



LUND UNIVERSITY

Veckoprognoser av fjärrvärmeeffekt

Jensen, Lars

1973

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (1973). *Veckoprognoser av fjärrvärmeeffekt*. (Technical Reports TFRT-7036). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

VECKOPROGNOSER AV FJÄRRVÄRMEEFFEKT

L.H. Jensen

Denna rapport avser anslag nr D 698 från
Statens råd för byggnadsforskning till
Institutionen för byggnadskonstruktions-
lära och reglerteknik vid LTH.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	1
Husdata och mätdata	2
Modeller	3-4
Modellanpassningsmetod och datorprogram	5-8
Uttestning av lämpliga modeller	9
Resultat från modellanpassning och prognos	10-14
Referenser	15
Tabeller	16-23
Diagram	24

INLEDNING

Denna rapport dokumenterar några enkla försök till prognos av fjärrvärmeeffekt en vecka framåt för kv. Stadinge i Tensta omfattande 6 hus med sammanlagt 113 lägenheter. Den del av effekten, som utgörs av tappvarmvatteneffekt, beskrivs med olika typer av periodiciteter. Den klimatberoende delen antages vara proportionell mot utetemperaturen.

Mätdata kommer från byggnadsenergigruppens mätningar av energikonsumtionen. I avsnitt 2 ges några uppgifter om husen och om mätdata. I avsnitt 3 beskrivs de olika typer av modeller som använts vid anpassningen.

I avsnitt 4 ges en kortfattad beskrivning av modellanpassningsmetoden, som är grundad på minsta kvadratmetoden och datorprogrammet.

I avsnitt 5 redogörs för de olika förberedande testerna av olika vecko- och dygnsperiodiciteter som har skett.

I avsnitt 6 har några av de tidigare uttestade modeller använts för att prediktera en vecka framåt efter att ha anpassat modellen till data tiden före. Detta har skett för 12 olika mätdatauppsättningar eller tidsperioder och för flera olika modeller. Tre olika typer av prognoser har gjorts, som har omfattat en vecka med 168 1-timmars medeleffekter eller 42 4-timmars medeleffekter eller 7 dygnsmedeleffekter.

Syftet med undersökningen har varit att allmänt belysa användande av modeller för prediktion av fjärrvärmeeffekt, snarare än att finna optimala prediktionsmodeller.

HUSDATA OCH MÄTDATA

Kv. Stadinge i Tensta består av sex byggnader med 113 lägenheter, som uppvärms av ett fjärrvärmeanslutet radiatorsystem. Byggnaderna ventileras med ett FT-system (fläktstyrda från- och tilluftsflöden). Värmesystemet består av en shuntgrupp, gemensam för radiatorer och varmluftsapparater för uppvärmning av tilluften. Temperaturregleringen sker centralt från abonnentcentralen. Värmeeffektbehovet är beräknat för DIT (dimensionerande innetemperatur) = 20 grader och DUT (dimensionerande utetemperatur) = -20 grader. Temperaturen i kryprummen har antagits vara 10 grader och i källarlokalerna 20 grader.

Det beräknade totala värmeeffektbehovet för transmission och ventilation uppgår till 665 500 kcal/h (772 kW) för de sex byggnaderna. Byggnadernas totala k-värde blir då omkring 19 kW/grad. Framledningstemperaturen regleras i förhållande till utetemperaturen efter en inställd reglerkurva. Varmluftsapparaterna är anslutna till radiatorsystemet och är alltså förshuntade. För efterreglering av tilluftstemperaturen är varje varmluftsapparat försedd med en självverkande ventil styrd av en temperaturgivare i tilluftskanalen. Mätdata har erhållits från byggnadsenergigruppens energimätningar. Av kvartsvärdena har timmedelvärden eller högre bildats för fjärrvärmeeffekt och utetemperatur. Använda mätdata omfattar 24 veckor med start den 6 september 1971. Var fjärde vecka har predikterats med olika modeller. De sex predikterade veckorna är följande:

Vecka nr	Datum
40	27.9 - 3.10 1971
44	25.10-31.10 1971
48	22.11-28.11 1971
52	20.12-26.12 1971
4	17.1 -23.1 1972
8	14.2 -20.2 1972

Den fjärde prediktionsveckan sammanfaller med julhelgen. En del felaktiga mätvärden har korrigerats manuellt.

MODELLER

Fjärrvärmeeffekten kan delas upp i två delar. En klimatberoende del, som beror framför allt av utetemperaturen och en dygns- eller veckoperiodisk del, som bestäms av varmvattentappningen.

Den klimatberoende delen kan tänkas utgöras av ett dynamiskt system för att beskriva den tröghet som byggnaderna har. Detta visar sig efter enkla tester ej behövas i detta fall. Det är tillräckligt att anta att effekten är proportionell mot utetemperaturen. Detta beror på att luftförvärmningen är direkt proportionell mot utetemperaturen och att framledningstemperaturen styrs i stort sett efter en, mot utetemperaturen, proportionell reglerkurva.

Den periodiska delen används för att beskriva tappvarmvattenkonsumtionen och styrning av framledningstemperaturen efter en given dygnskurva (morgonhöjning och nattsänkning). Periodiciteten bör utformas så att den beskriver dygnsvariationer och veckovariationer. Någon utformning av periodiciteterna för att klara av helger kan göras, men genomförs ej här. Dygnsperiodiciteten kan tänkas bestå av en parameter för varje timme på dygnet, eller en för flera på varandra följande timmar.

För att beskriva veckoperiodiciteten kan man tänka sig att använda kombinationer av några olika dygnsperiodiciteter. Här återges några använda kombinationer:

Veckomodell nr	Dygnskombinationer	Antal olika dygnsperiodiciteter
1	alla dagar lika	1
2	mån-tor lika och fre-sön lika	2
3	mån-tor lika, fre, lör-sön lika	3
4	mån-tor lika, fre-lör lika, sön	3
5	mån-tor lika, fre, lör, sön	4
6	alla dagar olika	7

Antalet parametrar i de olika dygnsperiodiciteterna behöver ej vara lika, men här har samma antal använts för de olika dygnsperiodiciteterna.

Som jämförelse till de senaste modellerna med ett stort antal parametrar har några enkla modeller tagits fram. Den enklast tänkbara modellen är att sätta hela veckoperiodiciteten till en konstant. En något bättre modell är att beskriva veckoperiodiciteten med en konstant för varje veckodag. I dessa två enkla modeller tas ingen hänsyn till dygnsvariationer.

MODELLANPASSNINGSMETOD OCH DATORPROGRAM

Den metod som användes vid modellanpassningen är linjär regression eller minsta kvadratmetoden.

Följande beteckningar används:

Modellens ordningstal n

Antalet data som används vid anpassningen N

Modellens utsignal $y_m(t)$, $t=1,2,\dots,N$

Modellens insignal nr i $u_i(t)$, $t=1,2,\dots,N$

Modellens parameter nr i x_i

Modellen som skall anpassas antas vara följande:

$$y_m(t) = \sum_{i=1}^n x_i u_i(t)$$

För att anpassa parametervektor x erhålles ett överbestämt ekvationssystem, om N är större än n . Som lösning används den parametervektor x , som minimerar följande förlustfunktion:

$$V = \sum_{t=1}^N (y(t) - y_m(t))^2$$

Här är $y(t)$ den verkliga (uppmätta) utsignalen. Genom att bilda följande matris U och vektor Y

$$U = \begin{bmatrix} u_1(1) & u_2(1) & \dots & u_n(1) \\ u_1(2) & u_2(2) & \dots & u_n(2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_1(N) & u_2(N) & \dots & u_n(N) \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} y(1) \\ y(2) \\ \vdots \\ y(N) \end{bmatrix}$$

kan förlustfunktionen även skrivas på följande sätt:

$$v = (Y - UX)^T(Y - UX)$$

Lösningen fås som:

$$x = (U^T U)^{-1} U^T Y$$

Modellfelet kan lätt beräknas som:

$$e(t) = y(t) - \sum_{i=1}^n x_i u_i(t)$$

Här är alltså $y_m(t)$ modellens fjärrvärmeeffekt och $u_1(t)$ utetemperaturen. För att beskriva periodiciteten används de övriga insignalerna $u_i(t)$ $i=2, n$. Dessa är antingen 1 eller 0 och endast en av dem är skild från 0 i varje tidpunkt, dvs:

$$u_i(t)u_j(t)=0 \text{ för alla } t, i \geq 2, j \geq 2 \text{ och } i \neq j$$

Med detta val av insignalerna inser man att matrisen U kommer att innehålla många nollor. Totala antalet element i matrisen U är Nn och antalet nollor är minst $N(n-2)$ stycken. Med denna egenskap visar det sig att matrisen $U^T U$ får ett mycket bra utseende. Den kan skrivas som:

$$U^T U = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

Dimensionerna för matriserna a_{11} , a_{12} , a_{21} och a_{22} är 1×1 , $1 \times n$, $n \times 1$ och $n \times n$. Det väsentligaste är att a_{22} är diagonal, vilket just beror på att endast en av insignalerna $u_i(t)$ $i=2, n$ är skild från noll för varje tidpunkt.

Lösningen x till minsta kvadratproblemet kan skrivas som lösningen till ekvationssystemet:

$$U^T U x = U^T Y \quad (*)$$

Ekvationssystemet kan också skrivas som:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$$

eller

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1 \quad (1)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2 \quad (2)$$

x_1 är en skalär och motsvarar konstanten för utetemperaturens inverkan på fjärrvärmekonsumtionen. x_2 är en vektor med parametrar för periodiciteten.

Eftersom a_{22} är diagonal kan x_2 lätt lösas ut ur ekvation (2) och efter insättning i ekvation (1) fås x_1 , som är en skalär. Därefter löses x_2 ut ur ekvation (2) med hjälp av x_1 . Någon matrisinversion behöver ej göras.

För att representera matrisen $U^T U$ krävs endast $2n-1$ parametrar,

då a_{22} är diagonal och $a_{12}=a_{21}^T$. Detta sparar avsevärt med minnesutrymme, då matrisen kräver normalt $n \cdot n$ parametrar för att representeras. För $n=169$ blir $2n-1 = 339$ och $n \cdot n = 28561$.

I datorprogrammet utnyttjas de speciella egenskaperna hos $u_i(t)$, $i=2,n$ vid beräkning av $U^T U$ och $U^T Y$ dvs av a_{21} , a_{22} och b_2 . Matrisen U och vektorn Y finns aldrig lagrade i datorn utan a_{11} , a_{12} , a_{22} , b_1 och b_2 beräknas direkt med $y(t)$ och $u_i(t)$, $i=1,n$.

UTTESTNING AV LÄMPLIGA MODELLER

Med data från veckorna 37-40 har några modellanpassningar gjorts med tidigare beskrivna veckoperiodiciteter och med olika antal parametrar per dygn.

Sex olika veckoperiodiciteter och sex olika antal parametrar per dygn har provats. Dessa har varit 1, 2, 4, 6, 12 och 24 stycken per dygn. Alla kombinationer har undersökts, vilket medför att totalt 36 fall har behandlats.

Den verkliga utsignalens medelvärde och standardavvikelse är 228,16 kW resp. 45,93 kW.

För de 36 olika testfallen har tre tabeller ställts upp: en för rotmedelkvadratfelet, en för konstanten för utetemperaturens inverkan samt en för medelvärdet hos veckoperiodiciteten. Ur dessa framgår det att rotmedelkvadratfelet varierar mellan 23. till 35. kW. Störst inverkan har antalet parametrar per dygn och något mindre inverkan har olika typer av veckoperiodiciteter. Störst förbättring sker mellan 2 och 4 och mellan 4 och 12 parametrar per dygn. Observera försämringen från 4 till 6 parametrar per dygn, vilket beror på att indelningen i 6-timmarsintervall passar bättre än i 4-timmarsintervall.

Sammanfattningsvis kan man säga att skillnaden mellan olika typer av modeller inte är stor, varför endast följande modeller kommer att behandlas i fortsättningen:

- alla tidsintervall i veckan är lika
- alla dagar lika 1 parameter per tidsintervall
- alla tidsintervall i veckan är olika

RESULTAT FRÅN MODELLANPASSNING OCH PROGNOSE

Med modellanpassning avses att för en viss tidsperiod bestäms en modells parametrar med kännedom om in- och utsignaler.

Med prognos avses här att med en modell för en tidsperiod prediktera utsignalen för en påföljande tidsperiod med kännedom om insignalen, som är utetemperaturen. Detta är det optimala fallet, då utetemperaturen, som används, är den uppmätta. I det verkliga fallet måste även denna predikteras.

