

**STARFSHÓPUR UM ENDURSKOÐUN Á  
AÐFERÐUM VIÐ MAT Á ORKUGETU  
VATNSORKUVERA OG REKSTRI ÞEIRRA**

**ÁFANGASKÝRSLA II**

**Ferð til Noregs og Svíþjóðar í maí 1985**

**Maí 1985**



EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR .....	5
2	SVÍÐJÓÐ .....	8
2.1	Rennsli og rennslisraðir .....	8
2.2	Raforkuspár .....	10
2.3	Hagrænar reikniforsendur .....	11
2.4	Reiknilíkön .....	12
3	NOREGUR .....	13
3.1	Rennsli og rennslisraðir .....	13
3.2	Raforkuspár .....	14
3.3	Hagrænar reikniforsendur .....	15
3.4	Reiknilíkön .....	16
	RITASKRÁ .....	18
	VIÐAUKI, fundagerðir .....	25

MYNDASKRÁ

1	Vinnslugeta vatnsaflsvirkjana í Svíþjóð samkvæmt reikningum SMHI (mynd úr grein A. Christoffersson) .....	9
2	Rennsli árinna Rathe frá um 1880 (mynd úr grein J. H. Andersen) .....	14



## 1 INNGANGUR

Þær aðferðir sem notaðar hafa verið hér á landi við rekstrareftirlíkingar af raforkukerfinu eru ættaðar frá Noregi og Svíþjóð. Fyrir 19 árum síðan voru þessar aðferðir fyrst kynntar hér á landi af prófessor Vidkunn Hveding frá Noregi. Á síðustu tæpum tveimur áratugum hafa aðferðirnar breyst nokkuð í meðförum héraðs aðila með fenginni reynslu af notkun þeirra. Starfshópur um endurskoðun á aðferðum við mat á orkugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra á m.a. að endurskoða aðferðir og forsendur rekstrareftirlíkinga. Því þótti ástæða til að kanna hver væri staða þessara mála í Noregi og Svíþjóð nú. Ákveðið var að fulltrúar Landsvirkjunar og Orkustofnunar í starfshópnum þeir Guðmundur I. Ásmundsson, Jón Bergmundsson, Jón Ingimarsson og Jón Vilhjálmsson færu til Noregs og Svíþjóðar dagana 5. til 15. maí 1985 til að kanna þessi mál. Auk þess var annar fulltrúi RARIK í hópnum, Steinar Friðgeirsson, í Noregi á þessum tíma og sat nokkra fundi með hópnum.

Dagskrá þessarar ferðar var eftirfarandi:

- |              |         |   |
|--------------|---------|---|
| Mánudagur    | 6. maí: | Kraftsam og Kraangedegruppens Samköring AB (KGS), Stokkhólmur   |
| Þriðjudagur  | 7.      | - Statens Vattenfallsverk, Stokkhólmur  |
| Miðvikudagur | 8.      | - Samkjöringen av kraftverkene i Norge, Osló  |
| Fimmtudagur  | 9.      | - Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen (NVE), Osló   |
| Föstudagur   | 10.     | - Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitut (EFI) og Norges hydrodynamiske laboratorier (NHL), Brándheimur |
| Mánudagur    | 13.     | - Conference on Operation research in the energy sector, Osló   |
| Þriðjudagur  | 14.     | - Conference on Operation research in the energy sector, Osló   |

Margt athyglisvert kom fram á þessum fundum og í skýrslunni er það helsta rakið. Skipulag raforkumála er með mismunandi hætti í löndum og ráða sögulegar ástæður yfirleitt því hvernig skipulagsmálin hafa þróast. Auk þess eru sjálf framleiðslukerfin mismunandi og má í því sambandi t.d. nefna hlut varmaafls, rennslisáættingu og samtengingu milli landa. Þrátt fyrir þennan mismun eiga raforkufyrirtækin að sumu leyti við svipuð vandamál að stríða.

Á síðustu árum hefur gagnrýni almennings og stjórnmalamanna á framkvæmdir raforkufyrirtækjanna verið meiri en áður þekktist og koma fram bæði hagfræðileg rök og sjónarmið náttúruverndar. Í slíkum umræðum kemur oft fram vanþekking á grundvallaratriðum við rekstur og uppbyggingu raf-

orkukerfisins. Bæði í Noregi og Svíþjóð kom fram að aukin áhersla er lögð á fræðslu og upplýsingamiðlun til að reyna að halda umræðu á mál-efnalegum grundvelli. Þar er bæði um að ræða fræðslu til almennings og ekki síður til stjórnmalamanna og annarra ráðamanna með námskeiðum, ráðstefnum og útgáfustarfsemi.

Raforkufyrirtækin í þessum löndum hafa lagt ríka áherslu á að koma á framfæri upplýsingum um þá óvissu sem alltaf ríkir í áætlanagerð t.d. varðandi raforkuspár og í mati á orkugetu, og um óvissu í framleiðslu vatnsaflsvirkjana í einstaka árum. Áætlanir um orkugetu virkjana reynast oft of háar af ýmsum ástæðum og er 5 - 10 % ofmat algengt í Noregi. Raforkufyrirtækin og stjórnvöld hafa ekki verið á eitt sátt á hverniq taka eigi tillit til þessarar óvissu.

Spár um orkunotkun verða alltaf undirorpnar óvissu vegna þess hve orkunotkunin er háð allri starfsemi þjóðfélagsins og þróun þess. Auk þess geta verið miklar sveiflur í orkunotkun vegna breytilegs veðurfars eins og Norðmenn og Svíar fengu að reyna síðasta vetur sem var sá kaldasti um langt skeið. Orkuspár sem unnar eru á vegum stjórnvalda virðast oft á tíðum fremur byggja á því sem þau telja æskilega þróun heldur en á líklegustu þróun. Raforkufyrirtækin í Noregi og Svíþjóð byggðu áður fyrr á áætlunum stjórnvalda um hraða uppbyggingu iðnaðar sem ekki hefur orðið raun á. E.t.v. má segja að hliðstæða finnist hér á landi í lögum og greinargerðum um virkjanir frá árinu 1981 þar sem settar voru fram hugmyndir um mikla uppbyggingu orkufreks iðnaðar næstu áratugi og var m.a. ráð fyrir því gert að ný stóriðja næmi a.m.k. 500 GWh árið 1985. Sumir töldu á sínum tíma að hér væri fremur um of hæga uppbyggingu orkufreks iðnaðar en of hraða. Í dag eru umhverfismál í brennidepli og frá því sjónarmiði er bygging nýrra raforkuvera oft óæskileg. Raforkufyrirtækin telja að þessi sjónarmið endurspeglar nú í lágum orkuspám stjórnvalda. T.d. hafa spár stjórnvalda í Noregi reynst of lágur á síðustu árum.

Báðar þessar þjóðir leggja nú mikla áherslu á að auka sveigjanleika í raforkumarkaðnum með aukinni sölu afgangsorku, einkum til iðnaðar þar sem raforka getur leyst olíu af hólmi. Í góðum vatnsárum er raforka notuð, en í lélegum vatnsárum er aftur á móti notuð olía. Hér er um að ræða atriði sem kanna þyrfti betur hér á landi, þ.e. hver er hagkvæmasta stærð afgangsorikumarkaðarins og hvert á sölufyrirkomulagið að vera.

Við mat á kostnaði við orkuskort er í báðum löndunum reynt að miða við þjóðhagslegan kostnað sem af orkuskerðingunni hlýst. Tiltölulega lítill kostnaður er samfara litlum orkuskortum, en með vaxandi skorti eykst þessi kostnaður hlutfallslega. Í umræðum kom fram að ná má fram nokkrum orkusparnaði með áróðri og áskorunum til almennings og fyrirtækja auk þess sem hægt er t.d. að draga úr götulýsingu, banna auglýsingaskilti

o.s.frv. Ef til orkuskerðingar kæmi í Noregi eða Svíþjóð er vitað um hana með mun lengri fyrirvara en hér á landi. Strax í nóvember er þekkt með mikilli vissu hve mikið vatn verður til reiðu yfir veturinn. Vetrarrenslið er mjög lítið og orkuforði sem geymdur er í miðlunum svarar til u.þ.b. 60 % af meðalársframleiðslu vatnsaflstöðva, en hér á landi er þetta hlutfall um 20 %. Samtenging þessara landa hvort við annað og við önnur lönd gerir það að verkum að auðveldara er að mæta erfiðleikum við rekstur virkjana og töldu t.d. Norðmenn að ekki yrði í reynd gripið til orkuskerðingar við vatnsskort ef hægt væri að fá orku keypta erlendis frá, jafnvel þó sú orka væri dýrari en áætlaður kostnaður vegna orkuskort. Hjá Svíum kom einnig fram það sjónarmið að erfitt gæti verið að framkvæma skerðingu á almennri orkuafhendingu.

Kostnaður vegna orkuskorts sem miðað hefur verið við hér á landi undanfarin ár er nokkru hærri en Norðmenn og Svíar nota. Á vegum starfsþópsins stendur til að endurskoða þetta atriði. Einnig er um að ræða nokkuð mikinn mun á kostnaði við orkuframleiðslu í eldsneytisstöðvum á Íslandi annars vegar og Noregi og Svíþjóð hins vegar.

Hér að aftan verður gerð nánari grein fyrir því helsta sem fram kom á fundunum, en í viðauka eru fundagerðir frá fundum með einstökum fyrirtækjum. Í ritaskrá er talið upp það lesefni sem hópurinn fékk á ferð sinni ásamt því efni sem hann hafði aflað sér áður frá þessum löndum.

## 2 SVÍPJÓÐ

Eins og fram kom í inngangi voru heimsótt þrjú fyrirtæki í Svíþjóð. Í fyrsta lagi Kraftsam sem er samstarfsfyrirtæki helstu raforkuframleiðenda í Svíþjóð, en Jan Randers framkvæmdastjóri Kraftsam skipulagði fundi hópsins í Stokkhólmi. Í öðru lagi KGS sem er samstarfsfyrirtæki sex raforkuframleiðenda og sér um að samræma framleiðslu fimm þessara fyrirtækja. Að lokum var farið til Vattenfall sem er stærsti raforkuframleiðandinn með um 50 % af framleiðslunni, en hlutur fyrirtækjanna í KGS er 35 %.

Á árinu 1984 var hlutur vatnsorku í raforkuframleiðslunni í Svíþjóð um 56 %, en afgangurinn var framleiddur í varmaorkuverum (aðallega kjarnorka). Framleiðslukerfið er því nokkuð annað en hér á landi og vandamálin að hluta til önnur.

### 2.1 Rennsli og rennslisraðir

Rennsli vatnsfalla er með nokkuð öðrum hætti í Svíþjóð en hér á landi, stærsti hluti ársrennslisins kemur í vorflóðum en mjög lítið rennsli er yfir veturinn. Þetta gerir það að verkum að mun auðveldara er að átla framleiðslu vatnsorkuvera yfir veturinn þar sem strax í vetrarbyrjun er vitað úr hve miklu vatni er að spila, en að vísu er óvissa um það hvenær vorflóðin koma. Einnig eru vatnsmiðlanir hlutfallslega mun meiri þar en hér á landi (fullar miðlanir hafa að geyma rúm 50 % af meðalgetu vatnsorkukerfisins).

