

ELSAM

Febr.1973

JH-73/12b

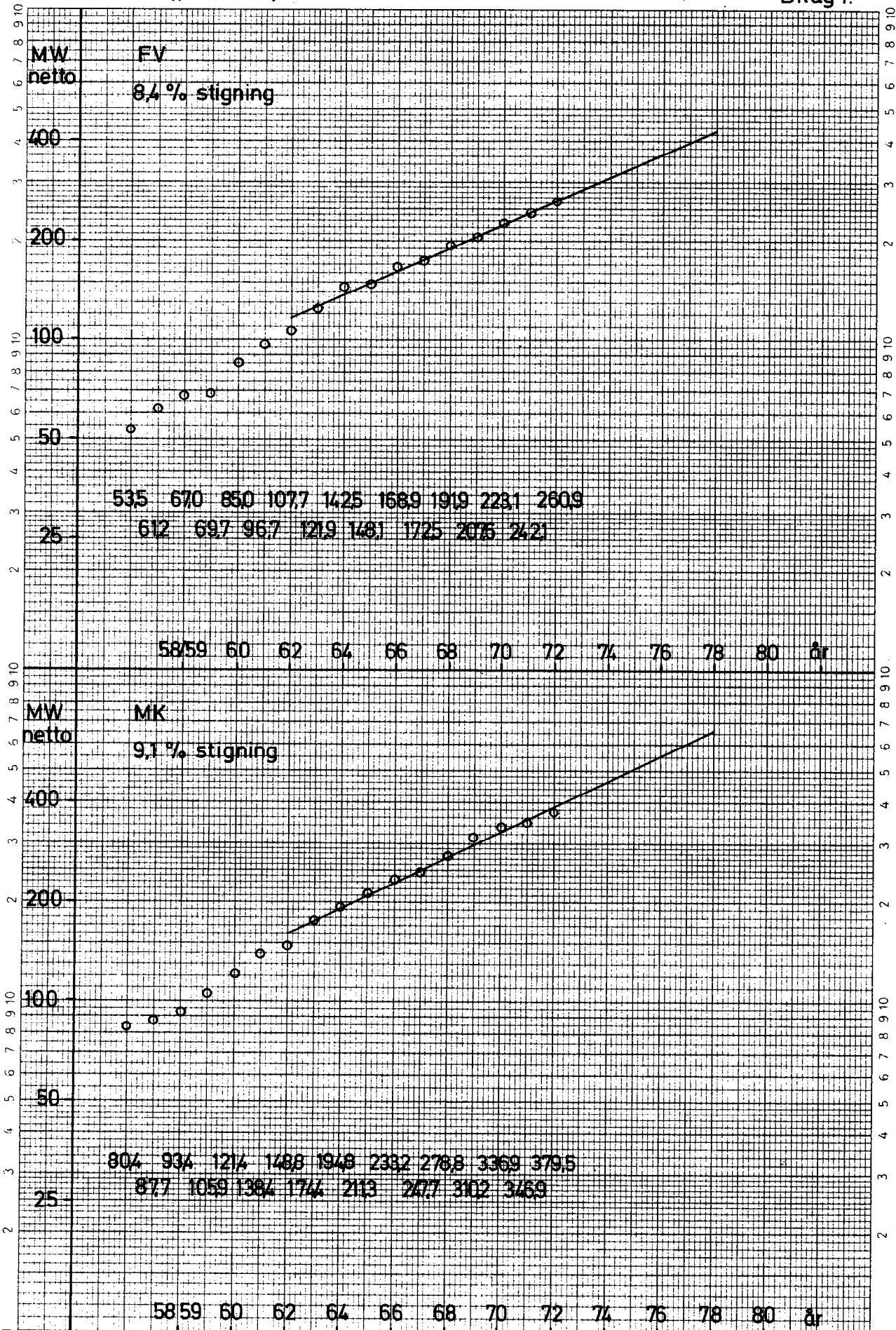
Bestyrelsesmøde, den 8. marts 1973

Punkt 2

Effektudvidelsesplan 1973

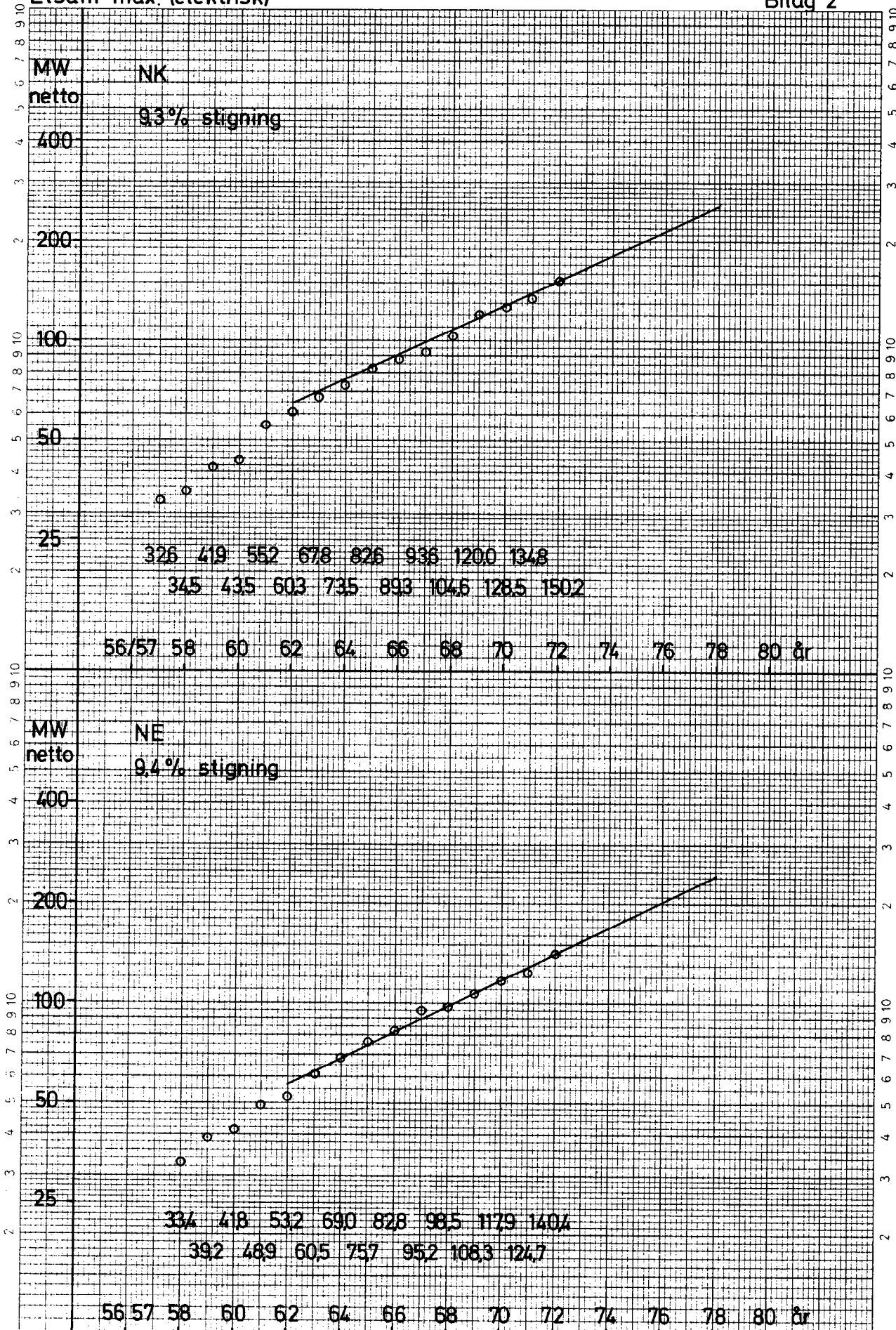
=====

Bilag og app. I, II og III



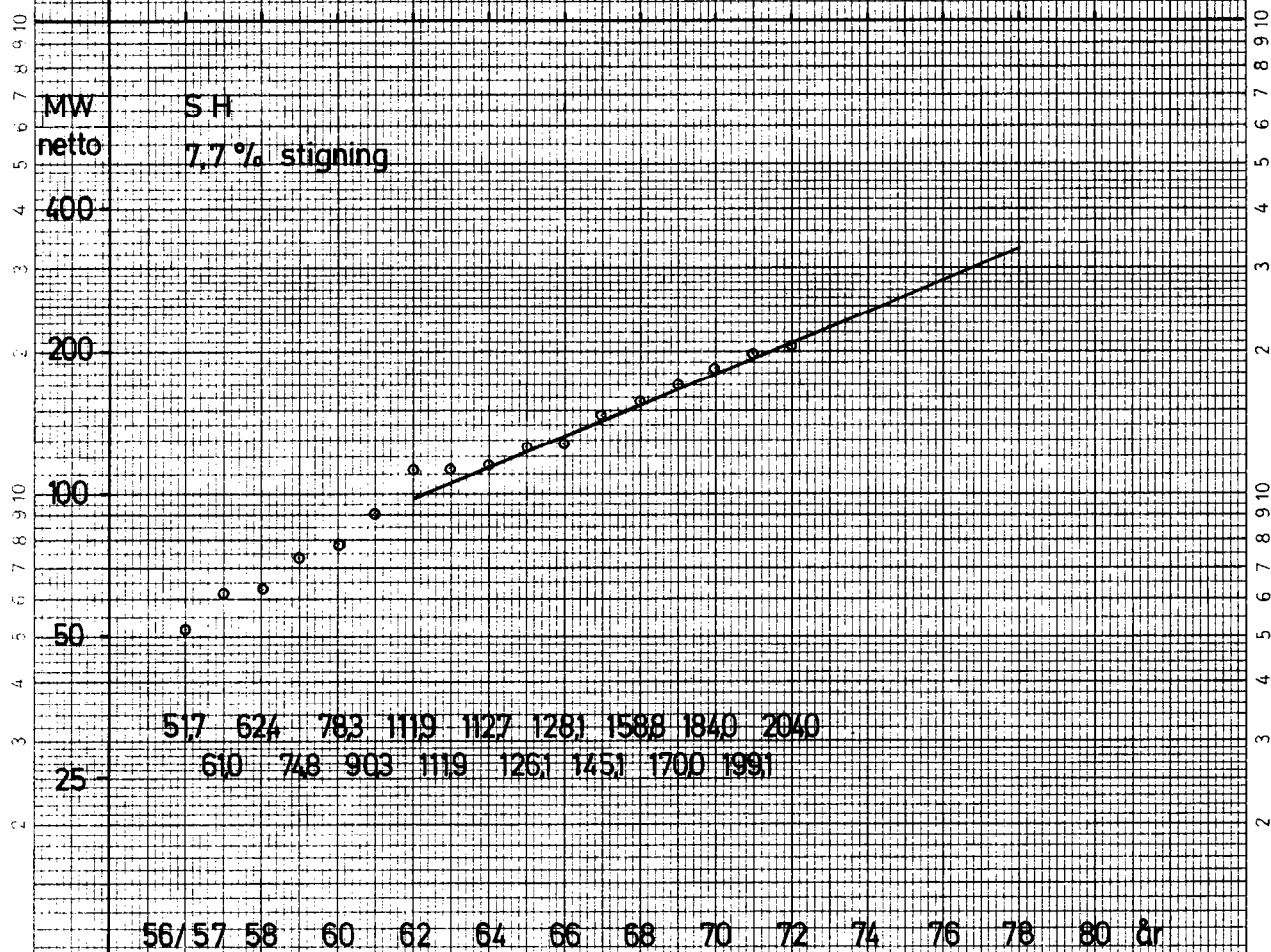
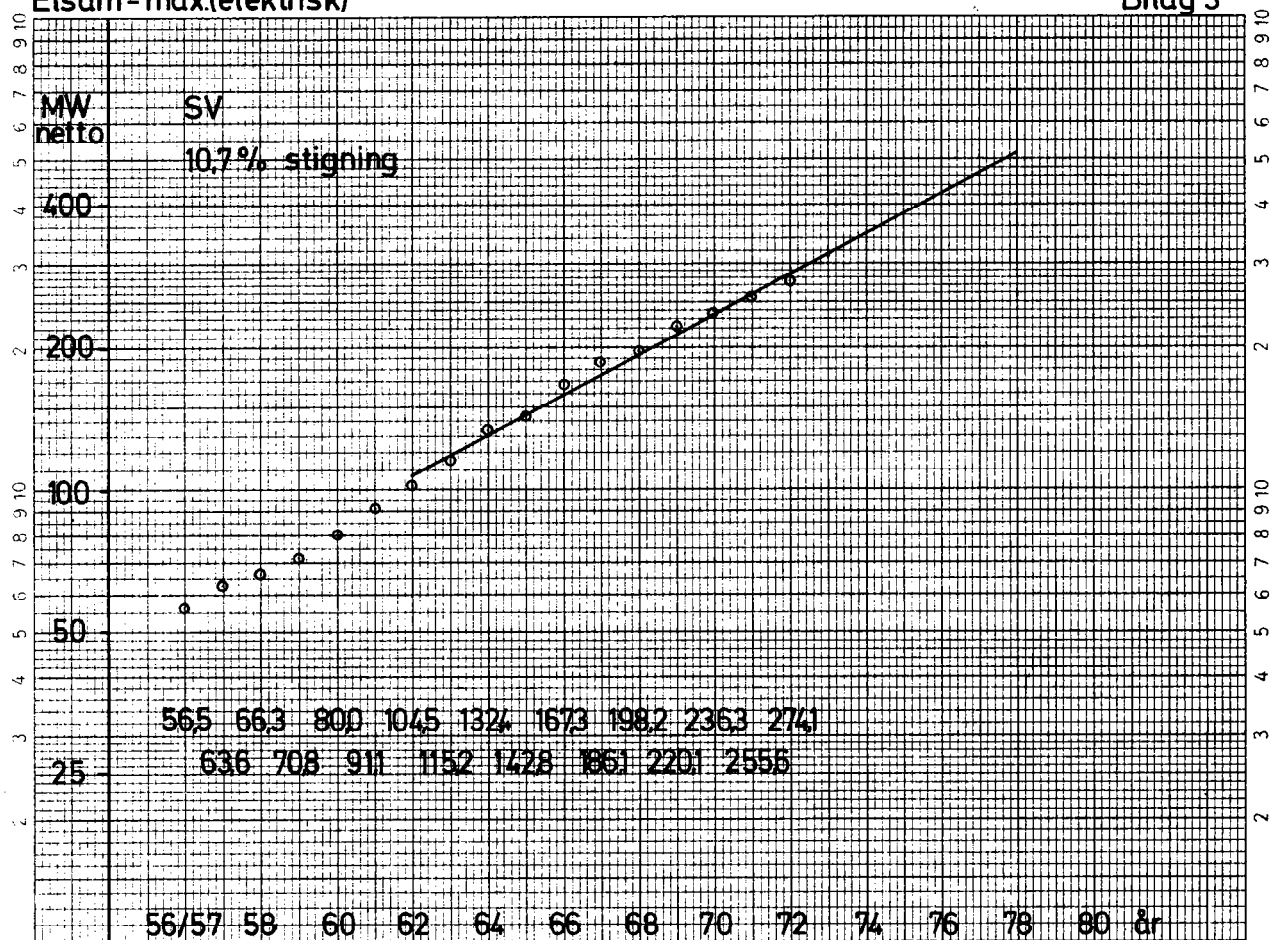
Udvidelsesplan 1973
Elsam-max. (elektrisk)

