

Ämne: *Är vi på väg mot en energikris?*

Ordförande: direktör *Stig Svensson*

Deltagare i paneldebatt: civilingenjör *Rolf Gradin*, professor *Gunnar Hambraeus*, professor *Erik Höök* (debattordförande), docent *Karl-Göran Mäler* och generaldirektör *Jonas Norrby*.

Debatten fördes i fyra avdelningar med inledningar för varje avdelning av respektive *Hambraeus*, *Mäler*, *Norrby*, *Gradin* och med debatt inom panelen efter varje inledning. Förhandlingarna avslutades med en allmän debatt.

Förhandlingarna återges här i redigerat sammandrag med tyngdpunkt vid inledningar och replikskiften inom panelen.

Är vi på väg mot en energikris?

Erik Höök:

Vi har i den allmänna diskussionen och i facklitteraturen mött talet om en långsiktig energikris. Man har sagt att vi går mot en snabb förbrukning av våra energitillgångar. Mot seklets slut eller i början av nästa sekel skulle vi stå inför en katastrof. Det tänkte vi ta upp som en första punkt, och det skall *Gunnar Hambraeus* tala om.

Det har också talats mycket om en energikris i den meningen att vårt utnyttjande av energitillgångarna stöter på en tydlig vall genom att vi med hänsyn till vår miljö inte kan fortsätta som vi håller på nu. Det problemet skall inledningsvis behandlas av *Karl-Göran Mäler*.

Man har också diskuterat problemet från en mera kortsiktig synpunkt. Även om man inte skulle tro på en långsiktig kris på energiområdet, har man sagt att vi kortsiktigt kommer att möta stora övergångsproblem inom energiområdet. Vi går mot en stark expansion i efter-

frågan, men samtidigt har vi svårt att på olika områden få fram de energitillgångar vi behöver snabbt och effektivt — det kan exempelvis gälla en utbyggnad av vattenkraften. Vi möter här också politiska problem. Hur vi skall angripa problemen, inte på kortare sikt, men på 5—10—15 års sikt ur svensk synvinkel skall *Jonas Norrby* tala om.

I diskussionen om energi sägs slutligen att vår efterfrågan ständigt stiger utefter en obönhörlig linje. Det är en exponentiell tillväxt i efterfrågan, och man utgår från att vi inte kan göra mycket åt den saken. Trögheterna och anpassningsproblemen härvidlag skall *Rolf Gradin* diskutera.

Gunnar Hambraeus har ett rikt förflutet på detta område som tidigare redaktör för *Teknisk tidskrift* och numera ansvarig för IVAs handlande och låtande. Han är väl lämpad att diskutera de här frågorna eftersom enligt vad vi har kunnat se det långsiktiga problemet i stor utsträckning är en fråga om teknologins framsteg och möjligheter.

Tillgången på energikällor

En kilowattimme är enligt en mer populär definition det mekaniska arbete som en människa utför om hon arbetar hårt i 16 timmar. Den energimängden köper vi som elektricitet för 10 à 20 öre. Men det är i alla fall en mycket liten enhet, och den enhet som vi skall använda när vi talar om jordens energitillgångar är terawattimmar, en enhet som är en miljard gånger så stor som kilowattimmen.

En terawattimme motsvarar ungefär 82 000 ton olja. Världens största oljetankar lastar ungefär 5 terawattimmar. Sveriges energibehov 1973 torde vara ungefär 500 terawattimmar. Jordens energikonsumtion för närvarande torde något överstiga 60 000 terawattimmar per år, och den stiger snabbt.

Större delen av detta energibehov tillgodoses för närvarande med fossila bränslen, framför allt olja men också kol och gas. Frågan om vår framtida energiförsörjning och den kris som Erik Höök talar om på litet längre sikt kommer när våra förråd av fossila bränslen är uttömda. Den tiden är inte så avlägsen som vi tror, även om det med vårt lilla dagliga mått mäts är ett stycke dit. Ser vi saken i ett stort sammanhang och mot bakgrund av mänsklighetens miljonårslånga ökenvandring är det här energiuttaget som en ensam liten kaktus vid horisonten. På några hundra år, kanske ett halvt millennium, kommer vi att göra av med de fossila bränslen som har lagrats på jorden under ca 500 miljoner år.

Diskussionen i de böcker som har publicerats på senaste tiden, t ex i Romklubbens rapport, har ganska mycket sysslat med problemet hur mycket fossila bränslen vi har kvar. Hur stora är våra resurser av dessa i varje fall på kort sikt icke förnybara tillgångar?

Hur mycket det finns vet vi inte i dag. Vi har undersökt ganska stora delar av jorden till växlande djup, och de uppskattningar jag kommer att redogöra för är grundade på en extrapolering av vad man känner till från väl undersökta områden. Man antar att de fynd man kan göra på inte lika väl undersökta områden motsvarar fyndigheterna på dessa väl undersökta områden i genomsnitt.

De totala reserverna av kol skulle vara

ungefär 150 miljoner terawattimmar, av olja ungefär 3,5 miljoner terawattimmar och av gas 1,3 miljoner terawattimmar. Jämför man med världsförbrukningen år 1969 skulle kolet räcka i 1 000 år, oljan i 170 år och naturgasen i 130 år. Men eftersom förbrukningen på jorden hela tiden stiger är de här talen för stora. Om man med hjälp av diverse antaganden försöker beräkna hur lång tid med nuvarande stegringstakt det skulle ta innan man har tömt 90 procent av de uppskattade tillgångarna kommer man ner i kortare tider — för kol ungefär 300 år, för olja ca 50 och för gas 25.

Vi får nog tillfälle att komma till reservationerna sedan. De är många. Förmodligen är dessa värden låga — hur mycket för låga är svårt att säga.

Detta gällde fossila bränslen, men hur är det med uran? Det beror på vad man vill betala för uran. I den prisklass som vi för närvarande rör oss i, upp till ungefär 10 dollar per pund uran, finns det i kända tillgångar 150 000 ton, och de överslag man har gjort tyder på att man skulle kunna hitta ungefär lika mycket till inom den här prisklassen. Men för planerade kärnkraftutbyggnader med lättvattenreaktorer som vi nu har skulle vi fram till 1985 behöva 750 000 ton. Det är 100 000 ton mer än vad som i dag finns i kända fyndigheter.

Om vi skulle tillåta priset att stiga till 15 dollar per pund, skulle förmodligen tillgångarna fördubblas ytterligare en gång, och bli skulle våra egna mycket omfattande naturtillgångar i Billingen och på andra ställen bli brytvärda. Fortfarande rör det sig emellertid med den här tekniken om en energitillgång endast för innevarande sekel.

Nu utnyttjar den nuvarande generationen av reaktorer bara några tiondels procent av uranet. Det finns metoder att utnyttja väsentligt mer — överslagsvis ungefär 100 gånger mer — i de sk bryderreaktorerna. När vi har löst de problemen — vilket vi är på god väg att göra, med vissa reservationer, som jag återkommer till — betyder det att tillgångarna skulle ungefär hundrafaldigas och att energitillgången har samma storleksordning som kolet, men det är fortfarande bara frågan om ett par sekel.

Den verkligt radikala lösningen på

energiproblemet på lång sikt skulle vara att använda väteenergin, fusionsenergin. Det är den energi som atombomben utnyttjar. Där är problemet tekniskt löst, men reaktionen är något för häftig för civila ändamål, åtminstone för alstring av elektricitet. Man önskar kunna i en reaktor sammanhålla en gasmassa med temperaturer, som man eljest bara uppnår i atombomber, under en tid och med en täthet så att man får i gång en kontrollerad fusionsreaktion. Det problemet är, vill jag hävda, ännu inte med säkerhet teoretiskt löst, och vi är långt ifrån den praktiska lösningen. Hur långt ifrån vi är kan diskuteras — det finns flera olika lösningsförslag framlagda, bl a av Lehnert här i Sverige. Realiserandet av dem kommer enligt min uppfattning att dröja till andra sidan av år 2000. Men om vi lyckas lösa detta, har vi verkligen lösgjort en energitillgång som skulle räcka mycket länge. Vi skulle då utnyttja innehållet av tungt väte i världshaven. En procent av vad världshaven innehåller är en halv miljon gånger så mycket som vi har totalt i alla fossila bränslen på jorden.

Sedan finns det naturligtvis också andra potentiella energitillgångar att utnyttja. Vi har i Sverige haft stor nytta av vattenkraften, och när den nu är utbyggd i Sverige finns det fortfarande mycket kvar av outbyggd vattenkraft i världen. Det är bara ungefär 10 procent av vattenkraften som är utbyggd. Det värsta är att de vattenfall som kan byggas ut ligger fjärran från oss, i Afrika, Sydamerika och sydvästra Asien bland de mest isolerade länderna.

Solenergin kommer väl så småningom att förtjäna i varje fall ytterligare studier. Många fantasieggande lösningsförslag har framlagts. Svårigheterna är flerfaldiga. Man måste hålla sig i områden som verkligen har sol, vilket vi sällan har i Sverige, och i varje fall blir utnyttjandet av solenergin utrymmeskrävande. Ett solevverk för 1 000 megawatt, alltså i klass med de stora kärnkraftverk vi bygger i Sverige, täcker en yta av 25—70 kvadratkilometer enligt amerikanska beräkningar.