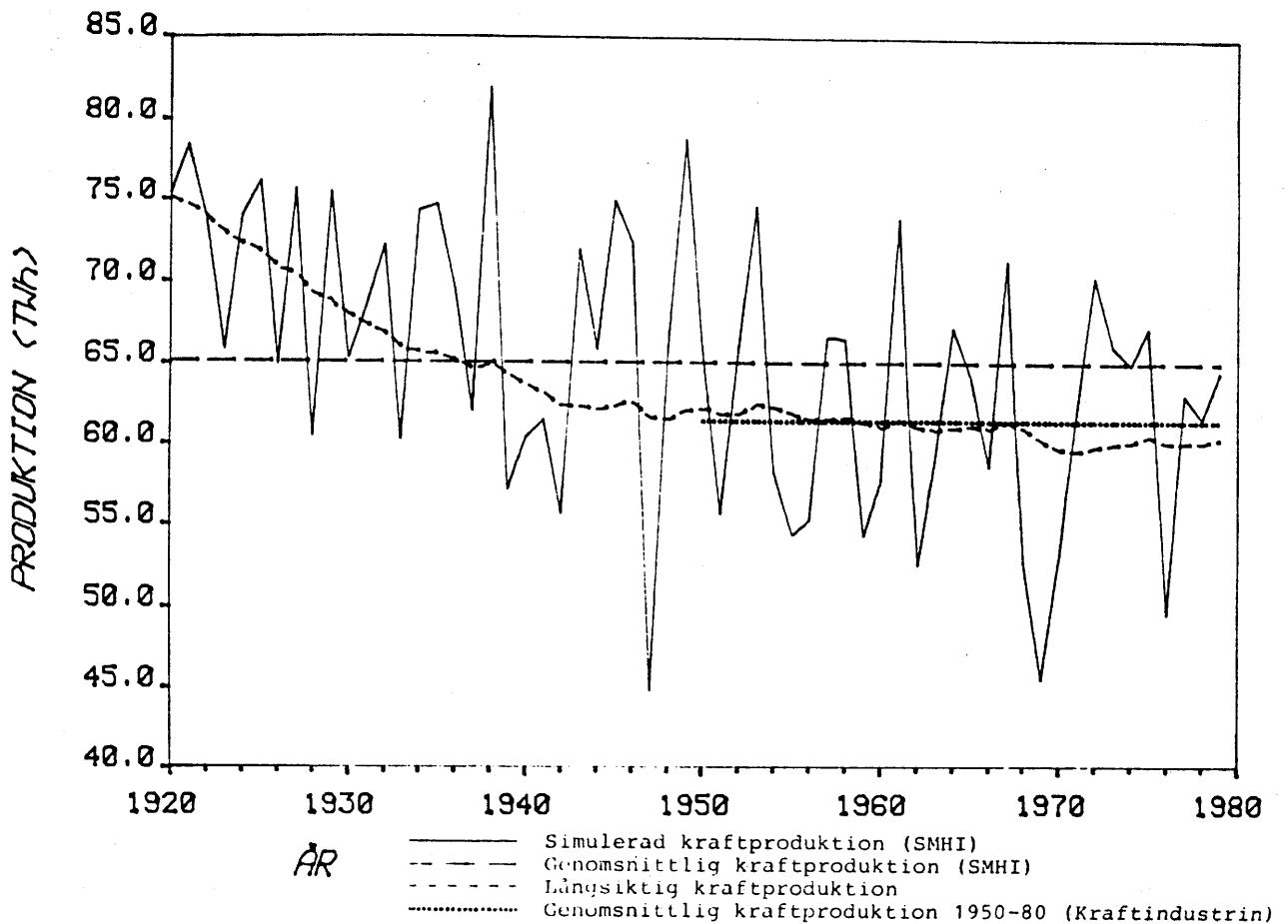
Reynt hefur verið að spá fyrir um komu vorflóða og stærð þeirra þar sem þessir þættir eru afgerandi varðandi framleiðslu vatnsaflsvirkjana þar á landi. Þessar spár hafa ekki reynst nógu vel þar sem leysing skilar sér misjafnlega vel í lón á vorin og stærð flóðtoppa er háð ýmsum ytri aðstæðum. Í þessu sambandi má t.d. nefna að verulegu máli skiptir hvort jörð er frosin, þar sem þegar svo háttar til skilar leysingin sér hratt í árnar.

Við mat á orkugetu vatnsorkukerfisins eru í dag notaðar rennslisraðir fyrir árin 1950 til 1980, en áður var miðað við árin 1940 til 1970. Fyrir eldri röðina fékkst meðalgeta upp á 62,4 TWh/a en fyrir nýrri röðina 61,5 TWh/a og er þá miðað við kerfið eins og það var í lok árs 1982. Þessar tölur fást með því að leggja saman meðalgetu hjá einstökum orkuöflunarfyrirtækjum. Hjá Vattenfall er um meðaltal allra þrjátíu áranna að ræða, en hin fyrirtækin sleppa þremur verstu og þremur bestu árunum. Geta hjá fáeinum litlum fyrirtækjum er metin út frá orkuskýrslum (um 6 % af heildarframleiðslunni).



Varðandi óvissu í rennsli búa Svíar við nokkuð aðrar aðstæður en við hér á landi þar sem mælingar á rennsli ná mun lengra aftur í tímann hjá þeim. Þeir hafa því ekki vandamál með óvissu í reiknuðu rennsli. Engar upplýsingar fengust um óvissu í mældu rennsli, en "Sveriges meteorologiska og hydrologiska institute" (SMHI) sér um vatnamælingar þar í landi, en starfshópurinn sótti þá stofnun ekki heim.

SMHI gerði athugun á orkugetu raforkukerfisins í Svíþjóð út frá rennsli 14 vatnsfalla allt frá árinu 1920 (sjá A. Christoffersson). Niðurstaðan var að meðalgeta tímabilið 1920 til 1980 var 65,1 TWh/a, sjá mynd 1.



Mynd 1 Vinnslugeta vatnsaflsvirkjana í Svíþjóð samkvæmt reikningum SMHI (mynd úr greinargerð A. Christoffersson).

Raforkufyrirtækin telja reikninga SMHI óraunhæfa og nefna eftirtaldar ástæður:

- Við þessa reikninga er byggt á sambandi milli 14 rennslisraða, miðlunarstöðu í einni ákveðinni miðlun og áætlaðri framleiðslu Vattenfall fyrir vatnsárin 1950 til 1980 (samband fúndið með fylgnigreiningu). Vatnsorkukerfi Vattenfall er betur miðlað heldur en kerfi annara aðila og má því búast við að hjá þeim aðilum tapist

hlutfallslega meira vatn framhá virkjunum í votum árum.

- Meiri óvissa er í eldri gögnum en nýrri. SMHI notar einfalt meðaltal þannig að eldri mælingar veða jafnt á við nýrri gögn.
- Árin fyrir 1920 voru þurr ár og ef litið væri á tímabilið 1911 til 1980 í stað 1920 til 1980 fengist eitthvað lægri geta, en 8 af fyrrnefndum 14 rennslisröðum ná aftur til ársins 1911.

Auk þess bentu Norðmenn á að e.t.v. hefðu eiginleikar vatnsfalla í Svíþjóð eitthvað breyst vegna skógarhöggs, en miklir skógar valda því að úrkoma skilar sér ekki eins hratt og ella í árnar (sjá fundargerð 5. fundar).

Statens energiverk fékk Anders Christoffersson við háskólann í Uppsöllum til að yfirfara niðurstöður SMHI og er mynd 1 fengin úr greinargerð hans. Hann reiknaði m.a. "meðalvinnslugetu" kerfisins (laangsiktig kraftproduktion) sem sýnd er á myndinni, en hún fór lakkandi frá 1920 og fram til 1940, en hefur verið nokkurn vegin óbreytt síðan. Hann komst að þeirri niðurstöðu að eðlilegt væri að miða við 61 TWh, þ.e. nokkurn veginn það sama og raforkufyrirtækin hafa miðað við.

Ekki hefur verið litið á stókastískar rennslisraðir í Svíþjóð.

## 2.2 Raforkuspár

Á sjötta áratugnum fóru raforkufyrirtækin í Svíþjóð að gera langtímaspár um raforkunotkun til notkunar við áætlanagerð. Síðan hafa slíkar spár verið gerðar á nokkura ára fresti og kom sú síðasta út á árinu 1984 (sjá Kraftsam). Umsjón með gerð þeirrar spár hafði 25 manna nefnd fulltrúa raforkuframléiðenda, en hún var að mestu unnin hjá Vattenfall. Einstök fyrirtæki gera einnig spár fyrir sitt svæði og ef allar þær spár eru lagðar saman fæst hærra tala en í spá Kraftsam.

Spáin er greind niður í mjög marga þætti og spáð fyrir um þróun hvers fyrir sig. Um orkunotkun í iðnaði eru til mjög ítarleg gögn og er byggt á þeim við gerð spár um þennan þátt. Í samvinnu við stofnanir iðnaðarins eru gerðar áætlanir um þróun hans. Einnig hefur verið skoðað orkuflæði í völdum fyrirtækjum og metin áhrif endurbyggingar verksmiðja og notkun nýrra verksmiðja. Í eldri spám var byggt á áætlunum fjármálaráðuneytisins um þróun iðnaðar, en þær spár hafa ekki reynst vel og er því hætt að nota þær.

Á síðustu árum hefur rafhitun vaxið mikið og gert er ráð fyrir að sú þróun haldi áfram á allra næstu árum (mettun náð fyrir 1990). M.a. er

gert ráð fyrir fjölgun rafskautskatla, en farið er að gera sérstaka samninga um sölu á litla katla (minni en 1 MW). Gert er ráð fyrir að heimilisnotkun (án húshitunar) fari minnkandi á næstu árum vegna betri nýtni nýrra heimilistækja, en þessarar þróunar er þegar farið að gæta.

Sú spá sem gefin er út er miðspá, þ.e. álíka líklegt er að notkunin reynist meiri í raun en spáð er og að hún reynist minni. Einnig hefur verið reynt að leggja mat á óvissu í raforkuspánni, og eru þá ýmis tilvik skoðuð og út frá því reynt að meta hver séu líkleg efri og neðri mörk notkunar.

Á árinu 1984 gaf Statens energiverk út orkuspá fyrir Svíþjóð. Þar er spáð fyrir um orkunotkun fram til 1995 og einnig er raforkunotkun greind þar sér. Þessi spá er unnin óháð spá raforkufyrirtækjanna og byggir á áætlun um hagþróun. Spá Statens energiverk er heldur lægri en spá orkufyrirtækjanna, en árið 1995 eru þessa tvær spár um 133 TWh og 136 TWh. Orsök þessa munar er m.a. sú að Statens energiverk gerir ráð fyrir raunhækkun á verði raforku en orkufyrirtækin miðuðu við óbreytt verð.

Eins og hjá flestum öðrum þjóðum hefur þróun raforkunotkunar breyst mikið í kjölfar oliúkreppunnar 1973 og 1979. Raforkuspár hafa því reynt allt of háar og t. d. var í spá frá upphafi 8. áratugarins gert ráð fyrir um tvöfalt meiri notkun í dag en raun hefur orðið á (sjá einnig grein L. Bergman).

### 2.3 Hagrænar reikniforsendur

Vattenfall hefur á síðustu árum notað 13 % reiknivexti sem hefur samsvarað um 4 - 6 % raunvöxtum. Miðað hefur verið við 60 ára afskriftatíma vatnsaflstöðva og 25 ára afskriftatíma kjarnorkuvera, sem meðal annars ræðst af því að hætta á rekstri þeirra árið 2010. Rekstrarkostnaður vatnsaflsstöðva er áætlaður um 0,01 Skr/kWh.

Gerðar hafa verið ítarlegar athuganir á kostnaði vegna raforkuskorts og er sú nýjasta frá árinu 1981, en hún byggir á könnun meðal notenda (sjá Svenska elverksföreningen). Sú athugun tekur eingöngu til fyrirvaralausra bilana, en ekki til skorts sem vitað er um með nokkrum fyrirvara (orkuskortur). Árið 1975 var gerð athugun á kostnaði við orkuskort í iðnaði. Samkvæmt þeirri athugun vex kostnaðurinn með vaxandi skorti, en til einföldunar hafa Svíar miðað við fastan kostnað 1,5 Skr/kWh óháðan því hve skortur er mikill. Kostnaður við fyrirvaralausan skort er mun meiri. Gerð hefur verið athugun áhrifum verðlagningar orkusorts á uppbyggingu orkuöflunarkerfisins og reyndust þau tiltölulega lítil, en hafa verið í huga að sænska kerfið er blandað varma- og vatnsaflskerfi og gilda þá nokkuð önnur lögmál varðandi orkuskort heldur en í vatnsafls-

kerfi eins og hér á landi.

#### 2.4 Reiknilíkön

Um 1960 voru notaðar einfaldar reglur við rekstur og uppbyggingu raforkukerfisins í Svíþjóð, en á 7. áratugnum var farið að nota vatns-gildisreikninga. Síðasta áratuginn hefur hlutur vatnsorku í kerfinu stöðugt farið minnkandi og var því þörf á að taka upp nýjar aðferðir. Nú er notað svokallað "tölfræðilegt orkuskýrði" sem lýst er í fyrstu áfangaskýrslu starfshópsins. Lögð er megináhersla á gerð rekstrarlíkana þannig að rekstur kerfisins verði sem hagkvæmastur. Undafarin ár hefur staðið yfir þróun nýs skammtíma rekstrarlíkans (POP).

### 3 NOREGUR

Í Noregi voru sótt heim fjögur fyrirtæki og ráðstefna um aðgerðargreiningu á sviði orkumála. Fyrst var farið til Samkjöringen, en þeir sjá um samrekstur raforkukerfisins í Noregi. Að þessum samrekstri standa um 120 aðilar. Í öðru lagi var NVE heimsótt, en hér er um að ræða ríkisfyrirtæki sem vinnur að rannsóknum á sviði vatna- og raforkumála og sér auk þess um rekstur ríkisrafveitnanna. Í þriðja lagi var farið til Brándheims og EFI heimsótt, en þar er um að ræða rannsóknastofnun raforkufyrirtækjanna. Í Brándheimi var NHL auk þess sótt heim, en það er rannsóknastofnun á sviði vatnafræði.