De 24 veckorna har använts på två sätt. Dels har prediktion skett av var fjärde vecka med identifiering med alla föregående veckor och dels efter identifiering med endast de tre senaste veckorna.

Minsta tidsintervall har varit 1, 4 och 24 timmar dvs med det sista tidsintervallet är in- och utsignalerna medelvärden för ett dygn.

Till de tre modellerna med 2, 25 och 169 parametrar för 1-timmestidsintervall har motsvarande modeller tagits fram för 4- och 24-timmarsintervall med 2, 7 och 43 parametrar resp. 2 och 8 parametrar. Detta ger totalt 8 olika modeller.

Resultaten har sammanställts för de två olika identifieringsmetoderna i tabeller med följande variabler:

	Tabell nr
För identifieringstidsperioden	
Rotmedelkvadratfel	4 (14)
Utsignalens medelvärde	5 (15)
Utsignalens standardavvikelse	6 (16)
För prediktionstidsperioden	
Rotmedelkvadratfel	7 (17)
Standardavvikelse för felet	8 (18)
Medelvärde för felet	9 (19)
Utsignalens medelvärde	10 (10)
Utsignalens standardavvikelse	11 (11)
Modellparametrar	
Konstanten för utetemperaturens inverkan	12 (20)
Medelvärde för veckoperiodiciteten	13 (21)

Siffrorna inom parentes anger tabellnummer för identifiering med 3-veckorstidsperiod.

Mellan felets rotmedelkvadrat x , felets standardavvikelse y och felets medelvärde z gäller följande samband:

$$x^2 = y^2 + z^2$$

Genomgående ger metoden med att endast använda de tre senaste veckorna för att prediktera en kommande vecka bäst resultat. Skillnaden ligger i att den nämnda metoden har ett mindre medelfel, beroende på att en kortare och aktuellare tidsperiod används vid identifieringen. Standardavvikelsen för prediktionsfelet skiljer mycket lite mellan de två metoderna. För 1-timmarstidsintervall är modellen med 169 parametrar bättre än modellen med 25 parametrar, men skillnaden är ej särskilt stor. Modellen med 2 parametrar är klart sämre än de två andra. För 4-timmarstidsintervall är modellen med 43 parametrar bättre än modellen med 7 parametrar och sämst är 2-parametermodellen. För 24-timmarstidsintervall är modellen med 2 para-

metrar bättre än modellen med 8 parametrar i fyra av sex fall.

Vid jämförelse mellan rotmedelkvadratfelet och utsignalens standardavvikelse bör man också tänka på att en badkarstappning motsvarar en effekt på 12 kW under en timme ($200 \text{ kg} \cdot 50 \text{ grader} \cdot 1 \text{ kcal/kggrad} \cdot 4.19 \text{ Wsek/cal} \approx 12 \text{ kWh}$).

Konstanten för utetemperaturens inverkan skall i stort sett motsvara k-värdet och det visar sig att det varierar med årstiden. Dess belopp stiger från 8. till 15. kW/grad från september till februari. Detta skall jämföras med ett beräknat värde på 19. kW/grad.

Enligt reglerkurvan för framledningstemperaturen till radiatorerna och varmlufts batterierna borde beloppet för konstanten för utetemperaturens inverkan avta med utetemperaturen. Om medelvärden för fjärrvärmekonsumtion och utetemperatur jämföres finner man att dessa värden stämmer med reglerkurvan.

Även om innetemperaturen varierar någon grad kan det inte förklara de stora variationerna. Det har konstaterats att luftförvärmningen har stoppats av att frysskydden har löst ut vid låga temperaturer. Detta borde ha motsatt effekt. Solstrålningens inverkan borde medföra att konstantens belopp är störst vid minst antal soltimmar dvs i december.

Om man förutsätter att utetemperaturen är periodisk, finner man efter lite analys att ekvationssystemet (*) blir singulärt dvs man kan välja en parameter godtyckligt. Nu är utetemperaturen aldrig helt periodisk, men detta kan trots allt ge upphov till lösningar med dålig noggrannhet.

Denna effekt kan ej heller förklara variationerna, då modellerna utan dygnsperiodicitet och med 24-timmarstidsintervall uppvisar samma variationer.

Veckoperiodiciteter från identifieringarna med varierande tidslängd har uppritats för modellerna med 25 och 169 parametrar för alla 6 tidsperioderna. Tidsintervallet är 1 timme. Se diagram nr 1-2 och 3-4 för 25 resp. 169-parametersmodellerna, med 1-timmarstidsintervall. Medelvärden har subtraherats för att underlätta jämförelser.

För identifiering med varierande tidsperiodlängd har för 2-, 25- och 169-parametersmodellerna resultatet ritats upp för prediktionsveckan och veckan närmast före för prediktionsveckorna 2, 3 och 4 med tidsintervallet 1 timme. Den översta kurvan är den verkliga och uppmätta fjärrvärmeeffekten. Den mellersta kurvan är modellens utsignal och fjärrvärmeeffekt. Nederst har modellfelet ritats. Observera att modellfelets skala är annorlunda. Se diagram 5-13. I diagrammen har utsignalen eller verklig fjärrvärmeeffekt, modellens utsignal eller predikerad fjärrvärmeeffekt och prediktionsfelet förkortats som Y, YM resp. E.

Prediktionsvecka nr 2 visar den bästa anpassningen av alla. Före själva prediktionsveckan nr 3 sker en kraftig ökning av fjärrvärmeeffekten, vilket modellen beskriver bra. Denna ökning beror på att utetemperaturen har sjunkit i motsvarande grad. Prediktionsvecka nr 4 innehåller just julhelgen och resultatet blir därefter.

Utetemperaturen har ej ritats, då den kan ses indirekt via modeller med två parametrar. Modellens utsignal är där nämligen direkt proportionell mot utetemperaturen.

För samma prediktionsveckor har även medeldygnseffekten predikerats och uppritats, men här med endast tre veckors identifiering. Modellerna innehåller här 2 och 8 parametrar och veckodagarna är alla lika resp. olika. Här har samtliga fyra veckor ritats upp. Se diagram 14-19.

Något som inte har behandlats är hur väl man kan prediktera utetemperaturen. Här har vid prediktionen den predikterade utetemperaturen ersatts med den verkliga. Felet i predikterad fjärrvärmeeffekt beroende på felaktigt predikterad utetemperatur kan uppskattas genom att multiplicera konstanten för utetemperaturens inverkan med prediktionsfelet i utetemperatur.

REFERENSER

Mandorff, S, Inreglering av installationerna i kv Stadinge, Tensta (Statens institut för byggnadsforskning. Klimatgruppen). Stockholm

Aström, K, J, Lectures on the identification problem the least square method (Lunds institute of Technology Division of Automatic Control) Report 6806. Lund 1969

TABELL NR 1

MODELLFELETS ROTMEDELKVADRAT I KW VID IDENTIFIERING
TIDSPERIODLÅNGD 4 VECKOR
ANTAL PARAMETRAR

PER DYGN	VECKOMODELL					
	NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
24	34.46	34.17	34.00	34.01	33.95	33.91
12	33.98	33.31	33.13	33.19	33.07	33.01
6	30.94	29.94	29.76	29.74	29.58	29.43
4	32.15	30.99	30.69	30.55	30.32	30.21
2	28.21	26.21	25.54	25.52	25.03	24.85
1	27.43	25.09	24.30	24.14	23.58	23.18

TABELL NR 2

KONSTANTEN FÖR UTETEMPERATURENS INVERKAN I KW
TIDSPERIODLÅNGD 4 VECKOR
ANTAL PARAMETRAR

PER DYGN	VECKOMODELL					
	NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
24	-8.90	-8.98	-8.72	-8.76	-8.65	-8.70
12	-9.85	-9.72	-9.49	-9.47	-9.41	-9.52
6	-10.64	-10.70	-10.57	-10.53	-10.52	-10.76
4	-10.24	-10.16	-9.94	-9.93	-9.87	-10.05
2	-10.26	-10.15	-9.89	-9.89	-9.81	-9.98
1	-10.28	-10.16	-9.88	-9.89	-9.80	-9.98

TABELL NR 3

PERIODICITETENS MEDELVÄRDE I KW
TIDSPERIODLÅNGD 4 VECKOR
ANTAL PARAMETRAR

PER DYGN	VECKOMODELL					
	NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
24	321.63	323.05	320.55	323.47	321.86	319.56
12	331.60	330.87	328.98	330.85	329.87	328.15
6	339.93	341.23	340.70	341.79	341.69	341.09
4	335.68	335.54	333.83	335.58	334.78	333.69
2	335.93	335.36	333.28	335.14	334.13	332.99
1	336.10	335.48	333.26	335.13	334.08	332.99

TABELL NR 4

MODELLFELETS ROTMEDELKVADRAT I KW VID IDENTIFIERING
 TIDSPERIODLANGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	32.67	35.75	37.64	41.90	45.31	47.07
1	25	26.79	25.63	24.58	28.84	32.50	33.45
1	169	20.59	21.71	20.70	25.31	29.69	30.48
4	2	21.33	24.42	25.68	30.77	34.31	35.83
4	7	18.48	18.69	17.64	23.09	26.50	27.40
4	43	13.99	15.88	14.80	20.81	24.73	25.53
24	2	11.58	13.12	11.69	18.82	21.57	22.41
24	8	9.39	12.44	11.14	18.30	21.30	22.12

TABELL NR 5

UTSIGNALENS MEDELVARDE I KW VID IDENTIFIERING
 TIDSPERIODLANGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	218.74	248.53	282.36	310.43	337.43	357.10
1	25	218.74	248.53	282.36	310.43	337.43	357.10
1	169	218.74	248.53	282.36	310.43	337.43	357.10
4	2	218.74	248.53	282.37	310.43	337.43	357.10
4	7	218.74	248.53	282.37	310.43	337.43	357.10
4	43	218.74	248.53	282.37	310.43	337.43	357.10
24	2	218.74	248.53	282.37	310.43	337.43	357.10
24	8	218.74	248.53	282.37	310.43	337.43	357.10

TABELL NR 6

UTSIGNALENS STANDARDAVVIKELSE I KW VID IDENTIFIERING
 TIDSPERIODLANGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	43.65	55.51	76.30	85.49	97.86	102.45
1	25	43.65	55.51	76.30	85.49	97.86	102.45
1	169	43.65	55.51	76.30	85.49	97.86	102.45
4	2	35.23	48.36	70.75	80.36	93.11	97.63
4	7	35.23	48.36	70.75	80.36	93.11	97.63
4	43	35.23	48.36	70.75	80.36	93.11	97.63
24	2	24.76	41.51	65.51	75.69	88.95	93.28
24	8	24.76	41.51	65.51	75.69	88.95	93.28

TABELL NR 7

MODELLFELETS ROTMEDELKVADRAT I KW VID PREDIKTION

TIDSPERIODLANGD VARIERANDE

TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	41.66	38.27	42.43	54.42	57.93	49.02
1	25	33.96	21.71	28.08	47.68	40.70	32.56
1	169	34.98	19.63	23.17	46.70	38.43	27.99
4	2	33.92	24.95	29.80	43.34	46.58	36.71
4	7	29.59	14.67	21.52	38.64	35.34	26.18
4	43	30.23	13.05	18.23	37.59	34.61	22.88
24	2	26.64	9.57	16.01	29.68	30.84	20.63
24	8	27.70	10.37	15.01	30.22	30.93	19.90

TABELL NR 8

MODELLFELETS STANDARDAVVIKELSE I KW VID PREDIKTION

TIDSPERIODLANGD VARIERANDE

TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	32.17	35.97	38.87	45.47	47.74	44.31
1	25	22.94	19.44	24.72	37.94	26.89	25.56
1	169	23.26	16.70	18.36	36.57	22.96	19.33
4	2	21.16	21.30	24.59	31.46	33.30	30.18
4	7	15.79	11.18	16.99	25.71	17.96	16.76
4	43	15.40	8.31	11.73	23.93	16.00	10.78
24	2	9.53	2.62	9.27	7.80	8.69	5.99
24	8	10.51	4.23	6.86	9.49	8.74	2.59

TABELL NR 9

MODELLFELETS MEDELVARDE I KW VID PREDIKTION

TIDSPERIODLANGD VARIERANDE

TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	26.47	13.09	16.99	29.89	32.81	20.98
1	25	25.05	9.67	13.32	28.88	30.56	20.17
1	169	26.13	10.31	14.12	29.05	30.82	20.24
4	2	26.51	12.99	16.84	29.81	32.58	20.89
4	7	25.02	9.50	13.21	28.85	30.44	20.11
4	43	26.01	10.06	13.95	28.99	30.70	20.18
24	2	25.09	9.21	13.06	28.64	29.59	19.74
24	8	25.63	9.47	13.35	28.69	29.66	19.74

