne.  |       |
|          | <i>Ändrade förutsättningar för elkraftproduktionen i Norden?</i> Sven Lalander, Sigurd Aalefjaer, Carl Andersen och Lasse Nevanlinna.                                     |       |
|          | <i>Kraftpriserna och kapitalbehovet</i> av Göran Ekberg. (Föredrag och anföranden hållna vid Svenska Kraftverksföreningens årsmöte 1971)                                  |       |
| 7 M 210  | Elförsörjningen på Gotland. Fastighetsdomstolarnas kompetensområde och lokalisering m. m. Olja i rör. Ändring i vattendomsstolarnas organisation, av Jan Otto Alrutz .... | 2:—   |
| 8 P 550  | <i>Kärnkraft i Storbritannien — aktuellt läge och utvecklingstendenser</i> av Lennart Thörnqvist .....  | 4:—   |
| 9 M 211  | Statens Vattenfallsverks anslagsäskanden och AB Atomenergis anslagsäskanden .....   | 3: 50 |
| 10 M 212 | Utredning rörande eldistributionens och elproduktionens organisation .....  | 2:—   |
| 11 P 551 | <i>Bestämning av marginalvärden för körning och kraftutbyten</i> av Lars Wiklund, Sven Hansson, Göran Lindström, Lennart Modén och Per Persson .....                      | 4:—   |

## SVENSKA KRAFTVERKSFÖRENINGENS PUBLIKATIONER

SVENSKA KRAFTVERKSFÖRENINGEN

ÅRSBERÄTTELSE 1970