Det finns också andra energiformer: vind-elverk, som väl kommer, särskilt på avlägsna platser, men knappast kommer att spela någon roll i vår energiförsörjning, tidvattenverk och jordkraftverk. Vi får kanske tillfälle att återkomma till detta.

Karl-Göran Mäler:

Gunnar Hambraeus talade om urantillgångarna som funktion av priset på uran. Kan inte samma resonemang tillämpas på de fossila bränslena? De uppskattningar som vi fick lyssna till måste vara baserade på något visst pris på den typen av energi. Är det så att dessa tillgångar kommer att växa om priset på fossila bränslen stiger, på samma sätt som fallet är med uran?

Gunnar Hambraeus:

Ja, detta är en av de reservationer jag antydde. För närvarande utnyttjas inte mer än 30—50 procent av oljekällornas innehåll. Resten blir kvar nere i jorden. Med uppoffring av pengar — hur mycket det gäller diskuteras — kan man utvinna väsentligt mer. Vi har mycket stora fyndigheter av oljesand och oljeskiffer som för närvarande är helt oekonomiska. De reserverna är av ungefär samma storleksordning som de kända fyndigheter som vi nu utnyttjar — förmodligen finns det ännu mer.

På samma sätt kan man beträffande kol gå ned till väsentligt fattigare fyndigheter. Naturgas finns också att utnyttja i stora mängder om man lyckas sönderdela de bergsformationer där naturgasen finns. Amerikanerna har framlagt ett projekt att med hjälp av kärnladdningar spränga sönder sådana formationer och utvinna gas, men av huvudsakligen politiska skäl har det projektet lagts på is.

Här finns, som Mäler sade, mer att hämta. Prisgränserna kan diskuteras. Det finns en lag som heter Laskis lag som säger att om kostnaderna tillåts stiga lineärt stiger tillgångarna exponentiellt, men det sägs inte med vilken exponent.

Jonas Norrby:

När man talar om hur mycket olja som finns och även beaktar prisvariationerna brukar man ofta röra sig med föreställningen att oljans pris blir fördubblat eller kanske stiger ännu mer. Omsatt i elektrisk ekonomi innebär detta att om oljepriset fördubblas ökar priset per kilowattimme i ett vanligt kraftverk med ungefär 2 öre. Om däremot priset på natururan fördubblas ökar priset på energin med ungefär 0,2 öre per kilowattimme. Priset på natururan skulle alltså kunna tiofaldigas innan man har kommit upp till samma ökning av elpriset som när oljepriset fördubblas. Därför kan vi räkna med helt andra tillgångar på uran än som här har nämnts — jag skulle tro att de är hundrafaldigt större. Det

gör att man kan se med ganska stort förtroende på de urantillgångar som finns i världen. Att svälja en fördubbling av oljepriset är vi beredda till på ett decennium, och motsvarande sak bör gälla uran.

Hambraeus:

Det är helt riktigt som Jonas Norrby säger att vi kan utnyttja mycket fattiga uranmalmer, men då uppträder andra problem, som jag tror att Mäler kommer in på när han skall tala om miljön. Redan de brytningsmängder man talar om i samband med Billingen är ju från miljösynpunkt relativt avskräckande. Skall vi börja tillgodogöra oss uraninnehållet i graniten i den svenska berggrunden blir det fråga om att mala ner ganska stora berg.

Norrby:

Men om man tar det ur havsvatten syns det inte så mycket.

Hambraeus:

Tyvärr är halten mycket låg. Jag vill minnas den är 5 ton per kubikkilometer.

Norrby:

Jag tror ändå inte att kostnaden för det uranet ligger på mer än kanske 100 dollar per pund, och det är inte så fruktansvärt mycket.

Rolf Gradin:

Vi hörde av Gunnar Hambraeus att koltillgångarna är betydligt större än oljetillgångarna, men det har pågått en förskjutning från kol mot olja av bekvämlighets-skäl och andra skäl. Man har inte velat syssla med det smutsiga kolet, och det har inte varit möjligt att automatisera hanteringen i så stor utsträckning. Kan vi på sikt räkna med en återgång till det så att säga mer primitiva bränslet kol? Kan man utveckla hanteringstekniken så att även kolet blir ett bekvämt bränsle?

Hambraeus:

Det finns möjlighet att förgasa kol under jord, men metoderna är tekniskt ofullgångna och dyra. Det finns också möjligheter att automatisera kolbrytningen i goda flöter, och försök pågår med detta. Om det blir en allvarlig brist på kolväten förmodar jag att vi tvingas återgå till kolet, men jag hoppas annars att kärnenergin skall ta över

kolets roll så att vi slipper sända ner alltför många gruvarbetare i kolgruvorna.

Erik Höök:

Gunnar Hambraeus åberopade MIT-studien och de perspektiv som den gav. Den pessimism som där kom fram berodde på att man inte räknade med några tekniska framsteg utan förutsatte nuvarande teknologi och nuvarande kunskaper. När Hambraeus diskuterade de här frågorna nämnde han de latent möjligheterna att tillvarata väteenergi, solenergi osv. Vilken prognos och vilken tro har du såsom ansvarig för en akademi som sysslar med tillämpad vetenskap när det gäller tekniska framsteg? Är det rimligt att tro att våra möjligheter att skaffa oss ökade kunskaper nu är uttömda? Hittills har vi ständigt kunnat iakttä enormt snabba framsteg.

Hambraeus:

Det är roligare att tala om det man vet än om det man tror. Jag skulle tro att de hinder som möter på vägen mot ett tillgodo-seende av våra behov inte kommer att vara av teknisk art. Jag tror att de tekniska problemen är enkla att lösa i jämförelse med många andra.

Höök:

Du tror alltså att problemet med fusionsenergin får sin lösning omkring år 2000?

Hambraeus:

Som jag sade tidigare är problemet inte teoretiskt löst i dag, men jag tror det finns goda möjligheter att lösa det. Skulle vi inte lösa det, tror jag det finns andra möjligheter att ta till när det gäller energiförsörjningen. Vi kommer emellertid att möta alla möjliga hinder, och det är inte säkert att det är just bristen på fossila bränslen eller frånvaron av en lösning på fusionsproblemet som kommer att utgöra det största hindret, utan det kan vara helt andra saker som dyker upp. Bland potentiella bristvaror på längre sikt finns en sådan för kraftverksutbyggnad och energiförsörjning så utomordentligt viktig råvara som koppar. Vi har för ögonblicket relativt gott om helium, men skulle vi få en kraftindustri som kräver utveckling av supraledare, kommer heliet snart att ta slut. På det sättet kan det dyka upp alla möjliga tekniska svårigheter som vi inte har räknat med och som kan bli värre än det primära energiproblemet.

Höök:

Vi går så över till frågan, om hänsynen till miljön utgör en klar restriktion som innebär att vi där får en kris om vi fortsätter

vår energiförbrukning på samma sätt som hittills.

Karl-Göran Mäler sysslar i sin forskning med miljöproblemen och har hållit på just med miljöekonomi.

KARL-GÖRAN MÄLER

Energianvändning och miljöhänsyn

Jag vill betona vad Erik Höök sade att jag har sysslat med miljöekonomi, dvs att jag är ekonom. Det jag skall säga här måste vara saker och ting som naturvetare, ingenjörer och biologer skulle kunna säga mycket bättre. Jag får därför nöja mig med att ge en sammanfattning av de, som jag uppfattar det, väsentligaste miljöhänsyn som måste tas. Men för att få fast mark under fötterna skall jag i slutet av den här inledningen komma in på litet ekonomiska resonemang. Till en början blir det rätt spekulativt.

Frågan gäller om miljöhänsynen utgör en restriktion för den framtida användningen av energi. Är det så att de negativa effekterna av energiframställning och energikonsumtion på miljön medför att vi är tvungna att bromsa energisidans utveckling? Eller, om vi vänder på frågan: Är det i stället så att just miljöhänsynen kommer att medföra ett ökat behov av energi? Om vi vill öka återanvändningen av råvaror, om vi vill öka avfallsbehandlingen etc, medför detta en ökad efterfrågan på energi. Det är inte säkert a priori att restriktionen för miljön kommer från de negativa effekterna på miljön av energiframställningen, utan det kan vara en undre gräns på energiproduktionen som måste upprätthållas.

Låt mig se på de negativa miljöeffekter som kommer från energisidan! Eftersom allt mänskligt handlande är förknippat med energi, kan vi alltså inräkna alla miljöeffekter. Men om man gör en konventionell begränsning skulle man kunna dela in effekterna i globala effekter på klimatet, regionala och lokala effekter från emission av restprodukter — inklusive radioaktivitet från kärnkraftverk och uppvärmning av en lokal miljö, t ex ett vattendrag. Vi har också rent estetiska effekter på grund av gruvbrytning och andra störande inslag i naturen såsom kyltorn, utbyggnad av vattenkraft etc.

Jag skall försöka ge en snabb översikt över de tänkbara störningarna utan anspråk på att ge en komplett bild.