TABELL NR 10

UTSIGNALENS MEDELVARDE I KW VID PREDIKTION
 TIDSPERIODLÄNGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
1	25	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
1	169	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
4	2	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
4	7	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
4	43	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
24	2	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21
24	8	256.44	294.14	372.66	365.33	440.18	408.21

TABELL NR 11

UTSIGNALENS STANDARDAVVIKELSE I KW VID PREDIKTION
 TIDSPERIODLÄNGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	40.66	40.03	56.98	55.21	70.22	44.62
1	25	40.66	40.03	56.98	55.21	70.22	44.62
1	169	40.66	40.03	56.98	55.21	70.22	44.62
4	2	31.62	26.35	48.79	44.12	61.07	30.47
4	7	31.62	26.35	48.79	44.12	61.07	30.47
4	43	31.62	26.35	48.79	44.12	61.07	30.47
24	2	23.73	5.23	40.38	28.29	47.43	15.36
24	8	23.73	5.23	40.38	28.29	47.43	15.36

TABELL NR 12

KONSTANTEN FÖR UTETEMPERATURENS INVERKAN I KW
 TIDSPERIODLÄNGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	-8.40	-10.12	-11.64	-12.92	-14.02	-14.76
1	25	-9.46	-11.18	-12.22	-13.44	-14.47	-15.16
1	169	-8.66	-10.98	-12.10	-13.35	-14.41	-15.12
4	2	-8.57	-10.15	-11.66	-12.96	-14.06	-14.80
4	7	-9.48	-11.23	-12.24	-13.46	-14.49	-15.18
4	43	-8.74	-11.06	-12.12	-13.38	-14.44	-15.15
24	2	-9.43	-11.32	-12.27	-13.56	-14.66	-15.37
24	8	-9.03	-11.24	-12.22	-13.54	-14.65	-15.37

TABELL NR 13

PERIODICITETENS MEDELVÄRDE I KW
 TIDSPERIODLÄNGD VARIERANDE
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	309.73	339.73	357.06	373.35	384.39	391.85
1	25	321.26	349.30	360.81	375.89	385.90	392.77
1	169	312.51	347.50	359.99	375.48	385.72	392.69
4	2	309.58	339.99	357.22	373.55	384.54	391.94
4	7	321.46	349.77	360.92	375.99	385.98	392.84
4	43	313.46	348.22	360.16	375.61	385.81	392.77
24	2	320.92	350.60	361.07	376.50	386.55	393.27
24	8	316.56	349.86	360.78	376.38	386.50	393.28

TABELL NR 14

MODELLFELETS ROTMEDELKVADRAT I KW VID IDENTIFIERING
 TIDSPERIODLANGD 3 VECKOR
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	32.67	35.86	39.89	41.90	50.11	46.91
1	25	26.19	20.25	20.95	23.95	34.11	26.58
1	169	20.59	13.27	12.94	15.22	29.90	17.41
4	2	21.33	22.40	26.27	28.36	37.30	31.79
4	7	18.48	13.15	14.13	17.16	27.22	18.10
4	43	13.99	8.08	8.03	10.61	24.88	10.65
24	2	11.58	6.06	6.67	11.68	21.22	8.94
24	8	9.39	4.79	4.91	8.36	20.80	7.10

TABELL NR 15

UTSIGNALENS MEDELVARDE I KW VID IDENTIFIERING
 TIDSPERIODLANGD 3 VECKOR
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
1	25	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
1	169	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
4	2	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
4	7	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
4	43	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
24	2	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99
24	8	218.74	275.68	357.39	392.60	463.13	453.99

TABELL NR 16

UTSIGNALENS STANDARDAVVIKELSE I KW VID IDENTIFIERING
 TIDSPERIODLANGD 3 VECKOR
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	43.65	55.57	72.64	56.36	58.19	63.57
1	25	43.65	55.57	72.64	56.36	58.19	63.57
1	169	43.65	55.57	72.64	56.36	58.19	63.57
4	2	35.23	47.30	65.72	46.97	47.59	52.77
4	7	35.23	47.30	65.72	46.97	47.59	52.77
4	43	35.23	47.30	65.72	46.97	47.59	52.77
24	2	24.76	39.67	57.98	37.82	38.61	41.44
24	8	24.76	39.67	57.98	37.82	38.61	41.44

TABELL NR 17

MODELLFELETS ROTMEDELKVADRAT I KW VID PREDIKTION

TIDSPERIODLANGD 3 VECKOR

TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	41.66	36.47	40.23	45.47	49.93	44.40
1	25	33.96	18.95	26.71	38.04	30.32	24.72
1	169	34.98	17.43	22.23	38.75	29.10	19.28
4	2	33.92	22.12	26.63	31.46	36.24	30.34
4	7	29.59	12.07	20.08	25.37	21.97	16.47
4	43	30.23	10.09	16.40	24.47	21.49	10.41
24	2	26.84	5.87	13.18	8.01	15.69	6.92
24	8	27.70	6.56	12.61	12.03	15.98	3.26

TABELL NR 18

MODELLFELETS STANDARDAVVIKELSE I KW VID PREDIKTION

TIDSPERIODLANGD 3 VECKOR

TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	32.17	35.91	38.96	45.47	49.68	44.28
1	25	22.94	18.18	24.82	38.02	28.80	24.54
1	169	23.26	16.57	19.88	38.71	27.54	19.05
4	2	21.16	21.20	24.66	31.46	35.84	30.11
4	7	15.79	10.87	17.49	25.32	19.59	16.24
4	43	15.40	8.63	13.05	24.42	19.16	10.00
24	2	9.53	2.37	8.68	7.73	9.03	6.39
24	8	10.51	4.03	7.79	11.87	8.91	2.34

TABELL NR 19

MODELLFELETS MEDELVARDE I KW VID PREDIKTION

TIDSPERIODLANGD 3 VECKOR

TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	26.47	6.36	10.04	-0.02	5.02	-3.29
1	25	25.05	5.35	9.87	1.46	9.46	-2.97
1	169	26.13	5.39	9.94	1.54	9.40	-2.97
4	2	26.51	6.31	10.05	.08	5.36	-3.68
4	7	25.02	5.26	9.87	1.48	9.97	-2.78
4	43	26.01	5.23	9.94	1.51	9.73	-2.88
24	2	25.09	5.37	9.92	2.10	12.84	-2.67
24	8	25.63	5.18	9.92	1.95	13.27	-2.27

TABELL NR 20

KONSTANTEN FÖR UTETEMPERATURENS INVERKAN I KW
 TIDSPERIODLÄNGD 3 VECKOR
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	-8.40	-9.81	-11.80	-12.68	-11.30	-14.45
1	25	-9.46	-10.62	-12.18	-13.37	-13.10	-14.56
1	169	-8.66	-10.59	-12.01	-13.41	-13.08	-14.56
4	2	-8.37	-9.84	-11.76	-12.73	-11.44	-14.32
4	7	-9.48	-10.70	-12.17	-13.38	-13.30	-14.63
4	43	-8.74	-10.72	-12.01	-13.40	-13.21	-14.59
24	2	-9.43	-10.61	-12.06	-13.67	-14.47	-14.66
24	8	-9.03	-10.76	-12.07	-13.60	-14.64	-14.80

TABELL NR 21

PERIODICITETENS MEDELVÄRDE I KW
 TIDSPERIODLÄNGD 3 VECKOR
 TIDSINTERVALL ANTAL MODELL-

I TIMMAR	PARAMETRAR	TIDSPERIOD					
		NR 1	NR 2	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
1	2	309.73	344.66	364.04	402.57	416.63	416.02
1	25	321.26	350.39	364.25	403.12	409.24	415.73
1	169	312.51	350.18	364.16	403.14	409.33	415.73
4	2	309.38	344.91	364.02	402.61	416.06	416.36
4	7	321.46	350.94	364.25	403.12	408.40	415.56
4	43	313.46	351.07	364.16	403.14	408.79	415.65
24	2	320.92	350.30	364.18	403.35	403.62	415.46
24	8	316.56	351.36	364.19	403.30	402.91	415.11

Diagramförord

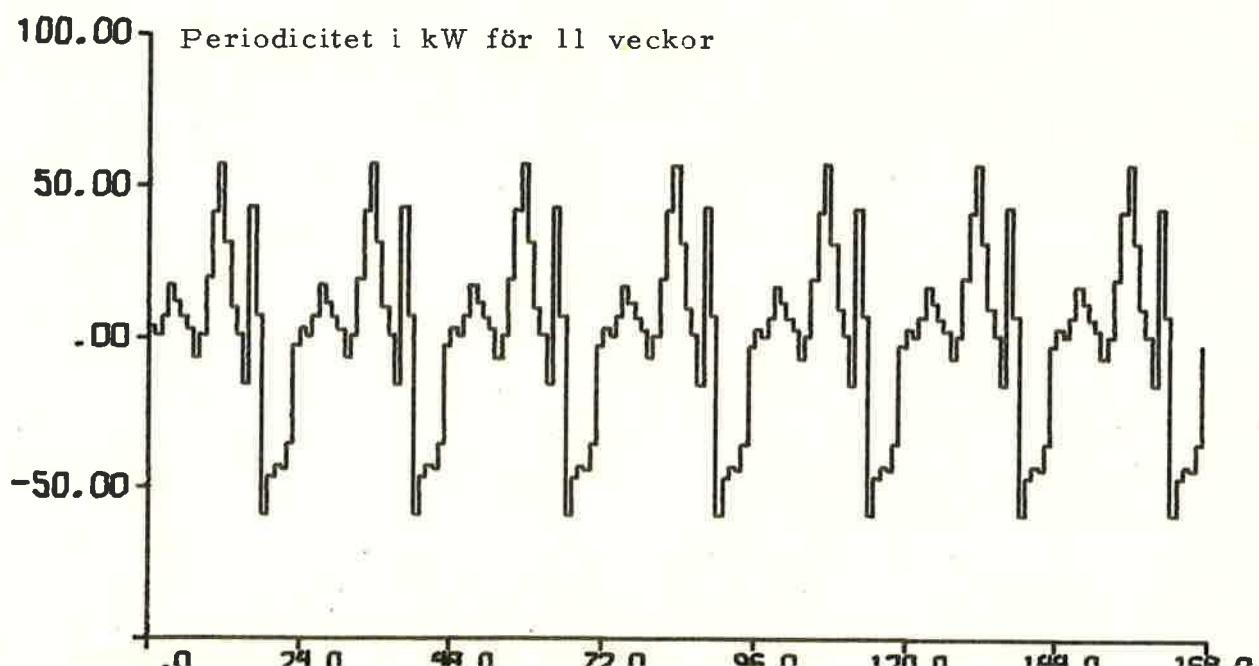
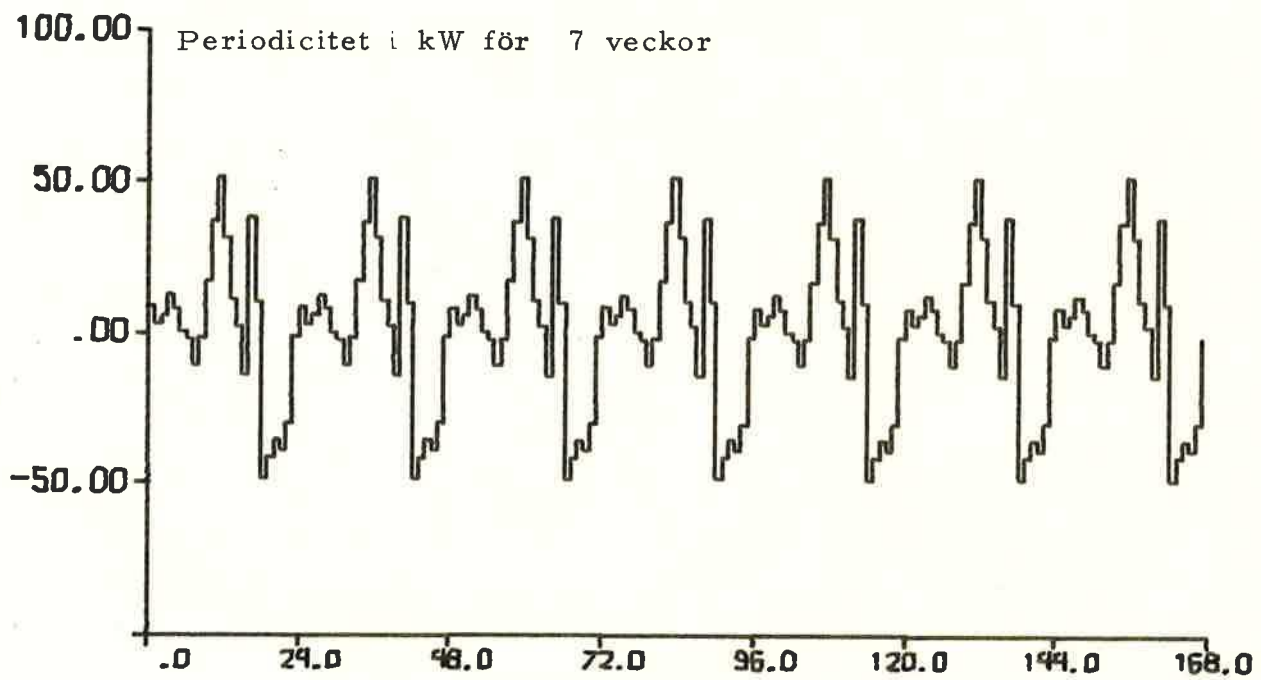
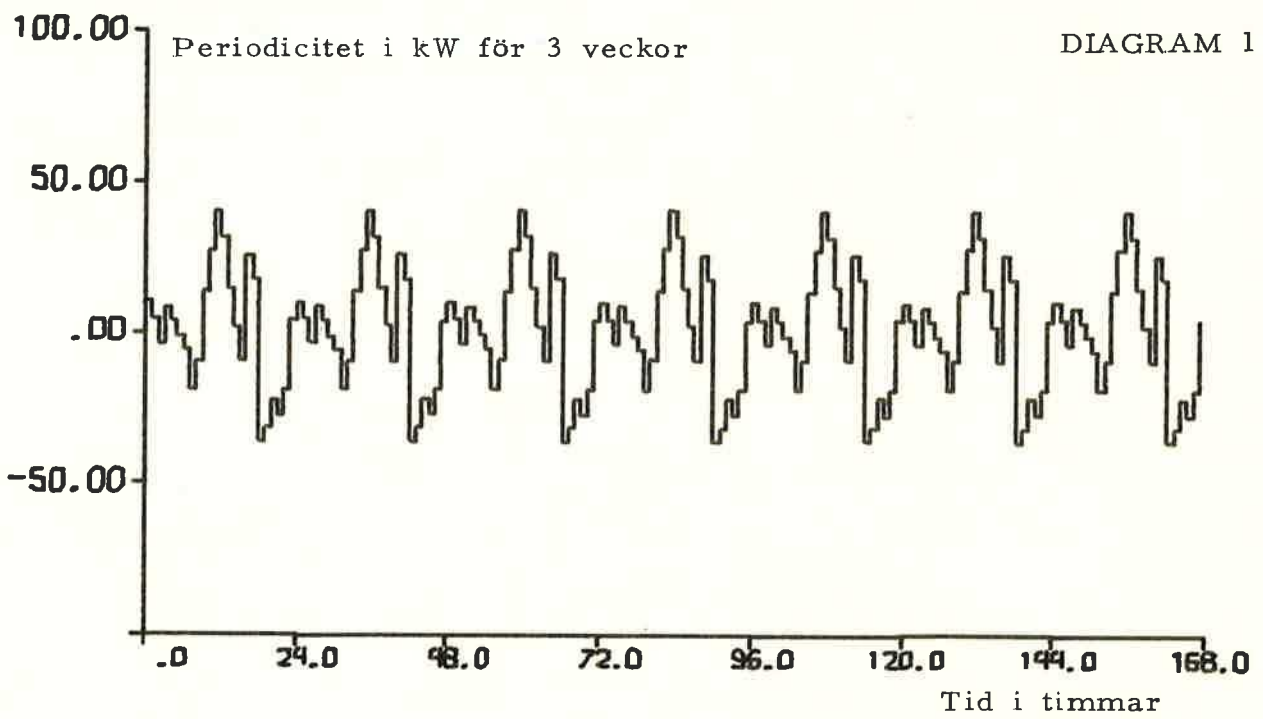
Tidsaxeln börjar alltid kl.07.00, vilket beror på att mätningarnas mättygn börjar kl.07.00. I diagram nr 5-19 är endast de 7 sista dygnet predikterade.