Í Noregi er raforka alfarið framleidd með vatnsorku, en auk þess er nokkur inn- og útflutningur á raforku. Nýtanleg vatnsorka er talin um 170 TWh/a og þar af er í rekstri eða byggingu rúmar 100 TWh/a. Ef sleppt er þeim hluta sem er friðaður þá væri hægt að virkja um 40 TWh/a þar í landi.

#### 3.1 Rennsli og rennslisráðir

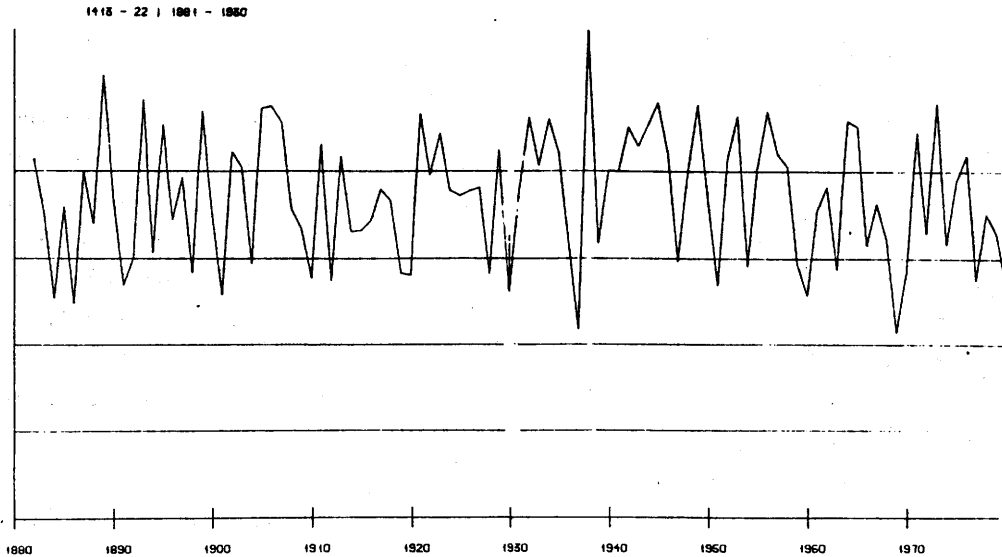
Rennsli vatnsfalla í Noregi er nokkuð mismunandi milli landshluta, en almennt eru vorflóð meira afgerandi þar en hér á landi sbr. Svíþjóð. Vatnsmiðlanir eru einnig miklar í Noregi, en þær geta geymt um 60 % af meðalrennslinu.

Við mat á orkugetu hafa verið notaðar rennslisráðir fyrir árabilið 1930 til 1960, en um næstu áramót er ætlunin að fara að nota 50 ára ráðir, 1930 til 1980. Til eru rennslisráðir í Noregi sem ná aftur á síðustu öld eða í allt að 100 ár. Áætlað hefur verið að óvissa í ársrennsli sé um  $\pm 5\%$  og í meðalársrennsli 30 ára um  $\pm 2,5\%$ .

Norðmenn hafa ekki orðið varir við kerfisbundna breytingu í rennsli á sama hátt og Svíar. Á mynd 2 er sýnd sem dæmi rennslisröð sem nær allt aftur til um 1880, en um er að ræða röð fyrir Rathe sem er austarlega í suður Noregi. Á þessari mynd verður ekki greind nein langtímabreyting í rennsli.

Rennsli við virkjanir virðist almennt hafa verið minna eftir að þær hófu rekstur en samkvæmt rennslisröðum frá 1930 til 1960. Ekki hefur fundist nein almenn skýring á þessu. Einnig hefur komið í ljós að í áætlunum er yfirleitt gert ráð fyrir meiri framleiðslu virkjana en raun verður á við rekstur.

Ekki hefur verið litið á stókastískar rennslisráðir.



Mynd 2 Rennsli árinna Rathe frá um 1880 (mynd úr grein J. H. Andersen).

Þar sem Norðmenn eiga langar rennslisráðir er ekki sama þörf á lengingu þeirra eins og hér á landi. Mælingar féllu þó niður að hluta til á stríðsárunum, en þá kom lágrennslitímabil sem er afgerandi varðandi orkugetu sumra virkjana. Í slíkum tilvikum nota Norðmenn fylgnigreiningu og einnig eru slíkir reikningar notaðir til að færa til rennslisráðir í sama vatnsfallinu t.d. frá láglandi upp á hálendi. Yfirleitt eru í slíkum tilvikum ekki notuð flókin líkön eins og HBV líkanið. Það líkan er aftur á móti notað við rekstur kerfisins til að spá fyrir um rennsli.

Vorflóð skipta miklu máli í norska raforkukerfinu og hefur því talsvert verið unnið að athugunum á þeim og reynt hefur verið að spá fyrir um þau.

### 3.2 Raforkuspár

Hafin var gerð langtímaraforkuspáa í Noregi á 7. áratugnum og stóðu raforkufyrirtækin að gerð þeirra. Spár hafa verið gerðar á nokkura ára fresti, en á árinu 1977 settu stjórnvöld á fót orkuspárnefnd sem í eiga sæti fulltrúar frá ráðuneytum og NVE. Nefnd þessi átti upphaflega að gera orkuspá fyrir St. meld. sem lögð var fyrir þingið 1979 til 1980. Árið 1980 var síðan ákveðið að halda áfram þessari starfsemi.

Raforkufyrirtækin hafa haldið áfram að gera spár um raforkunotkun og hefur hvert fylki gert spá fyrir sig, en NVE hefur safnað þessum spám saman og samræmt þær. Spá fyrir allt landið hefur síðan fengist með að

leggja saman spár einstakra fylkja. Flest fylkin hafa notað EFI-ENERGI líkanið við gerð sinna spáa. Orkuspárnefndin hefur auk þess líkans notað hagfræðilega líkanið MSG-4E. Spár nefndarinnar hafa að jafnaði verið lægri en spár raforkufyrirtækjanna og hafa alltaf reynst of lágar. Nokkurar togstreitu virðist gæta milli stjórnvalda og raforkufyrirtækjanna vegna þessa og telja fyrirtækin eðlilegra að þeir geri spánnar þar sem þeir séu ábyrgir fyrir að sjá notendum fyrir raforku.

Við gerð spánna er ekki haft samráð við samtök atvinnurekenda. Reynt er að taka tillit til áhrifa raforkuverðs á notkun, en mikil óvissa er í þeim reikningum. Ein ástæða fyrir því að spár orkuspárnefndarinnar hafa reynst lægri en spár raforkufyrirtækjanna er að nefndin gerir ráð fyrir meiri verðhækkunum á raforku. Á undanförunum árum hefur mikið verið um að raforka hafi leyst olíu af hólmi og telur NVE að nú sé þessi umbreyting að mestu um garð gengin, en raforka sér fyrir um 50 % af orkuþörfinni í Noregi nú miðað við orkuinnihald.

Orkuspárnefndin hefur sett fram háa og lága spá og fæst þannig visst mat á óvissu í spánni. Fylkin hafa aftur á móti lagt ofaná sínar spár til að taka tillit til óvissu og sveiflna í hitastigi. Við gerð heildarspár út frá spám fylkjanna hefur NVE einnig sett fram viðbót sem þeir telja að leggja eigi við spána til notkunar við áætlanagerð. Þessi viðbót er ekki summa af viðbótum fylkjanna heldur lægri. Fyrir árin 1985 og 1990 er þessi viðbót 2 TWh en 3 TWh fyrir árin 1995 og 2000. Stjórnvöld hafa lækkað þessa viðbót niður í 1,5 TWh árið 1990, 1,0 TWh árið 1995 og 2,0 TWh árið 2000. Raforkufyrirtækin hafa verið ósammála þessari lækkun stjórnvalda og talið að lítil rök lögju að baki henni.

Í þessum spám er ekki fjallað um notkun í orkufrekum iðnaði þar sem það er á valdi stjórnvalda hver notkunin verður á því sviði.

### 3.3 Hagrænar reikniforsendur

Fjármálaráðuneytið hefur sett fram reiknivexti sem nota ber við mat á opinberum fjárfestingum. Árið 1975 voru raunvextir ákveðnir 10 %, en þeir voru síðan lækkaðir niður í 7 % árið 1978. Raforkufyrirtækin hafa notað 7 % raunvexti nema við ákvörðun á raforkuverði til iðnaðar þá hafa verið notaðir 5 % raunvextir. NVE telur eðlilegt að nota 5-6 % raunvexti. Miðað er við 40 ára afskriftatíma vatnsaflsvirkjana og rekstrar-kostnað sem er 1 % af fjárfestingunni, en miðað er við 25 ára afskriftatíma varmaaflostöðva. Við samanburð á kostum eru notaðir annuitetsreikningar og miðað við fast verðlag. Lán til virkjanaframkvæmda eru aftur á móti oft með 13 % heildarvöxtum til 25 ára og með annuitetsgreiðslum. Orkuverð frá slíkum virkjunum verður því hátt fyrstu árin en fer hratt lakkandi.

Nýlega var gerð athugun á kostnaði við orkuskort í Noregi, en eldri athugun sem byggt hefur verið á er frá 1969. Samkvæmt þessari nýju áætlun er minni kostnaður við lítinn og mikinn skort heldur en áður var gert ráð fyrir, en þar á milli er kostnaðurinn heldur meiri. Við lítinn skort er kostnaðurinn minni heldur en við framleiðslu í varmaorkuveri. Ekki var talið eðlilegt að gera ráð fyrir minni kostnaði við skort en framleiðslu á raforku. Því var ákveðið að miða áfram við niðurstöður frá 1969 þar sem þessar tvær athuganir voru svipaðar upp í um 20 % skort ef gert var ráð fyrir að skortur væri aldrei metinn ódýrari en framleiðsla í varmaorkuveri. Samkvæmt þessu er kostnaðurinn í upphafi um 0,4 Nkr/kWh, en hækkar upp í um 0,5 Nkr/kWh við 10 % skort, í um 2,60 Nkr/kWh við 25 % skort og er óbreyttur eftir það. Fyrirvaralaus skortur er talinn mun dýrari eða 12 kr/kWh óháð umfangi.

### 3.4 Reiknilíkön

Reiknilíkön sem notuð eru í Noregi varðandi áætlanir um uppbyggingu og rekstur kerfisins eru flest þróuð af EFI. Líkön þessi byggja á sömu grunnhugmyndum og það líkan sem er í notkun hér á landi, þ.e. á vatnsgildisreikningum. Líkönin hafa tekið vissum breytingum í gegnum árin, aðallega hvað varðar reikniaðferðir. Þau tölvuforrit frá EFI sem nú eru í notkun á þessu sviði eru um 5 ára, en í vor kom ný útgáfa af þeim. Við þróun þessara líkana hefur stöðugt verið reynt að líkja betur eftir rekstri kerfisins og hafa þá verið teknar inn fleiri takmarkanir varðandi rekstrarmáta virkjana, en þessar takmarkanir hafa valdið því að útreiknuð orkugeta hefur farið lækandi.

Við reikninga á vatnsgildi er öllum lónum slegið saman í eitt. Reiknilíkanið VANSIMTAP notar síðan vatnsgildið til að áætla framleiðslu einstakra virkjana. Þetta líkan er notað við áætlanagerð og til aðstoðar við rekstur kerfisins. Við þessa reikninga er notuð tímaeiningin ein vika, en í samsvarandi líkani hér á landi er tímaeiningin tvær vikur.

Annað líkan sem byggir á VANSIMTAP er notað við samkeyrslu einstakra svæða (samkjöringsmodellen). Þetta líkan framkvæmir eftirfarandi þrjár aðgerðir aftur og aftur uns stöðug lausn fæst:

- 1) Fundið er vatnsgildi fyrir hvert svæði óháð hinum svæðunum
- 2) Framkvæmd er rekstrareftirlíking fyrir allt kerfið
- 3) Út frá niðurstöðu 2) er álagi á hverju svæði fyrir sig breytt

Hér er því notuð einföld ítrun og lausnin sem fæst þarf ekki að vera sú besta.

Við gerð áætlana um rekstur er notað líkan sem metur afleiðingar



gefinnar rekstraráætlunar (SIMPLAN). Þetta líkan byggir á svipuðum reikningum og VANSIMTAP. Notandinn getur t.d. ákveðið hvaða rennsli nota á við reikningana (eitt ár, röð af árum, vissan fraktíl eða hlutfall af meðalgildi). Ekki er í notkun neitt bestunarlíkan við rekstur kerfisins, en slíkt líkan er í þróun hjá EFI.

Sú þróun sem orðið hefur á þessum líkönum á síðustu árum er aðallega varðandi aukinn sveigjanleika líkananna og ýmsar breytingar varðandi orkuverð, tæmingu miðlana og samtengingu miðlana og orkuvera.