Om vi börjar med de globala effekterna är det fråga om effekter på klimatet. Det finns t ex de som säger att en ökning av koncentrationen av koldioxid i atmosfären kommer att leda till en drivhuseffekt genom att solens mer kortvägiga strålning kan tränga igenom, medan jordens utstrålning reflekteras tillbaka. Vi skulle få en uppvärmning. Detta har man inte observerat, och förklaringen antas vara att drivhuseffekten balanseras av en ökad koncentration av stoft, sot och aska i atmosfären, vilket minskar den inkommande solenergin.

Men även om vi bortser från sådana emissioner har energianvändningen direkta effekter på klimatet, då all energi förr eller senare övergår till värme. Av människan producerat värme utgör för närvarande en ytterst liten del i jämförelse med den energi vi får från solen eller i jämförelse med den energi vi får från jordens inre. För närvarande producerar mänskligheten värme som är dubbelt så stort som det värme vi får från vulkaner och heta källor. För närvarande innebär alltså detta ingen begränsning på energiproduktionen.

Med på längre sikt, om nuvarande tillväxttakt i energiproduktion och energikonsumtion håller i sig, är det möjligt att den globala effekten på klimatet kan innebära en allvarlig begränsning på hur mycket vi kan konsumera av energi.

De flesta miljöstörande effekterna från energi kommer emellertid från utsläpp från icke önskade ämnen. Vi har t ex utsläpp av värme, vilket kan påverka den lokala miljön — uppvärmning av vattendrag kan medföra betydande skador i vattendragen, speciellt om de redan är belastade med organiskt avfall. Ett alternativ är att konstruera jättelika kyltorn, vilket kanske främst från estetisk synpunkt är motbjudande. Det är möjligt att de här effekterna kommer att ge vissa lokala begränsningar på energikonsumtionen, men jag har svårt att tro att det skulle innebära en allmän restriktion

på jordens energiproduktion.

Jag har redan omnämnt de globala effekterna av utsläpp av koldioxid, stoft och aska, men det har också lokala effekter, dels direkt på hälsan, dels också rent estetiska effekter. Lyckligtvis finns det möjligheter att begränsa stoftutsläppet, t ex genom tvättning av rökgaserna, varför jag har svårt att tro att detta kommer att utgöra någon verklig restriktion på användningen av energi.

Det samma gäller även de kväveoxider som kommer från bilarnas avgaser, som kan ge upphov till fotokemisk smog. Det finns tekniska möjligheter att eliminera dessa utsläpp, även om kostnaderna blir höga — vi får vara beredda att betala mer för att åka bil eller också måste vi övergå till kollektiv trafik.

En annan olägenhet uppstår genom utsläpp av svaveldioxid. Eftersom svaveldioxidutsläppen och dess effekter är kända, t ex genom en svensk case study som presenterades vid Förenta Nationernas konferens i Stockholm för ett år sedan, och eftersom de utsläppen är väl lämpade för ekonomisk analys, tänker jag behandla svavelproblemet litet mer ingående.

Globalt sett utgör det svavel i atmosfären som kommer från mänsklig aktivitet en liten del av den naturliga förekomsten av svavel, men de mänskliga utsläppen av svaveldioxid är ojämnt fördelade över jordens yta. Över Central- och Nordvästeuropa utgör de mänskliga utsläppen av svaveldioxid 75 procent av den totala mängden. Grovt sett kan effekten av svaveldioxidemissionerna uppdelas i regionala och lokala effekter. De lokala problemen uppstår genom höga koncentrationer av svaveldioxid i atmosfären. Den höga koncentrationen av SO₂ har effekter på hälsan, vilket har klart demonstrerats av Lester Lave och Eugene Seskin. Vidare medför de höga koncentrationerna korrosion. Det som mest observeras är kanske effekterna på kalk- och sandsten. Vissa gamla byggnader påstås bli förstörda av svaveldioxid. Slutligen har vi effekterna på vegetation — det är speciellt bladen som är utsatta, och detta påverkar växtlighetens tillväxttakt.

Dessa lokala problem kan självfallet lösas om man kan åstadkomma en reduktion av emissionerna, men även åtgärder som syftar till att sprida svaveldioxiden, t ex högre skorstenar och utspridning av källorna, kan vara medel att lösa problemet.

De regionala problemen uppstår genom att svaveldioxiden oxideras till sva-

velsyra och faller ner på mark, i vatten och på vegetationen. Den försurningen av marken som blir resultatet har effekter på jordbruk och skogsbruk, och försuras vattendragen trivs inte längre vissa fiskar. Dessutom kan igenväxning påskyndas. Alla de här effekterna är väl kända kvalitativt. Däremot vet vi ännu så länge ytterst litet om de kvantitativa sambanden.

En från ekonomisk synpunkt mycket intressant egenskap är att depositionen av svavel i det stora hela inte beror på den geografiska spridningen av källorna utan enbart på den totala mängden svaveldioxid som släpps ut. Detta beror naturligtvis på den långa uppehållstiden i atmosfären för svavlet. En konsekvens av den långa uppehållstiden är att endast 50 procent av den totala depositionen av svavel i Sverige beror på inhemska källor — resten kommer från kontinenten och England.

För att lösa det regionala problemet krävs alltså en minskning av de totala emissionerna, alternativt en behandling av mark och vatten för att neutralisera effekterna, men jag bortser från det senare.

Den dominerande källan för SO₂-emissionen är förbränning av tjock eldningsolja, vilket för närvarande ger ca 623 000 ton svaveldioxid per år, eller 72 procent av den totala emissionen i Sverige. Lätt eldningsolja bidrar med 92 000 ton, eller ca 11 procent. Slutligen uppgår utsläppen från processindustrierna till ca 150 000 ton, varav 100 000 ton kommer från massaindustrin.

För att minska de totala utsläppen kan man övergå till olja med lägre svavelhalt, t ex genom att använda naturligt lågsvavlig olja eller använda avsvavlade olja. Sannolikt kommer priset på naturligt lågsvavlig olja att helt bestämmas av avsvavlingskostnaderna för vanlig olja. För att komma ner i en svavelhalt om ca 1 procent kommer kostnaderna per ton olja att stiga med ca 40 kronor, och om man önskar gå ner till 0,5 procent kommer kostnaderna att bli ca 50 kronor per ton olja. Dessa uppgifter måste tas med en nypa salt, eftersom de tillgängliga estimaterna skiljer sig mycket, men de ger en bild av storleksordningen. Det innebär att det skulle kosta minst 500 kronor per ton svaveldioxid som vi minskar emissionerna med. Kostnaderna stiger mycket snabbt om man önskar öka avsvavlingsgraden, framför allt genom att det blir betydligt mindre mängd svavel som infångas ju lägre svavelhalten är.

De totala svavelutsläppen kan också minskas genom rökgasavsvavling, genom att man tvättar rökgaserna i skrubbrar. Vid Södersjukhuset här i Stockholm har man installerat sådana skrubbrar. Man beräknar kostnaderna till 700 kronor per ton infångad svaveldioxid.

Att reducera utsläppen från processindustrierna är i allmänhet den billigaste vägen, men genom att de endast motsvarar 17 procent av de totala utsläppen blir reduktionen inte stor.

Låt mig i det sammanhanget ta upp den intressanta frågan om vilka instrument man kan använda i den miljöpolitiska arsenalen.

Genom att depositions bilden i det regionala problemet inte beror på svavelkällornas geografiska spridning är det regionala problemet lätt att analysera med hjälp av vanlig ekonomisk teori. Ekonomer har ofta förordat användning av avgifter som ett instrument i miljöpolitiken. Idén skulle vara att man gör det dyrt för företag, individer och kommuner att släppa ut icke önskade ämnen, så att de frivilligt reducerar sina emissioner. Poängen med avgifter skulle vara att de ledde till en samhällsekonomiskt billig reduktion. De för vilka det är billigt att reducera utsläppen kommer att genomföra stora reduktioner, medan de för vilka motsvarande kostnader är höga kommer att genomföra mindre reduktioner. Genom att variera avgiftens storlek kan man nå den önskade reduktionen.

Att uppnå samma sak genom centrala regleringar torde ej vara möjligt, framför allt på grund av att den nödvändiga tekniska informationen är decentraliserad till olika företag, och knappast kan centraliseras till något statligt verk.

Det här resonemanget om avgifter förutsätter emellertid att utsläppen från olika källor har samma effekt på miljön. Om vi ser på det lokala svaveldioxidproblemet finner vi att miljöeffekterna beror på skorstenshöjden, vilket skulle implicera att avgiften skulle bli lägre ju högre skorstenen är. Ett sådant system skulle leda till byråkratiskt krångel.

Om vi ser på det regionala problemet, där olika källor ger upphov till samma effekter oavsett var källan är lokaliserad, har vi där en sådan störning att en likformig avgift på svavelutsläppet inte bara är möjlig utan kan väntas leda till en samhällsekonomiskt billig begränsning av emissionerna.