Följande förkortningar har använts i diagram nr 5-19:

Y verklig (uppmätt) fjärrvärmeeffekt
 YM predikterad fjärrvärmeeffekt
 E prediktionsfel ($E=Y-YM$)

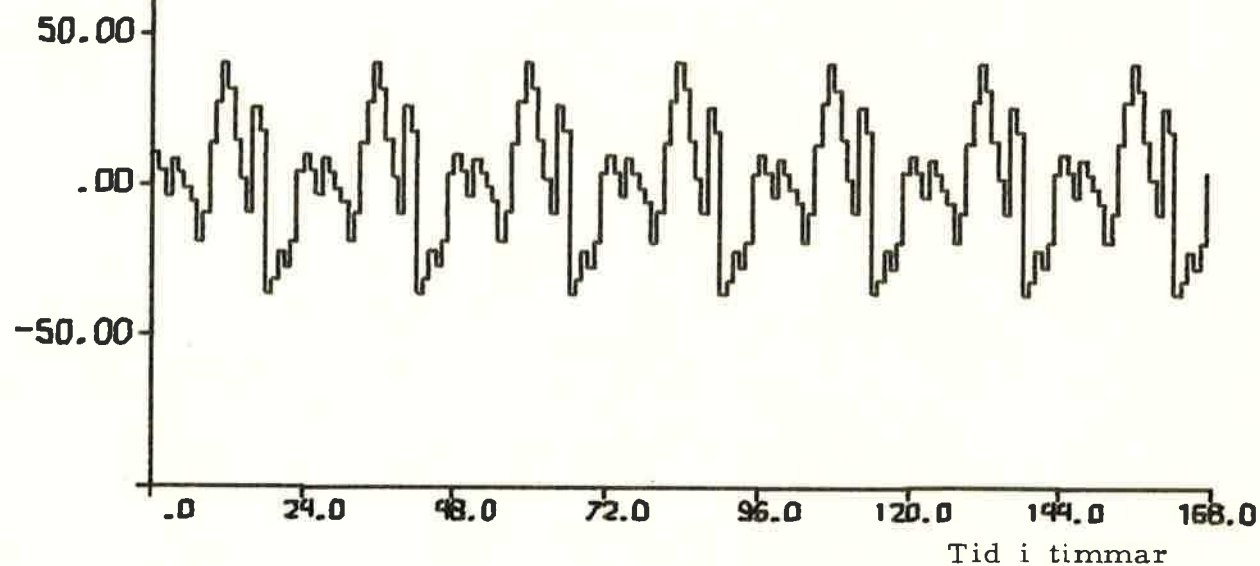
Diagramförteckning

Diagram nr	Antal modellparametrar	Tidsintervall i timmar	Tidsperioder
1	25	1	1-3
2	25	1	4-6
3	169	1	1-3
4	169	1	4-6
5	2	1	2
6	2	1	3
7	2	1	4
8	25	1	2
9	25	1	3
10	25	1	4
11	169	1	2
12	169	1	3
13	169	1	4
14	2	24	2
15	2	24	3
16	2	24	4
17	8	24	2
18	8	24	3
19	8	24	4