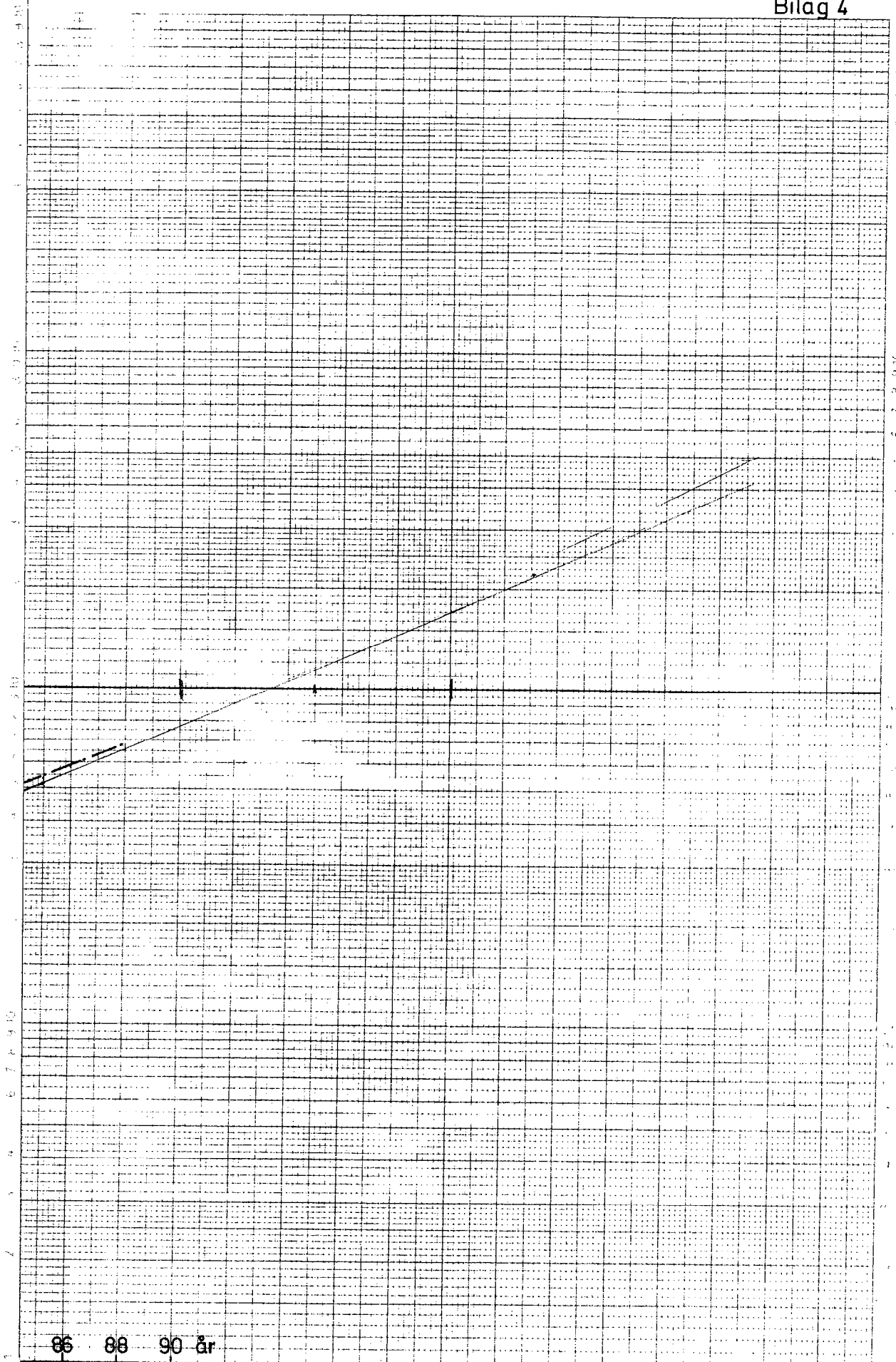
Bilag 2



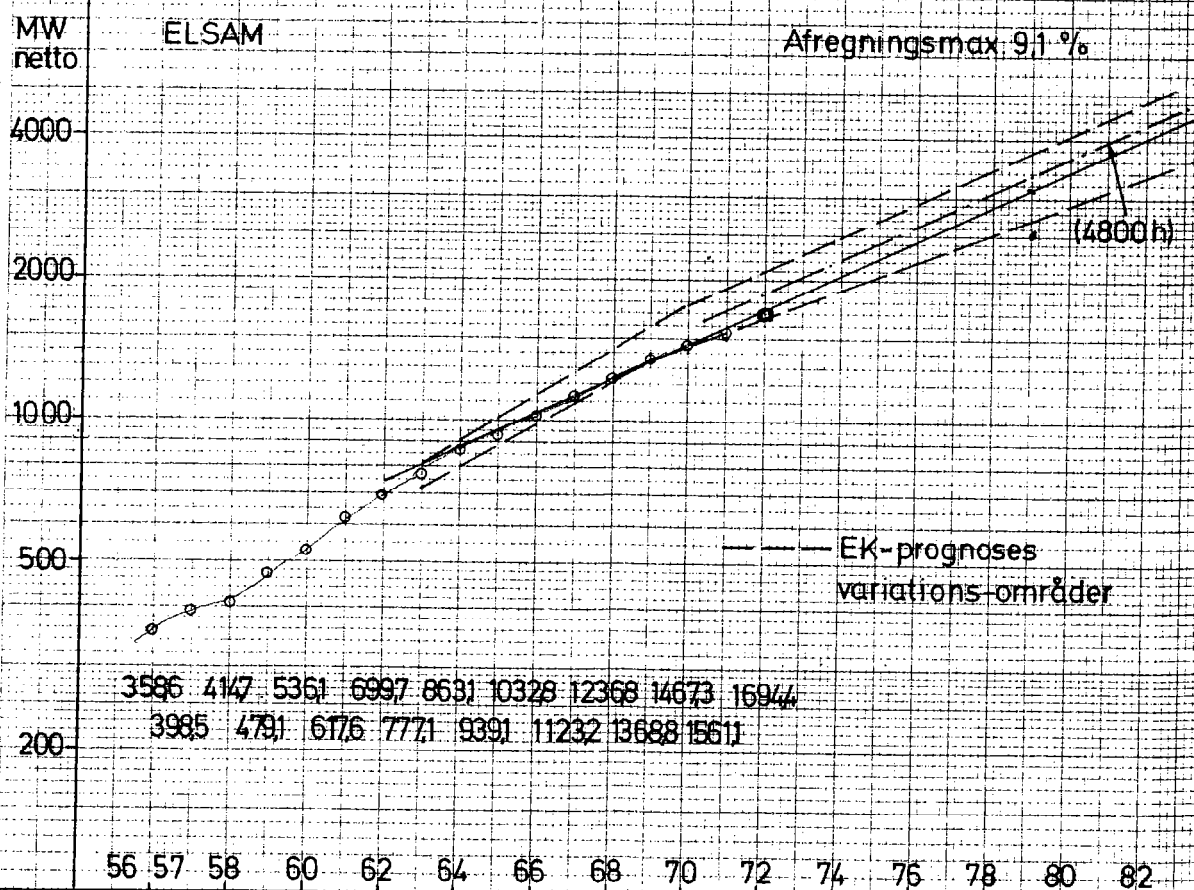
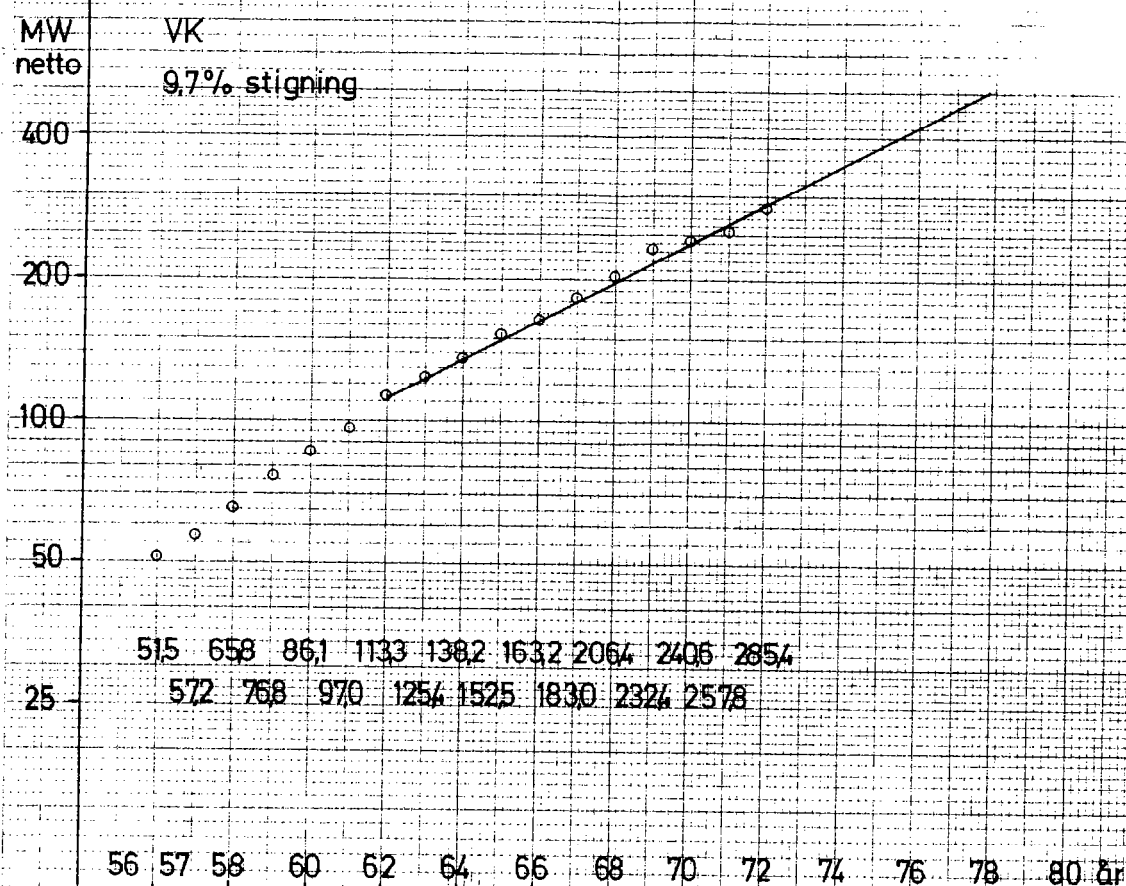
ELSAM, febr. 1973 10C 223h

Ordinat 160 mm - Abscisse 4 dekader a 62,5 mm.





Udvidelsesplan
Elsam-max.(elektrisk)



Benyttelsestiden for belastningen/salg til eget område/ElSAM maks. fra 1951/52 til 1972/73

er

00

00

00

1951/52

55/56

60/61

65/66

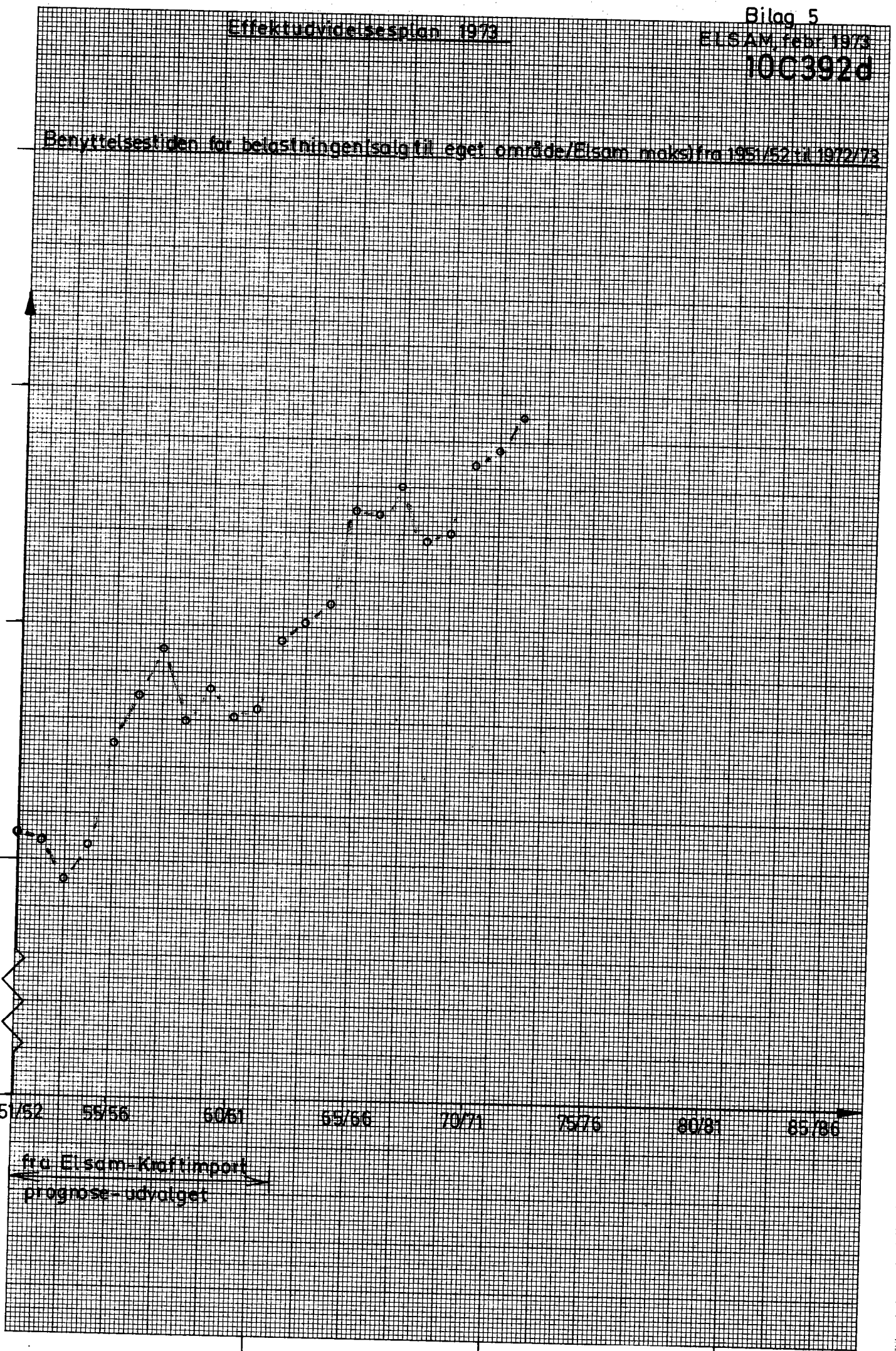
70/71

75/76

80/81

85/86

fra Elsam-Kraftimport
prognose-udvalget



Bilag 6

Belastningsprognose 1973

	FV el	MK el $\frac{1}{2}$ fjv.	NE el	NK el $\frac{1}{2}$ fjv.	SV el	SH el	VK el $\frac{1}{2}$ fjv.	Elsam maks	abs el maks	$\frac{1}{2}$ fjv.	Ialt
73	261	380 21	140	150 12	274	204	285 15	1694	1719	48	1767
	285	423 21	154	165 15	315	226	318 15	1886	1914	51	1965
	309	462 21	169	180 16	346	244	348 15	2058	2089	52	2141
	335	504 21	184	197 16	380	262	382 15	2244	2278	52	2330
	363	550 22	202	215 16	418	281	419 15	2448	2485	53	2538
	393	600 22	219	234 17	461	303	460 15	2670	2710	54	2764
	426	654 22	241	255 18	507	326	504 15	2913	2957	55	3012
	471	725 23	267	282 18	561	361	558 15	3177	3225	56	3281
	515	790 24	291	308 19	612	394	609 15	3467	3519	58	3577
	561	862 24	317	336 20	668	429	664 15	3780	3837	59	3896
	612	941 24	346	366 20	728	468	724 15	4123	4185	59	4244
	668	1025 24	378	400 21	795	511	790 15	4498	4565	60	4625
	728	1118 24	412	436 21	867	557	862 15	4906	4980	60	5040
	794	1220 24	449	475 21	945	608	940 15	5351	5431	60	5491
	863	1324 24	488	516 21	1027	660	1020 15		5898	60	5958
	931	1430 24	527	558 21	1109	713	1102 15		6370	60	6430
	1006	1546 24	569	602 21	1197	770	1190 15		6880	60	6940

Fra 72/73-78/79 er angivet deltagernes andele i det forventede Elsam maks.

Fra 79/80-88/89 - - - - - absolutte
maks., ud fra deltagernes procentiske andel i Elsam maks.
i 1978/79