Eins og áður er komið fram er HBV líkanið nokkuð notað við að áætla rennsli. Hér er um veður-rennslislíkan að ræða svipað og NAM líkanið sem notað hefur verið hér á landi. Líkan þetta er þróað í Svíþjóð.

Stór hluti af þeirri þróunarvinnu sem fram fer í Noregi á þessu sviði er vinna sem ekki er þörf á hér á landi. Þar er um að ræða atriði eins og samkeyrslu einstakra orkuveitna og orkusölu milli landa.

RITASKRÁ

- S. AAm, 1981: "Den økonomiske drift av elkraftsystemet. Vedlegg til A. Indrehus og J. Svoven: Totalsystemets disposisjoner". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- J. H. Andersen, 1985: "Tilsiq og produksjon. Er det samsvar mellom forventede og oppnaade verdier?".
- N. Andersson, T. Granström, L. Hallquist, M. Heldt ovh L. Modén: "Information om det statistiska energikriteriet". CDL.
- Arbetsgrupp för reserveffektfragan, 1974: "Urdrag ur rapport "Reserveeffekt i det samkörande systemet"". SKNA.
- Avbrottsvarderingskommittén, 1981: "Vardering av elavbrott". Svenska elverksföreningen.
- E. M. L. Beale, 1985: "Some Achievements and Prospects for Operational Research in Energy". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- L. Bergman, 1985: "Energy Demand Forecasting in Sweden". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- A. Carlsen, 1984: "Vassdragsreguleringsmodeller. Orientering fra nasjonal rapportör". Nordisk seminar vedrörende hydrologiske modeller i vannbruksplanlegging. Vetre 5-7 juni 1984. (JI)
- CDL, 1981: "Elkonsumtionen i Sverige 1978-1990. En prognos fraan CDL". (JV)
- A. Christoffersson, 1984: "Berakning av medelaarsproduktion för vattenkraft". Bilag 2 til "Vattenkraft under 80-talet". Statens energiverk 1984:1.
- B. Digernes og J. K. Johnsen, 1984: "Indifferenskostnad for fastkraft, alminnelig forsyning, prisnivaa l. l. 1984". NVE.
- P. G. Edblad, 1985: "Leveranssakerhetskriterier för production". Vattenfall.
- P. G. Edblad, L. Modén, T. Granström och Jöran Holdo, 1982: "Synpunkter paa "samhallsekonomisk utvardering av energiprojekt" (NE 1981:12)". Kraftsam.

O. Egeland, 1981: "Den økonomiske drift av elkraftsystemet. Situasjon paa elverksnivaa". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)

Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitut, 1985: "Produksjonsplanleggingsprogram ved gruppe for energiproduksjon, EFI. Status og virksomhet". EFI-TR nr.: 3205.

Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitut, 1982: "Programvare - energiproduksjon". EFI-TR nr.: 2801.

Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitut, 1981: "Energietterspørsel. Dokumentasjon av energimodellen EFI-ENERGI". EFI-TR nr.:2720. (JV)

Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitut, 1980: "Energietterspørselsmodell. Brukerveiledning for innsamling av data til EFI-ENERGI". EFI-TR nr:2616. (JV)

L. Elfström, 1981: "Utvardering av elkraftsystemets momentana reserver". Delrapport. Huvudomraade 4, Rapport nr. 4. Statens Vattensfallsverk. (JB)

Energiprognoseutvalget, 1985: "Energiprognoseutvalgets rapport til energimeldingen". (JV)

H. Faanes, 1981: "Den økonomiske drift av elkraftsystemet. Driftenhetens strategi". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)

A. O. Fagerberg, 1983: "Economic Characteristics of the Norwegian Electricity Supply System". International Conference on Large High Voltage Electric Systems. Study Committee Meeting in Oslo, June 20 - 24.

A. O. Fagerberg, 1979: "Prinsippielt grunnlag for økonomisk evaluering og optimal utforming av vannkraftprosjekter". NVE-Elektrisitetsdirektoratet.

A. O. Fagerberg, 1979: "Om usikkerhet ved energitilgang og energipriser. Hvordan bør samfunnsplanleggingen ta hensyn til dette? Hvilke signaler bør energibrukerne faa for sin planlegging?". Fordrag under Norske Sosialøkonomers Forenings efterdannelseskurs om "Planlegging i en verden av spill og usikkerhet", 19.-21. november.

A. O. Fagerberg, 1980: "Programanalyse. Referat fra møte i Olje og Energidepartementet 24.6.". NVE.

A. O. Fagerberg og T. E. Gulbrandsen, 1978: "Kalkulasjonsrenten". NVE.

- T. L. Feragen, A. Vik og M. Godell, 1985: "Samkjöringens bruk av SAMO og VANSIMTAP". Samkjöringen.
- N. Flatabö, 1985: "Dispatch and Control in Network Operation". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- A. Gjelsvik, 1985: "Scheduling of Hydropower Production". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- H. M. Gjennestad, 1985: "A MC Simulation Model for Economic Appraisal of Field Exploitation". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- T. Haaberg, 1985: "Retrospective Simulation of Oil Demand and Crude Oil Production - a Basis for Crude Oil Price Scenarios". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- J. Hegge, 1981: "Den ökonomiske drift av elkraftsystemet. Totalsystemets strategi". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- O. Hoelsäter, 1981: "Den ökonomiske drift av elkraftsystemet. Situasjon paa elverksnivaa: AARDal og Sunndal Verk a.s.". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- A. Indrehus og J. Svoen, 1981: "Den ökonomiske drift av elkraftsystemet. Totalsystemets disposisjoner". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- T. Jarlset, 1983: "Virkningen av de nye avsavnsverdiene i det Norske kraftproduksjonsystemet". NVE.
- A. Johannesen, 1985: "Operations Reserch in the Electricity Sector. A Review". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- A. Johannesen, 1981: "Den ökonomiske drift av elkraftsystemet. Problemets struktur". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- J. K. Johnsen, 1984: "Fastkraftkostnader for varmekraft innpasset i det Syd-Norske kraftsystem". NVE.
- J. K. Johnsen og B. Digernes, 1984: "Langtidsgrensekostnad for fastkraft". NVE.

- J. K. Johnsen og T. Jarlset, 1983: "Sosialökonomien styrer: Planlegging av kraftproduksjonssystemet". Elektro - Elektroteknisk Tidsskrift, nr. 4.
- S. Karlson, 1984: "Modellering av elsystem. En beskrivning och jämförelse av tio elsystemmodeller" (hluti af skýrslunni). Statens energiverk.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö, 1984: "Suomen sähköntuotanto 1990 - Luvulla. Lauhdutusvoimalaitosten rakennusohjelmien, taloudellisuusvertailu".
- AA Killingtveit: "En fysisk beskrivende vassdragsmodell". (JI)
- E. Kindingstad, 1983: "Energiprognoser - hjelpemidler for politiske beslutninger?". Foredrag i NIF, Oslo avd. Elektroingeniörens gruppe 26. januar. (JV)
- E. Kindingstad, 1979: "Er vaare elprognoser gode nok?". Foredrag holdt i Norsk Elektroteknisk Forening, møte 23. april. (JV)
- Kraftsam, 1984: "Elkonsumtionen i Sverige 1982-1995. En prognos fraan KRAFTSAM". Kraftsam publikation 5.
- Kraftsam, 1984: "Elkraftforsörjningen i Sverige 1983".
- S. Larsen, 1985: "Muligheter og problemer for en tilfredsstillende kraftdekning fram mot aar 2000". Seminar om Norges energiforsyning fram til aar 2000.
- T. J. Lund, 1983: "Elektrisitetsprognoser for fylkene 1982-2000, almenkelig forsyning". NVE. (JV)
- P. E. Morthorst, 1985: "Forecasting Electricity Demand for Denmark". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- C. Mörup, 1985: "Optimization of Storage Development for the Danish Natural Gas Transmission System". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- J. Nes, 1981: "Den økonomiske drift av elkraftsystemet. Situasjon paa kraftselskapsnivaa: Vestfold Kraftselskap". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- K. Nilsen og S. Kroken, 1981: "Den økonomiske drift av elkraftsystemet.

- NVE's situasjon". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- NORDELS driftutskott, 1982: "Automatiske driftaattager og gjaldende regler rørende driftreserven i det synkrona nordiska kraftsystemet som bestaar av Danmark ster om Stora Belt, Finland, Norge og Sverige".
- NORDELS planeringsutskott, 1982: "Sammanstilling av inom kraftfretagen i de nordiska landerna anvanda kalkylrator og kalkylmetoder".
- Norges hydrodynamiske laboratorier, 1983: "Energiøkonomisering i elkraftsystemet". Rapport nr. NHL 2 83007. (JI)
- Norges hydrodynamiske laboratorier: "Slipping og kontrol av minstevannforinger". (GIA)
- Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1984: "Energiforsyning og energiforbruk i Norge. Uttalelse til Olje- og energidepartementet 12. november 1984 som vedlegg til Energimelding".
- Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1983: "Kontoret for Overflatehydrologi. Data-arkiv pr. 18. 11. 1983". (JI)
- Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1983: "Hydrologisk modell for flomberegninger". Rapport nr. 2 1983. (JI)
- Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1981: "Representativet m.m. hos tidsserier av vattenfring og tillrinning i Norge". Rapport nr. 1-81. (JI)
- Olje- og energidepartementet: "St. meld. nr. 71 (1984-85). Norges framtidige energibruk og -produksjon".
- Olje- og energidepartementet: "St. prp. nr. 130 (1981-1982). Om kraftdekkingen i 1980-arene og forholdet til Samlet plan for vassdrag." (JI)
- Olje- og energidepartementet: "St. meld. nr. 54 (1979-80). Norges framtidige energibruk og -produksjon".
- . Olsen, 1985: "The Relation Between Energy Demand, Prices and Income Analysed Within a General Equilibrium Model". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- . Refsnes, 1981: "Den konomiske drift av elkraftsystemet. Driftsenhetens disposisjoner". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)

- O. Renn, 1985: "Decision Analytic Tools for Conflict Resolution in the Energy Debate". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- L. Rolfseng, 1985: "Planning of Distribution Networks". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- D. Sjelvgren och S. Andersson, 1980: "Produktionsoptimering paa sasonsbasis. Slutrapport november 1980". Statens Vattensfallsverk. (JB)
- D. Sjelvgren and U. Nyberg, 1985: "Optimal Operation Planning of Hydro and Thermal Energy Resources at the SSPB". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- R. Sjöstrand and P. G. Edblad, 1984: "Optimization of the Power Production System in Consideration of Security in Supply, Load and Different Types of Production".
- Starfshópur um endurskoðun á aðferðum við mat á orkugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra, 1985: "Áfangaskýrsa I".
- Statens energiverk, 1984: "Energiperspektiv 1970-95". Statens energiverk 1984:7. (JV)
- Svenska Kraftverksföreningen, 1985: "Naagra data om Sverige och elkraften 1985".
- Statens Vattenfallsverk, 1982: "Informationssystem för produktionsoptimering av vatten- och varmekraft. Användarkravspecifikation". (JB)
- Statens Vattenfallsverk, 1982: "Informatonssystem för produktionsoptimering av vatten-varmekraft. Systemförslag". (JB)
- J. Svoen, 1981: "Den økonomiske drift av elkraftsystemet. Oversikt, international praksis". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- B. Sæther: Enmagasin modellen (ENMAG). En introduksjon". Norsk Hydroteknisk Labratorium. (JI)
- E. Tamminen, 1985: "Generation Capacity Planning in the Finish Power System". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.