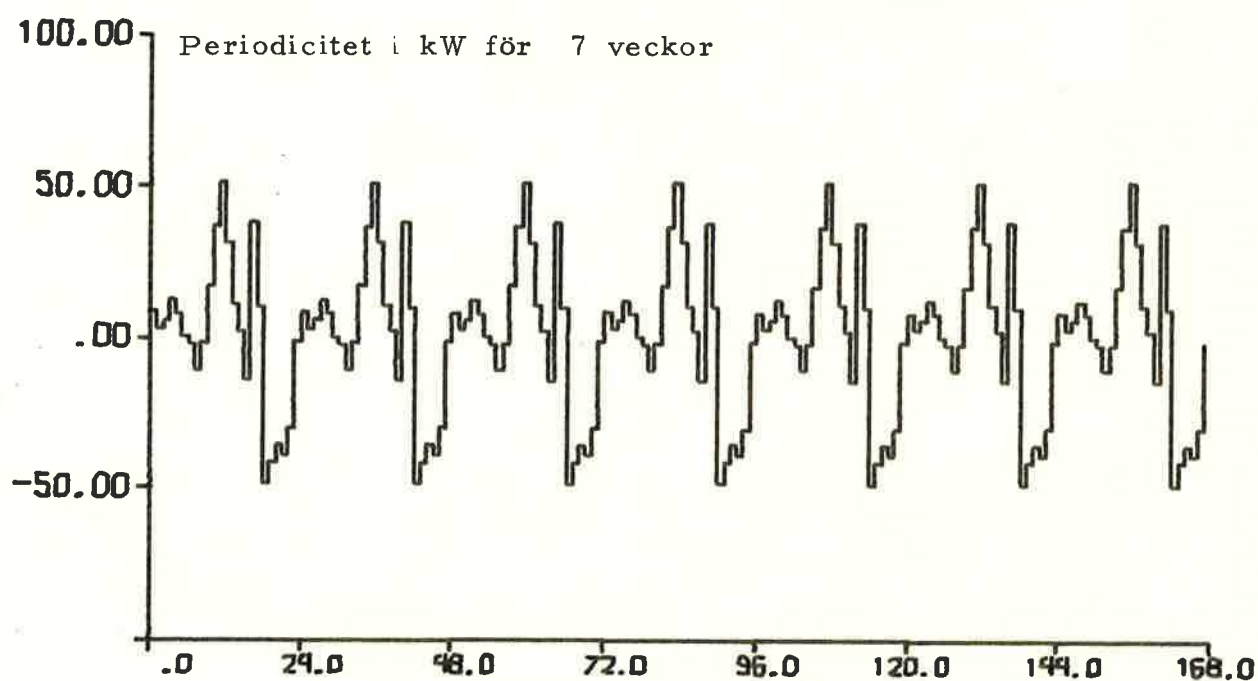


Periodicitet i kW för 3 veckor

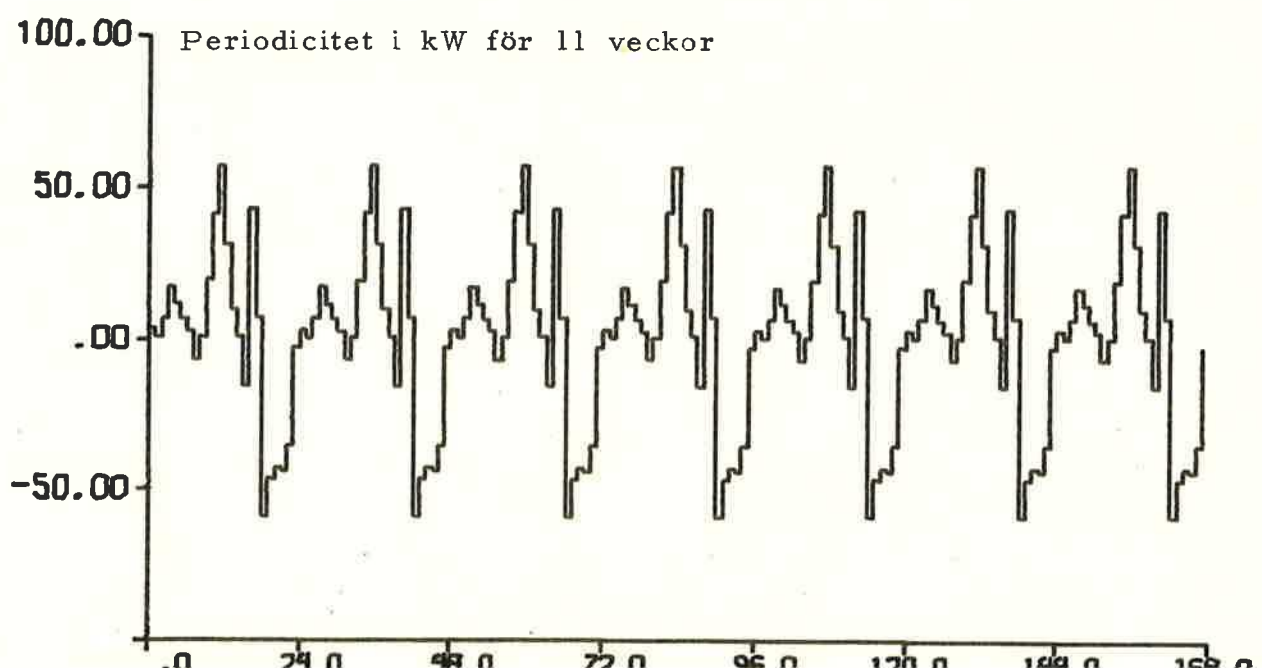
DIAGRAM 1

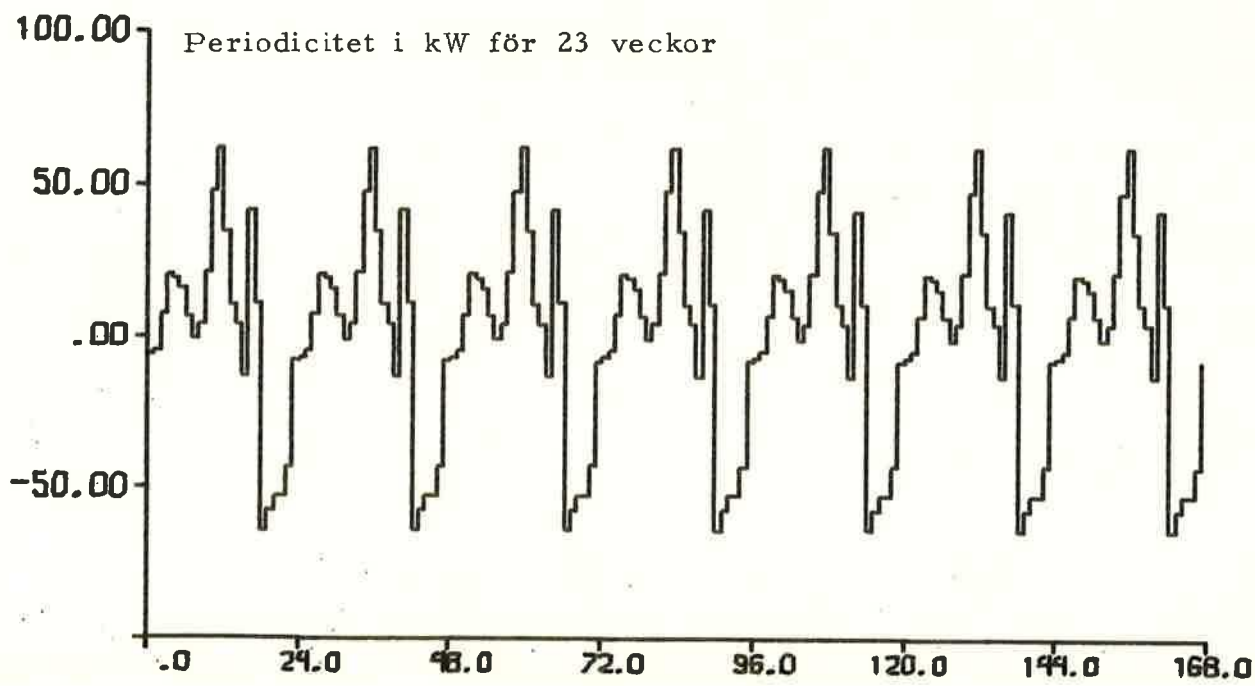
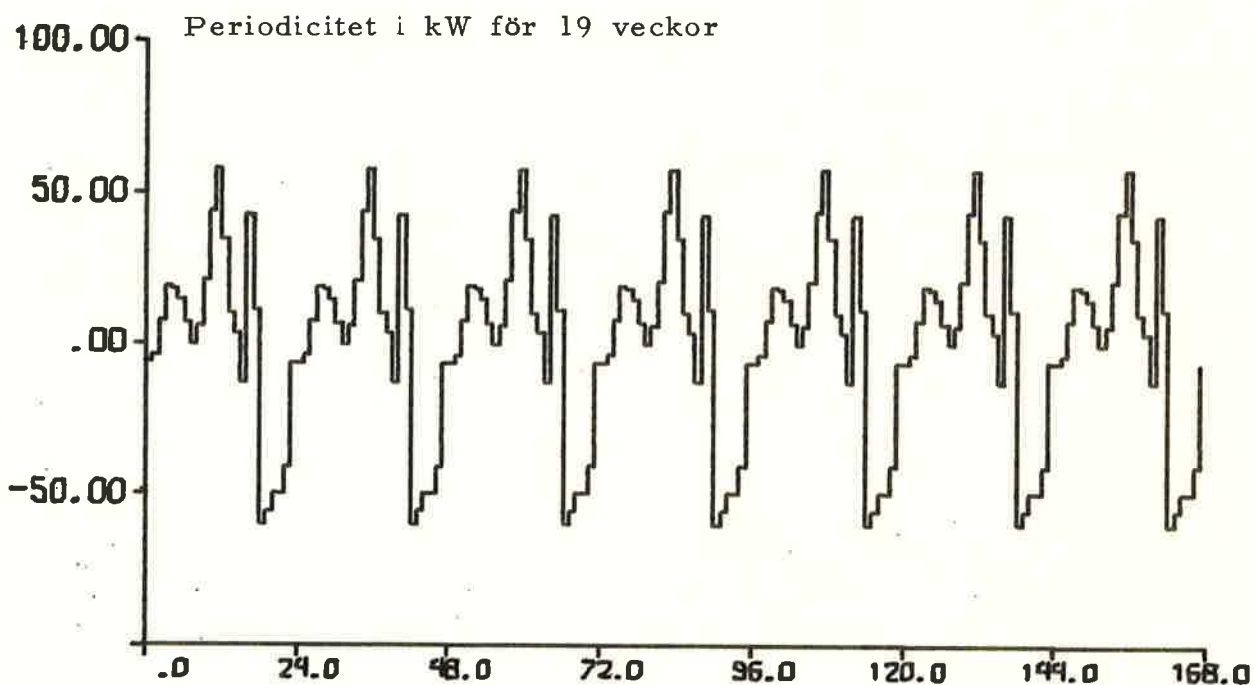
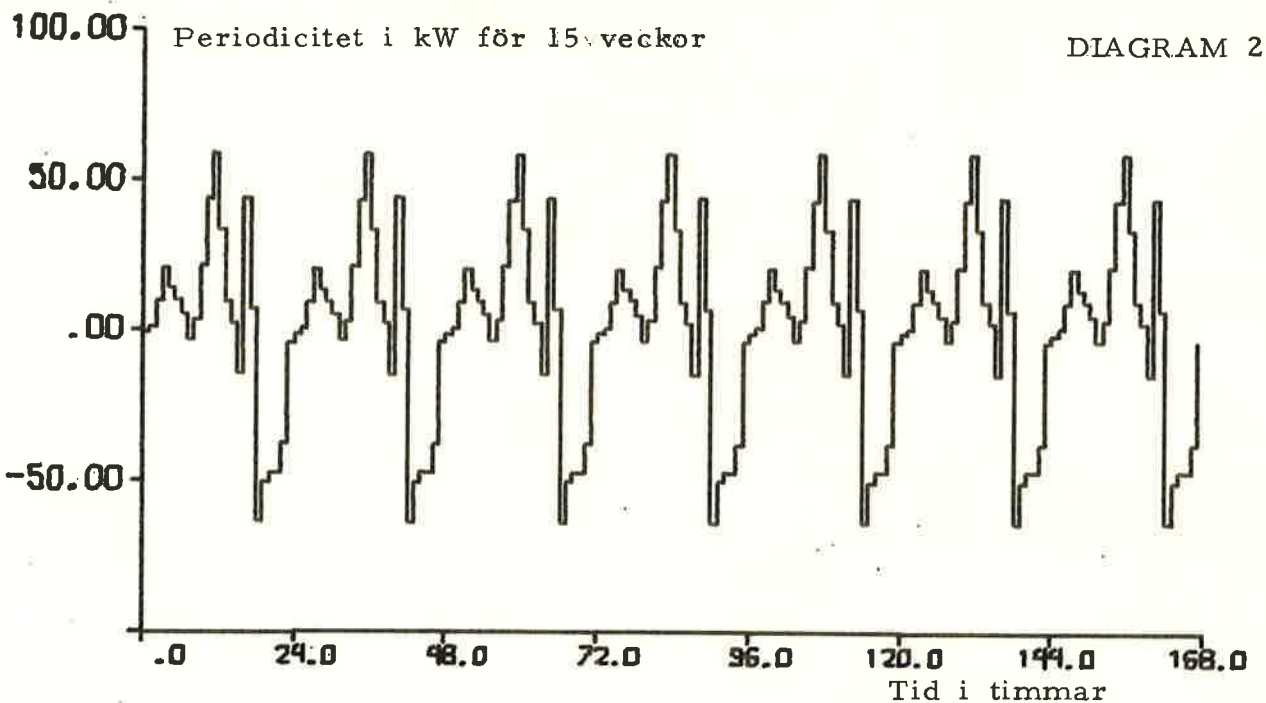