Det uppstår heller inga större problem vad beträffar möjligheterna att mäta sva-

velutsläppen. När det gäller svaveldioxidemissioner från eldningsolja är det möjligt att lägga avgiften på svavelhalten i eldningsolja, eventuellt kombinerat med en återbäring till dem som kan visa att de har infångat svavel från rökgaserna. Från processindustrin skulle det vara möjligt att ta ut en avgift på användning av svavel, kombinerad med motsvarande återbäring.

Genom ett sådant avgiftssystem borde det vara möjligt att reducera svaveldioxidemissionerna med betydande mängder, samtidigt som kostnaderna för detta kan minimeras. Men då endast 50 procent av den totala depositionen i Sverige beror på inhemska källor, uppnår vi inte en motsvarande reduktion av depositionen om vi inte kan uppnå en internationell överenskommelse.

Låt mig sluta med att försöka dra tre slutsatser av vad jag har sagt:

1) De negativa effekterna på miljön av en ökad energikonsumtion kommer ej inom överskådlig tid att sätta en restriktion på energiproduktionen — på längre sikt är det möjligt.

2) Det är möjligt och troligt att återanvändning i framtiden blir mer vanlig dels på grund av miljöhänsyn, dels på grund av resursknapphet. Detta kan öka efterfrågan på energi.

3) Avgifter kan åtminstone i vissa fall vara ett effektivt medel att begränsa eller eliminera de negativa miljöstörningar som uppkommer från energisidan.

Rolf Gradin:

Problemet är väl att vi ofta inte vet om en påverkan på miljön är positiv eller negativ. Måler nämnde exemplet med varmvattenutsläpp. Det finns teorier — även naturvårdsverket i Sverige är med om att utforma dem — om att man skulle kunna utnyttja varmvattenutsläppen i positiv anda genom att öka strömningarna i vattendragen, så att syrsättningen sker effektivare. Det gäller t ex de stora varmvattenutsläppen från framtidens kärnkraftverk. Jag vet att Vattenfall har gått med i ett experiment på detta område.

Jonas Norrby:

Det kan jag bekräfta. När vi bygger ut Forsmarks kärnkraftverk i norra Uppland är avsikten att göra en speciell anordning för utloppet av kylvattnet, som är ungefär 10 grader varmare än det intagna vattnet. Nu söker man efter intagsvatten som är så kallt som möjligt, och under stora delar av

året kommer temperaturen att ligga på 5 grader. När det släpps ut kommer det att ha en temperatur på ungefär 15 grader. Man tänker släppa ut detta vatten i en lagun som bildas genom att man knutit en ring av öar. Inom den avgränsade arean, där man alltså har detta tiogradigt uppvärmda vatten och kanske dessutom en kollossalt svag radioaktivitet, tänker man vetenskapligt studera vad som kan hända med den biologiska miljön. De här åtgärderna kommer att kosta ett par miljoner kronor i anläggning. Driften skall skötas av naturvårdsverket.

Jag kanske också skulle tillägga att vid det redan i drift varande kärnkraftverket i Oskarshamn utförs vissa undersökningar av kylvattenutsläppens effekt på växande fisk. Såvitt jag vet är de hittills gjorda erfarenheterna positiva: fisken växer påtagligt fort. Det fordras givetvis rätt långa serier för att man skall kunna uttala sig mera säkert om detta, men tendensen bekräftas av de informationer som kommit från engelska försöksstationer där det gällt fisk men också musslor och där man säger sig ha fått positiva effekter. Eventuellt har alltså detta förkättrade kylvatten — det har kallats avloppsvatten — en positiv effekt, åtminstone i vissa situationer.

Gunnar Hambræus:

Mäler nämnde en del miljötekniska problem. Det vore nog bra om vi sorterade dem. Jag tror tex att den globala uppvärmningen av jorden från vår energikonsumtion är under överskådlig tid försumbar. Vad vi för närvarande gör av med på jorden är, om jag räknar rätt på nollorna, fyra tusendels procent av vad solen strålar in mot jorden. Den effekten kan vi alltså bortse från.

Jag tror också att den lokala uppvärmningen är praktiskt taget försumbar i Sverige och andra länder, tex USA, som har långa kustlinjer och möjlighet att förlägga de stora kraftverken på lämpligt avstånd från kusten. Detta kommer enligt min uppfattning inte att ge upphov till några problem.

Det normala utsläppet av radioaktivitet från kärnenergianläggningar är utomordentligt litet redan nu och kan till måttliga kostnader reduceras ytterligare till önskad nivå, så inte heller detta bör bereda några bekymmer. Jag tror också att avfallshanteringen från de stora kärnkraftverken är ett problem som vi har gott om tid att lösa, och vi kommer att kunna lösa det tekniskt. Jag menar att katastrofriskerna från stora kärnkraftverk redan i dag är väsentligt lägre

än de katastrofrisker vi accepterar vid andra anläggningar av tekniskt art, och de kan till rimlig kostnad reduceras ytterligare. . .

Svavelproblemet kan vi behärska. Det regionala svavelproblemet som Mäler talade om är ett problem för länder med sura jordar. Vi har tyvärr mycket sura jordar i Sverige, under det att man i andra delar av världen har basiska jordar, där dessa utsläpp är ofarliga eller kanske to m gynnsamma.

Det finns naturligtvis en del risker som vi bör observera och tänka grundligt på. Jag vill nämna en miljörisk. Det är den situation som inträffar när vi får briderreaktorer i fullt sving — en reaktortyp där vi kommer att använda plutonium av vapenkvalitet i mycket stora mängder. Det finns då möjligheter för samvetslösa nationer, samvetslösa grupper och samvetslösa individer att skaffa sig tillgång till plutonium av vapenkvalitet. Det är ett problem som jag under något år nere i Wien försökt lösa inom det internationella atomenergiorganet. Man vidtar en del åtgärder, men åtminstone för något år sedan ansågs problemet praktiskt taget olösbart. Det är ett psykologiskt, politiskt, möjligtvis något litet ekonomiskt och i änden till någon liten promille ett tekniskt problem. Jag tror det är problem av den arten som kommer att skapa eventuella energikriser, inte problem med restvärme och radioaktivt utsläpp.

Norrby:

Vi bör fästa stort avseende vid miljöeffekterna och över huvud taget de tänkbara skadliga effekterna av all energianvändning. Jag föreställer mig att man där har ett förspång när det gäller kärnenergi. Där har man från början varit så noga med att klara ut en hel del problem av den här arten att de summor som man har satsat är ofantligt mycket större än det som satsats på andra energiområden, och jag tycker det borde mana till efterföljd.

Det här berör naturligtvis i någon mån frågan om miljöavgifter. Sådana har vi inte ännu i Sverige, och jag vet inte om vi bör ha dem heller. Det är kanske bättre att över huvud taget ordna med ett ordentligt forskningsprogram på det området. Jag vill påpeka att i den mån vi har miljöavgifter står de att finna vid utbyggandet av vattenkraft. Det är ganska löjligt att det i vårt moderna Sverige är först när man går tillbaka till 1918 års vattenlag som man finner kloka och förutseende tankar på detta område. Där talas om regleringsavgifter som skall kompensera för mera allmänna

olägenheter som sjöregleringar kan orsaka för kringliggande bygd, och där talas också om fiskeavgifter med vilka man skall reparera skador som kan uppstå på fisket.

Gradin:

Jag vill först bekräfta att Gunnar Hambræus räknade rätt — det blir fyra tusendels procent. Får jag sedan ta upp detta med miljöavgifter. Det står i direktiven till den sittande energiprognosutredningen att vi skall se på olika alternativa utvecklingslinjer, analysera dem och jämföra dem inbördes. Det är förhållandevis lätt att räkna ut de rena kostnaderna för att producera och använda energi av ena eller andra slaget, men så måste vi också värdera miljöpåverkan på något sätt. Om vi hade ett system för att sätta pris på miljön, skulle det vara enkelt. Vi hoppas — åtminstone gör jag själv det — mycket av de här funderingarna.

Då kommer ett problem upp: Hur skall man värdera de estetiska miljöeffekterna? Skall vi skaffa oss en riksläkare som bestämmer att en grön kraftledningsstolpe skall kosta 4 kronor och en 20 meter hög damm 73 kronor per löpmeter? Får jag hårdra ett exempel för att provocera: Vi har som känt fått nästan ett totalstopp i vattenkraftsutbyggnaden, till stor del av estetiska skäl. Betyder det att vi där har en avgift för den estetiska miljön som närmar sig oändligheten?

JONAS NORRBY

Sveriges energiförsörjning i framtiden

Jag vill börja med det litet banala påståendet att vi i dag inte har någon energikris i Sverige. Det finns kanske de som opponerar sig mot påståendet, men jag tror för min del att det är så. Däremot tror jag vi kan se fram mot stigande energipriser, speciellt på olja. Vidare är vi på ett ganska riskabelt sätt beroende av oljeimport för vår energiförsörjning — ungefär tre fjärdedelar av vår energiförsörjning beror på olja.

När man i dag talar om energikris under de närmaste tio, tjugo åren, är det framför allt förhållandena i USA som ligger i botten, och därför skall jag inledningsvis uppehålla mig litet vid pro-

Mäler:

Jag vill svara Norrby: Avgift, ja! Forskning, ja! Det är inga substitut. Om man forskar fram sätt att reducera miljöeffekterna måste man också ha något medel att se till att de används. Poängen med avgifter är att man skall se till att dessa medel kommer till användning.