- C. Tank-Nielsen, 1985: "Stabilizing Norway's Energy Consumption. Why-how and its Consequences". Paper presented at NOAS 85: Conference on Operations Research in the Energy Sector, Oslo, may 13-14.
- J. Tveit, 1985: "Leveringssikkerhet for fastkraft". NVE.
- J. Tveit, E. Solberg, A. Johannesen and L. Rolfseng, 1984: "New Renewable Resources in the Norwegian Energy Supply System". ENERGEX, The Global Energy Forum '84. May 14 - 19, Regina, Saskatchewan.
- J. Tveit, 1983: "Integrated Energy Planning in Norway". International Conference on Large High Voltage Electric Systems. Study Committee Meeting in Oslo, June 20 - 24.
- Vassdragsregulantenenes forening - Kraftverkshydrologisk raad, 1985: "AArsrapport 1984". (JI)
- Vassdragsregulantenenes forening: "Datainnsamlingsutstyr for metrologi og hydrologi". (GIA)
- A. Vinjar, 1985: "Hindringer for gjennomføring av en rasjonell energipolitikk". Seminar om Norges energiforsyning fram til aar 2000.
- R. Wiedswang, 1984: "Ökonomisk drift av kraftsystemet i Norge og i andre land". Foredrag i Norsk Energiforening 3. desember.
- R. Wiedswang, 1984: "Aktuelle Kraftspörsmal 1984". Foredrag för Samkjöringens generalforsamling den 23. oktober.
- R. Wiedswang, 1982: "Prinsipper og Praksis for Kraftforsyningens ökonomisk drift". Foredrag paa seminar paa Halvorsböle 14. og 15. april.
- R. Wiedswang, 1977: "Teknisk/ökonomisk vurdering av kraftutbyggingsprosjekter". Kursdagene ved NTH 1977.
- O. Wigum, 1981: "Den ökonomiske drift av elkraftsystemet. Samkjöringens funksjoner". Seminar 4.-7. oktober. Holms Hotell, Geilo. (JB)
- A. Willen, 1983: "A Simple Model for Simulating Weekly Runoff". Vannet i Norden, nr. 3-1983. (JI)
- A. Willen, 1982: "Should we Search for Periodicities in Annual Runoff Again". From: Time Series Methods in Hydroscience, Elsevier Publishing Company, Amsterdam. (JI)



VIÐAUKI

Fundagerðir



-----  
F U N D A R G E R Ð

Fundur: 1. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Mánudagur 6. maí 1985 kl. 9:00

Fundarstaður: Kraftsam, Stokkhólmi

Fundarefni: 1) Raforkuspár

  
-----

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Bergmundsson
	Jón Ingimarsson
	Jón Vilhjálmsson
	Guðmundur Ingi Ásmundsson
Kraftsam	Jan Randers
Vattenfall	Gunnar Larson

JR lagði fram eftirfarandi dagskrá fyrir Stokkhólmsdvöl STAMOVARS:

Mánudagur 6. maí	9:00 - 11:15	Orkuspár, Kraftsam
	12:30 - 16:00	Raforkukerfi, KGS
Þriðjudagur 7. maí	9:00 - 14:00	Raforkukerfi, Vattenfall

Þá kynnti JR Kraftsam og dreifði skýrslunni "Elkraftforsörjningen i Sverige 1983". Kraftsam er samstarfsvettvangur stærstu raforkuframleiðenda í Svíþjóð (13 fyrirtæki). Það skiptist í fjórar deildir (utskott): rekstur, fjármál, umhverfismál og áætlanir.

GL fjallaði um nýjustu raforkuspá Kraftsam og dreifði henni. Spáin er unnin á vegum "planeringsutskottet". Í nefndinni eiga sæti fulltrúar frá 10 stærstu raforkufyrirtækjunum, en frá Vattenfall er einn fulltrúi frá hverju svæði. Alls sitja 25 fulltrúar í nefndinni. Sagði hann að spár væru gerðar með 2ja til 3ja ára millibili og væru þær unnar að mestu hjá Vattenfall. Spár eru gerðar frá tveimur hliðum þ.e. heildarspá og einnig eru lagðar saman spár einstakra fyrirtækja og er sú spá hærri. Hlutverk nefndarinnar er að samræma spár fyrirtækjanna og annast gerð heildarspár.

GL sagði að vissir erfiðleikur væru á að fá góð gögn um suma þætti, en mikil og góð gögn væru til um notkun í iðnaði. Nefndin lætur skoða orkuflæði í völdum fyrirtækjum og meta áhrif endurbyggingar (ný tækni) á notkun og áætla einnig orkuþörf nýrra fyrirtækja. Nokkuð er um dulda rafhitun og dulinn smáiðnað, sem flokkast með heimilisnotkun, og veldur það vissum erfiðleikum.

Þá fjallaði hann um rafhitun og nefndi að næstsíðasta spá hefði verið gerð

á tímum mikilla umbreytinga þar sem m.a. hefði verið spurning hvort heimila ætti aukna rafhitun. Síðan þá hefur orðið veruleg aukning í rafhitun og er hún í 70 - 75 % nýrra húsa. Við gerð hitunarspár væri miðað við nýttan varma hjá notendum og væri m.a. ekki gert ráð fyrir 100% nýtni við rafhitun. Að meðaltali er notkun til hitunar minni í rafhituðu húsnæði en öðru þar sem um nýrra húsnæði er að ræða; að mestu byggt eftir 1960. Í nýjum húsum er meðalnotkun 75-90 kWh/m<sup>2</sup>. Verð á orku til hitunar gerði hann ráð fyrir að yrði nokkuð stöðugt næstu árin, en við orkusparandi aðgerðir er miðað við 2% raunhækkun á ári sem hann taldi óraunhæft.

Þá var fjallað um notkun í iðnaði og nefndi GL að í eldri spám hefði verið miðað við langtímaspár opinberra aðila (fjármálaráðuneytis) um þróun iðnaðar sem reynst hefðu allt of háar. Nú er aftur á móti miðað við spár frá iðnaðinum sjálfum með smávægilegum breytingum m.a. væri reynt að sjá til þess að hægt sé að mæta nokkuð örvari uppbyggingu ef efnahagsþróun yrði hagstæðari. Einnig var nokkuð fjallað um nýtingu raforku í iðnaði.

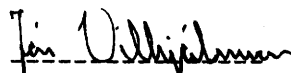
Fram kom að stefnt er að auka afgangorkumarkaðinn með litlum kötlum undir 1 MW, en hingað til hefur afgangorka einungis staðið til boða á stærri katla.

GL sagði að áður hefðu auknar tekjur almennings leitt af sér aukna notkun vegna meiri tækjaeignar, en þar sem metnun væri að mestu náð í tækjaeign leiddu auknar tekjur nú til endurnýjunar tækja. Ný tæki hafa betri nýtni og er því spáð minnkandi notkun á heimilum.

Þá voru þeir spurðir um óvissu í spá og sögðu að 1990 væri hún áætluð 5 TWh (þar af iðnaður 3 - 4 TWh). Hún var ekki áætluð út frá einhverjum ákveðnum tilvikum (scenario) heldur er meira mat þeirra sem vinna spána. Spá Kraftsam er miðspá.

Statens energiverk hefur einnig gert spá um raforkunotkun og er hún lítið eitt lægri en spá Kraftsam (133 TWh í stað 136 TWh 1995). Aðal ástæðan fyrir þessum mun taldi GL vera þá að Statens energiverk reiknar með 2% hækkun á raforkuverði á ári umfram almenna verðþróun, sem orkufyrirtækin telja ekki líklega. Þá væri spá Statens energiverk ekki greind eins mikið niður.

JR sagði að spárnar fyrir olíukreppuna fyrri hefðu verið mjög háar og fyrir þetta ár hefði þá verið spáð allt að tvöfalt meiri notkun en raun verður á.

  
Jón Vilhjálmsen

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

A. Christoffersson, 1984: "Berakning av medelaarsproduktion för vattenkraft". Bilag 2 til "Vattenkraft under 80-talet". Statens energiverk 1984:1.

P. G. Edblad, L. Modén, T. Granström och Jöran Holdo, 1982: "Synpunkter paa "samhallsekonomisk utvardering av energiprojekt" (NE 1981:12)". Kraftsam.

S. Karlson, 1984: "Modellering av elsystem. En beskrivning och jamforelse av tio elsystemmodeller" (hluti af skýrslu). Statens energiverk.

Kraftsam, 1984: "Elkonsumtionen i Sverige 1982-1995. En prognos fraan KRAFTSAM". Kraftsam publikation 5.

Kraftsam, 1984: "Elkraftforsörjningen i Sverige 1983".

Svenska Kraftverksforeningen, 1985: "Naagra data om Sverige och elkraften 1985".

-----  
F U N D A R G E R ð

Fundur: 2. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Mánudagur 6. maí 1985 kl. 12:45

Fundarstaður: Kraangedegruppens Samkjöring AB, Stokkhólmi

Fundarefni: 1) Athuganir á raforkukerfum

  
-----

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Bergmundsson
	Jón Ingimarsson
	Jón Vilhjálmsson
	Guðmundur Ingi Ásmundsson
Kraftsam	Jan Randers
KGS	Sven Hansson
	Axel Jacobson
Kraftdata	Göran Lindström
	Lars Hallquist

JB gerði stutta grein fyrir starfshópnum, tilurð hans og helstu verkefnum.

AJ fjallaði um raforkukerfið í Svíþjóð og hvernig staðið er að samkeyrslu kerfisins. Kraangede hópurinn (KGS) samanstendur af 6 fyrirtækjum og raforkuframléiðslan er um 37 TWh/a þar af er hlutur Sydkraft rúmar 17 TWh/a.

Næst kynnti GL aðferðir sem notaðar hafa verið í Svíþjóð varðandi rekstur og áætlanir um uppbyggingu raforkukerfisins. Um 1960 var varmaafli keyrt á fullu þegar staða miðlana var komin niður fyrir viss mörk háð árstíma (97,5% líkur). Þegar vatnsaflíð var yfirgnæfandi var kerfið orkuhannað og ekki vandamál með afl. Síðan var farið að nota vatnsgildisreikninga. Þegar varmaaflið jókst hentuðu þessar aðferðir ekki lengur og voru þá núverandi aðferðir teknar upp. Líkón miða við tímaeininguna eina viku og ef á þarf að halda eru niðurstöðum dreift á styttri tímaeiningar.

Spurt var um spár um rennsli. Þeir nota ekki skammtíma rennslisspár þar sem rennsli yfir veturinn er mjög takmarkað. Spár munu þó að einhverju leyti koma með nýju rekstrarlíkani (POP) sem verið er að þróa. Reynt hefur verið að spá fyrir um vorflóð, en það hefur ekki gengið allt of vel, m.a. vegna þess að erfitt er að áætla hve vel leysingin skilar sér í árnar. Úrkoma getur við vissar aðstæður skilað sér hratt í árnar og myndað mikla flóðtoppa, en í öðrum tilvikum sígur hún niður í grunnvatnið. Nefnt var að aðstæður væru nokkuð aðrar í Noregi þar sem rennslið skilaði sér beint í árnar.

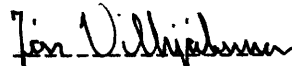
Varðandi rekstur kerfisins eru framkvæmdar eftirlíkingar á nokkra vikna fresti og við áföll eins og þegar bilun kemur upp í stóru orkuveri. Eins og kerfið er í dag er unnt að anna markaðnum þegar tvö af eftirfarandi þremur tilvikum koma upp, en til skorts kæmi þegar öll þrjú kæmu samtímis:

- 1) Vatnsskortur við orkuver
- 2) Kuldakast samfara aukinni notkun í iðnaði
- 3) Truflun í kjarnorkuverum

Um óvissu í rennsli höfðu þeir lítið að segja, en þeir vinna ekki mikið með rennslisgögn. Við reikninga er notað rennsli fyrir árin 1950 - 1980. Sýnd var mynd úr grein Anders Christoffersson sem JR hafði dreift um morguninn. Þar er sýnd áætlun um framleiðslu vatnsaflsvirkjana ár hvert frá 1920. Miklar sveiflur eru í framleiðslunni og fyrstu 20 árin er hún að meðaltali meiri en eftir það.

SH fjallaði um rekstur kerfisins, en KGS sér um að stýra framleiðslu rafveitnanna sem eru í þessum hópi, nema Sydkraft. Fór hann yfir helstu þætti rekstursins frá degi til dags, en í húsinu er stjórnstöðin sjálf og var hún einnig skoðuð. Nefndi hann að fáir vissu af þessari stjórnstöð inni í miðri borginni. Fram kom að vorflóðin væru seint á ferðinni þetta árið og væri því farið að keyra olíustöðvar og allir möguleikar á innflutningi á orku væru fullnýttir. Við áramót var staða lóna í Svíþjóð sú besta síðustu 10 árin (síðasta ár var gott vatnsár) en nú væri um lægstu stöðu þessi 10 ár að ræða, en veturinn var mjög kaldur og því mikil notkun auk þess sem mikil aukning hefði verið í notkun í iðnaði.

Nokkur umræða varð um upplýsinga- og fræðslumál raforkufyrirtækja.

  
Jón Vilhjálmsson

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

Þrjú blöð: "Kraangedegruppens Samkörning AB (KGS)"

Kraftdata: Ýmsir bæklingar og fréttabréf.

---

F U N D A R G E R Ð

Fundur: 3. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Þriðjudagur 7. maí 1985 kl. 9:00

Fundarstaður: Vattenfall, Stokkhólmi

Fundarefni: 1) Athuganir á raforkukerfum

---

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Bergmundsson
	Jón Ingimarsson
	Jón Vilhjálmsson
	Guðmundur Ingi Ásmundsson
Vattenfall	Allan Lundberg
	Per Gustaf Edblad

AL gerði grein fyrir skipulagi Vattenfall og sagði að þeir hefðu farið yfir þau gögn sem starfshópuinn hefði sent þeim.