il

a 1.1.61 - 31.12.72

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1973

1974

1975

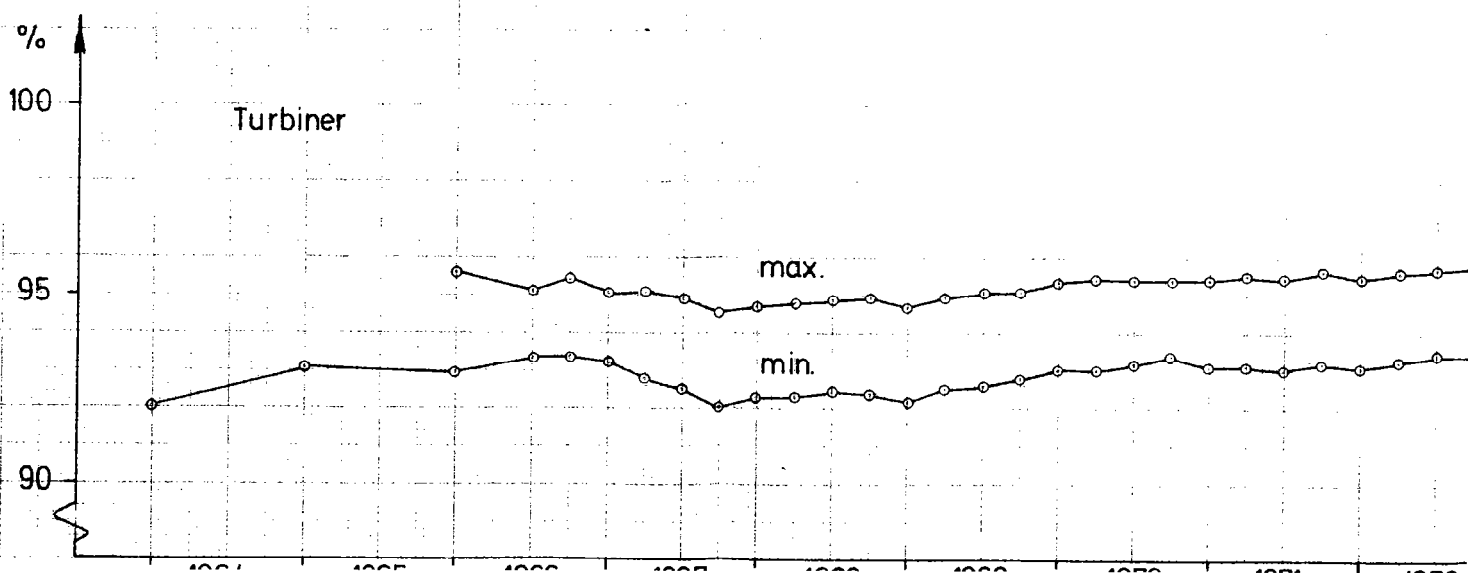
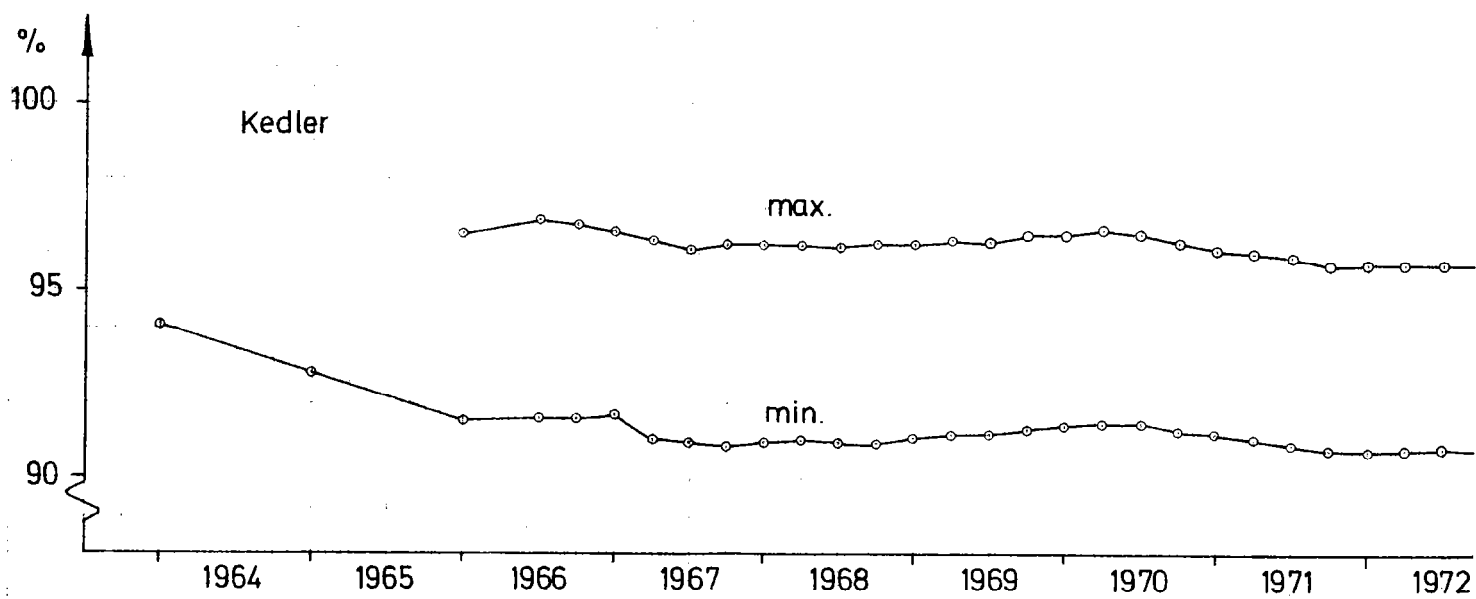
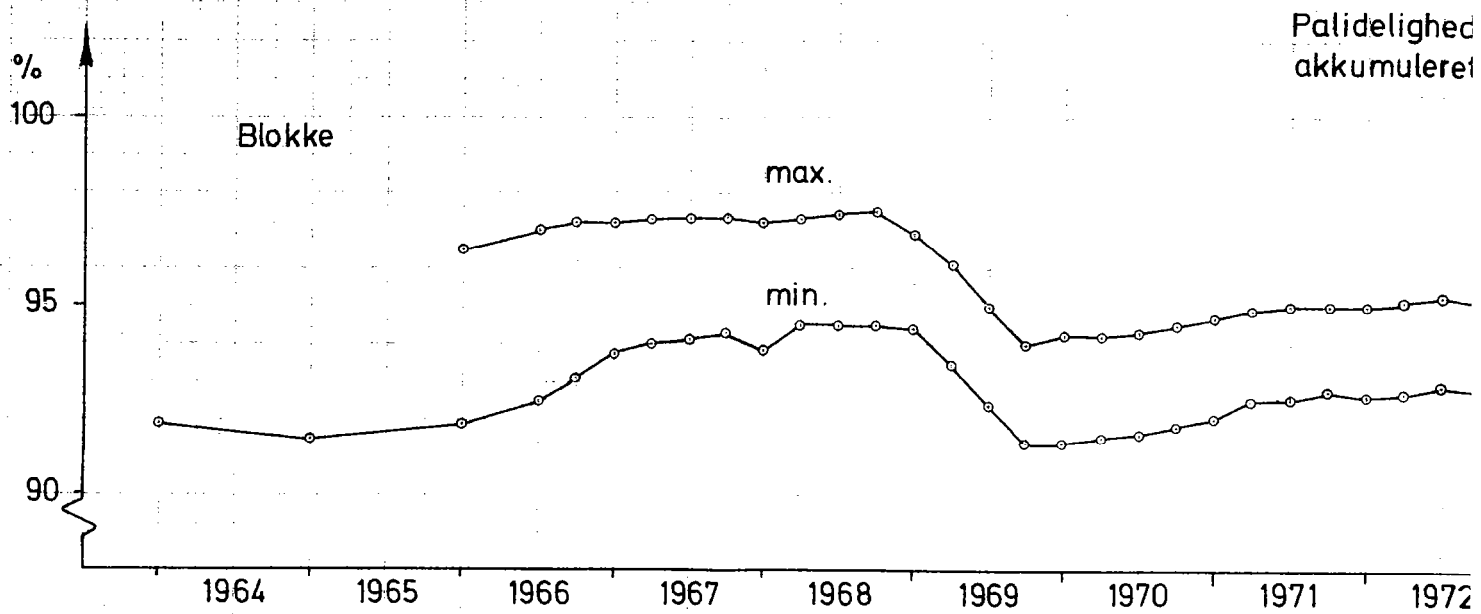
1976

1977

1978

1979

1980



Installeret effekt

	FV ¹⁾	MK	NE	NK	SV	SH	VK	Til- gang	samlet inst. effekt	forventet abs.maks. belastn.	reserve %
/73	331	645	133	181	492	259	506		2547	1767	44,1
/				448				267	2814	1965	43,2
/	596							265	3079	2141	43,8
/		555						-90	2989	2330	28,3
/								0	2989	2538	17,8
/	633	610	454	470	536	287	549	550 ²⁾	3539	2764	28,0
/								0	3539	3012	17,5
/								236- 401	3775- 3940	3281	15- 20
/								340- 350	4115- 4290	3577	"
/								365- 385	4480- 4675	3896	"
/								400- 420	4880- 5095	4244	"
/								440- 455	5320- 5550	4625	"
/								475- 500	5795- 6050	5040	"
/								520- 540	6315- 6590	5491	"
/								535- 560	6850- 7150	5958	"
/								545- 565	7395- 7715	6430	"
/								585- 615	7980- 8330	6940	"
Σ 1979-83								1781- 2011			
Σ 1984-88								2660- 2780			
Σ 1979-88								4441- 4791			

er ikke regnet med skrotning i denne opstilling, bortset fra sekt.2 hos MK i 75/76.

Installeret effekt + fjernvarme reservation (jvf. udvidelsesplan 1972)

550 MW: 300 MW hos NE og 250 MW Norgeseffekt fordelt på deltagerne efter størrelse

- og underskud i tilsigtet reserve

agers inst. effekt + deltagers belastning ($\frac{\text{samlet inst. effekt}}{\text{Elsams abs. maks. belastn.}}$)

	FV	MK	NE	NK	SV	SH	VK	Ialt
3								
	91	-252	147	125	-109	-128	-110	-236
	41	-327	119	94	-168	-166	-169	-576
	-12	-410	90	61	-232	-206	-232	-941
	-71	-499	56	26	-301	-251	-301	-1341
	-135	-596	19	-14	-377	-301	-377	-1781
	-204	-704	-20	-55	-461	-353	-459	-2256
	-280	-822	-62	-100	-551	-412	-549	-2776
	-359	-940	-107	-147	-645	-472	-641	-3311
	-438	-1062	-152	-196	-739	-533	-736	-3856
	-524	-1196	-200	-246	-840	-598	-837	-4441

Teoretiske betragtninger vedr. de optimale andele af
forskellige anlægstyper i det samlede produktionssystem

1: Data

De anvendte grunddata er sammenstillet i bilag 1.

Undtagen for de nukleare anlæg er de i skemaet anførte data de senest tilgængelige, d.v.s. værdier pr. 1971/72, og de er baseret på leverandørfore-spørgsler og diverse udvalgsarbejder. - For de nukleare anlæg er beregningerne gennemført med to forskellige anlægspriser, nemlig 2000 kr/kW og 1500 kr/kW. De 2000 kr/kW svarer til byggepriserne i Tyskland i dag. En undersøgelse har vist, at prisen for konventionelle anlæg i Danmark er væsentlig mindre end i Tyskland. Da der ikke umiddelbart er nogen grund til at tro, at dette ikke også vil gælde for nukleare anlæg, har man fundet det rigtigt også at gennemføre beregningerne med en anlægspris på 1500 kr/kW for nukleare anlæg.

En af de vigtigste opgaver i forbindelse med det i efteråret 1972 vedtagne forprojekt er at finde frem til realistiske anlægspriser for nukleare anlæg i Danmark. Dersom disse priser afviger væsentligt fra de her anvendte, bør sagen tages op til fornyet overvejelse.

Den nukleare brændselspris er fastholdt på 5 kr/Gcal, medens der for den konventionelle brændselspris er foretaget beregninger med henholdsvis 10, 14 og 18 kr/Gcal. Da der ikke foreligger noget alment accepteret skøn over udviklingen i det konventionelle brændsels pris, er der anvendt et relativt bredt spektrum for denne parameter. For at kunne gennemføre mere entydige optimaliseringsberegninger er en langtids brændselspris prognose nødvendig. Forrentnings- og afskrivningsfaktorer på 9% og 13% er anvendt.

Optimaliseringsberegninger baseret på ovennævnte data kan også anvendes på fremtidige forhold, forudsat samme procentiske stigning i de kommende år for samtlige parametre. For at undersøge, hvorledes uens stigninger influerer på beregningerne, er disse gennemført med følgende stigninger:

Anlægspris, konventionel	20%
- nuklear	10%
Brændselspris, konventionel	20%
- nuklear	0%
Drift og vedligeholdelse	40%

Det skal fremhæves, at det, at beregningerne gennemføres med 3 konv. brændselspriser, i sig selv giver en vurdering af uens prisstigninger, nemlig en stigning i den konv. brændselspris alene i forhold til de øvrige parametre.

Kommentarer til data:

Det ses af bilag 1 uden nærmere beregninger, at såvel diesel- som gas-turbineanlæg med de anførte data ikke er konkurrencedygtige med nogen af de øvrige anførte anlægstyper, de er derfor ikke medtaget i nedennævnte beregninger.

Det ses endvidere, at det er billigere, under de anførte forudsætninger, at installere 1 - 500 MW konventionel grundlastenhet (G_2) fremfor 2 - 250 MW enheder (G_1) i 2 på hinanden følgende år, idet gevinsten ved reduktionen i pris/MW for en 500 MW i forhold til en 250 MW enhed overstiger merudgiften til forrentning og afskrivning af en 250 MW enhed i et år. Med de omfattende driftserfaringer, der i slutningen af 70'erne må forventes at foreligge med 500-600 MW enheder, skulle det således til den tid være såvel økonomisk som teknisk velbegrundet at overgå fra 250 MW til 500 MW klassen for grundlast-anlæg. - Den konventionelle grundlastenhet på 250 MW (G_1) er derfor heller ikke medtaget i nedennævnte beregninger.

2: Beregninger og resultater

Den årlige totale udgift for en bestemt anlægstype ved en bestemt benyttelsestid b_t , udtrykt i kr/MWh findes af følgende formel:

$$U = \frac{\left(\frac{A \cdot f}{100} + a\right) \cdot 1000}{b_t} + \frac{W \cdot b}{1000} + d \text{ kr/MWh}$$

(Betydningen af de anvendte bogstaver fremgår af bilag 1).

Ud fra denne formel kan beregnes en kurve for den pågældende enhed, der viser prisen i kr/MWh i afhængighed af benyttelsestiden. Sådanne kurver for de 5 anlægstype L, M, G_2 , N_1 og N_2 er vist på bilag 3 og 4, ved de på bilaget anførte parametre. Af disse kurver fremgår, inden for hvilke benyttelsestider de forskellige anlægstyper er mest fordelagtige.

Den totalt set billigste samlede produktion fås ved at installere netop så mange procent af de forskellige typer, at deres benyttelsestid kommer til at ligge inden for de ovenfor fundne intervaller. Denne optimale sammensætning kan findes ved simuleringsberegninger, men disse er meget tidskrævende, og det har været nødvendigt i stedet at anvende en tilnærmet metode. Tidligere sammenligningsberegninger har dog vist, at den er rimelig nøjagtig i betragtning af de usikkerheder, der iøvrigt er på de anvendte data. Metoden er følgende:

På bilag 2 er vist en varighedskurve for Elsam belastningen, som den forventes at se ud omkring 1980. En varighedskurve angiver sammenhængen mellem størrelsen af belastning og det antal timer om året, hvor belastningen er lig med eller større end den pågældende belastning (f.eks. angiver punktet 74%, 2300 timer, at i 2300 timer om året er belastningen større end eller lig med 74% af den maksimale belastning). Ved at betragte vandrette udsnit af kurven, angiver kurven imidlertid også, at det pågældende udsnit af belastningen har så stor en benyttelsestid, som det fremgår af kurven. - Gøres nu den antagelse, at en tilsvarende lagvis opstilling af benyttelsestiden for den installerede effekt giver en kurve svarende til varighedskurven, fås en kurve over sammenhængen mellem installeret effekt og benyttelsestid, som da direkte kan anvendes til at bestemme de optimale andele af de forskellige effekttyper. - For at tage hensyn til, at den installerede effekt ikke er til rådighed hele året (revisioner, havarier etc.) er benyttelsestiden for den installerede effekt reduceret i forhold til benyttelsestiden for belastningen i forholdet 1:1,15, idet der er forudsat en installeret reserve på 15%. Den lodrette skala angiver herefter direkte den installerede effekt. Den punkterede kurve er varighedskurven (ca. 1980) for den resterende installerede effekt, som den vurderes at blive, efter effektivering af effekt-køb fra Norge.

På bilag 5 og 6 er vist den optimale effektsammensætning for Elsam på kurveform (svarende til de for bilag 3 og 4 anvendte parametre).

Bilagene 3 - 6 er imidlertid ikke særligt velegnede til at vise parametrenes indflydelse på den optimale effektsammensætning. De samlede beregningsresultater er derfor illustreret ved stabel-diagrammer på bilag 7, hvor de optimale andele af de forskellige anlægstyper er angivet i % af den samlede installerede effekt.