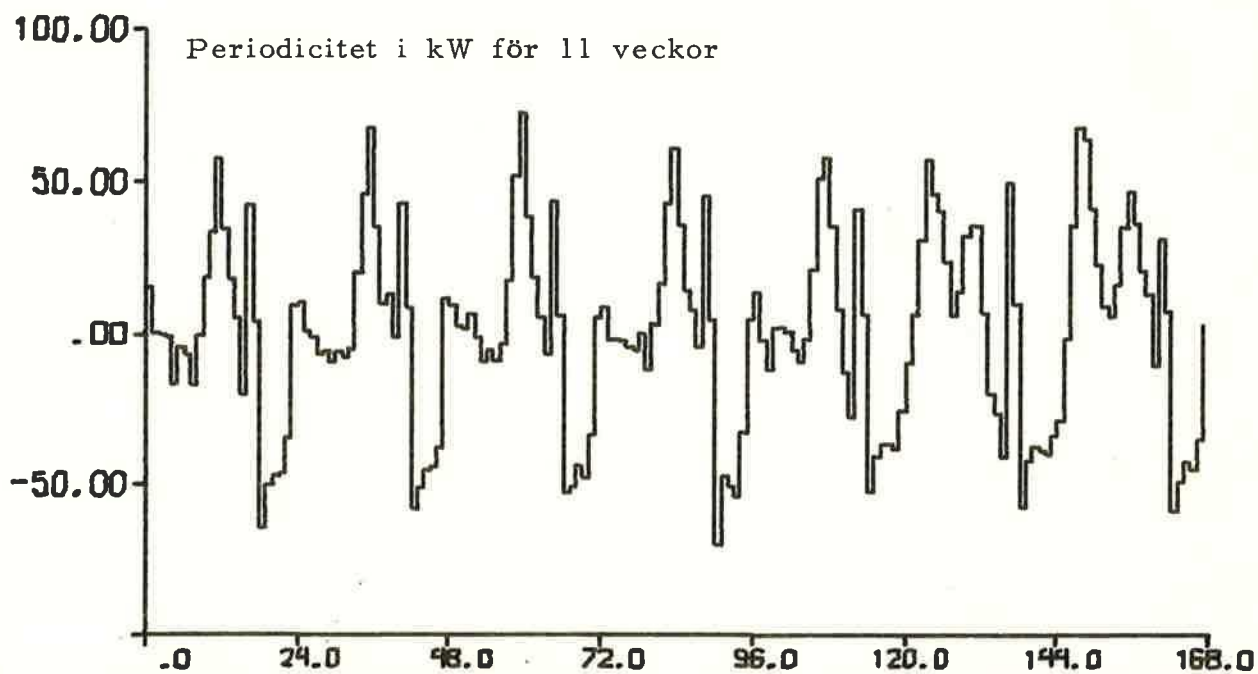
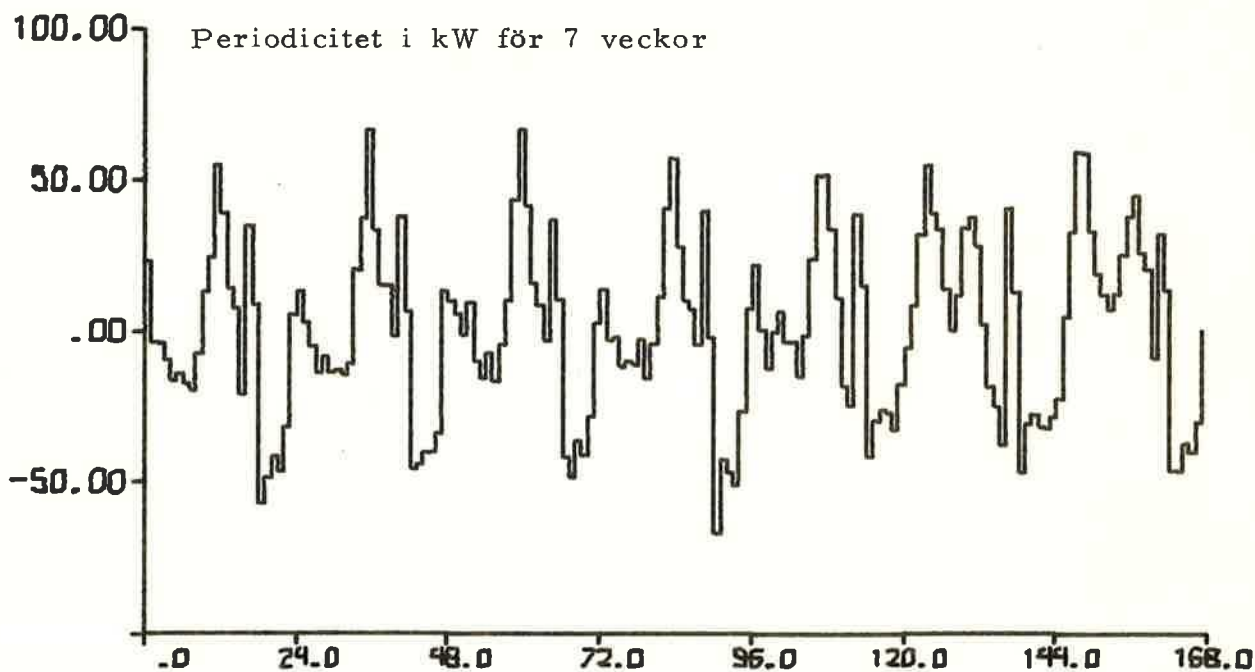
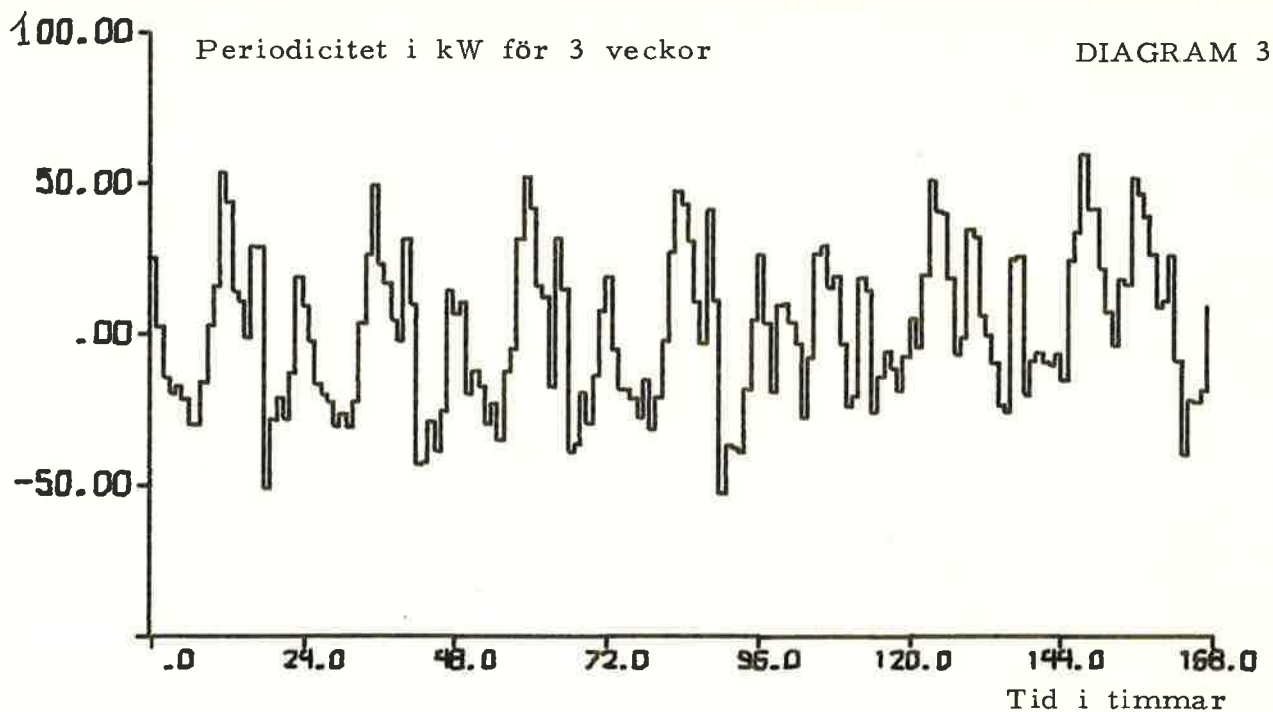
Periodicitet i kW för 7 veckor

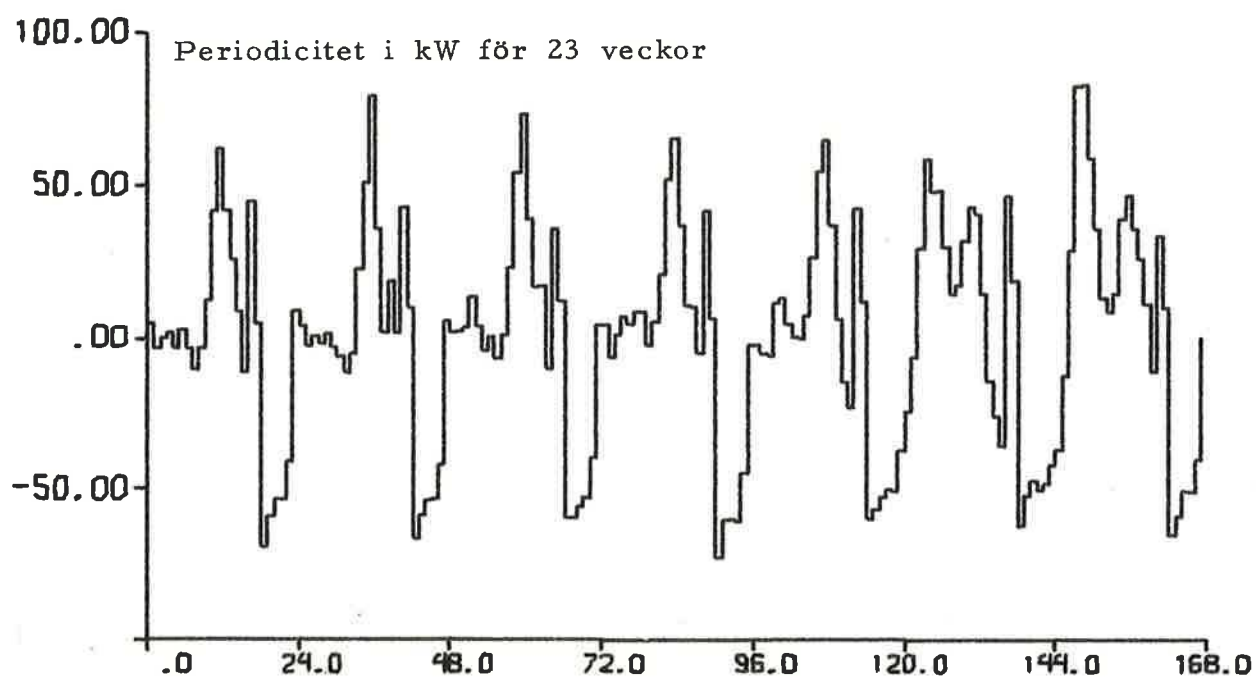
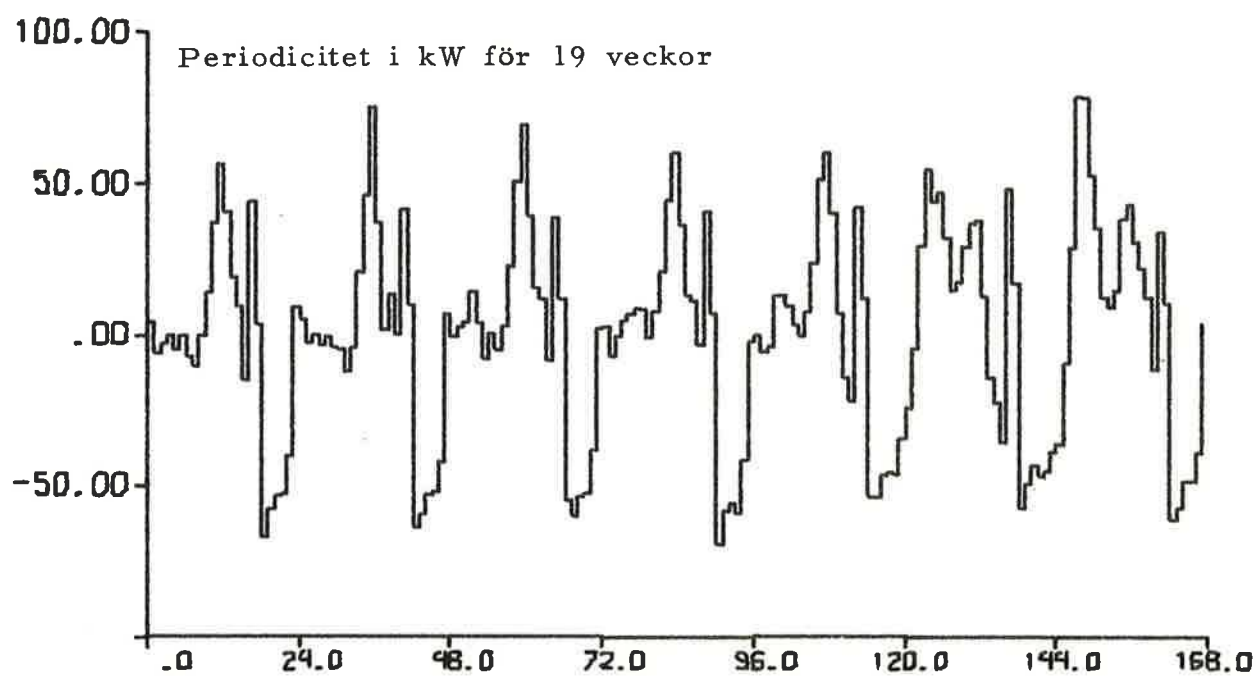
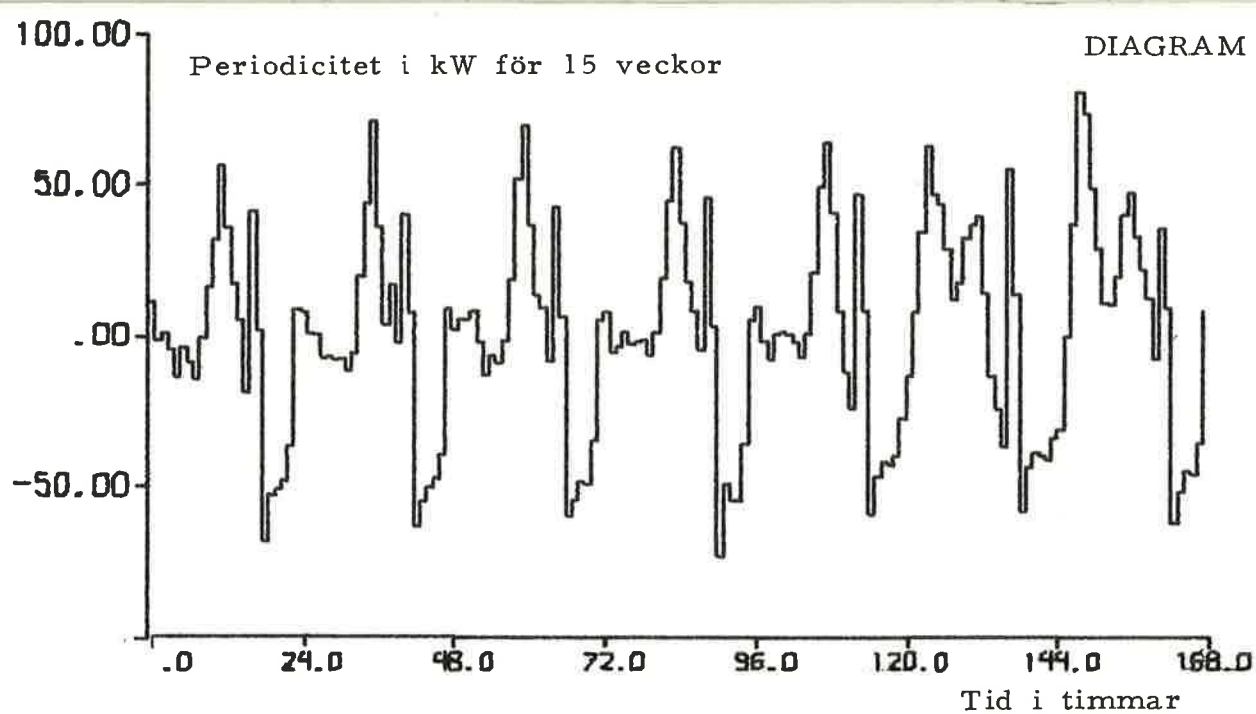