När det gäller värdering av miljöskadorna är vi inne på ett oerhört svårt område på grund av att vi här inte har några marknader. Vi kan åstadkomma monetära värderingar av många saker beroende på att vi har något så när fungerande marknader där det finns priser med vilka vi kan väga ihop apelsiner, äpplen och bananer, men eftersom vi inte har någon marknad för miljöeffekterna avslöjas aldrig konsumenternas preferenser i form av priser. Den rimliga utvägen är att låta det hela bestämmas av politiska beslut som kan underbyggas av diverse ekonomiska kalkyler. Man har nämligen vissa möjligheter att göra uppskattningar av kostnaderna för miljöskador. De möjligheterna är mycket begränsade, men de kan ge en viss vägledning för medborgarna i samhället och för politikerna som skall fatta besluten. Det är den enda rekommendation jag kan ge.

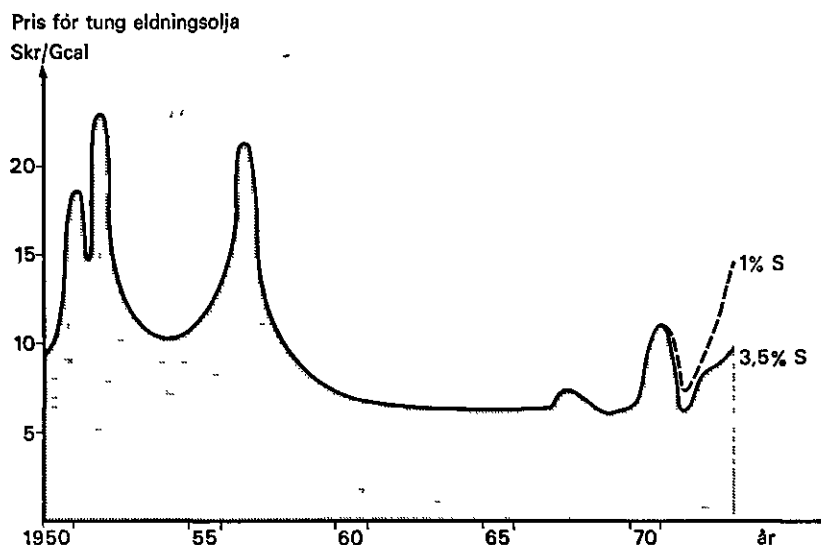
Höök:

Därmed skulle vi kanske låta Jonas Norrby komma in och tala om hur han uppfattar energiproblemen från svensk synpunkt på något kortare sikt än Gunnar Hambræus angav.

blemen i USA.

Det är märkligt att man har råkat i svårigheter med sin energiförsörjning just i USA, som är den verkliga stormakten på energiområdet. Det började för en del år sedan med det stora sammanbrottet på kraftnätet i New York-området. Sedan dess har man haft många smärre incidenter i elförsörjningen, inte minst i form av effektbrist under somrarna, då alla luftkonditioneringsaggregat kopplas in. I vinter har dessutom en ren bränslebrist uppträtt, och man har måst ransonera bränsletilldelningen på flera ställen i Mellanvästern t o m för så primära behov som bostadsuppvärmning och kom-

Diagram 1



I diagrammets högerkant framträder prisgapet mellan olja med låg svavelhalt (S) och sk normalolja.

munikationer.

Det finns en del som påstår att alla dessa problem kan ledas tillbaka till ett enda fundamentalt fel i den amerikanska energipolitiken, nämligen att man från början satte ett för lågt pris på naturgasen — man betraktade den som en över-skottsprodukt. Detta har dragit ner priserna på andra energiformer och i sin tur lett till att incitament att leta efter ytterligare bränsletillgångar har uteblivit.

De låga energipriserna har samtidigt lett till en snabbt stigande konsumtion. Nu har USA plötsligt vaknat upp och finner att de inhemska resurserna är otillräckliga för den fortfarande snabbt stigande konsumtionen.

Bilden är naturligtvis mycket förenklad. Till den dramatiska utvecklingen under de senaste åren har också många andra faktorer bidragit. Låt mig bara nämna miljöfrågan, som i USA lett till svåra komplikationer och förseningar av nya anläggningar — det må gälla kärnkraftverk, kraftledningar eller oljeraffinerier.

Hur som helst — resultatet är fullt klart: USA, världens i särklass största konsument, måste börja importera bränslen, i första hand olja, i mycket stora kvantiteter. Den inhemska produktionen är nu fallande trots stora nya fynd. Importen fram till 1985 från västra halvklotet förblir ungefär konstant, huvudsakligen från Venezuela. Från östra hemisfären blir importen kraftigt stigande

vilket innebär att USAs oljebehov redan 1980 skulle till hälften täckas från områden österifrån, dvs Mellersta Östern och Nordafrika. Nu går oljeströmmen från dessa områden huvudsakligen till Västeuropa och Japan. 1980 har dessa strömmar svällt ut, och dessutom har således USA tillkommit som en mycket stor importör. Det är uppenbart att den starka koncentrationen av oljeproduktionen till dessa politiskt labila områden inte ter sig som en särskilt gynnsam utveckling, för att nu göra ett understatement. Dessutom kan det knappast undvikas att oljepriserna skjuter i höjden.

Sverige har tidigare gynnats av låga oljepriser, som framgår av *diagram 1*. Detta är delvis en effekt av vårt geografiska läge med ivriga säljare på både östsidan och västsidan, men den tiden är nog över nu. Vi har den senaste tiden kunnat notera en utpräglad prisökning på tung eldningsolja, och jag befarar att det denna gång, till skillnad från tidigare snabbt övergående kriser — Koreakrisen, Suezkrisen osv — är fråga om en varaktig höjning. Särskilt anmärkningsvärt är det stora prisgapet mellan svavelfattig olja och sk normalolja.

För att rätt kunna bedöma det kortsiktiga perspektivet för vår energiförsörjning är det nödvändigt att ha en uppfattning om tillgången på olika energiråvaror och speciellt oljan. *Diagram 2* visar hur man kan tänka sig att världens oljetillgångar kommer att förbrukas. Tids-

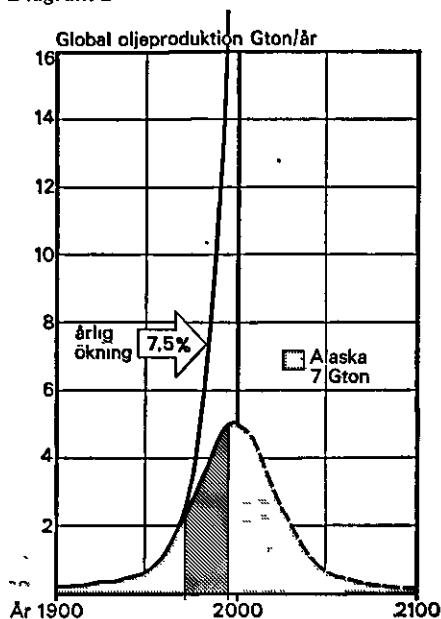
skalan sträcker sig från år 1900 till år 2100. Oljetillgångarna betecknas här av den yta som finns under puckelkurvan. Ytan under den kurvan, som har sitt maximum ungefär år 2000, representerar alltså världens tillgångar på olja enligt moderna, vanligen förekommande uppskattningar.

Oljeförbrukningen har hittills stigit med 7,5 procent per år — det är den linje på bilden som fortsätter upp i himlen. Det framgår med all önskvärd tydlighet att det i varje fall inte kan få fortsätta så. Men även om vi lyckas banta ner vår oljekonsumtion till "puckelkurvan", skulle brandskattningen av världens oljetillgångar bli ett sällsamt melanspel under ungefär två sekler.

Nu säger kanske någon att oljetillgångarna kommer att visa sig vara mycket större än man nu tror. Det är möjligt och det vore sannerligen för väl, så att inte denna unika tillgång på högmolekylära kolväten blir helt och hållet uppbränd. Man måste dra slutsatsen att vi måste hushålla bättre med vår energi, och vi måste så snabbt som möjligt finna ersättare för oljan.

Detta är också till stor del bakgrunden till dagens strävanden inom svensk energipolitik, åtminstone som jag uppfattar dem.

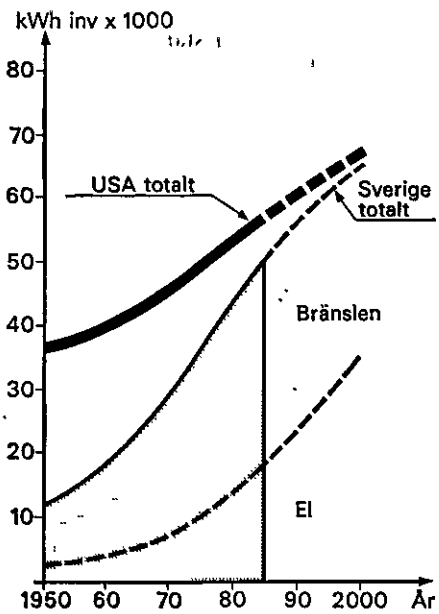
Diagram 2



De tre markerade fälten i ytan under puckelkurvan anger från vänster: förbrukade tillgångar, kända reserver samt uppskattade reserver.