Grundparametre

Anlægstype	Sym- bol	Anlægspris A kr/kW	Varmeforbr. W kcal/kWh	Drift og Vedligeh. a kr/kWår	Vedligeh. d kr/MWh
Diesel 10 x 20 MW		~ 1000	2300	4	8
Gasturbine 4 x 60 MW		~ 800	3300	6	8
Luftmagasin 250 MW	L	600	3200 x	5	4
Mellemlast 250 MW	M	620	2740	20	0.5
konv. Grundlast 250 MW	G ₁	850	2080	20	0.5
konv. Grundlast 500 MW	G ₂	740	2080	20	0.5
Nuclear	N ₁	1500	2600 xx	20	0.5
Nuclear	N ₂	2000	2600 xx	20	0.5

x dette er en omtrentlig værdi og forudsætter kompression med en konventionel energi og en gasoliepris, der ligger ca. 3 kr/Gcal over den konventionelle brændselspris, uanset dennes værdi.

xx nuclear brændselspris : 5 kr/Gcal (fast)

konventionel brændselspris: b = 10, 14, 18 kr/Gcal

forrentnings- og afskrivningsfaktor: f = 9, 13%

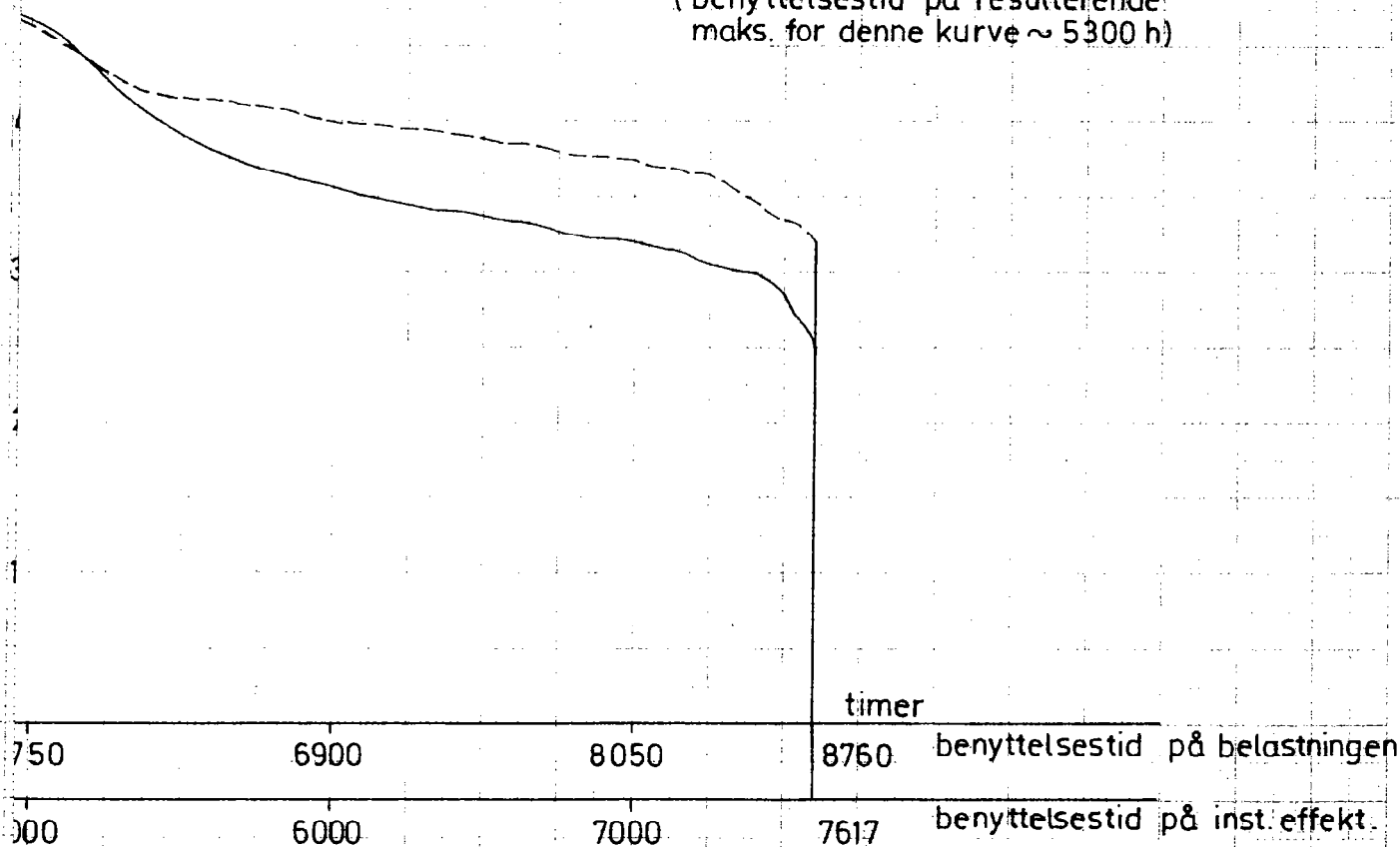
(svarende til 25 år og 7,5%

og 25 år og ~12%)

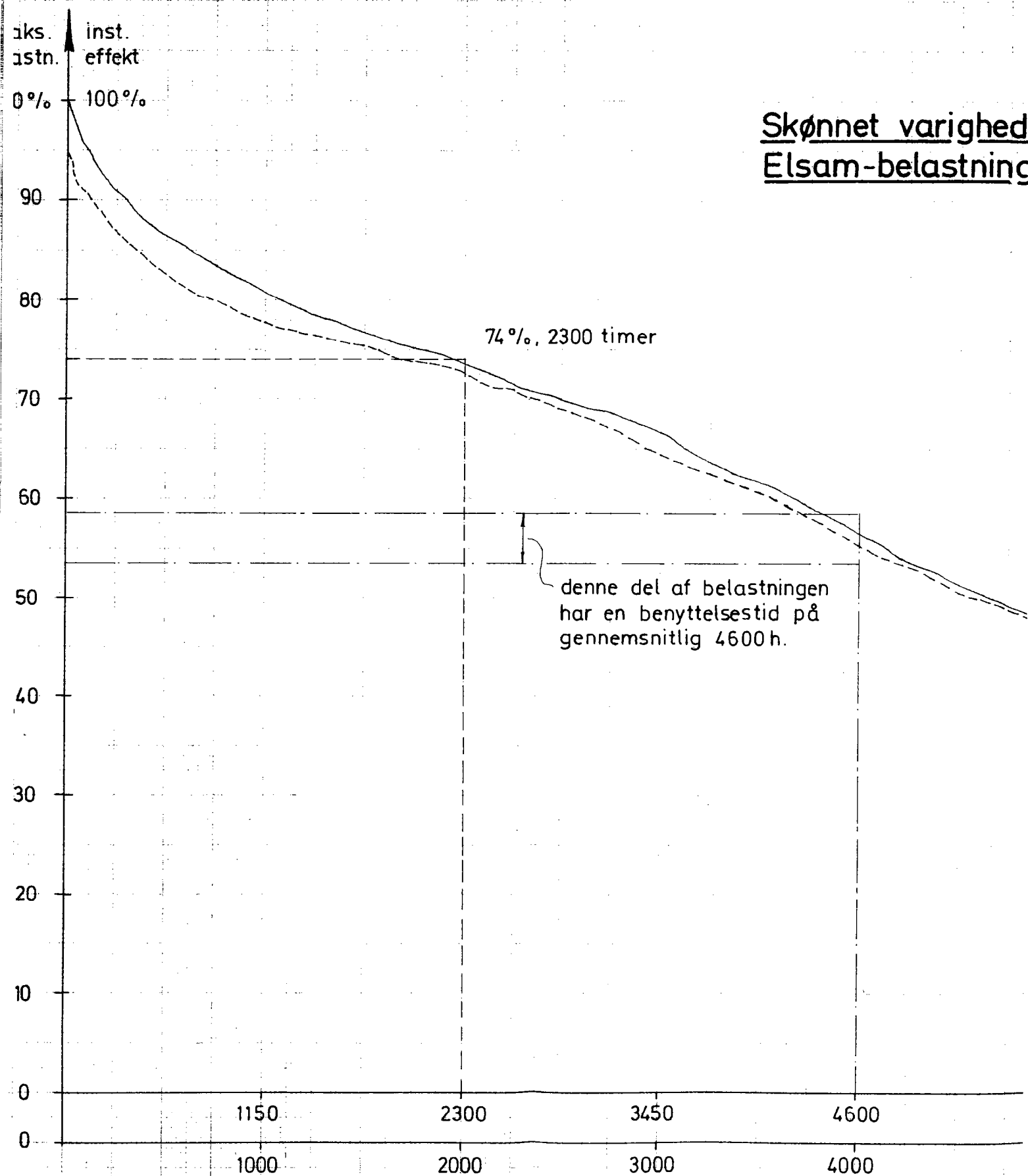
nd
ld
00

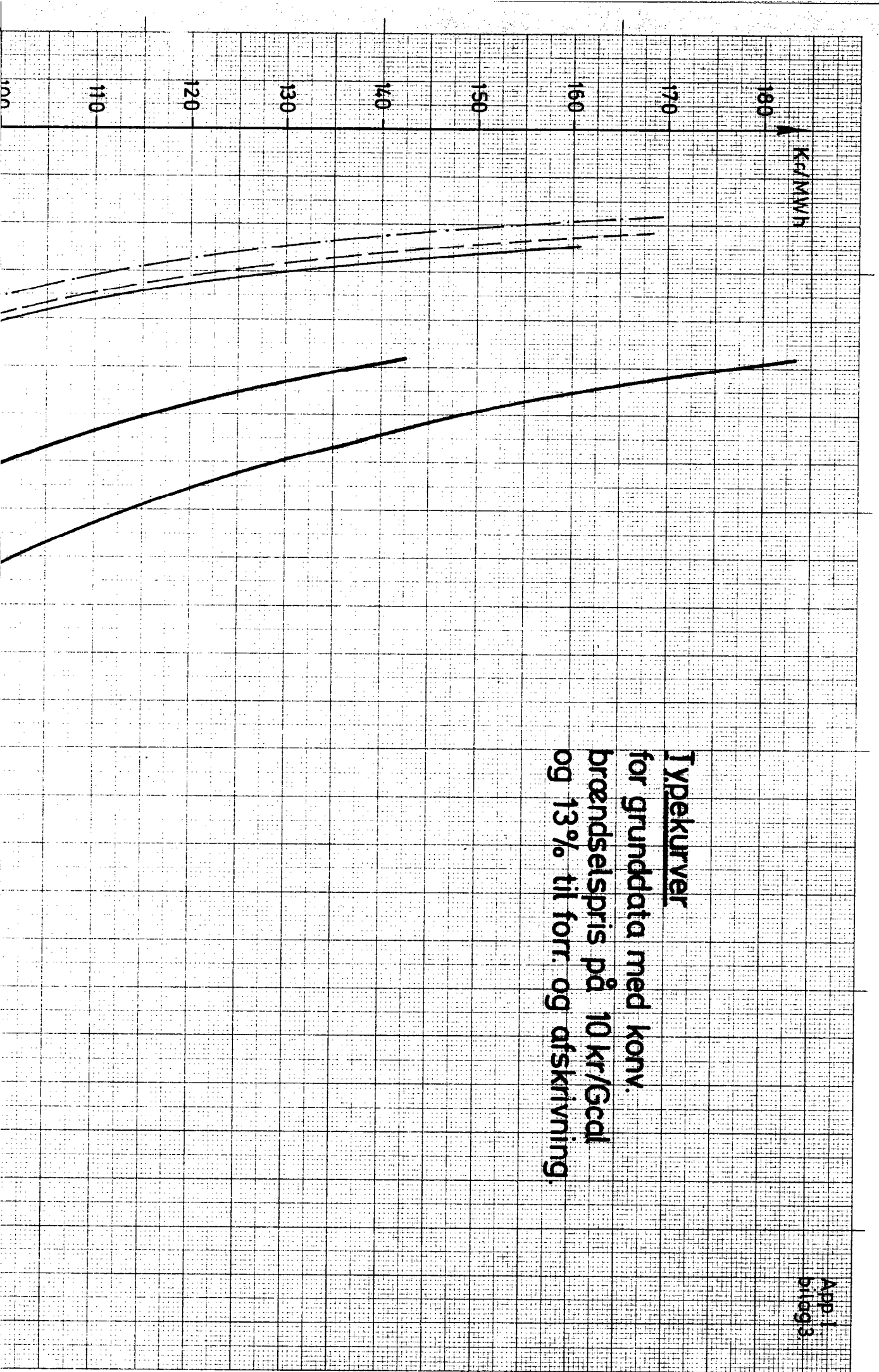
curve for
n ca. 1980

- Elsam belastningen.
(benyttelsestid på maks. ~ 5000 h)
- - - Elsam belastningen korrigeret
for norsk effekt køb.
(benyttelsestid på resulterende
maks. for denne kurve ~ 5300 h)