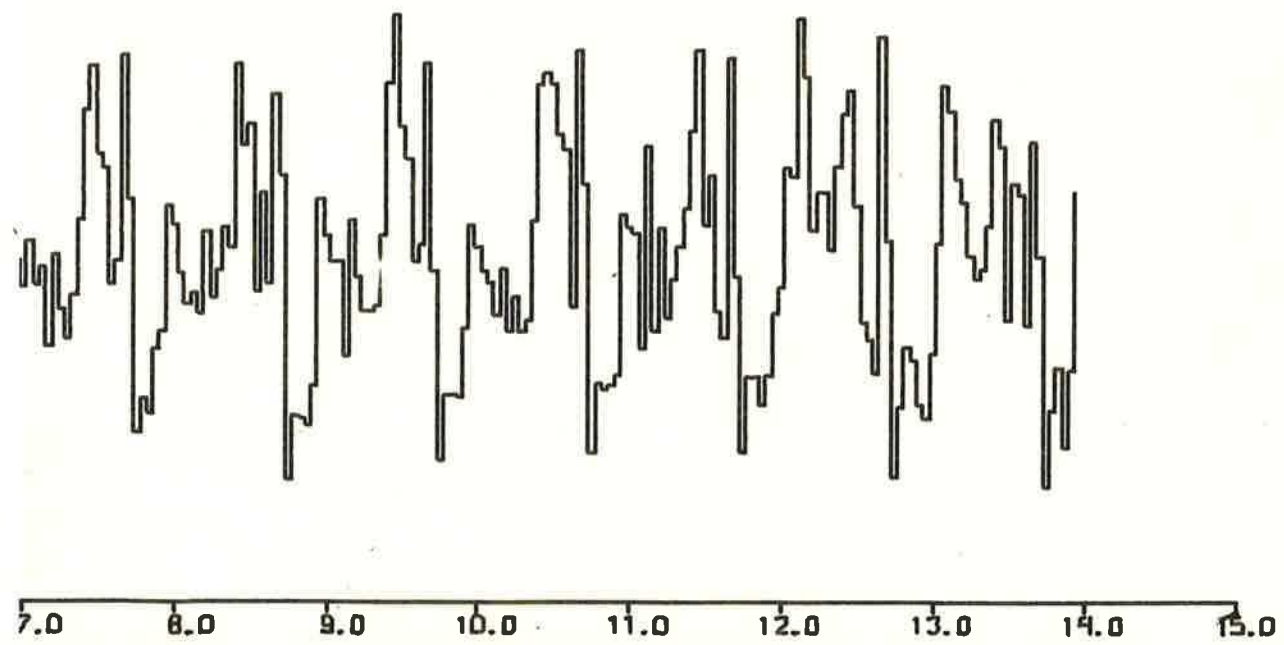
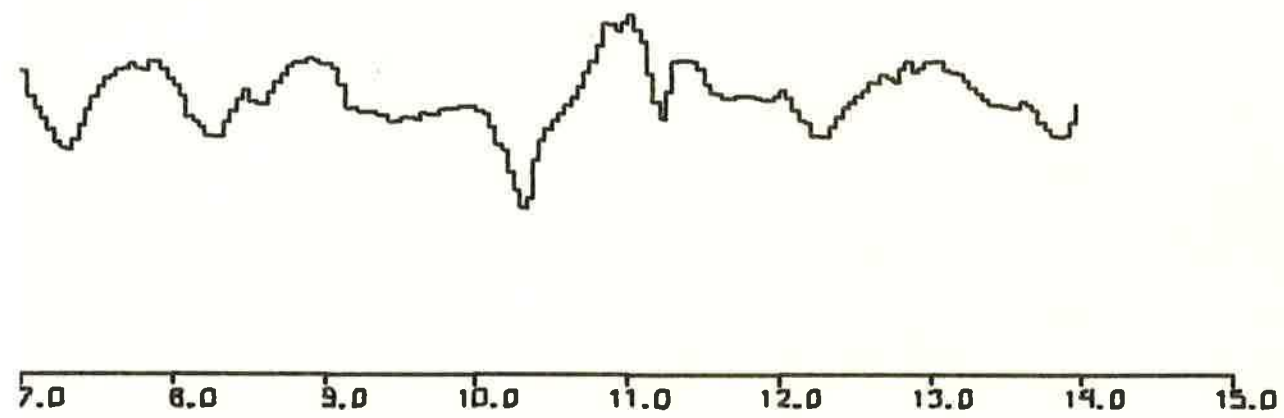
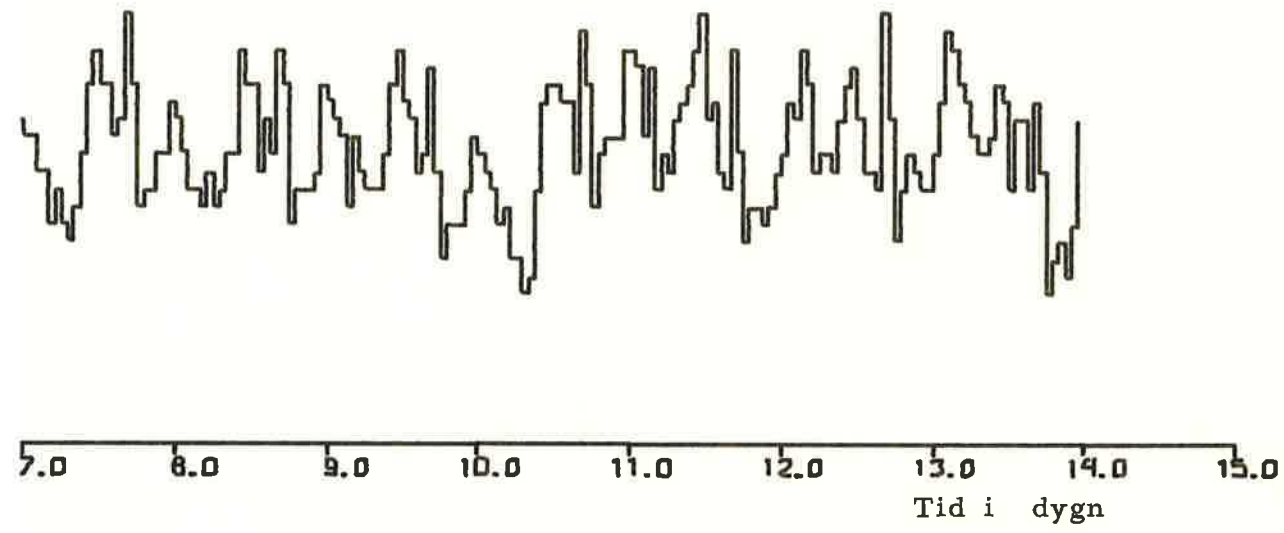
Periodicitet i kW för 11 veckor

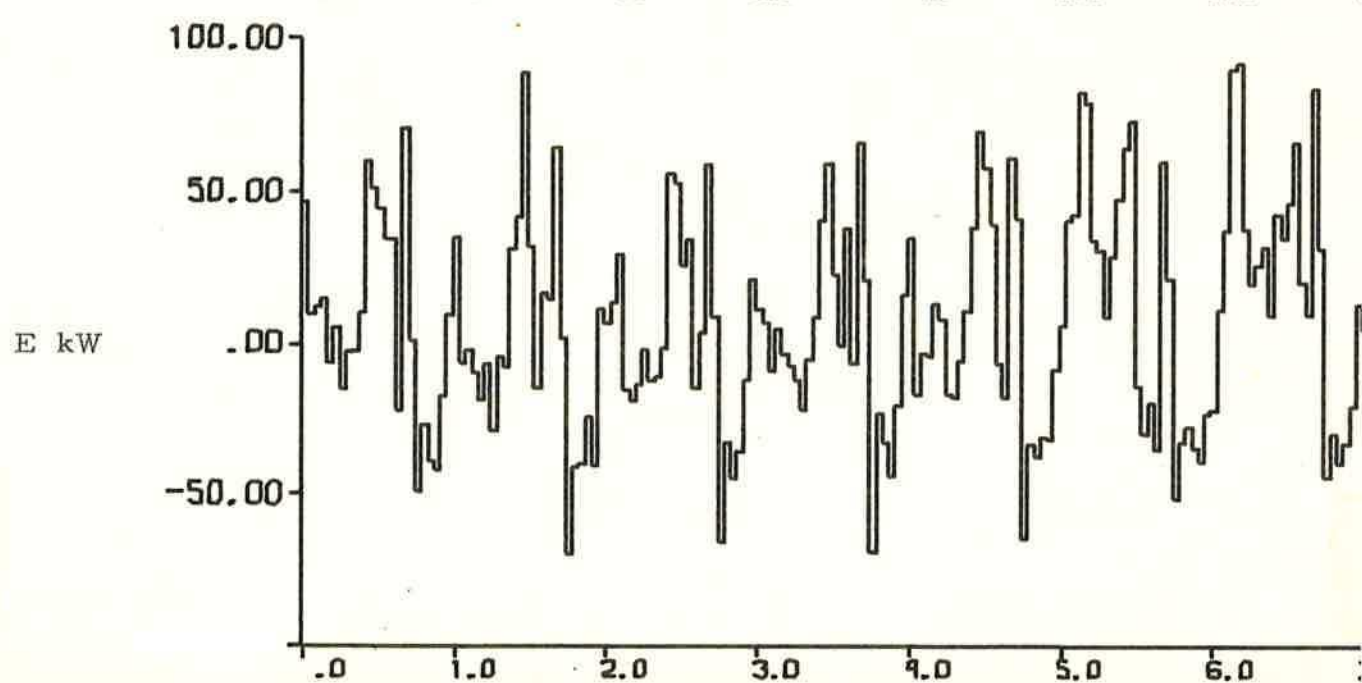
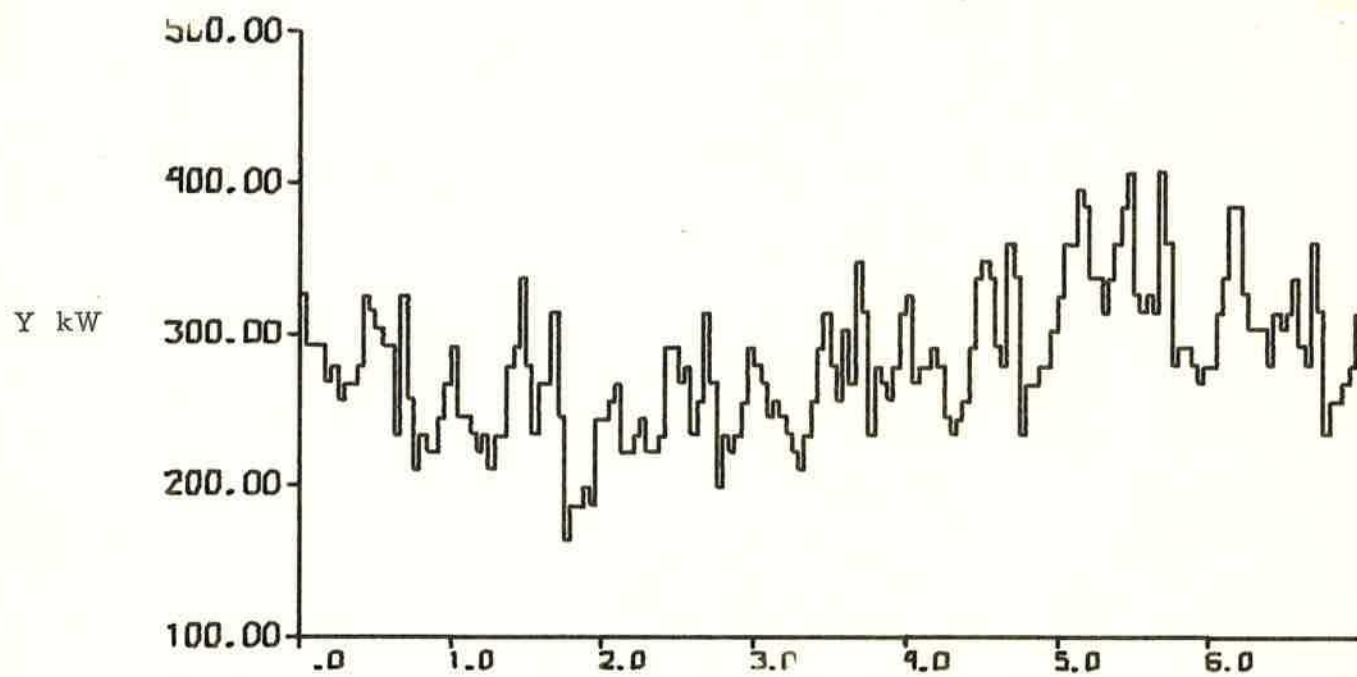