JB gerði í stuttu máli grein fyrir starfshópnum, hvers vegna hann hefði verið stofnaður og hver væri tilgangurinn með störfum hans. Nokkuð var rætt um orkuskortinn 1979 - 82. AL og PGE töldu eðlilegt að til skorts hefði komið miðað við að farið hefðu saman nokkur vatnsrýr ár og að ný virkjun var á næsta leyti. AL benti á að mikilvægt væri að kynna almenningi og stjórnvöldum hvernig raforkukerfið starfaði til að umræður um skort og umframorku séu málefnalegar. AL skýrði frá því að við áætlanir notuðu þeir meðalgildi þrjátíu ára. Þegar farið var að nota árin 1950 - 1980 hefði orkugetan lækkað nokkuð. Nokkrar deilur hafa verið milli Vattenfall (SV) og SMHI um hvort nota eigi síðustu þrjátíu árin við áætlanir (SV) eða röð frá 1920 (SMHI). Vegna þessara deilna fékk Statens energiverk Anders Christoffersson við Uppsalaháskóla til að skrifa álitargerð (var dreift á fundi hjá Kraftsam). Hann telur eðlilegt að miða við að orkugetan sé að meðaltali 61 TWh, en SMHI telur hana vera 65,1 TWh. Við þessar athuganir notar SMHI aðeins 14 rennslisraðir. Samþykkt hefur verið á þingi heimild til að virkja allt að 66 TWh.

Þeir hafa ekki þörf fyrir að lengja rennslisraðir með líkönum og var þeim ekki kunnugt um að áreiðanleiki mældu raðanna hefði verið athugaður en bentu á SMHI í því sambandi (S.E. Westman og T. Jutman). Dreifing rennslis í Svíþjóð er mjög ólík því sem er á Íslandi, vetrarrennslis er nánast ekkert og vorflóðin eru afgerandi fyrir virkjanirnar. Í nóvember er því nokkurn veginn vitað úr hve miklu vatni verður að spila yfir veturinn. Um helmingur ársvatnsins kemst í miðlanir.



Meðan þurrársskilyrðið var notað í Svíþjóð var árið 1948 ákvarðandi, það gaf ca. 45 TWh orkugetu, sem er um 30% lægra en meðaltalið fyrir tímabilið 1950 - 80 (sbr. A Christofersson).


Vattenfall hefur ekki gert sérstaka athugun á samræmi milli áætlana um orkugetu og þess sem fengist hefur við rekstur. Stærsti vandinn hafa verið orkuspárnar, en þær hafa verið alltof háar og þar sem langan tíma tekur að byggja orkuverin (ca. 10 ár kjarnorkuver) skapaði það erfiðleika. Við umræður um orkuspár komu fram svipuð sjónarmið og á fyrsta fundinum hjá Kraftsam. Nefndi AL að gerðir væru í dag samningar um rofna sölu á katla þannig að tryggð væri orka í 8.000 stundir.

Við áætlanir nota Vattenfall 13% vexti sem hefur á síðustu árum samsvarað 4-6% raunvöxtum. Sum orkufyrirtekki nota lítið eitt hærri vexti.

Við áætlanir er miðað við 60 ára líftíma vatnsaflsvirkjana. Ljóst væri að ýmsir hlutar virkjana entust í mun lengri tíma einkum byggingarhlutarnir aðrir entust skemur en 60 ár svo sem rafbúnaður. Miðað er við að rekstrarkostnaðurinn sé 0,01 Skr/KWh. Þeir reikna núgildi kostnaðar við ákvarðanir um stækkun kerfisins og miðað er við þjóðhagsleg sjónarmið, en þeir töldu eina muninn á þjóðhagslegu- og fyrirtækjasjónarmiði vera verðlagningu skorts.

Þeir hafa metið kostnað við skort eftir upplýsingum frá samtökum einsakra atvinnugreina. Í byrjun er verðið lágt en fer upp í um 3 Skr/kWh við 20% orkuskort. Til einföldunar við reikninga er miðað við fast orkuskortsverð 1,5 Skr/kWh (2 - 3 falt herra en kostnaður við framleiðslu í oliustöð). Ef til orkuskorts kemur í Svíþjóð þarf að setja lög þar sem engin ákvæði eru í samningum um orkusölu, en við áætlanir er miðað við skort í einu ári af 30.

Við áætlanir um vatnsorkuver og rekstrareftirlíkingar nota þeir reiknilíkan frá 7. áratugnum. Verið er að vinna að gerð nýs líkans varðandi rekstur raforkukerfisins (POP). Við hönnunar vatnsaflsvirkjana eru notuð bestunarlíkön.

  
Jón Ingimarsson

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

P. G. Edblad, 1985: "Leveranssakerhetskriterier för production".  
Vattenfall.

---

 F U N D A R G E R Ð

Fundur: 4. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Miðvikudagur 8. maí 1985 kl. 9:00

Fundarstaður: Samkjöringen av kraftverkene i Norge, Osló

Fundarefni: 1) Aðferðir og forsendur rekstrareftirlíkinga

---

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Bergmundsson
	Jón Ingimarsson
	Jón Vilhjálmsson
	Guðmundur Ingi Ásmundsson
	Steinar Friðgeirsson
Rarík	Tryggvi Þór Haraldsson
Samkjöringen	T. L. Feragen
	Arne Vik
	Anders Willen

JI spurði um vatnafræðileg gögn og vísaði AW í því sambandi á NVE, þar sem hjá Samkjöringen er ekki unnið að þeim málum. AW afhenti gögn sem hann hafði unnið meðan hann starfaði hjá Vassdragsregulantenenes forening.

TLF sýndi mynd varðandi skilgreiningu á orkugetu virkjana. Orkugetan er skilgreind þannig að mestur hagnaður fáiast af rekstri virkjana, þ.e. henni er náð við hágildi:

$$LGK \times F + S - K - L$$

Þar sem :

LGK	: Langtíma jaðarkostnaður
F	: Orkugeta
S	: Sala afgangsortu
K	: Rekstrarkostnaður
L	: Kostnaður við skort

Hann sagði að ef þeir hefðu engin tengsl við útlönd myndi orkugeta (fastkraft) kerfisins minnka úr um 92 - 93 % af meðalgetu kerfisins í um 88 %. Sýndi einnig mynd af tengslum rafveitna og sagði að einstakir framleiðendur væru ábyrgir fyrir sínu svæði, en milli 50 og 60 fyrirtæki tengjast Samkjöringen. Einnig lýsti hann hvernig Samkjöringen ákvarðar verð á afgangsortu út frá verði sem rafveiturnar eru tilbúnar að kaupa og selja raforku á, en verð eru fengin frá þeim vikulega.

Næst fjallaði hann um verðlagningu orkuskorts. Athugun var gerð á þessu

atriði 1969 sem miðað hefur verið við síðan þá. Verðið byrjar í 0,35 Nkr/kWh, vex í 0,45 Nkr/kWh við 10% skort, í 2,30 Nkr/kWh við 25% skort og er óbreytt eftir það. Nýlega var gerð ný athugun og fékkst þá lægra verð við lítinn og mikinn skort, en þar á milli var það hærra. Samkvæmt þessari nýju athugun er lítill skortur ódýrari en kostnaður við að keyra dýrustu orkuverin. Einkafyrirtæki vann þessa athugun, og var hún ekki byggð á að senda út spurningar til notenda. Þar sem breyting frá eldri athugun er tiltölulega lítil við skort undir 20% var ákveðið að nota áfram eldri verðlagningu, auk þess sem ekki var talið raunhæft að vera með lægri verðlagningu á skorti en kostnað við dýrustu stöð. Samkvæmt áætlunum fæst skortur í 1 - 3 árum af 30 og getur mestur orðið 10 - 12 % á viku.

Orkugeta er áætluð með að leggja saman getu einstakra svæða, en með að líta á allt kerfið fæst 2 - 6 % hærrí orkugeta.

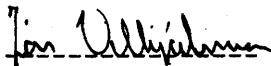
TLF fór yfir líkön og nefndi að þegar vatnsgildi er ákvarðað væri öllum miðlunum slegið saman í eina og orkuverum einnig. Annað líkan tekur síðan við vatnsgildinu og áætla rekstur einstakra stöðva (VANSIMTAP líkanið). Setja má inn ýmsar takmarkanir t.d. á lön. Líkanið var tekið í notkun fyrir fimm árum og byggir á sömu grunnhugmyndum og eldra líkan, en er reiknislega miklu öflugra. Eldra líkan gaf heldur hærrí orkugetu, en í nýja líkaninu er reynt að líkja betur eftir rekstri kerfisins m.a. með að taka inn fleiri takmarkanir, sem að öllu jöfnu lækka getu kerfisins. Samkjöringen keyrir einu sinni á ári forritið til að áætla reksturinn. Til athugunar á rekstri er keyrt einfaldara líkan einu sinni í mánuði út frá stöðu miðlana og spá um vatnsgildi. Einstök fyrirtæki keyra líkön til aðstoðar við rekstur síns kerfis. Fram kom á mynd sem sýnd var hvernig aukin afgangssorkusala minnkar forgangssorkugetu kerfisins.

Norðmenn eru að byrja að nota rennslisröðina 1930 - 1980 í stað 1930 - 1960, en orkuvinnslugeta heildarkerfisins breytist ekki mikið við þetta. Í suður Noregi eru það árin um 1940 sem eru ráðandi, en í norður Noregi árin um 1970. Þeir segjast ekki hafa orðið varir við kerfisbundna breytingu í rennsli á þessu tímabili.

Þeir sögðust nota raforkuspár einstakra fylkja, en spár stjórnvalda hafa verið lægri. Olíukreppan hefur gert það að verkum að vöxtur notkunar hefur verið hraðari en ella.

Einu sinni á ári er stjórnámálamönnum kynntur rekstur rafveitna.

Stjórnherbergi Samkjöringen var skoðað.

  
Jón Vilhjálmsson

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

T. L. Feragen, A. Vik og M. Godell, 1985: "Samkjöringens bruk av SAMO og VANSIMTAP". Samkjöringen.

A. Willen, 1983: "A Simple Model for Simulating Weekly Runoff".

Vannet i Norden, nr. 3-1983. (JI)

A. Willen, 1982: "Should we Search for Periodicities in Annual Runoff Again". From: Time Series Methods in Hydroscience, Elsevier Publishing Company, Amsterdam. (JI)

-----  
F U N D A R G E R Ð

Fundur: 5. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Fimmtudagur 9. maí 1985 kl. 9:00

Fundarstaður: Norges Vassdrag- og elektrisitetsvesen, Osló

Fundarefni: 1) Vatnafræði  
2) Orkuspár  
3) Hagrænar forsendur, áætlanir og fl.

  
-----

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Bergmundsson
	Jón Ingimarsson
	Jón Vilhjálmsson
	Guðmundur Ingi Ásmundsson
NVE	Thore Jarlset
	Jan Anderson
	Eivind Kindingstad

TJ lagði fram dagsskrá heimsóknarinnar og gerði grein fyrir skipulagi og starfsháttum NVE.

Vatnafræði

JA frá NVE-Vassdragsdirektoratet kynnti starfsemi þess. Helstu þættir í starfseminni eru:

- Umfjöllun um leyfisveitingar
- Eftirlit með stíflum
- Rekstur vatnamælingakerfisins
- Þróun aðferða í vatnafræði m.a. í sambandi við rennslisspár bæði vegna aðgerðarannsókna og flóðaspáa
- Söfnun gagna

Gögn sem Vassdragsdirektoratet safnar eru:

- Vatnshæða- og rennslismælingar í ám, vötnum og lónum
- Mælingar á grunnvatnshæð
- Mælingar á hitastigi í ám og vötnum og hita- og seltumælingar í fjörðum
- Gögn vegna vatnafræði í þéttbýli
- Snjósmælingar
- Bráðnun og uppsöfnun

þeir reka 13-1400 mælistöðvar.

Vassdragsdirektorat ber ábyrgð á söfnun vatnafræðilegra gagna. Þeir hafa komið upp forritabanka og gagnagrunni. Grunnurinn er aðgengilegur fyrir ýmsa s.s. EFI og ráðgjafa.

Þeir nota vatnafræðileg spálíkön (HBV-modelið) við gerð áætlana um rekstur til skamms tíma. Nákvæmni spánna er góð á vorin og sumrin, þökkaleg á veturna en haustið er erfiðast einkum þegar miklar skúrir ganga yfir og eins er óvissa um hvort úrkoma er snjór eða regn þegar kemur upp í fjöllin. Varðandi vetrar og vorspárnar nota þeir mælingar á snjóalögum (þykkt og vatnsgildi).