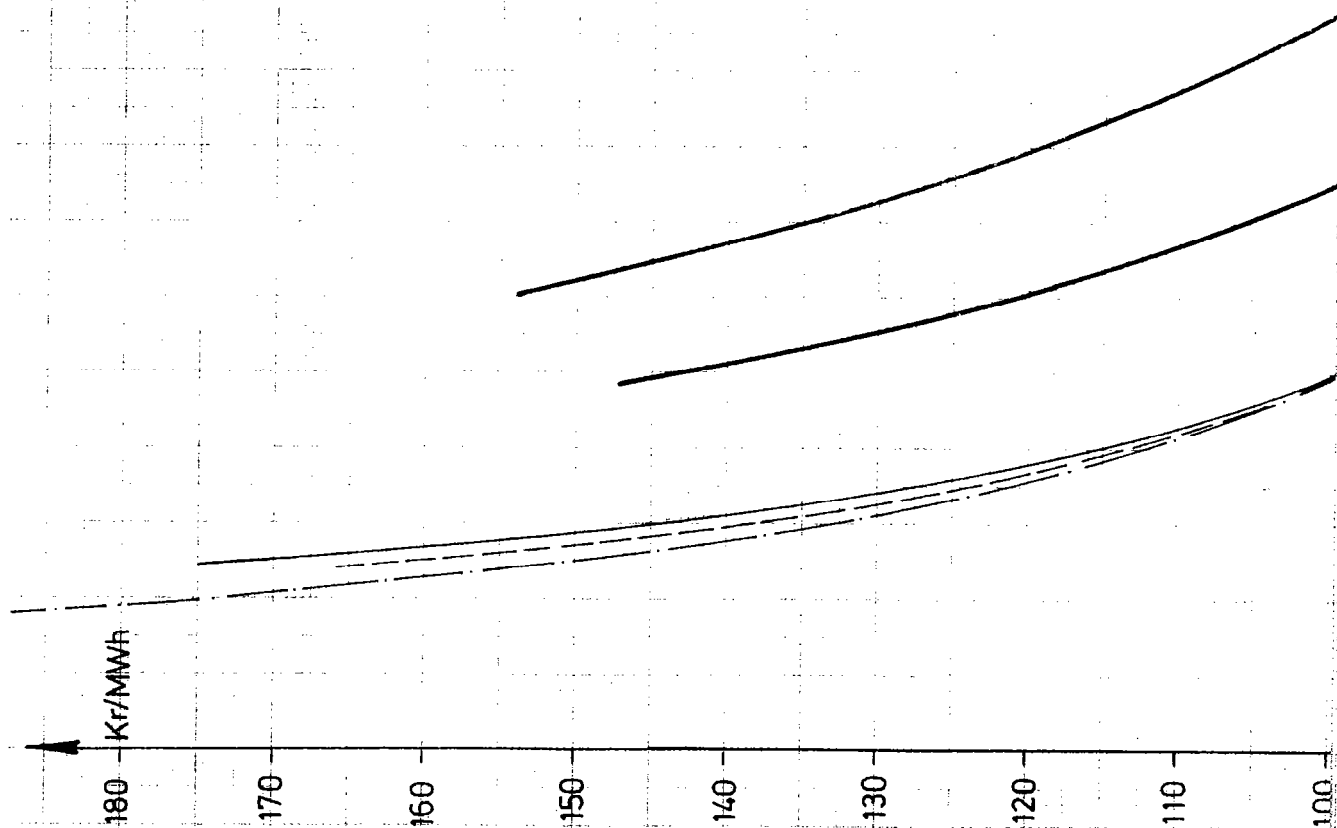
Skønnet varighed
Elsam-belastning

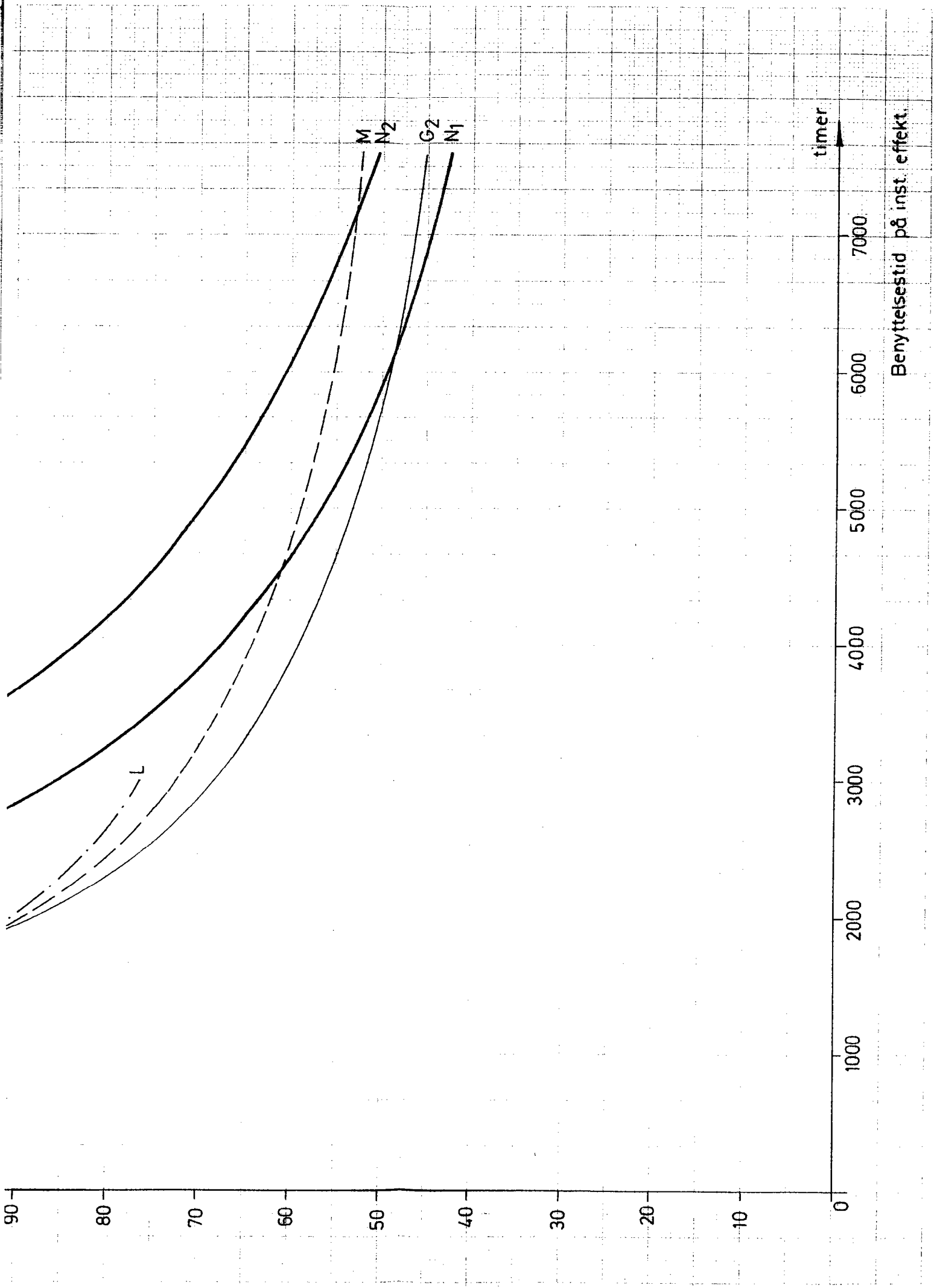


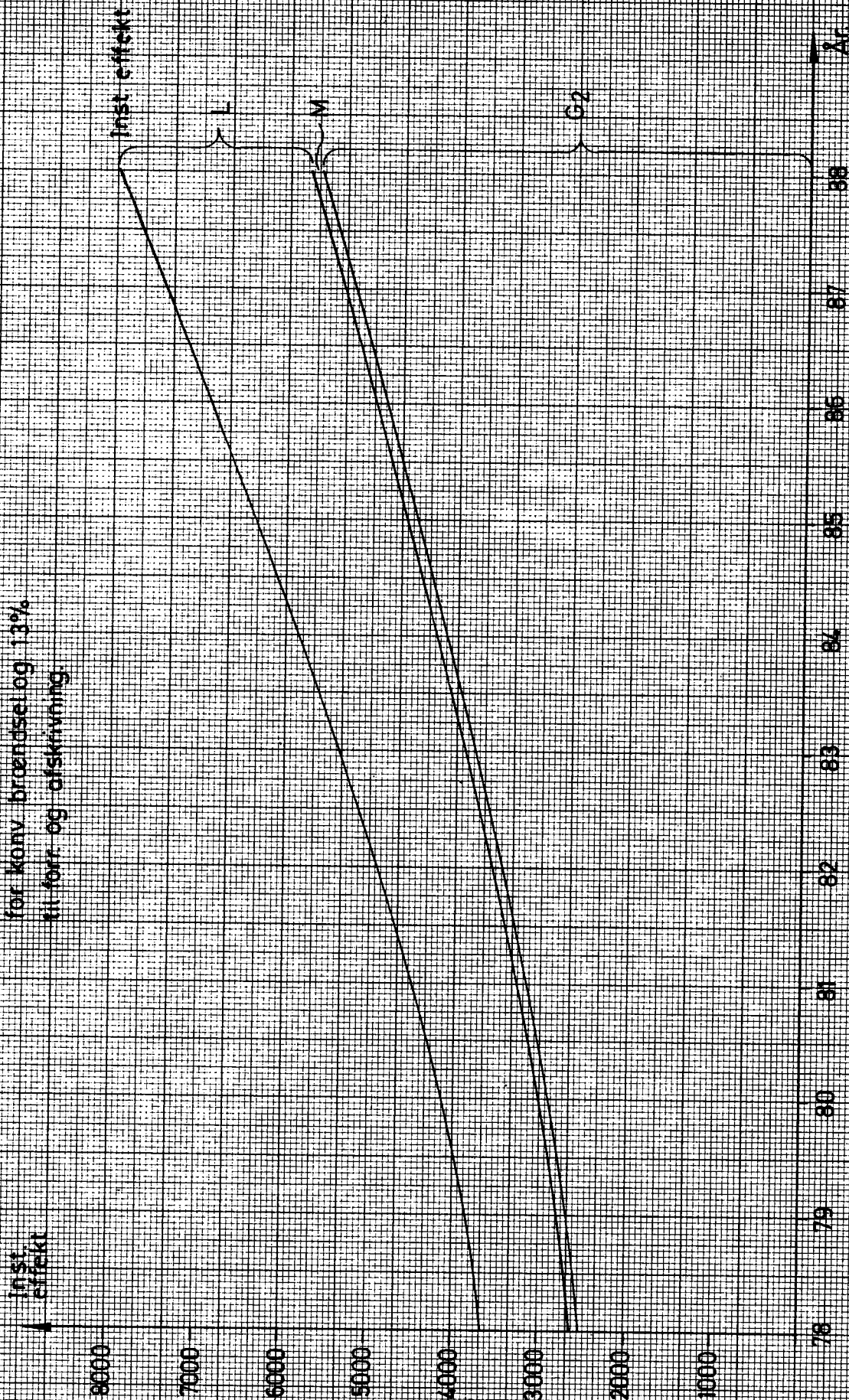


Typekurver
for grunddata med konv.
brændselspris på 10 kr/Gcal
og 13% til forr. og afskrivning.

Typekurver
for grunddata med konv.
brændselspris på 14 kr/Gcal
og 13% til forr. og afskrivning.







Optimal effektsammensætning
ved grunddata og 14 kr/G cal
for konv. brændsel og 13 %
til ferr. og afskrivning

Inst.
effekt

8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000

78

79

80

81

82

83

84

85

86

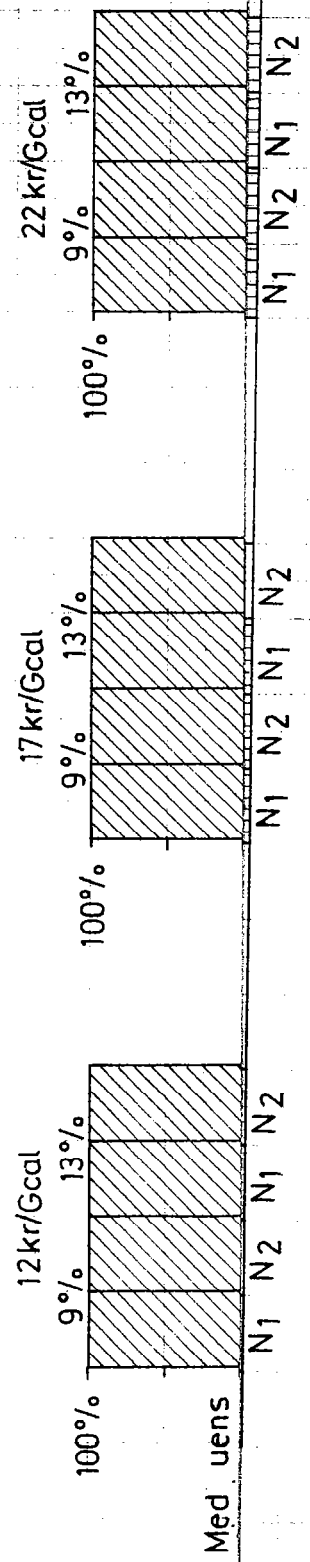
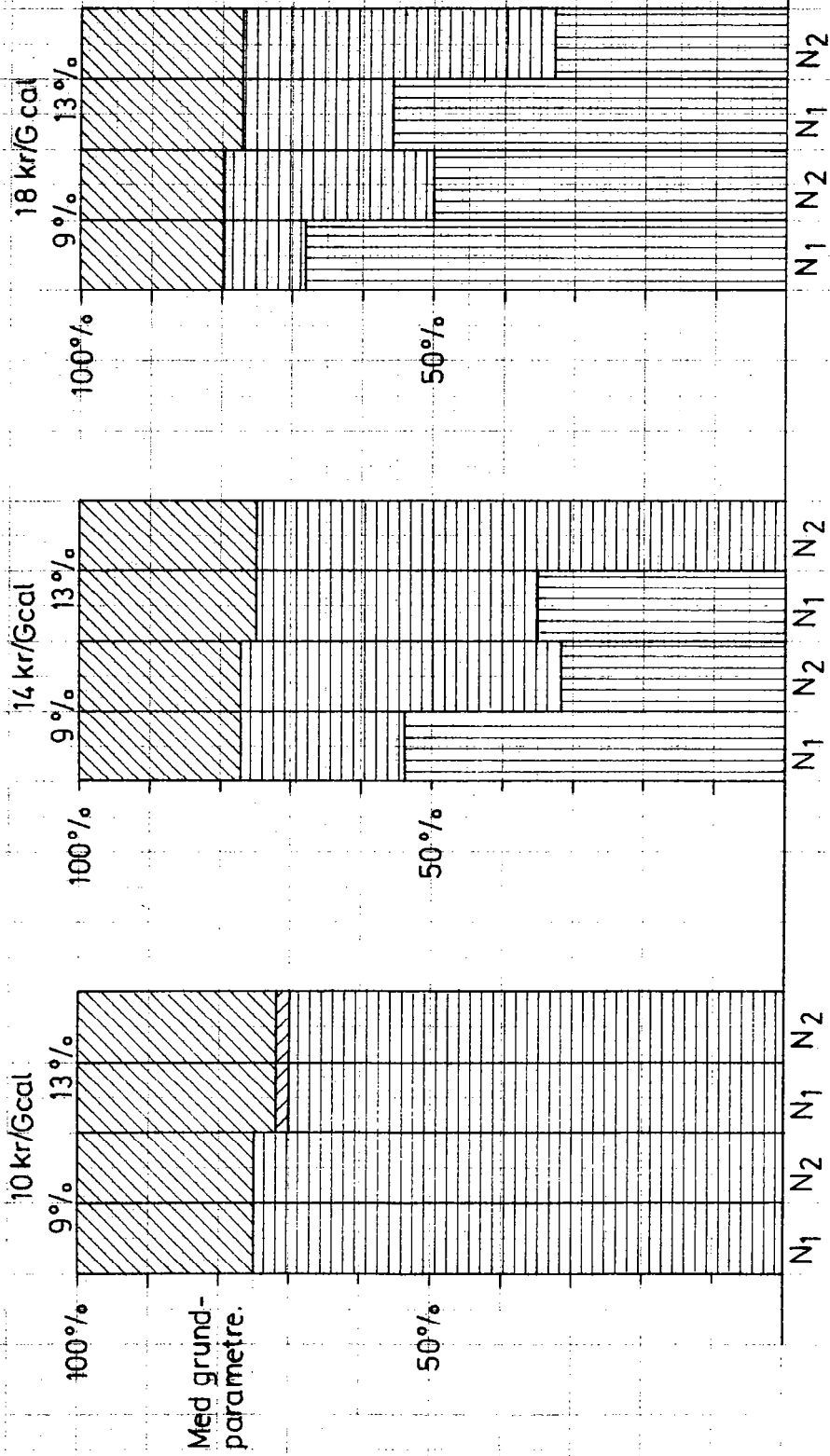
87

88

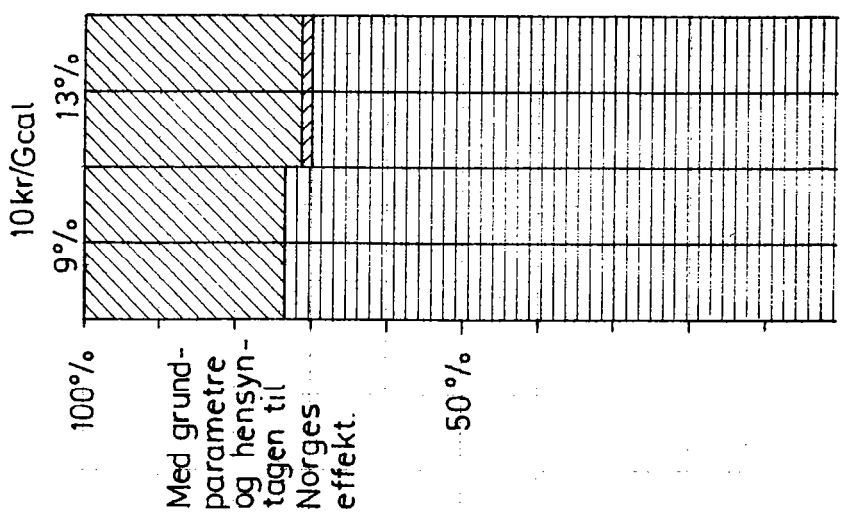
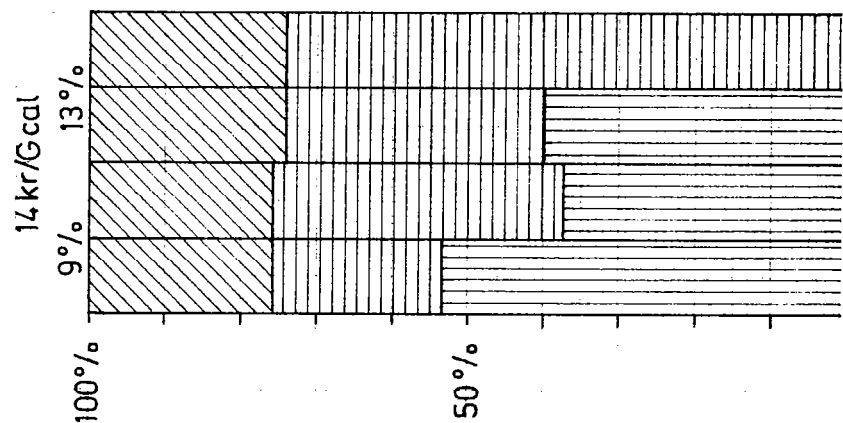
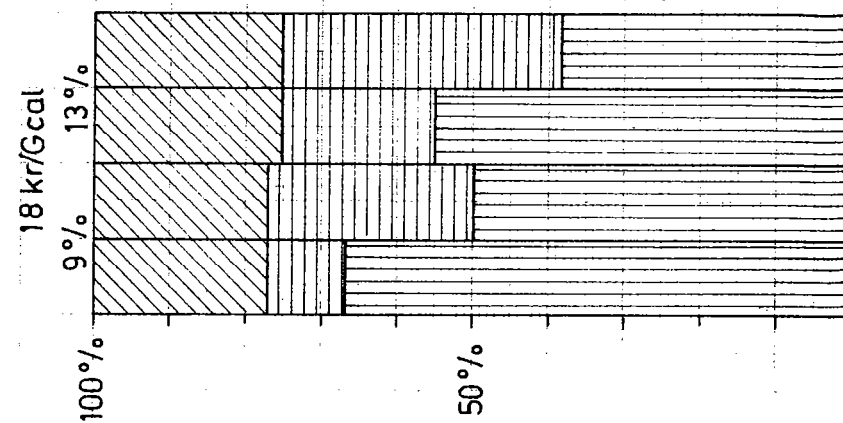
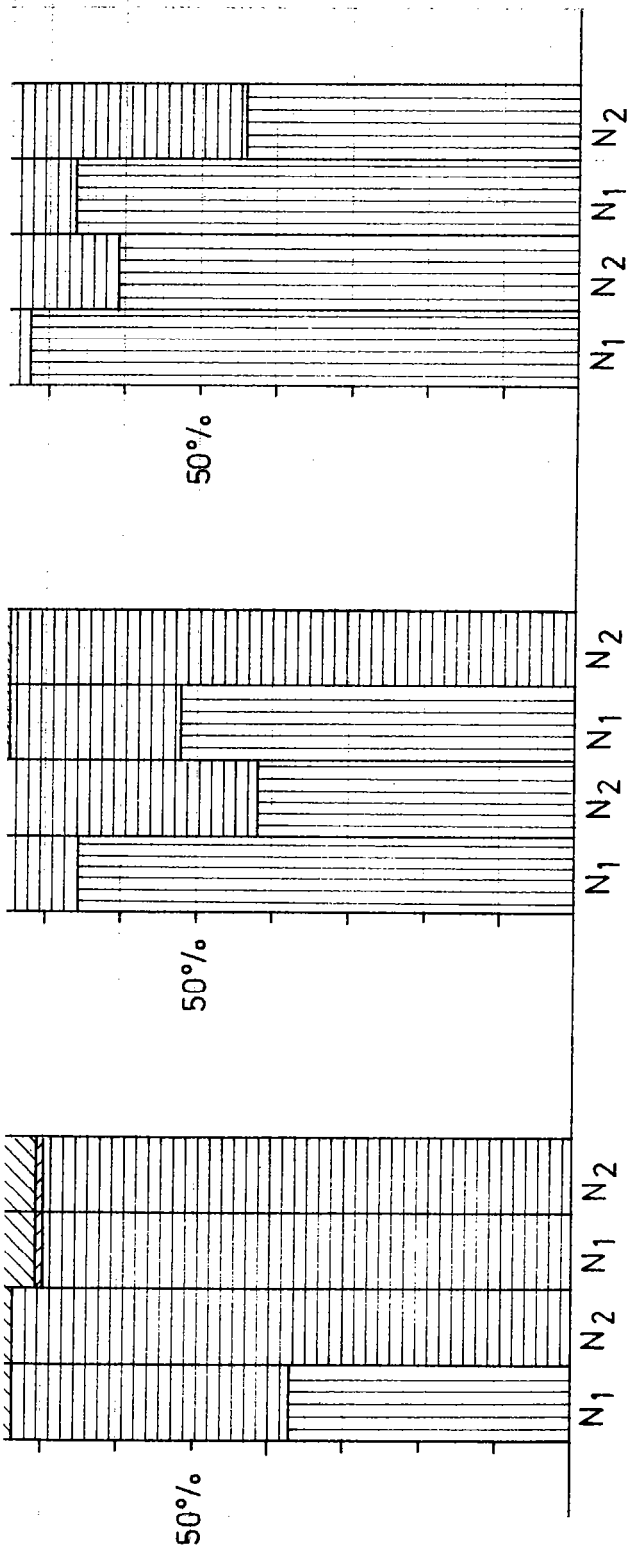
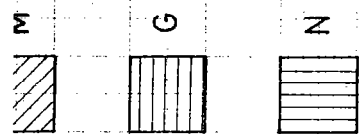
Ar

1
G₂
N₁

Optimal
effektsammen-
sætning.