Diagram 3

SVERIGES ENERGIFÖRSÖRJNING
Nyttiggjord energi



För det första försöker vi finna mera närbelägna källor för den olja som vi under alla förhållanden kommer att behöva under många decennier framöver, och vi försöker komplettera med import av naturgas. Vi är i gång med ett bolag som prospekterar efter olja och gas inom svenska områden med en satsning av 150 miljoner kronor. Jag hoppas att vi också kommer att tillsammans med andra länder delta i den prospektering som pågår i Nordsjön, och vi har nyligen bildat ett bolag för import av sovjetisk naturgas.

För det andra satsar vi kraftigt på kärnkraftens utveckling.

För det tredje försöker vi finna former som innebär en bättre hushållning och sparsamhet med energin.

Inom elkraftsektorn innebär nu gällande planering att tillkommande behov i allt väsentligt kommer att täckas av kärnkraft.

Även i detta fall måste dock givetvis bränsletillgångarna i världen övervägas. Det är sant att tillgången på uran till mycket låga priser inte är särskilt stor, men prospekteringen efter uran i dag är mycket ofullständig. Dessutom kan man, som jag nyss framhöll gå till mycket fattigare malmer om man accepterar samma prisökning som vi nu börjar skönja för oljans del, och då ökar urantillgångarna till mycket stora tal.

Sannolikt kommer man emellertid inte att behöva göra sig så stora bekymmer för det här, eftersom man med all sannolikhet kommer att lyckas utveckla kommersiella bridreaktorer. Utvecklingen på det området är starkt på gång i de ledande industriländerna med idrifttagningstider som ligger omkring 1980. Med en sannolik utveckling av bridreaktorerna skulle det inte bli en ständig ökning av uranbehovet, utan i och med att bridreaktorerna kommer in i större mängd vänder kurvan och går ner till ganska behagliga tal.

Sveriges energiförsörjning skulle mot den bakgrund jag har tecknat kunna skisseras enligt *diagram 3*. Ökningen av de totala behoven skulle mattas efter hand. Vi skulle inte i längden räkna med den exponentiella kurvan och inte ens med en rätlinjig utveckling, utan så småningom kommer kurvan att böja av i S-form. Min bedömning är att man ser tydliga tecken på en sådan avböjning mot S-form fram mot sekelskiftet för den totala energin i Sverige.

Elenergin, huvudsakligen baserad på kärnkraft, skulle successivt ta över en allt större del av energiförsörjningen. Men det bör framhållas att detta är en långsam och trög process som framgår av diagrammet. Först kring sekelskiftet torde kärnenergin i vårt land svara för mer än hälften av det totala energibehovet.

Miljöproblemen torde kunna medverka till att det totala energibehovet dämpas tidigare än vad jag här har visat, men det borde rimligtvis inte påverka överflytningen till kärnkraft.

Erik Höök:

Jag fäste mig vid vad Jonas Norrby sade om det amerikanska misstaget med prissättningen på naturgas. Det problemet återkommer på många områden. För några år sedan hade jag anledning att gå igenom olika västeuropeiska länders industripolitik och energipolitik. Nästan alla länder hade skrivit in i sina näringspolitiska program att man skulle försöka tillgodose näringslivet med billig kraft och billig energi för att därmed stimulera en industriell utveckling. Det innebar i allmänhet att man skulle med mer eller mindre konstlade medel försöka hålla nere priserna på energi. I svensk ekonomisk politik är det inte så oerhört länge sedan man hade sådana funderingar. Att man har haft en sådan inriktning har uppenbarligen spelat en roll för hela utvecklingen av förbrukningskurvorna.

Har man accepterat att man måste kasta

alla sådana funderingar över bord och införa en riktig prissättning för energi över hela fältet som även tar hänsyn exempelvis till miljökostnader?

Jonas Norrby:

Det var en svår fråga. Jag kan på det här området bara tala för mitt eget företag. Vi har försökt prissätta vår produkt riktigt. Det är klart att man kan göra felbedömningar i fråga om kostnadsutfallet, men i stort sett har vi ändå uppfyllt det ekonomiska krav som ägaren, dvs statsmakterna, har ställt på oss. Med den omläggning av eltaxan som har skett under fjolåret tror jag vi har kommit fram till en form för taxan som ger rätt prissättning för alla abonnenter — det är ju också ett problem. Prissättningen skall vara riktig antingen abonnenten är stor eller liten, antingen han bor i söder eller i norr osv.

Det är fråga om oerhört långsiktiga investeringar. För ett vattenkraftverk har vi en avskrivningstid på 40 år. Det visar sig emellertid att vattenkraftverk som är 40 år mår som allra bäst. Det är ett problem att överblicka långa tidsrymder. Även om de inte är lika långa när det gäller värmekraften — där räknar man med 25 år — är det alldeles klart att man under de 25 åren kan råka ut för överraskningar, och därför vill jag göra en liten reservation.

På frågan om vi i Sverige har förlitat oss på en lågprispolitik vad beträffar energi tycker jag att jag kan svara ja, eftersom vi har haft en gynnsam upphandlingsituation när det gäller olja. Sverige har varit gynnad nation i fråga om att köpa olja, och det har gjort att vi har blivit expansiva användare av olja. Svenskarna är faktiskt i dag de som förbrukar mest olja per capita i hela världen. Jag vill inte påstå att vi har missbrukat den möjligheten, utan jag tycker tvärtom vi har använt oljan på ett förnuftigt sätt. Användningen av olja har varit en av hävstångerna vid vårt lands industrialisering. Jag tycker inte man kan se något negativt i detta, men det är klart att det kan uppstå omställningsproblem när vi blivit bortskämda med billig olja.

Rolf Gradin:

Som Jonas Norrby sade har vi långa avskrivningstider inom energisektorn. Det räcker alltså inte med att se på dagens prisförhållanden och göra eventuella jämförelser i dagens prisnivå. Vi måste försöka bilda oss en uppfattning om prisutvecklingen för de olika energiformerna. Är det någon i panelen som vill sticka ut huvudet och säga

något om den troliga prisutvecklingen på olja kontra kärnkraft?

Norrby:

Uranet tål en ofantligt mycket större prishöjning än vad oljan gör för att ge samma effekt på kostnaden för kunden. Jag utgår då från att prisutvecklingen för själva apparaturen är ungefär densamma för olja och för kärnkraft.

Höök:

Det har sagts att vi skall hålla ett lågt energipris för att gynna en utveckling av svenskt näringsliv. Detsamma har man sagt i Norge och i många andra länder, och det var anledningen till min första fråga. Av nationella prestigeskäl, i en förväntan om att man skall kunna utveckla industrin genom att subventionera priset på energi eller hålla det på en låg nivå leds man långsiktigt in i en kris. Vi måste göra rent hus med föreställningen att vår inhemska vara inte kostar oss någonting och att vi därför kan fortsätta att utvinna den till låga priser.

Karl-Göran Mäler:

Jonas Norrby visade en kurva över energiförbrukningen och nämnde att den skulle vara S-formad — lutningen skulle minska omkring sekelskiftet. Jag fattade inte vad det skulle bero på. Räknar du med att vi kom-

mer in i en fas där elasticiteten med avseende på nationalinkomsten faller av tekniska skal, eller antar du en minskad tillväxt i ekonomin, eller är det det förhållandet att vi får högre energipriser som kommer att medföra en avmattning eller minskning i tillväxttakten?

Får jag komplettera det med en fråga till samtliga i panelen: Finns det någon kunskap om priselasticiteten på energi? Vet man någonting om effekten på efterfrågan av ändrade energipriser?

Norrby:

Det sista var den fråga jag tänkt ställa till dig. Varför tror jag att utvecklingen kommer att böja av i en S-kurva? Jag tror det kommer att uppträda vissa mättnadsproblem, men jag har inte en aning om på vilken nivå eller när de kommer, utan det är bara ett sätt att försöka exemplifiera sig i diskussionen. Det borde uppstå vissa mättnadsfenomen alldeles oavsett prisfrågor och miljöfrågor.

Höök:

Vi har ett avsnitt kvar. Rolf Gradin skulle ta upp en del av frågorna som hänger ihop med den exponentiellt stigande efterfrågekurvan. Har vi någon möjlighet att med olika åtgärder böja av kurvan, eller har vi att göra med inneboende, naturgivna trögheter?

ROLF GRADIN

Tröghet och anpassningsproblem i energiförbrukningen

Jag skall närmast belysa konsumentens situation. Kan konsumenten minska sin energiförbrukning och — en minst lika viktig fråga — är konsumenten beredd att minska sin energiförbrukning? Jag skall i det sammanhanget också ta upp möjligheterna till substitution.

Om jag börjar med möjligheterna att använda mindre energi skulle jag där vilja skilja på två stadier av litet principiellt olika innebörd. Det första stadiet innebär att vi rationaliserar energianvändningen. Vi undviker onödigt energislöseri, och vi försöker komma bort från höga omvandlingsförluster, men vi utnyttjar fortfarande energi utan begränsning för att få ett behagligt och bekvämt liv

och ett fysiskt mindre påfrestande liv — det kan gälla på arbetsplatsen, i hemmet eller på fritiden.