Fylgnigreiningarlíkön eru mest notuð til að lengja rennslisráðir og flytja rennsli frá mælistöðvum í safnpunkta við miðlanir, en HBV líkanið í miklu minna mæli. Þeir eiga mikið að gömlum röðum þannig að yfirleitt þarf ekki að lengja ráðirnar. Það eru helst á styrjaldarárunum sem ráðirnar slitna. Það kemur sér mjög illa því að einmitt á þeim árum er rennslið minnst. Þeir hafa ekki rannsakað áreiðanleika raðanna umfram það sem Anders Willen gerði (var dreift á fundinum með Samkjöringen 8. maí).

Á vegum Samkjöringen starfar "Radet for den kraftværks- hydrologiske tjeneste". Á vegum ráðsins er unnið að samræmingar- og þróunarverkefnum sem eru áhugaverð fyrir vatnsorkuverin. Helstu þættir í starfseminni eru á sviði:

- Gagnasöfnunar (samræming tækjabúnaðar)
- Snjósmælinga (t.d. aðferir við mælingar og mat á hvort unnt sé að láta reiknilíkön koma í stað mælinga)
- Skammtíma spálíkana (einkum fyrir minni orkuveitur. 3ja daga spár reynast vel)
- Veðurspáa þar sem spáð er fyrir um hitastig og úrkomu (magn og tegund)
- Tækjabúnaðar til að tryggja samningsbundið lágmarksrennsli
- Forritagerðar

Varðandi langtímasveiflur í rennsli sýndi JA mynd frá Svíum (sjá einnig fundagerðir frá Kraftsam og Vattenfall). Hann taldi vafasamt að hægt væri að draga þá ályktun af gögnunum að rennslið færi minnkandi. Hann benti einkum á að aukið skógarhögg veldur því að flóðtoppar verða skarpari og að miðlanir í Svíþjóð ættu erfitt með að taka skarpa flóðtoppa. Hann sagði að ekki væri hægt að lesa úr þeirra gögnum neina minnkun eða aukningu í rennsli. Nokkrar sveiflur eru þó (sveiflutími ca 15-25 ár).

Oft virðist vera ofmat í áætlunum um orkuver upp á 5-10%. Ástæðurnar eru m.a. að í vikugildum sem eru notuð við áætlanir eru áhrif flóða jöfnuð, meira vatn tapast við rekstur en líkön gera ráð fyrir og skekkjur eru í áætlunum um rennsli í miðlanir uppi á hálendi fjarri vatnshæðarmælum.

Norðmenn hafa ákveðið að nota röðina 1930-80 frá og með 1986 í stað raðarinnar 1930-60. Við rekstrareftirlíkingar er breytilegt hversu margar rennslisráðir eru notaðar. EFI notaði ráðir fyrir alla safnpunkta, en NVE um 50 ráðir.

Þá kynnti JI verkefni starfshópsins á sviði vatnafræði. TJ sagði að þeir

hefðu ekki gert stókastískar ráðir.

### Raforkuspár

EK frá NVE-Energidirektoratet tók við og kynnti vinnu við gerð raforkuspár. Í máli hans kom m.a. fram að undirbúningstími virkjana hefur lengst undanfarið einkum vegna andstöðu náttúruverndarmanna og er hann nú 10-12 ár. Þess vegna er nauðsynlegt að spá lengra fram í tímann. Samhliða þessu hefur óvissan aukist. Á mynd sem sýndi þróun raforkumarkaðarins kom fram að orkufrekur iðnaður óx frá um 3 TWh 1945 í um 30 TWh 1975 en hefur aukist óverulega síðan. Fram til 1960 voru takmarkanir vegna fjármagnskostnaðar. Á mynd yfir þróun orkumarkaðar kom fram að hlutur raforku hefur vaxið stöðugt og er rafhitun sú hlutfallslega mesta sem þekktist í heiminum. Varðandi samband þjóðarframleiðslu og orkunotkunar kom fram að heildarorkunotkun hefur vaxið mun hægar en þjóðarframleiðslan en raforkunotkunin ein sér hefur vaxið næstum í takt við þjóðarframleiðsluna. Ástæðan er aukin hlutdeild raforku í orkumarkaðnum.

Verð á raforku í Noregi hefur verið nokkuð stöðugt frá 1970 en á sama tíma hefur verð á olíu nálega tvöfaldast. Frá 1982 hefur verðmunurinn farið minnkandi.

Fyrstu heildarraforkuspárnar sem voru gerðar í Noregi eru frá 1965. Þá voru spár einstakra rafveitna teknar og lagðar saman. Á mynd þar sem borin var saman raforkuspá frá 1979 og raunveruleg notkun kom fram að notkunin hefur verið meiri en spáin gerði ráð fyrir. Stjórnvöld hafa haft tilhneigingu til að vera með lægri spár en orkufyrirtækin þannig að minni þörf virðist fyrir nýjar virkjanir. Miklar deilur hafa verið um spárnar. 1979 var stofnuð orkuspárnefnd af ríkistjórninni. Í nefndinni sitja fulltrúar frá olíu- og orkuráðuneyti, iðnaðar-, fjármála-, umhverfisráðuneyti, hagstofunni og NVE. Orkuspáin sem gerð er á vegum nefndarinnar er n.k. málamiðlun. NVE hefur haldið því fram að eðlilegra sé að þeir aðilar sem bera ábyrgð á framleiðslu og dreifingu orkunnar geri spárnar. Spár raforkufyrirtækjanna hafa verið nokkru hærri en spár nefndarinnar.

Næst kynnti EK líkan sem notað er til að spá fyrir um orkupörf (MSG-4E). Inn í líkanið ganga fjölda margar stærðir. Hann hefur ekki trú á því að nota mjög flókin líkön við spárnar hann benti á að t.d. væri mjög erfitt að spá í tækniþróun út frá líkönum. Reynt er að spá út frá þróun og hagfræðilegum markmiðum. Samtök atvinnurekenda hafa ekki tengst gerð orkuspánna vegna þess að reynt er að fylgja markmiðum stjórnvalda. Stöðnun hefur verið í almennum iðnaði undanfarin ár og er gert ráð fyrir mjög litlum breytingum á því samkvæmt markmiðum fjármálaráðuneytisins. Samtök iðnrekenda hafa mótmælt þessu og talið að gert sé ráð fyrir of litlu svigrúmi. Hafa verður þó í huga að iðnaðurinn fengi lægra orkukverð ef framboð raforku verður meira en eftirspurnin og er því þeirra hagar að spárnar séu í herra lagi.

Í nýjustu raforkuspá nefndarinnar er ekki fjallað um óvissu. Hins vegar er miðað við tvenns konar spár fyrir almenna notkun, háa og lága:

Ár	Há spá	Lág spá
1990	72 TWh	68 TWh
1995	82 TWh	73 TWh
2000	92 TWh	77 TWh

### Hagrænir þættir, áætlanir o.fl.

TJ frá NVE-Energidirektoratet gerði grein fyrir starfsemi deildarinnar á þessu sviði, en þar er m.a. unnið að áætlunum um orkuver og línubyggingar.

Við gerð áætlana er m.a. tekið tillit til:

- Orkuspár
- Þjóðhagslegs taps vegna orkuskorts
- Fjármagnskostnaðar
- Hugsanlegra orkuvera
- Verðs á orku
- Ýmissa jaðarskilyrða (Rammebetingelser)
- Stefnumörkun (Valg af ambitionsnivaa)

Hagrænt markmið sem unnið er eftir í Noregi er að hámarka hagnað samfélagsins af uppbygginguna, jafnframt því sem reynt er að lágmarka kostnaðinn. Fræðileg vatnsorka í Noregi er 556 TWh/a, talið er hagkvæmt að nýta um 172 TWh/a og þar af er búið að virkja 105 TWh/a (miðlun um 60 % meðalrennslisins). Verndun ásamt beiðni um verndun nær til um 21 TWh/a. Yfirleitt er þó ekki miðað við að virkja meira en um 125 TWh/a.

Varðandi verðlagningu orkuskorts sagði hann að gera þyrfti greinarmun á skorti sem væri þekktur með góðum fyrirvara og skorti sem yrði vegna skyndilegra bilana. Þegar skortur er þekktur með löngum fyrirvara er yfirleitt hægt að mæta honum með almennum orkusparnaði og væri því verð hans mjög lágt í byrjun, en við 20% skort og meiri er miðað við um 2 Nkr/KWh. Fyrirvaralaus skortur væri hins vegar mun dýrari eða um 12 Nkr/KWh. Þeir hafa notað tölur frá 1969 en nýlega var gerð ný athugun og samkvæmt henni er kostnaður við skort minni en áður var áætlað við lítinn og mikinn skort. TJ taldi nauðsynlegt að miða við breytilegt skortverð við áætlanagerðir. Þá gerði hann grein fyrir þeim líkönum sem notuð eru við áætlanir. Annars vegar er um að ræða orkulíkon sem byggja á vatnsgildisreikningum. Hinsvegar eru afllíkon. Áætlanir sýna að langtímajaðarkostnaður við uppbyggingu raforkukerfisins sé um 0,29 Nkr/KWh í dag fyrir almenna notkun (7% vextir).

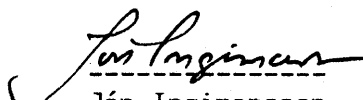
Við áætlanir krefst fjármálaráðuneytið að miðað sé við 7% raunvexti. Við samninga við iðnfyrirtæki er þó yfirleitt miðað við 5%, því er þó verið að breyta í 6%. Orkugetan er háð reiknivöxtunum og er 98 TWh við 5% vexti, 104 TWh við 7% vexti og 109 TWh við 9% vexti. Hann benti á að ef miðað er við háa vexti verður minni munur á raforku frá vatnsorkuverum og varmaorkuverum. Áður var miðað við 9% vexti. Við áætlanir er miðað við að fastur rekstrarkostnaður sé 1% af fjárfestingu. Fyrir vatnsaflsvirkjanir er miðað við 40 ára afskriftatíma, en 25 ára fyrir varmaafli.

Við áætlanir um einstakar virkjanir er borinn saman kostnaður við að byggja virkjunina og kostnaður við að láta það ógert (indifference



kostnaður).

Varðandi orkuskort var TJ spurður um hvort til væri áætlun um hvernig tekið yrði á skorti ef til kæmi. Hann sagði svo ekki vera. E.t.v. væri hægt að hugsa sér að neytendur fái ákveðið hlutfall þeirra orku sem þeir hefðu keypt (kódakefi). Hann taldi ólíklegt að byrjað yrði að skera niður áður en orka yrði keypt frá Svíum eða Dönum þó að sú orka væri dýrari en kostnaður við skort, en samkvæmt nýju könnuninni á kostnaði við orkuskort er ódýrara að skera niður en flytja inn orku.

  
Jón Ingimarsson

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

J. H. Andersen, 1985: "Tilsið og produksjon. Er det samsvar mellom forventede og oppnaade verdier?"

B. Digernes og J. K. Johnsen, 1984: "Indifferenskostnad for fastkraft, alminnelig forsyning, prisnivaa 1. 1. 1984". NVE.

Energiprognoseutvalget, 1985: "Energiprognoseutvalgets rapport til energimeldingen". (JV)

A. O. Fagerberg, 1983: "Economic Characteristics of the Norwegian Electricity Supply System". International Conference on Large High Voltage Electric Systems. Study Committee Meeting in Oslo, June 20 - 24.

A. O. Fagerberg, 1979: "Prinsippielt grunnlag for økonomisk evaluering og optimal utforming av vannkraftprosjekter". NVE-Elektrisitetdirektoratet.

A. O. Fagerberg, 1979: "Om usikkerhet ved energitilgang og energipriser. Hvordan bør samfunnsplanleggingen ta hensyn til dette? Hvilke signaler bør energibrukerne faa for sin planlegging?". Fordrag under Norske Sosialøkonomers Forenings etterdannelseskurs om "Planlegging i en verden av spill og usikkerhet", 19.-21. november.

A. O. Fagerberg, 1980: "Programanalyse. Referat fra møte i Olje og Energidepartementet 24.6.". NVE.

A. O. Fagerberg og T. E. Gulbrandsen, 1978: "Kalkulasjonsrenten". NVE.

T. Jarlset, 1983: "Virkningen av de nye avsavnsverdiene i det Norske kraftproduksjonsystemet". NVE.

J. K. Johnsen, 1984: "Fastkraftkostnader for varmekraft innpasset i det Syd-Norske kraftsystem". NVE.

J. K. Johnsen og B. Digernes, 1984: "Langtidsgrensekostnad for

fastkraft". NVE.

J. K. Johnsen og T. Jarlset, 1983: "Sosialökonomien styrer: Planlegging av kraftproduksjonssystemet". Elektro - Elektroteknisk Tidsskrift, nr. 4.