L (incl. Norge)



Opstilling af den bedst mulige tilpasning til
den teoretisk optimale effektsammensætning

A: Forudsætninger

1): Eksisterende anlæg (i 1978/79) opdeles i følgende typer:

spidslast :	anlæg med økonomi ≥ 3000	kcal/kWh
mellemlast:	" " " ≥ 2350 og < 3000	" "
grundlast :	" " " < 2350	

Anlæg er skrottet, når de er over 35 år.

Eksisterende anlægsandel i effekten er da omtrentlig følgende:

i:	83/84	88/89
Spidseffekt incl. Norges effekt	(S) 610 MW	450 MW
Mellemlast	(M) 450 "	450 "
Grundlast	(G) 2460 -	2460 "
Ialt	<u>3520 MW</u>	<u>3360 MW</u>

2): Inden 83/84 anses installation af ~ 300 MW luftmagasin effekt for mulig, og til 88/89 yderligere ca. 300 MW.

3): Inden 83/84 anses installation af ca. 900 MW nuklear enhed for praktisk mulig og yderligere en 900 MW enhed til 88/89.

4): Maks. belastning i 1983/84:	4682 MW	
i 1988/89:	6940 MW	
Nødv. inst.effekt i 1983/84:	5400 MW	} svarende til ca. 15% reserve
i 1988/89:	7980 MW	

B: Opstillingerne

I bilag 1 og 2 er der for årene 1983/84 og 1988/89 opstillet dels en kolonne med den teoretisk optimale effektsammensætning (fra app.I) og dels en kolonne med den i 1978/79 eksisterende effekt. Herudfra, og med de ovenfor anførte begrænsninger er kolonnen for den effektsammensætning, der kommer nærmest til den optimale, bestemt. I en 4. kolonne er den heraf følgende nødvendige effekttilgang anført. (Betegnelsen "S" i opstillinger er anvendt

for luftmagasin-, Norges- og anden spidseffekt). På bilag 3 og 4 er resultatet af beregningerne illustreret med stabeldiagrammer for den bedst mulige effekttilpasning, suppleret med angivelse af den teoretisk optimale sammensætning ved de pågældende parametre. Beregningerne er kun gennemført for grundparametrene med hensyntagen til Norgeseffekten.

		Forrentning og afskrivning							
		9%				13%			
kr/Gcal		Teoretisk optimal effektsammensætning	Eksist. anlæg (i 1978/79)	Bedst mulige tilpasn. til opt.	Effekttilgang	Teoretisk optimal effektsammensætning	Eksist. anlæg (i 1978/79)	Bedst mulige tilpasn. til opt.	Effekttilgang
10	N ₁	0	0	0	0	0	0	0	0
	G	3970	2460	3970	1510	3780	2460	3780	1320
	M	0	450	520	70	50	450	710	260
	S	1430	610	910	300	1570	610	910	300
14	N ₁	2740	0	900	900	2160	0	900	900
	G	1360	2460	3200	740	1840	2460	3100	640
	M	0	450	450	0	0	450	490	40
	S	1300	610	850	240	1400	610	910	300
18	N ₁	3600	0	900	900	2960	0	900	900
	G	560	2460	3260	800	1120	2460	3180	720
	M	0	450	450	0	0	450	450	0
	S	1240	610	710	100	1320	610	790	780
20	N ₁	0	0	0	0	0	0	0	0
	G	5860	2460	5860	3400	5590	2460	5590	3130
	M	0	450	1070	620	70	450	1340	890
	S	2120	450	1050	600	2320	450	1050	600
24	N ₁	4050	0	1800	1800	3190	0	1800	1800
	G	2010	2460	4260	1800	2720	2460	4110	1650
	M	0	450	870	420	0	450	1020	570
	S	1920	450	1050	600	2070	450	1050	600
28	N ₁	5320	0	1800	1800	4370	0	1800	1800
	G	830	2460	4350	1890	1660	2460	4230	1770
	M	0	450	780	330	0	450	900	450
	S	1830	450	1050	600	1950	450	1050	600

83/84

88/89

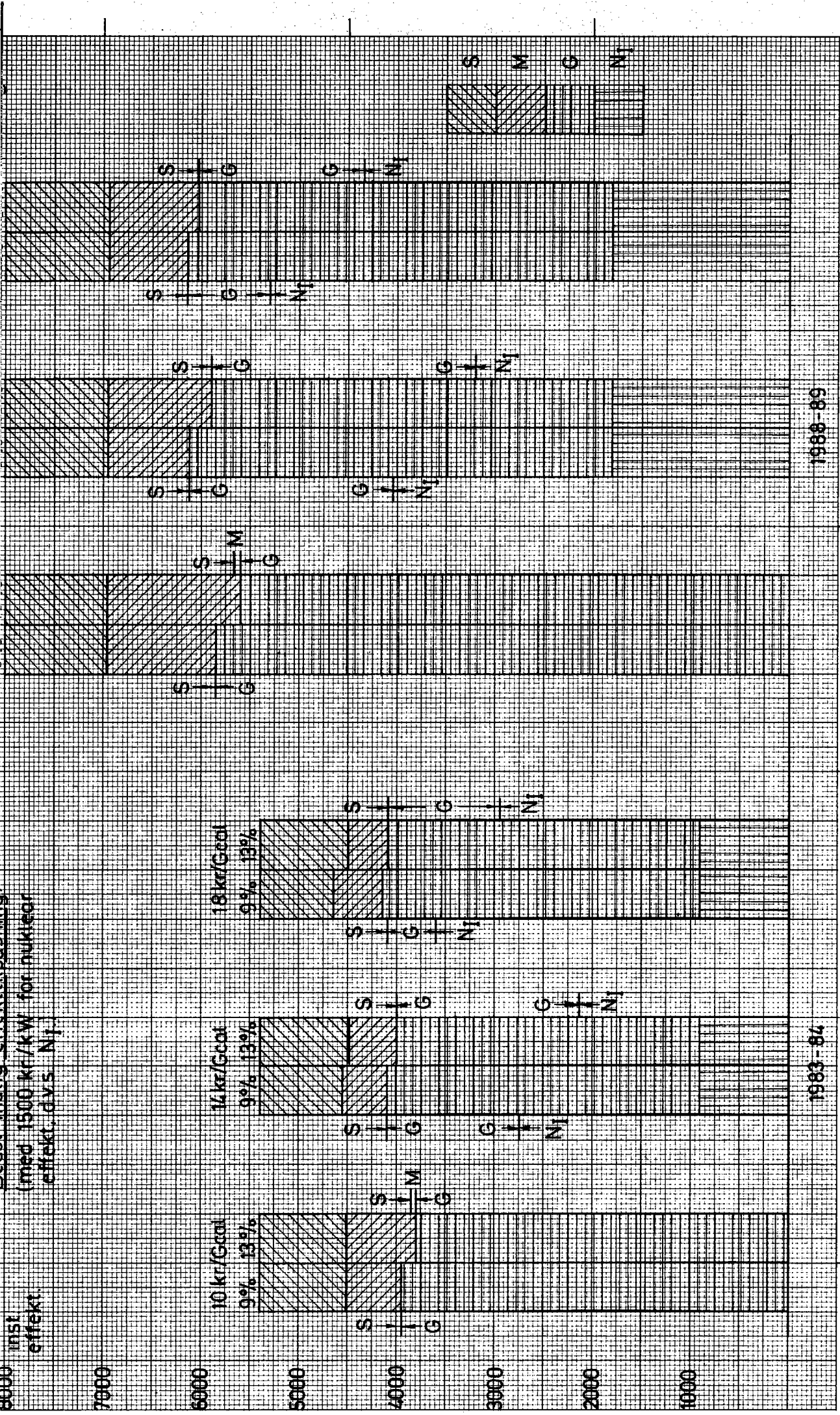
		Forrentning og afskrivning							
		9%				13%			
kr/Gcal		Teoretisk optimal effektsammensætning	Eksist. anlæg (i 1978/79)	Bedst mulige tilpasn. til opt.	Effekttilgang	Teoretisk optimal effektsammensætning	Eksist. anlæg (i 1978/79)	Bedst mulige tilpasn. til opt.	Effekttilgang
0	N ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
	G	3970	2460	3970	1510	3780	2460	3780	1320
	M	0	450	520	70	50	450	710	260
	S	1430	610	910	300	1570	610	910	300
4	N ₂	2010	0	900	900	0	0	0	0
	G	2090	2460	3200	740	4000	2460	4000	1540
	M	0	450	450	0	0	450	490	40
	S	1300	610	850	240	1400	610	910	300
8	N ₂	2670	0	900	900	2080	0	900	900
	G	1490	2460	3260	800	2000	2460	3180	720
	M	0	450	450	0	0	450	450	0
	S	1240	610	790	180	1320	610	870	260
0	N ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
	G	5860	2460	5860	3400	5590	2460	5590	3130
	M	0	450	1070	620	70	450	1340	890
	S	2120	450	1050	600	2320	450	1050	600
4	N ₂	2970	0	1800	1800	0	0	0	0
	G	3090	2460	4260	1800	5910	2460	5910	3450
	M	0	450	870	420	0	450	1020	570
	S	1920	450	1050	600	2070	450	1050	600
8	N ₂	3950	0	1800	1800	3070	0	1800	1800
	G	2200	2460	4350	1890	2960	2460	4230	1770
	M	0	450	780	330	0	450	900	450
	S	1830	450	1050	600	1950	450	1050	600

83/84

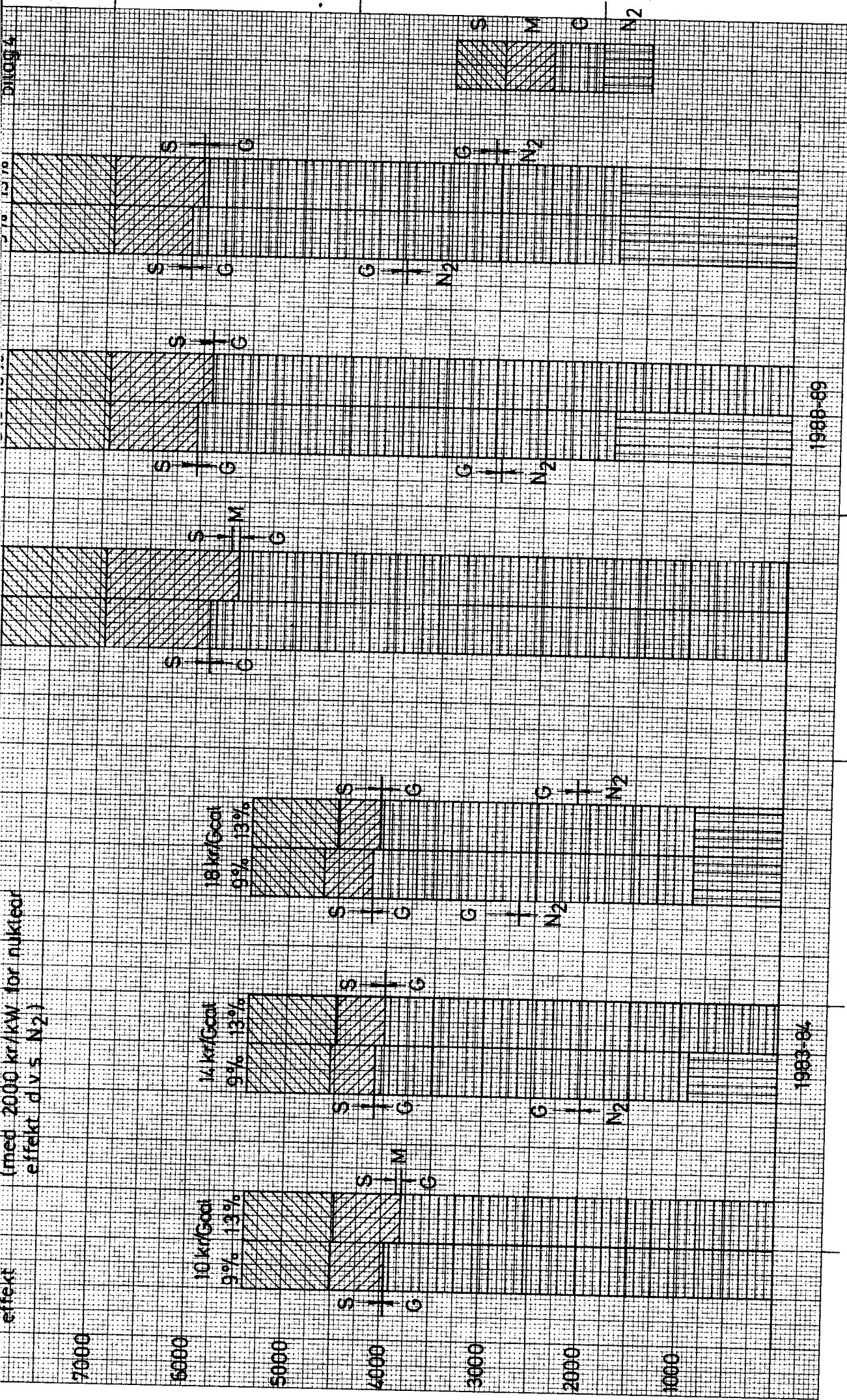
88/89

inst.
effekt.

(med 1500 kr/kW for nuklear
effekt, d.v.s. N_f)



effekt
(med 2000 kr/kW for nuklear
effekt d.v.s. N₂)



Sammenligning mellem alternative
nukleare udbygningsprogrammer

Problemstillingen

Den i rapporten afsnit 5.2 beskrevne problemstilling er forsøgt illustreret i bilag 1.

På det tidspunkt (T_L), hvor der er økonomisk ligevægt mellem nukleare og konventionelle grundlastenheder, springer den teoretisk optimale andel af nuklear effekt fra 0 til mellem 30 og 40% afhængig af parametrene.

Udbygningshastigheden vil dog efter den økonomisk motiverede introduktion af nukleare anlæg i virkeligheden begrænses ned ad til af stigningen i behovet for nye grundlastenheder og op ad til af stigningen i det totale effektbehov.

En udbygning med den lave, naturlige udbygningshastighed og start i rimelig tid før det forventede ligevægtstidspunkt, betegnes i det nedenstående som en "realistisk" udbygning. Den "forsinkede" udbygning har samme udbygningshastighed, men forskudt starttidspunkt. Med den "forcerede" udbygning skal forstås en tænkt udbygning med den størst mulige udbygningshastighed.

Som det fremgår af bilaget, vil det med givne parametre være muligt at beregne en økonomisk optimal udbygningssekvens, der ifølge de kvalitative betragtninger må starte før T_L .

Formålet med beregningerne er, med forskellige antagelser om den relative prisudvikling på det fossile brændsel i forhold til prisudviklingen for anlægspriserne for nukleare og konventionelle anlæg og det nukleare brændsel, at give et skøn over forskellen mellem forskellige udbygningssekvenser, samt et vurderingsgrundlag for den økonomiske risiko eller gevinst, der er forbundet med at introducere nuklear effekt, før ligevægtspunktet er nået.

Fremgangsmåde

Ved betragtning af den forventede installerede effekt i perioden fra 82 til 95 (bilag 2.1) opstilles tre nukleare udbygningsalternativer:

- I Tidligst mulig start ($T_{S,I} = 82$) og 3 år mellem udvidelser
- II Start udskudt i 3 år ($T_{S,II} = 85$), men forceret udbygning med kun 2 år mellem udvidelser
- III Samme starttidspunkt som i II ($T_{S,III} = 85$), men 3 år mellem udvidelser

Disse alternativer, der er vist i bilag 3.1 og 3.2 sammenlignes nu under forskellige forudsætninger om prisudviklingen på olie.

Under sammenligningen mellem to udvalgte alternativer kompenseres med konventionel effekt de år, hvor nuklear effekt er forskellig, således at den totale effekt, der sammenlignes hvert år er den samme i begge alternativer. Den resterende del af installeret effekt er fælles for de to alternativer og lades ude af betragtning.

Parametre

Til henholdsvis nuklear og konventionel udbygning vælges de i appendix I med N_2 henholdsvis G_2 betegnede enhedstyper.

Nødvendige parametre for disse typer samt øvrige fællesparametre er vist i bilag 2.2.