Sedan kan vi gå ett steg längre och helt enkelt avstå från en del energianvändning, men då måste vi ge avkall på vår bekvämlighet eller något annat som vi värderar.

Min personliga tro är att vi inte är beredda att ta det andra steget, om vi inte blir tvingade till det — får vi inte fram energi måste vi ta det steget hur bittert det än känns. Jag tror att vi kan sträcka vår ambition till att uppnå en rationell energianvändning men i oträngt mål inte längre.

Vi kan uppnå den rationellare energi-

användningen på olika sätt. Jag skall illustrera det med några typfall. Mitt första är tekniska åtgärder. Vi har där en möjlighet att minska energiförbrukningen utan att konsumenten egentligen märker det — det betyder att det inte är någon uppoffring för konsumenten. Ett bra exempel är att bygga hus med kraftigare värmeisolering — då kan vi utan att sänka värmestandarden klara oss med betydligt mindre energi. Ett annat exempel är trappautomaterna i våra flerfamiljshus som slår ifrån belysningen efter en tid när belysningen inte behövs — ingen lider av att den försvinner.

Mitt andra exempel gäller samordning av behov, t ex när två grannar som arbetar i samma stadsdel inte kör var sin bil utan åker tillsammans. Det tredje exemplet är optimal drift, i första hand i industrin; man undviker att låta maskinerna gå i tomgång. Eller ta vädringen i våra hem. Kort och intensiv vädring med korsdrag släpper ut betydligt mindre värme än om fönstret står på glänt under en lång tid.

Det fjärde exemplet är vad jag har kallat alternativa aktiviteter. Vi kan låta bli att skaffa oss energikrävande apparater; vi kan använda våra pengar och vår fritid till något annat, t ex till att gå på museer. AB Sverige skulle kunna spara mycket energi om vi gjorde oss av med de energikrävande industrigrenarna såsom massa- och pappersindustrin och stålindustrin och i stället satsade enbart på finmekanisk industri.

När vi sedan funderar på möjligheterna att minska energiförbrukningen finner vi att vi har en stor tröghet i vårt system. Vi har bundit oss för vissa apparater som vi vill använda, och vi har skaffat oss ett konsumtionsmönster som vi inte har lätt att gå ifrån. Vi har goda utsikter att begränsa energiökningen, alltså påverka den tillkommande belastningen, men det är betydligt svårare att åstadkomma en absolut minskning av konsumtionen.

Sedan kommer jag till substitutionsmöjligheterna på energiområdet. Jag vill här peka på att olika energiformer har olika karaktär och olika verkningsgrad. Tvingas vi göra en substitution, kan det i och för sig leda till en kraftig ökning av den totala energikonsumtionen men ändå till en situation som vi lättare klarar genom att vi har tillgång till den energi vi satsar på.

Energikommittén redovisade 1970 två varianter för den framtida energiutvecklingen. Den ena varianten har en större andel kärnkraft och en mindre andel olja

och den andra har motsatsen, dvs större andel olja och mindre andel kärnkraft. Trots att nettoenergibehovet i de båda varianterna är detsamma är bruttoenergibehovet betydligt högre i kärnkraftalternativet. Det beror på att vi inte kan skaffa fram nyttoenergin ur kärnkraft med samma goda verkningsgrad som ur oljan.

Om vi på något sätt måste försöka begränsa åtminstone energiökningen i framtiden, måste vi också fundera på vilka styrmedel vi har till vårt förfogande. Vi har i princip tre vägar att gå. Den första är förbud och andra administrativa åtgärder. En byggnadsnämnd skulle t ex kunna utfärda krav på att en byggnad måste utföras med en viss minsta värmeisolering som villkor för byggnadstillstånd. Det andra principiella styrmedlet är det ekonomiska. Vi har redan varit inne på att prishöjningar på energin kan minska konsumtionen. Vi kan tänka oss att reella prishöjningar leder till en konsumtionsbegränsning, men vi kan också tänka oss att vi inför ett artificiellt högre energipris t ex genom att lägga på en rejäl energiskatt och på det viset, om priselasticiteten är tillräckligt hög, få ner energikonsumtionen.

Den tredje principiella vägen att påverka energikonsumtionen är att lita till information och kanske vädjanden. Vid elransoneringen för några år sedan lyckades man uppnå en avsevärd begränsning av elkonsumtionen genom en kombination av information och vädjanden. När det gäller information vill jag främst nämna skötselansvisningar som exempel.

Styrmotoderna kan utnyttjas var för sig eller i en lämplig kombination. De kan användas för att påverka konsumtionsnivån. De kan också användas för att styra valet mellan olika energiformer. Om man vill bort från en energiform är det bara att införa en prohibitiv skatt på den, så stimulerar man till övergång till andra energiformer.

Energiprognosutredningen skulle bra gärna vilja veta svaret på Mälars fråga om priselasticiteten. Vi har försökt komma underfund med om det har gjorts någonting på detta område. Det visar sig tyvärr vara tunnått med utredningar och statistisk bearbetning av material på detta område. Vi har nu i viss mån själva försökt initiera ett arbete, som dock bara ligger i startgroparna. Det är självklart att det inom olika sektorer finns högst olika priselasticitet. Det finns säkert områden som är helt okänsliga för energipriset. Energikostnaden för vår belysning

t ex spelar så liten roll att även avsevärda prishöjningar knappast skulle tvinga till någon sänkning av belysningsnivån. Vissa industribranscher är mycket energikrävande, t ex stålindustrin, och ett extremt fall är aluminiumindustrin. Där kan en liten energiprishöjning slå igenom kraftigt t ex på investeringsbenägenheten.

I den följande allmänna debatten ställdes en rad frågor från auditoriet till deltagarna i panelen. De sammanfattas här i direkt anknytning till de svar och kommentarer som lämnades av panelen.

Fråga: Förutsättningen för att oljepri-serna skulle stiga på längre sikt är väl (med anknytning till synpunkterna av professor Adelman vid Harvard) att marginalkostnaderna för nyproducerad olja ökas. Finns det grund för en sådan uppfattning?

Gunnar Hambræus:

Jag har inga siffror tillgängliga, men marginalkostnaden för nytvunnen olja är väsentligt högre än tidigare. Antalet borrheter per utvunnet ton olja har femfaldigats under de senaste tio åren, om jag minns rätt. Vidare har man rört sig off shore med en del av sin oljeutvinning, vilket medfört ungefär tio gånger högre kostnader än på land, så det skulle förvåna mig i högsta grad om man inte kan observera en effekt av detta.

Fråga: Borde vi inte när vi talar om energihushållning och sparande fundera på om det inte borde föreligga identitet mellan den som är ansvarig för förbrukningen och den som betalar förbrukningen?

Erik Höök:

Det är en mycket befogad anmärkning. Man upplever på många håll att man inte får något utslag därför att det inte är förbrukaren som betalar förbrukningen.

Jag känner inte till detta i detalj, men på andra områden och i andra länder har man, även om det varit svårt att mäta pris-känslighet på varje enskilda punkt, beroende på trögheter av olika slag, kunnat finna att man är känslig för prisförändringar och då även för ändringar i energikostnaderna. När olika produkter med olika energiinnehåll har tävlat med varandra har man kunnat se att när kostnaderna gått över en viss gräns har efterfrågan plötsligt tippat över — det kan gälla exempelvis naturfiber och naturgummi i förhållande till syntetiska material. Det kommer också in i olika process-

industrier. Det är möjligt att vi får en förskjutning i industristrukturen inom den kemiska industrin där man har stor energiförbrukning. Det finns fall där man kan tänka sig en återgång från syntetiska produkter till naturprodukter när de ligger nära varandra i kostnadshänseende. Energiaspekten och miljövårdsaspekten kan på denna punkt förändra bilden.

Likadant är det i hushållen. Jag tror inte så mycket på upplysning, om man inte kan förena den med ett starkt argument om att det kostar folk någonting. Vi kan se på uppgången i inomhustemperaturen. För en del år sedan rekommenderades 17—18 grader som inomhustemperatur, men man har nu gått upp mot amerikansk standard i det avseendet. Där är förmodligen en pris- och inkomsteffekt inbyggd. Om vi fick ett högre pris på energin tror jag vi skulle kunna återgå till de tidigare normala 18 graderna.

Hambræus:

Den stegrade temperaturen inomhus beror väl på att förbrukarna ser kostnaderna bara indirekt genom att vi har en kollektiv debitering. Erfarenheter från elsidan har visat att om man går över från individualdebitering till kollektivdebitering stiger förbrukningen med 15—20 procent.

Fråga: Det talas mycket om behovet av prognoser och vi är alla på det klara med att det behövs prognoser. Men hur länge kan man lita på prognoser?

Höök:

En prognos för energipri-serna är väl den viktigaste information man kan få fram. Det finns ett stort behov av en sådan prognos. Om vi tror att det relativa priset på energi kommer att stiga, får det oerhört stora återverkningar på konstruktion och planering. Desto viktigare är det att prognoserna är riktiga, men säkert vill ingen här säga hur riktiga de är.