E. Kindingstad, 1983: "Energiprognoser - hjelpemidler for politiske beslutninger?". Foredrag i NIF, Oslo avd. Elektroingeniörens gruppe 26. januar. (JV)

E. Kindingstad, 1979: "Er vaare elprognoser gode nok?". Foredrag holdt i Norsk Elektroteknisk Forening, möte 23. april. (JV)

Norges hydrdynamiske labratorier: "Slipping og kontrol av minstevannforinger". (GIA)

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1984: "Energiforsyning og energiforbruk i Norge. Uttalelse til Olje- og energidepartementet 12. november 1984 som vedlegg til Energimelding".

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1983: "Kontoret for Overflatehydrologi. Data-arkiv pr. 18. 11. 1983". (JI)

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1983: "Hydrologisk modell for flomberegninger". Rapport nr. 2 1983. (JI)

Norge vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1981: "Representativet m.m. hos tidsserier av vattenföring og tillrinning i Norge". Rapport nr. 1-81. (JI)

Olje- og energidepartementet: "St. meld. nr. 71 (1984-85). Norges framtidige energibruk og -produksjon".

J. Tveit, E. Solberg, A. Johannesen and L. Rolfseng, 1984: "New Renewable Resources in the Norwegian Energy Supply System". ENERGEX, The Global Energy Forum '84. May 14 - 19, Regina, Saskatchewan.

J. Tveit, 1983: "Integrated Energy Planning in Norway". International Conference on Large High Voltage Electric Systems. Study Committee Meeting in Oslo, June 20 - 24.

Vassdragsregulantenes forening - Kraftverkshydrologisk raad, 1985: "Aarsrapport 1984". (JI)

Vassdragsregulantenes forening: "Datainnsamlingsutstyr for metrologi og hydrologi". (GIA)

-----  
F U N D A R G E R Ð

Fundur: 6. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Föstudagur 10. maí 1985 kl. 8:30

Fundarstaður: Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitut, Prándheimi

Fundarefni: 1) Reiknilíkön

-----

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Bergmundsson
	Jón Ingimarsson
	Jón Vilhjálmsson
	Guðmundur Ingi Ásmundsson
	Steinar Friðgeirsson
EFI	Harold Sande
	Einar Olaussen
	Arne Haugstad
	Arne Johannsen
	Klaus Livik

HS kynnti dagskrá dagsins, en samkvæmt henni var gert ráð fyrir að fjalla um orkuvinnslulíkön fyrir hádegi. Eftir hádegi yrði síðan hópnum skipt í tvennt, annars vegar yrði fjallað um orkumarkað og hins vegar um vatnafræði.

EO fjallaði þá um rekstrarlíkön og sýni mynd yfir samspil veðurs, vatns, raforkunotkunar, verðs og framleiðslu. Gerðar eru þriggja daga spár fyrir rekstur kerfisins og er rennsli þá meðhöndlað sem stórkastísk stærð, en notkun sem föst þekkt stærð.

Þá nefndi EO hina ýmsu þætti sem framleiðslukerfi einstakra rafveitna samanstendur af :

- Vatnsorka rafveitu
- Kaup frá öðrum
- Ótryggð orka
- Eldneytisstöðvar
- Skerðing

Hver þessara þátta hefur ákveðið verð nema vatnsorkan og eru því notaðir vatnsgildisreikningar til að verðleggja þá orku. Einnig nefndi hann þá þætti sem ganga inn í rekstrarkostnaðinn og að í því sambandi væri miðað við væntanleg gildi. Þá fjallaði hann um rekstraráætlanir til lengri tíma, en til þeirra hluta hefur verið þróað forritið VANSIMTAP. Við þessa

reikninga er rennsli meðhöndlað sem stórkastisk stærð og fyrir hverja viku er það dregið á tilviljunarkendan hátt út úr sögulega rennslinu. Rennslið er einnig vegið með tölu sem ræðst af rennsli í síðustu gefnu vikum, en ef það er ekki gert verður líkandadreifing rennslis þrengri en raunverulegar mælingar sýna, þ.e. rennsli er ekki óháð milli vikna.

Fundið er vatnsgildi fyrir einstaka kerfi. Síðan eru kerfin tengd saman og tekið tillit til flutningstakmarkana. Út frá þeirri niðurstöðu sem þá fæst er álagi einstakra kerfa breytt og þau einangruð að nýju og vatnsgildi fundin. Þessi ítrun heldur síðan áfram uns endanlegt gildi er fundið.

JB spurði hvort í rekstrareftirlíkingum væru tekin inn áhrif veðurfars á notkun. EO sagði að þessi áhrif væru tiltölulega lítil hjá þeim vegna þess hve mikil miðlun væri í kerfinu (um 60% af meðalársrennsli) auk þess sem vetrarrennslið væri lítið.

Þá fjallaði AH um líkön til langtímaathugana (VANSIMTAP) og nefndi þær takmarkanir sem taka má inn í líkanið. M.a. nefndi hann hinar ýmsu mismunandi gerðir vatnsaflsstöðva sem um getur verið að ræða (t.d. framleiðsla/dæling eða mörg lön í mismunandi hæð). Einnig er líkanið notað til athugana varðandi rekstur kerfisins fram á vor og við hönnun á miðlunum og skurðum. Það er yfirleitt keyrt einu sinni í viku og í hverju kerfi geta verið allt að 70 stöðvar. Að auki eru ýmis forrit sem gera umhverfi líkansins vinalegt fyrir notanda.

Eftir hádegið fór JI til NHL.

AJ fjallaði um samspil framleiðslu og markaðar og hvernig það verður hagkvæmast. Nefndi hann að framleiðsla vatnsaflstöðva sé mjög mismunandi t.d. fyrir kerfið í Noregi 1980 gat framleiðslan verið frá 75 til 100 TWh. Án tengsla við útlönd var hagkvæmasta framleiðsla 79 TWh en með tengslum 83 TWh (miðað við árin 1931 - 1960). Einnig er markaðurinn nokkuð sveigjanlegur. Hér er því um flókið samspil að ræða og markmið með uppbyggingu framleiðslukerfis raforku er að fá hagkvæmstu lausn út frá þjóðhagslegu sjónarmiði. Hann fjallaði nokkuð um breytingu úr olíunotkun yfir í raforkunotkun og samspil verðs á raforku og olíu í því sambandi.

Þá fjallaði hann um hagkvæmstu uppbyggingu eldsneytisstöðva og lagði sérstaka áherslu á hugsanlega nýtingu gass til raforkuframleiðslu.

Næst fjallaði KL um orkuspárlíkanið EFI - ENERGI, en það er notað af flestum fylkjum Noregs og einu sinni hefur verið gerð spá fyrir Svíþjóð með því. Notkuninni er skipt í eftirfarandi flokka :

- Heimili
- Þjónusta
- Iðnaður
- Samgöngur
- Annað

Orkunotkunin er áætluð út frá :

$$E = S \times N \times P \times H$$

þar sem :

S = Fjöldi tækja á notanda  
N = Fjöldi notenda  
P = Afl tækja  
H = Notkunartími

Áætluð er síðan þróun einstakra þátta sem ganga inn í líkanið. Einnig er notað hagfræðilegt líkan sem miðar við að notkun sé háð tekjum, raforkuverði og olíuverði. Inn í þessa reikninga ganga einnig umbreytingar úr olíu yfir í raforku sem mikið hefur verið um á síðustu árum.

Spá er síðan gerð fyrir fimmta hvert ár til ársins 2000. Einnig er athugað hvaða áhrif breyting á forsendum hefur á niðurstöður, og fæst þannig visst mat á óvissu. Vissir erfiðleikar eru með gögn fyrir líkanið og nokkur óvissa er í sumum þeirra. Í dag er miðað við gögn frá árinu 1982.

Fyrir heimilisnotkun ganga inn áætlanir um þróun mannfjölda og hafa þær breyst nokkuð á síðustu árum. Einnig er um að ræða áætlun um þróun húsnæðis og er þar m.a. gert ráð fyrir að 1,5 % af íbúðum byggðum fyrir 1955 falli úr notkun.

Líkanið spáir ekki um notkun í orkufrekum iðnaði þar sem hún ræðst að stórum hluta af ákvörðunum stjórnvalda.

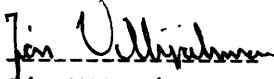
Forrit þetta kostar 30 þúsund Nkr, en EFI tekur 70 þúsund Nkr fyrir að gera spá með því.

Þá sýndi KL niðurstöður athugunar á notkun hjá einstaka notendum og fjallað fyrst um áhrif hitastigs á notkun. Notkun í íbúðarhúsum virðist breytast samkvæmt S ferli. Við "hátt" hitastig takmarkast notkunin vegna þess að hætt er að kynda hús og við mjög lágt hitastig fæst mettun vegna takmarkana í tækjastærð. Notkun er einnig minni á vorin en á haustin þar sem sólin er vanalega hærri á lofti við sama hitastig þá. Einnig sýndi þessi athugun litla fylgni við vind og skýjafar, þó hefur komið fram góð fylgni á einstaka stað.

Dægurálagssveifla er með toppi á morgnana um kl 7 og síðdegis.

Loks fjallaði hann nokkuð um aflþörf í landbúnaði, en EFI hafði gert athugun á því.

Að lokun kynnti HS einfalt líkan til aðstoðar við keyrslu á framleiðsluferfi raforku. Með líkaninu er hægt að líkja eftir vinnslu virkjana og út frá því má síðan breyta rekstrinum þannig að hann verði hagkvæmari. Kerfið býður upp á skemmtilega myndræna framsetningu. Þetta kerfi kostar um 57 þúsund Nkr og búast má við að aðlögun þess að aðstæðum á hverjum stað kosti um 100 þúsund Nkr.

  
Jón Vilhjálmsson

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

Elektrisitetsforsyningens            forskningsinstitutt,            1985:  
"Produksjonsplanleggingsprogram ved gruppe for energiproduksjon,  
EFI. Status og virksomhet". EFI-TR nr.:3205.

-----  
F U N D A R G E R ð

Fundur: 7. fundur starfshóps um endurskoðun á aðferðum við mat á orkuvinnslugetu vatnsorkuvera og rekstri þeirra í ferð til Noregs og Svíþjóðar 5. til 15. maí 1985

Fundartími: Föstudagur 10. maí 1985 kl. 13:00

Fundarstaður: Norges hydrotekniske laboratorier (NHL), Prándheimi

Fundarefni: 1) Reiknilíkön

  
-----

Á fundinum voru:

Starfshópurinn	Jón Ingimarsson
NHL	Björn Sæther
	Reidun Gustafson

Áður en fundurinn hófst kynnti RG NHL, helstu verkefni og sýndi helstu tilraunir sem unnið er að í straumfræðistöð NHL.

Í upphafi fundarins gerði JI stutta grein fyrir starfshópnum, tilurð hans og verkefnum.


BS sagði að upphaflega hefði verið gert ráð fyrir að prófessor AAnund Killingtveit kynnti þau verkefni sem unnið hefur verið að á NHL og tengjast áætlunum um virkjanir og rekstur virkjana. Hann sagðist hafa unnið mjög stutt á NHL og gæti því ekki kynnt nema fá þeirra verkefna sem þeir hefðu sinnt. Flest verkefna NHL á þessu sviði væru (auk líkantilrauna) á sviði vatnafræði, straumfræði og reiknilíkana.

BS byrjaði á að kynna ENMAG reiknilíkanið. Líkanið líkir eftir áhrifum ýmissa framkvæmda s.s. vatnsorkuvera og flóðvarnarmannvirkja. Líkanið getur notað rennslisraðir af breytilegri lengd og með upplausn allt niður í einn sólarhring. Líkanið er fyrst og fremst ætlað til að nota við áætlanir um nýjar virkjanir en ekki við rekstur. Megin áhersla er lögð á vatna- og straumfræðilegar aðstæður en minni á bestun reksturs. Líkanið getur einungis líkt eftir einni á í einu með einu miðlunarlóni en allt að 19 virkjunum og sniðpunktum. Í líkaninu er miðað við að 99,6% af eftirspurn eftir orku sé fullnægt við mat á orkugetu. Unnið er að breytingum á forritinu þó er ekki miðað við að það geti líkt eftir flóknari kerfum í því sambandi benti BS t.d. á VANSIMTAP frá EFI.

Þá kynnti hann tvö forrit sem notuð eru við hönnun virkjana; FLOMROUTING og DAMVOLUM. Þar sem þessi líkön tengjast ekki störfum starfshópsins verður þeim ekki lýst hér.

Varðandi vinnu NHL við óvissu í reiknilíkönum sem notuð hafa verið til að lengja og brúa rennslisraðir og eins um hugsanlegar langtímasveiflur í

rennsli vísaði BS á Killingtveit. Þær upplýsingar sem hann gat gefið um þessi atriði voru í samræmi við það sem fram kom á fundinum með NVE.

  
-----  
Jón Ingimarsson

Eftirfarandi var dreift á fundinum:

B. Sæther: Enmagasin modellen (ENMAG) - En introduktion. NHL. (JI)