Samme sted er ligevægtsbrændselsprisen, $b_{K,L}$, beregnet. Denne pris giver, sammenholdt med tre forskellige antagelser om prisudviklingen, brændselspriskurverne b_1 , b_2 , b_3 , der er vist i bilag 2.3, følgende ligevægtstidspunkter:

$$T_{L,1} \approx T_{L,2} \approx 84 \text{ og } T_{L,3} \approx 87.$$

Beregninger

På grundlag af en betragtning af kurver som vist i bilag 1 for de tre brændselspriskurver og de tre udbygningsalternativer foretages følgende sammenligninger:

I - II med b_1 og b_2

I - III med b_1 og b_3

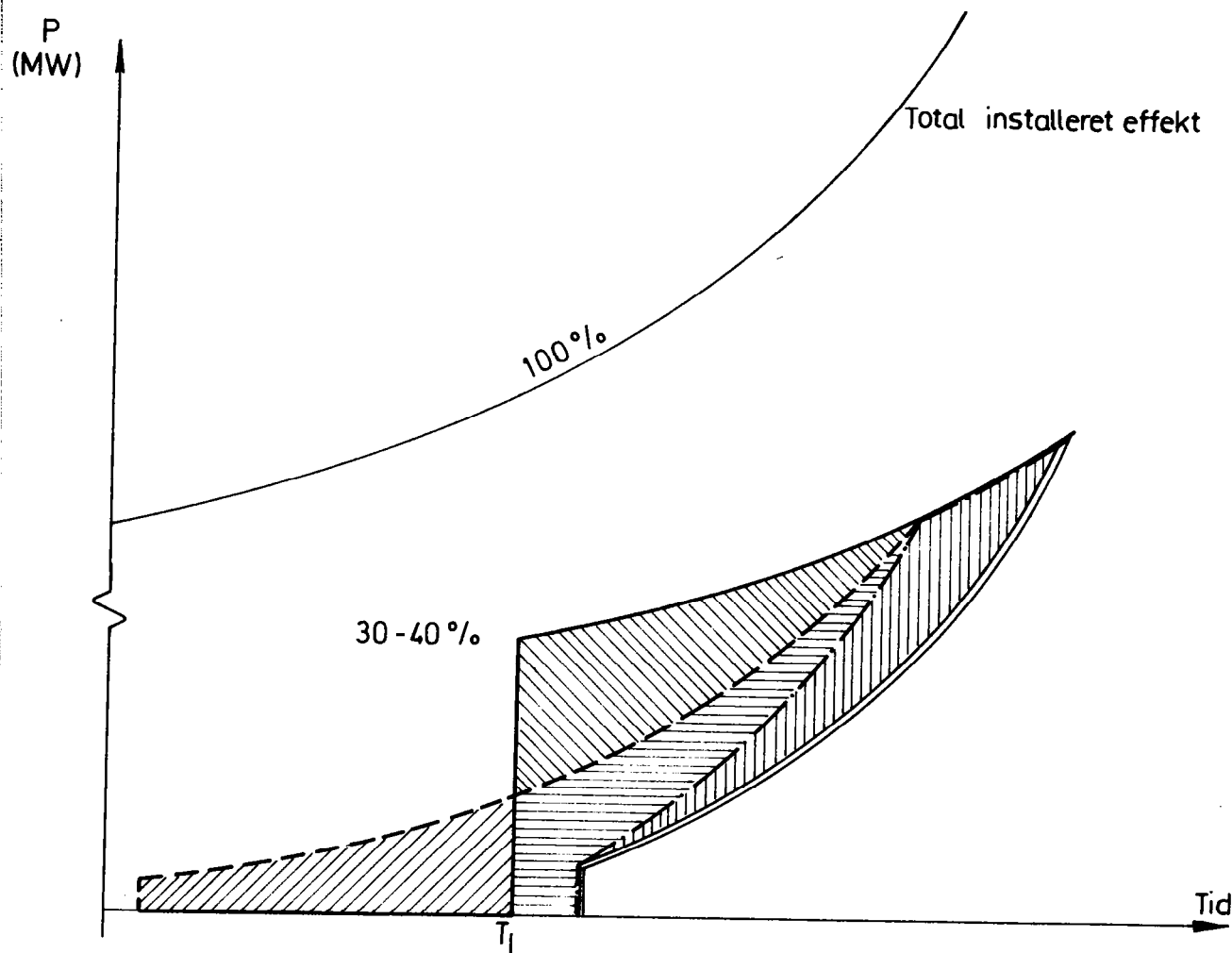
Den betragtede andel af total installeret effekt kan nu beregnes, som det fremgår af bilag 3.1 til sammenligning mellem I og II og af bilag 3.2 til sammenligning mellem I og III.

Resultatet af beregningerne vises i bilag 4.1 - 4.4. i form af årlige totale udgiftsdifferencer samt den akkumulerede tilbageførte værdi for betragtningsperioderne.

Sidstnævnte værdier vises i følgende tabel:

Alternativer	priskurve	akkumulerede udgifter
I ÷ II	1	÷ 16 mill.kr.
I ÷ II	2	÷ 9 mill.kr.
I ÷ III	1	÷ 122 mill.kr.
I ÷ III	3	÷ 5 mill.kr.

Illustration af problemstillingen



- Optimal nuklear andel.
- - - Realistisk udbygning af nuklear grundlast under forudsætning af viste optimale andel.
- · - · Forsinket, forceret udbygning.
- == Forsinket udbygning.

De skraverede arealer giver -rent kvalitativt-udtryk for merudgifter eller besparelser ved alternative udbygninger.



- tab i forhold til optimal andel ved
- realistisk udbygning.



- tab eller gevinst ved forsinket forceret udbygning
- i forhold til realistisk udbygning.

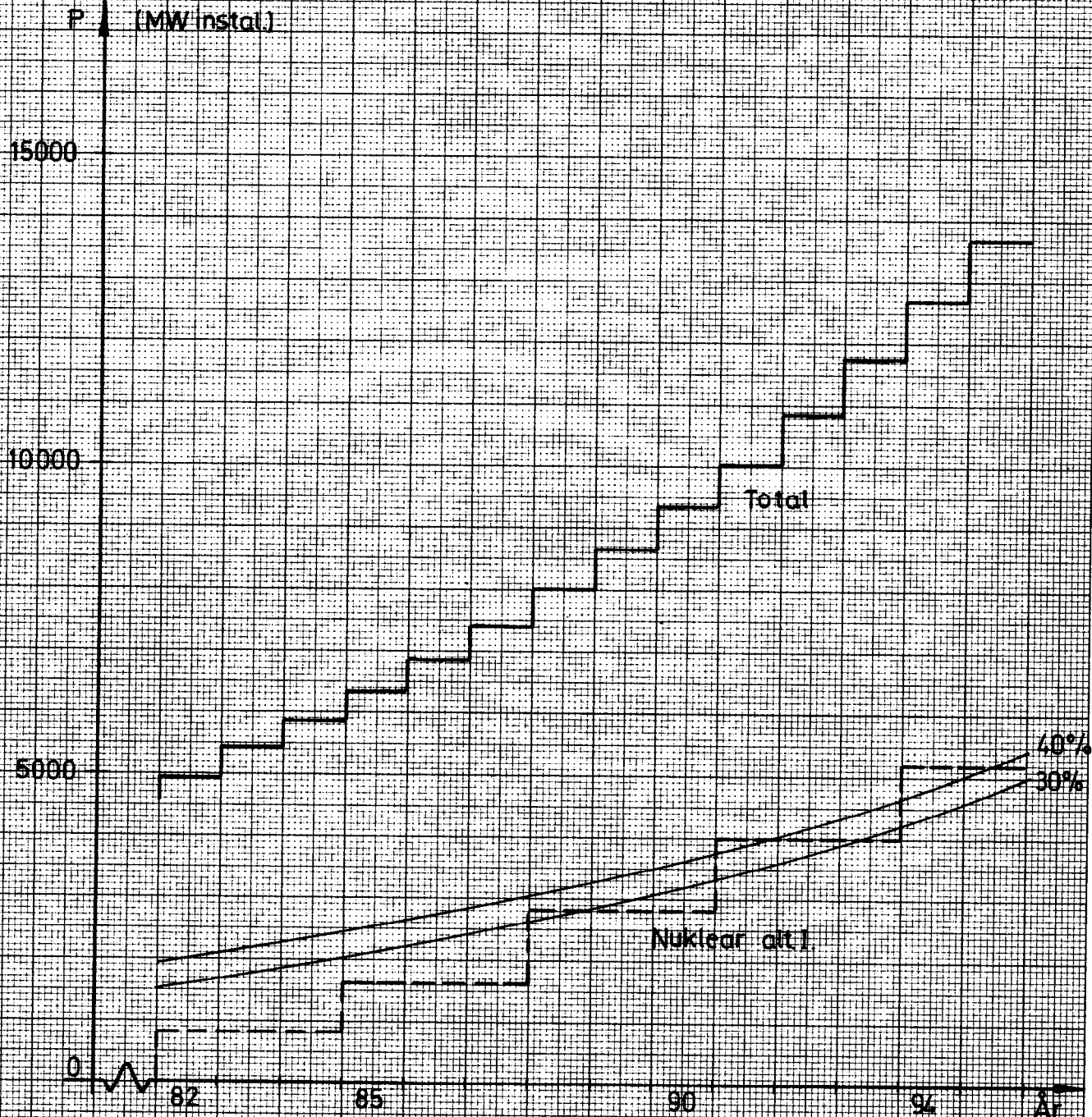


- tab eller gevinst ved forsinket udbygning
- i forhold til realistisk udbygning



- gevinst ved forsinket, forceret udbygning
- i forhold til forsinket udbygning

Forventet total installeret effekt samt nuklear alternativ 1's andel.



Parameterværdier

Faste

Forrentnings- og afskrivningsfaktor,	f	$[pu]$	$= 0.09$
Rentefod (25 års afskrivningstid),	r	$[pu]$	$= 0.075$
Benyttelsestid for grundlast,	T	$[h]$	$= 7.400$

		<u>Nuklear</u>	<u>Konventionel</u>
Anlægsudgift, A	$[kr/kW]$	2000	740
Varmeforbrug, W	$[kcal/kWh]$	2600	2080
Brændselspris, b	$[kr/Gcal]$	5	

Variable

. / 2.3 Brændselspriskurver for fossilt brændsel (olie),

b_K . Se bilag 2.3

Ligevægtspunkter

Af disse parametre beregnes den brændselspris, $b_{K,L}$, hvor der udgiftsmæssigt er ligevægt mellem nuklear og konventionel effekt:

$$b_{K,L} = \frac{f \cdot (A_N - A_K) \cdot 10^6}{W_K} \cdot \frac{1}{T} + \frac{W_N \cdot b_N}{W_K} \approx 13.6 \text{ kr/Gcal}$$

Denne pris giver følgende ligevægtstidspunkter:

$$T_{L,1} \approx T_{L,2} \approx 84 \text{ og } T_{L,3} \approx 87$$

Brændselspriskurver

b_K (kr/Gcal)

20.0

15.0

10.0

5.0

$b_{K,L}$
Ligevægtspris

$T_{L3} \sim 87$

$T_{L2} \sim 84$

$T_{L1} \sim 84$

Ligevægts-
tidspunkter

$T_{S,I}$

$T_{S,II} = T_{S,III}$

Starttidspunkter
af I - III

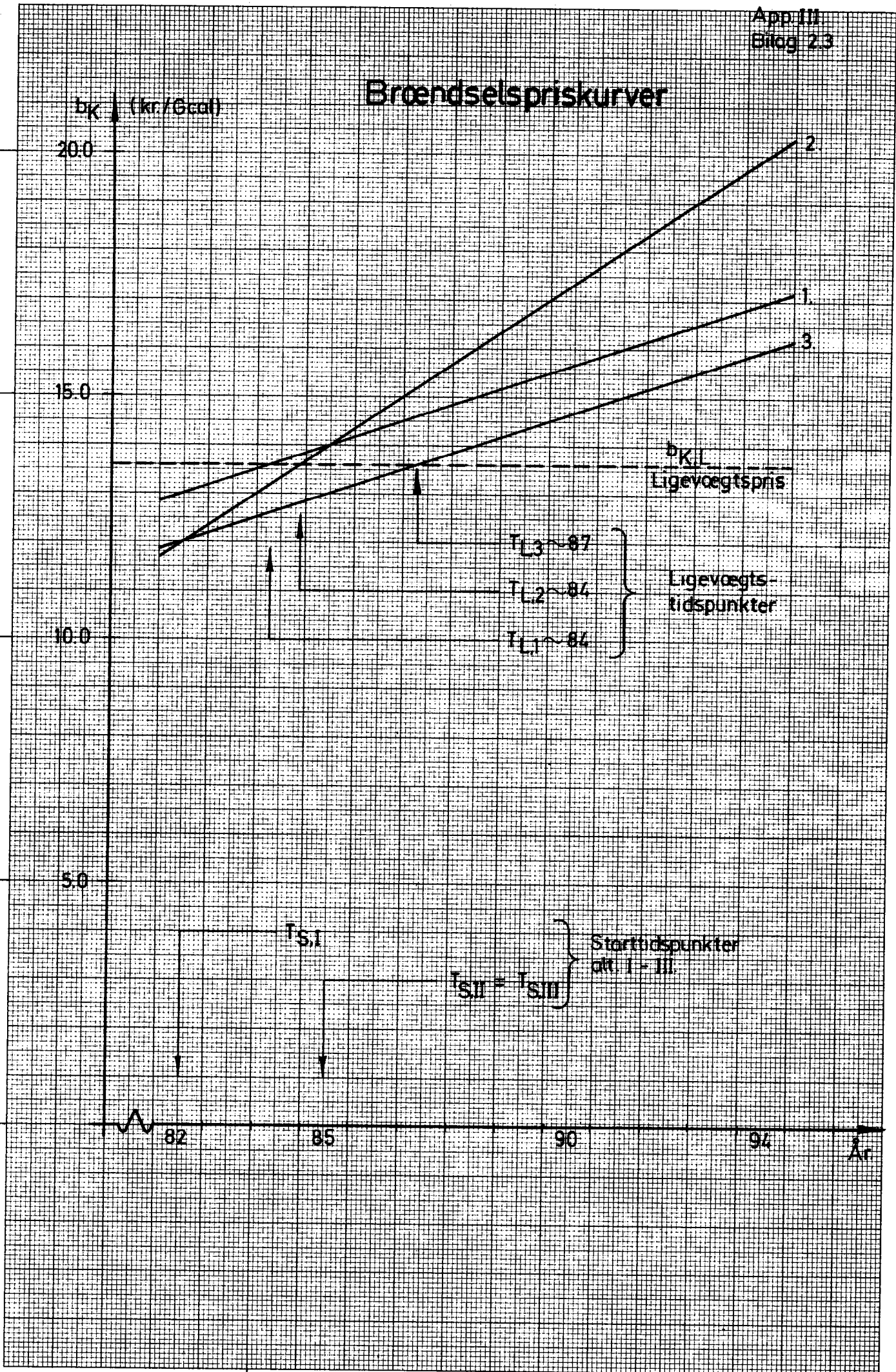
82

85

90

94

λ_r



Betragtet andel af total installeret effekt ved sammenligning mellem nukleare alternativer I og II.

P
(GW)

6

5

4

3

2

1

0

82

85

90

94

År

Betragtningsperiode

N : Nuklear

K : Konventionel

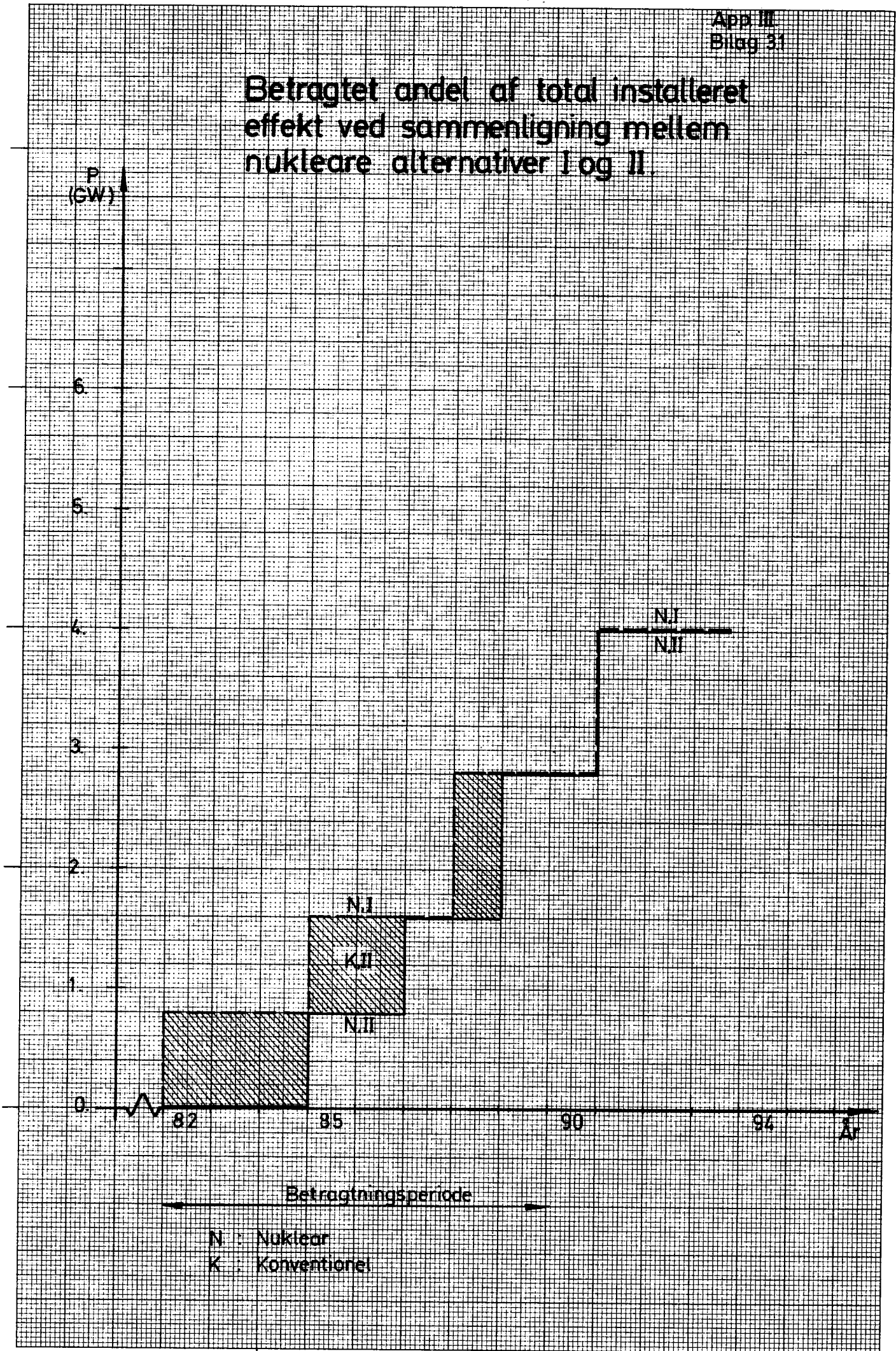
N.I

K.II

N.II

N.I

N.II



Betragtet andel af total installeret effekt ved sammenligning mellem nukleare alternativer I og II.