Karl-Göran Mäler:

I januari varje år sammanträder National-ekonomiska Föreningen för att med finansministern som inledare diskutera statsverkspropositionen. De senaste fyra, fem åren har man begärt att finansministern i nationalbudgeten skall redovisa alternativa prognoser — inte bara ett enda möjligt utfall. Jag tror att ett sådant krav är motiverat inom flera områden. Många gånger är prognoserna enbart punktprognoser — man projicerar fram en punkt-någon gång i fram-

tiden, och detta är den enda information som allmänheten och beslutsfattarna får. Det skulle vara oerhört värdefullt om man kunde utforma prognoserna så att de gav en fördelning av möjliga utfall i framtiden, så att man på grundval inte av ett punktestimat utan av hela fördelningen kunde försöka konstruera en så flexibel politik som möjligt.

Jonas Norrby:

Det här med prognoser är verkligen svårt. Från mitt område — elförsörjningen — vill jag påminna om att det sedan sekelskiftet har gjorts prognoser över utvecklingen under de närmaste fem, tio åren framåt, och jag tror att nästan alla dessa prognoser har överträffats av verkligheten. Det är ganska märkligt att man inte på så lång tid haft fantasi nog att förutse vad människorna kan hitta på i all sin visdom för att förbruka elektricitet. Men det är glädjande att prognoserna har blivit allt bättre. Det är klart att det kan komma in energipolitik med styrningsåtgärder i bilden, men eljest har vi mycket seriösa prognoser som visat sig mycket pålitliga. Grundmaterialet är en förfrågan hos de stora industrierna. Vi frågar i år 800 industrier vad de tror om sin framtida elförbrukning. Vi kan inte gå ut till alla hushåll och fråga vad de tänker göra, men det görs enkäter som på ett tillräckligt vetenskapligt sätt klargör vilka idéer hushållen har om den närmaste framtiden.

Hur svårt det än är att ta fram prognoser kvarstår faktum att jag i dag måste besluta om det kraftverk som skall vara färdigt om tio år för att ta hand om den energi som man tänker förbruka då. Man kommer inte ifrån detta. Ju mer sofistikerad anläggningen blir desto större överraskningar kan man råka ut för. Kring jul upptäckte jag att det hade uppstått ett nytt mode i fråga om julgranar. I år var det alldeles tydligt att det är högsta mode att ha utejulgranar, rikligt belysta. Om det står en miljon julgranar utomhus i landet före och efter jul, behövs det ett ganska stort kraftverk för att täcka den belastningen, och det är sannolikt att denna belastning sammanfaller med den topp vi har under året i elförbrukningen.

Med det exemplet vill jag också göra några kommentarer till vad Rolf Gradin sade. Jag frågar: Är detta ett slöseri? Jag tror inte man kan säga det. Det är ganska pressande att bo här i landet under den mörka årstiden, så jag kan föreställa mig att det känns som ett behov att ha julgranar, och jag skulle inte gärna kunna tänka mig att det i ett normalläge skulle utfärdas

ett förbud mot att ha julgranar utomhus.

A andra sidan finns det motsatser till detta exempel där man kan peka på att det är fråga om ett slöseri som är dumt och to m innebär olägenheter för kunden själv. Jag tänker på dåligt utförd värmeisolering i monteringsfärdiga stugor vilket faktiskt är ganska vanligt.

Jag tror att Rolf Gradin var ironisk när han frågade om man kan tänka sig att slopa den energislukande industrin i Sverige. På elsidan har vi aluminiumindustrin, cellulosaindustrin, i viss mån ferrolegeringsindustrin och stålindustrin. Jag tror inte det faller någon in att vi skulle slopa dessa näringsgrenar. Vi tillverkar ju mindre aluminium här i Sverige än vi förbrukar, och likadant är det med ferrolegeringar. Här kommer in ett moment som vi inte har nämnt i kväll men som jag tror är ytterst viktigt, nämligen att vi måste ha någon beredskap i fråga om sådana varor. Bortsett från att det förmodligen är mer ekonomiskt att tillverka dem här hemma än det nödvändigt att ha en sådan tillverkning inom landet.

Man kan genom information få folk att förbruka mindre. Jag har mina erfarenheter från elransoneringen 1970. Vi lyckades faktiskt att med utnyttjande av massmedia få svenska folket att minska förbrukningen med kanske 5—10 procent under ett par månader, men spareffekten sitter inte i länge. Jag tror inte det skulle vara möjligt ens med hela uppbådet av massmedia att underhålla en sparkampanj längre än någon del av ett år.

Gradin:

Även om den sittande statliga utredningen har tagit namnet energiprognotutredningen är det inte dess avsikt att den skall lägga fram *en* energiprognos, utan den skall lägga fram alternativa prognoser och dessutom försöka analysera deras konsekvenser. Den skall plocka fram underlag för att välja mellan tänkbara utvecklingslinjer. Det blir alltså riksdagen som till sist skall fatta beslut om vilken målsättning man skall satsa på inom energiområdet. Man gör i det fallet medvetet om prognosen till en målsättning. Sedan tvingas man kanske revidera den efter några år därför att man har räknat fel eller byggt på felaktiga förutsättningar, men det är en annan sak — det skall komma senare utredningar också.

Jag hade hoppats när jag kom till Nationalekonomiska Föreningen att jag skulle gå härifrån med ett svar på frågan om priselasticiteten. Det fick jag tyvärr inte.

Höök:

Du kan få svaret att *det finns* en priselasticitet.

Hambraeus:

Hela energikomplexet ropar på ekonomer som behandlar våra problem. Vad vi skulle vilja ha är kanske inte prognoser där vi drar ut alternativa kurvor, utan vi vill ha en modell, där vi kan ändra på olika parametrar och se vad utfallet blir. Det är förmodligen rätt invecklade modeller att konstruera, men man borde kunna approximera sig fram med ett begränsat set av ekvationer för att så småningom lära sig behärska en sådan modellteknik. Vi skulle ha utomordentligt stor nytta av det när det gäller energipolitik, energitaktik och energistrategi.

Modeller är ingenting nytt för kraftindustrin. Där har man lekt med mätmodeller av olika slag och försörjningsmodeller sedan årtionden tillbaka, men vi saknar de ekonomiska modellerna.

Mäler:

Som nationalekonom blev jag tillfrågad, om inte prognoser var självuppfyllande i någon mening. Självfallet kan de i vissa situationer vara det, men en god prognos skall i princip ta in den mekanismen.

Det finns vissa typer av modeller för energiprognosutredningar. I USA finns det ekonometriska modeller där man tar in efterfrågefunktioner och utbudsfunktioner för energi och försöker med hjälp av dessa konstruera dynamiska förlopp över tiden. Tyvärr finns det ingenting sådant gjort i Sverige, och jag är inte bekant i detalj med de amerikanska modellerna.

Den sista halvtimmen har ägnats åt en diskussion om hur vi skall göra för att begränsa energikonsumtionen. Jag tror att vi har ägnat för litet tid åt frågan huruvida vi över huvud taget skall införa en politik som syftar till att begränsa energikonsumtionen. Det finns anledningar att begränsa den, nämligen om energiproduktion och energikonsumtion medför effekter som inte reflekteras i priserna, och på miljösidan har vi direkta sådana effekter. En annan anledning är om marknaderna för exempelvis råolja eller uran är imperfekta — då kan det finnas anledning för nationella regeringar att ingripa och försöka korrigera. Men vi har i ytterst liten utsträckning diskuterat sådana imperfektioner i kväll. Det hade varit intressant om någon med inside information hade kunnat ge oss en bild av de imperfektioner som eventuellt finns.

Under debattens senare del behandlades bl a också frågor rörande möjligheterna att som energitillgång utnyttja temperaturdifferenserna i världshaven, transport- och transportkostnadsproblem i samband med energi samt ytterligare vissa avgiftsfrågor.

Från svarandesidan påpekade bl a *Hambraeus* att vissa planer finns på att utnyttja temperaturskillnaden mellan ytskikt och djupskikt i vissa innanhav. Men verkningsgraden blir låg vid de temperaturdifferenser som föreligger, kanske bara någon procent. Det blir i dessa sammanhang fråga om kolossala volymer med stort pumparbete och därför mycket höga kostnader. En liten del av temperaturdifferenserna utnyttjas indirekt genom att de driver vindarna, och avdunstningen i världshaven ger vattenkraft. *Gradin* påpekade att värmepumpar är ett försök att i liten skala utnyttja temperaturskillnader i naturen. Många även i svensk debatt anser att värmepumpen är den verkligt radikala lösningen om man vill kraftigt minska vårt behov av energi för uppvärmningsändamål.

En talare (Lars Gröndal) ansåg i anknytning till debatten om tillgång och prissättning på olja att ett väsentligt problem var att åstadkomma internationella överenskommelser på användningssidan. Problemet gäller framför allt de tre stora energiförbrukande blocken USA, Västeuropa och Japan. En huggsexa mellan dessa block på tillgängliga resurser skapar sannolikt större problem för energikonsumenterna än om man kan komma överens med producenterna om hur fördelningen skall åstadkommas.