P
(GW)

6.

5

4

3

2

1

0

82

85

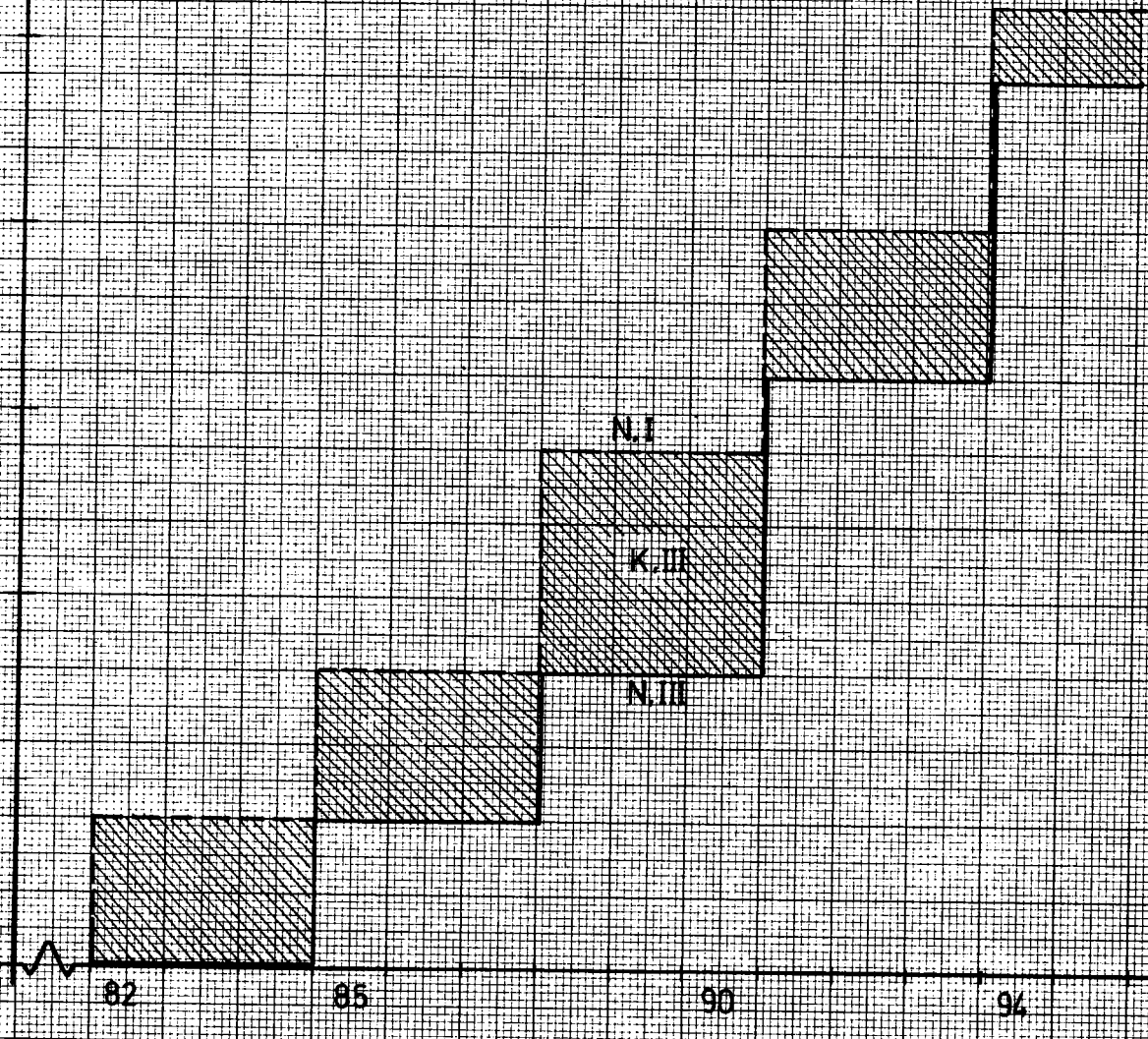
90

94

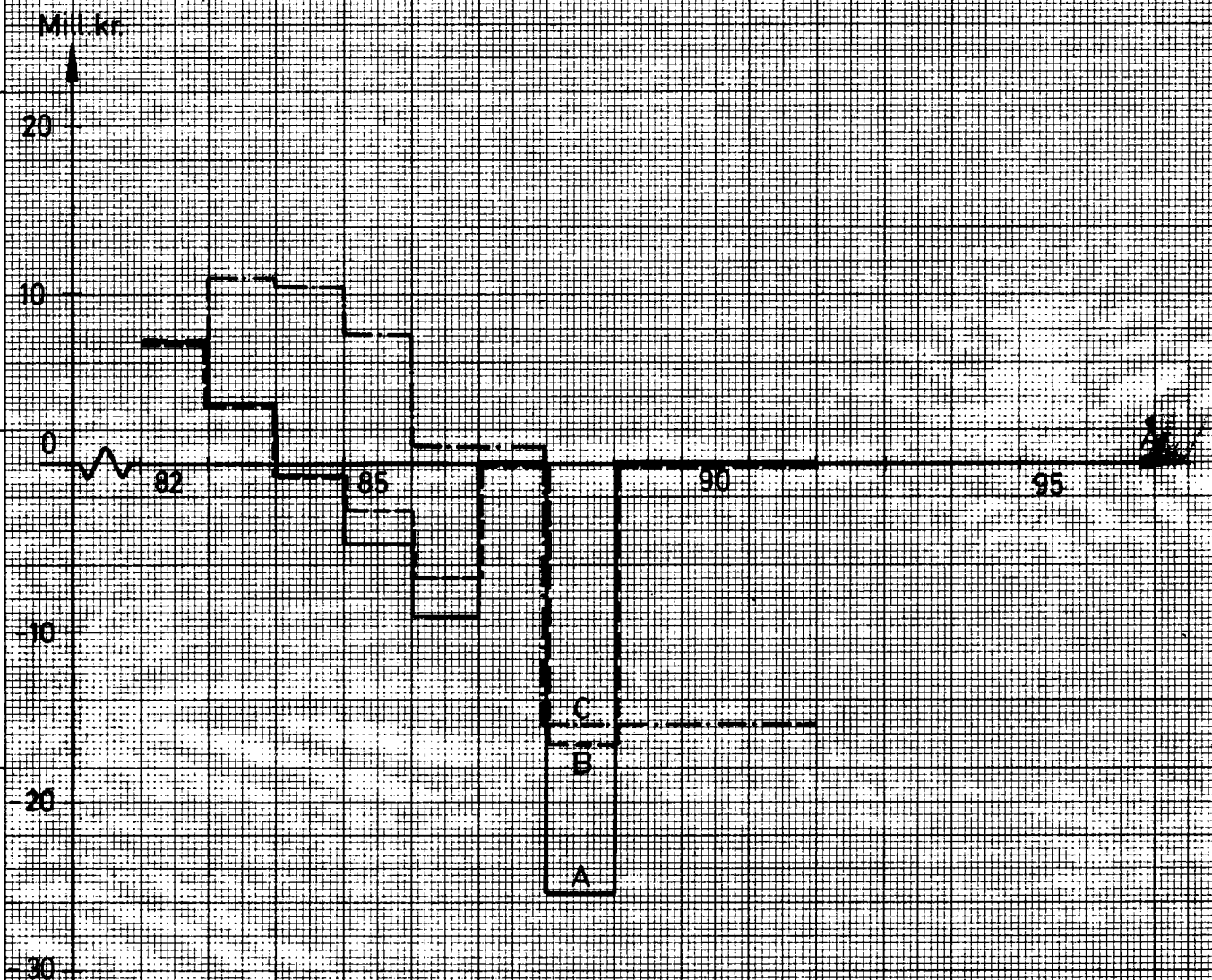
År

Betragningsperiode

N Nuklear
K Konventionel

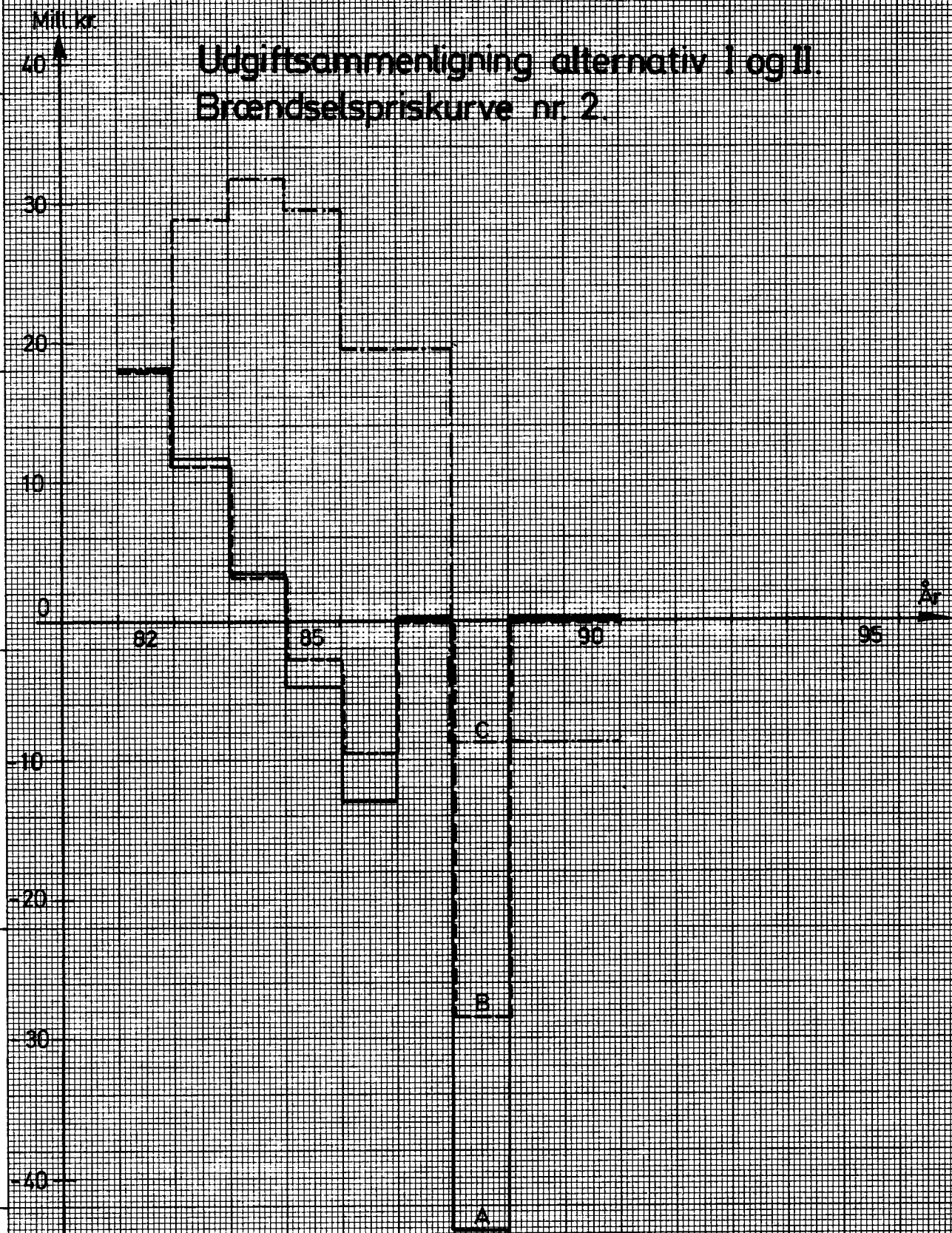


Udgiftssammenligning alternativ I og II. Brændselspriskurve nr. 1.



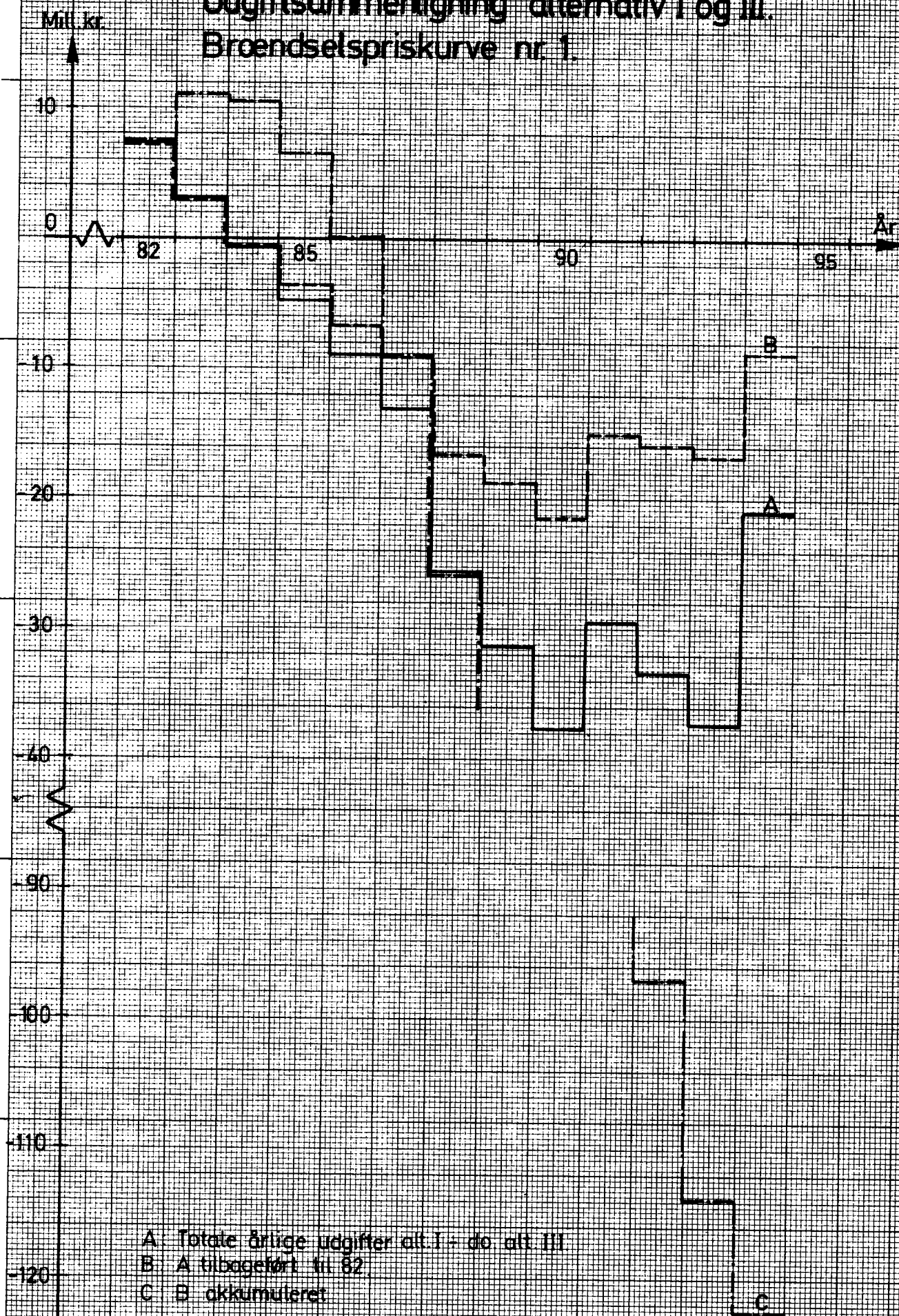
- A. Totale årlige udgifter alt. I - do. alt. II.
- B. A tilbageført til 82.
- C. B akkumuleret

Udgiftssammenligning alternativ I og II. Brændselspriskurve nr. 2.



- A: Totalle årlige udgifter alt I - og alt II.
- B: A tilbageført til 82.
- C: B akkumuleret.

Udgiftssammenligning alternativ I og II. Brændselspriskurve nr. 1.



Udgiftssammenligning alternativ I og III. Brændselspriskurve nr. 3.