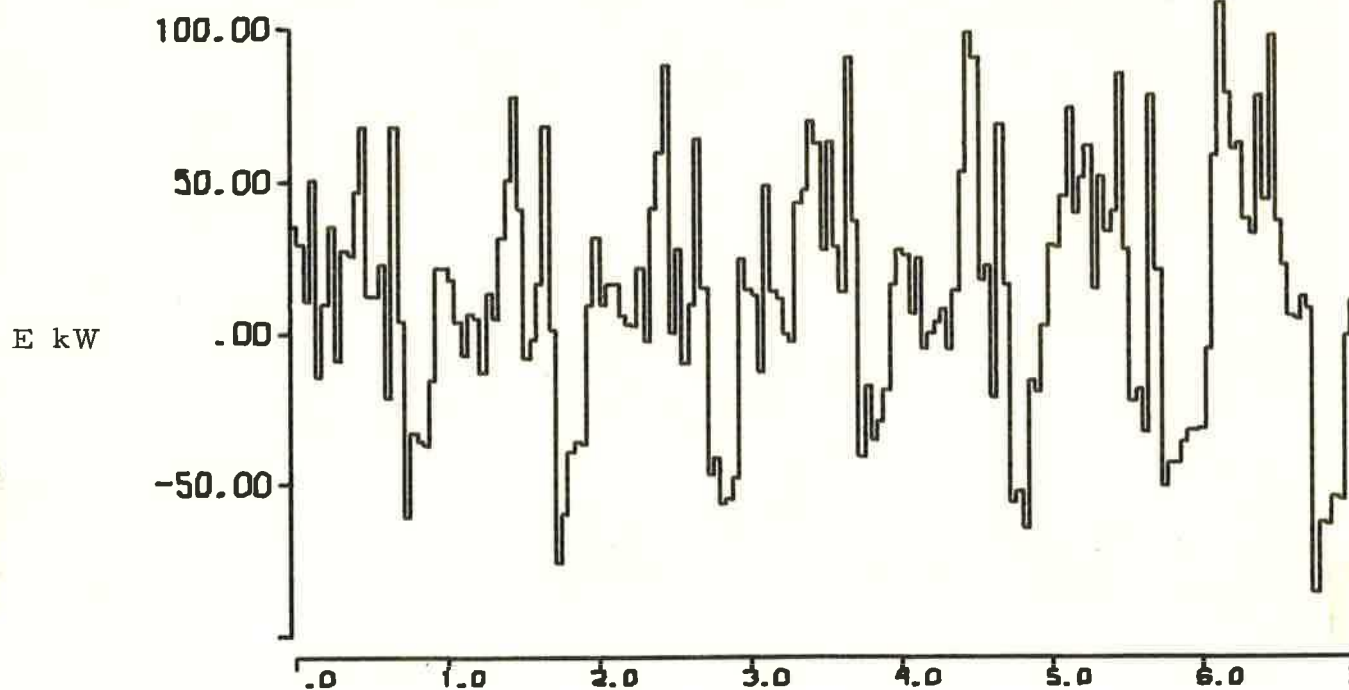
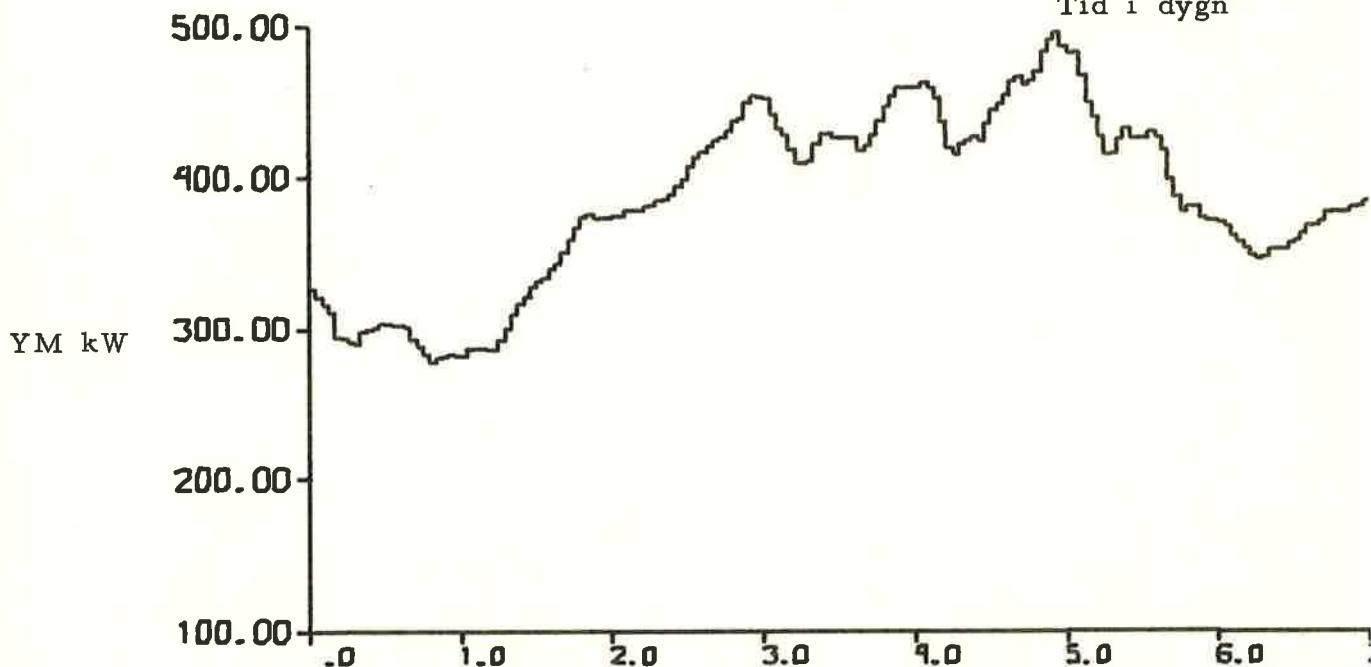
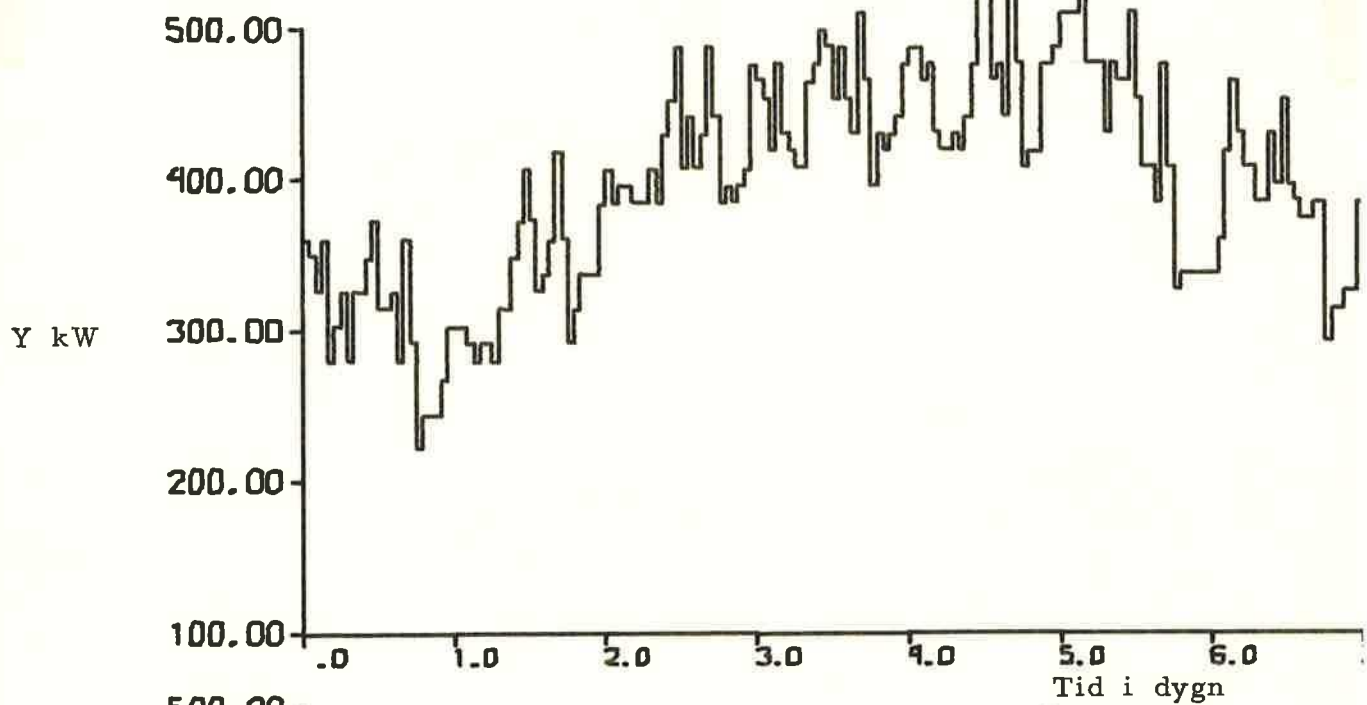
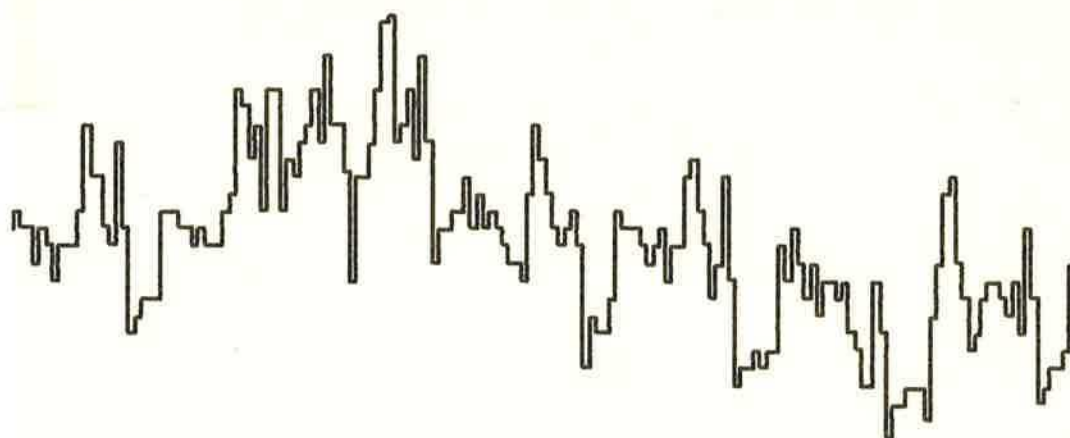


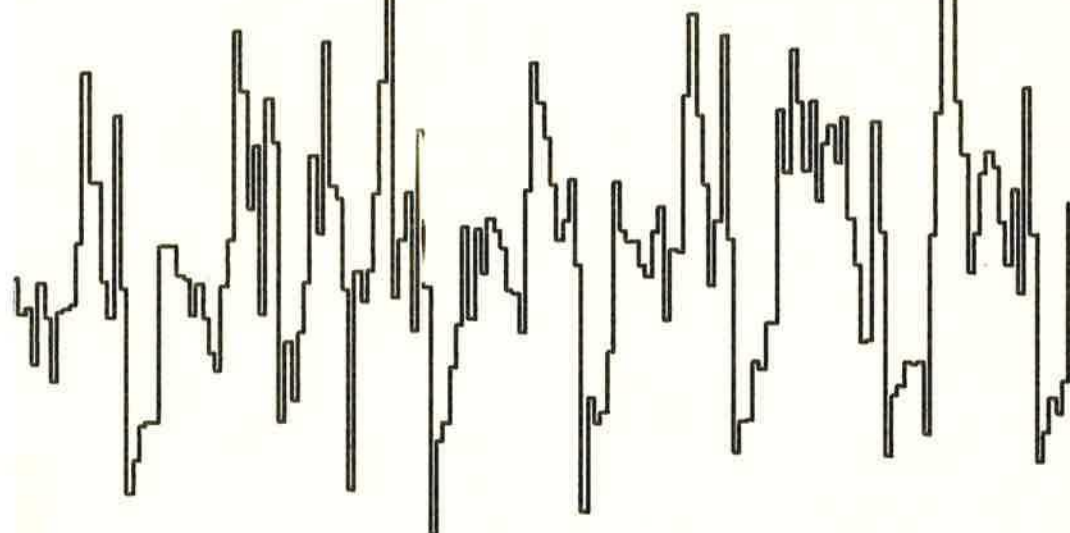
DIAGRAM 6



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0
Tid i dygn



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

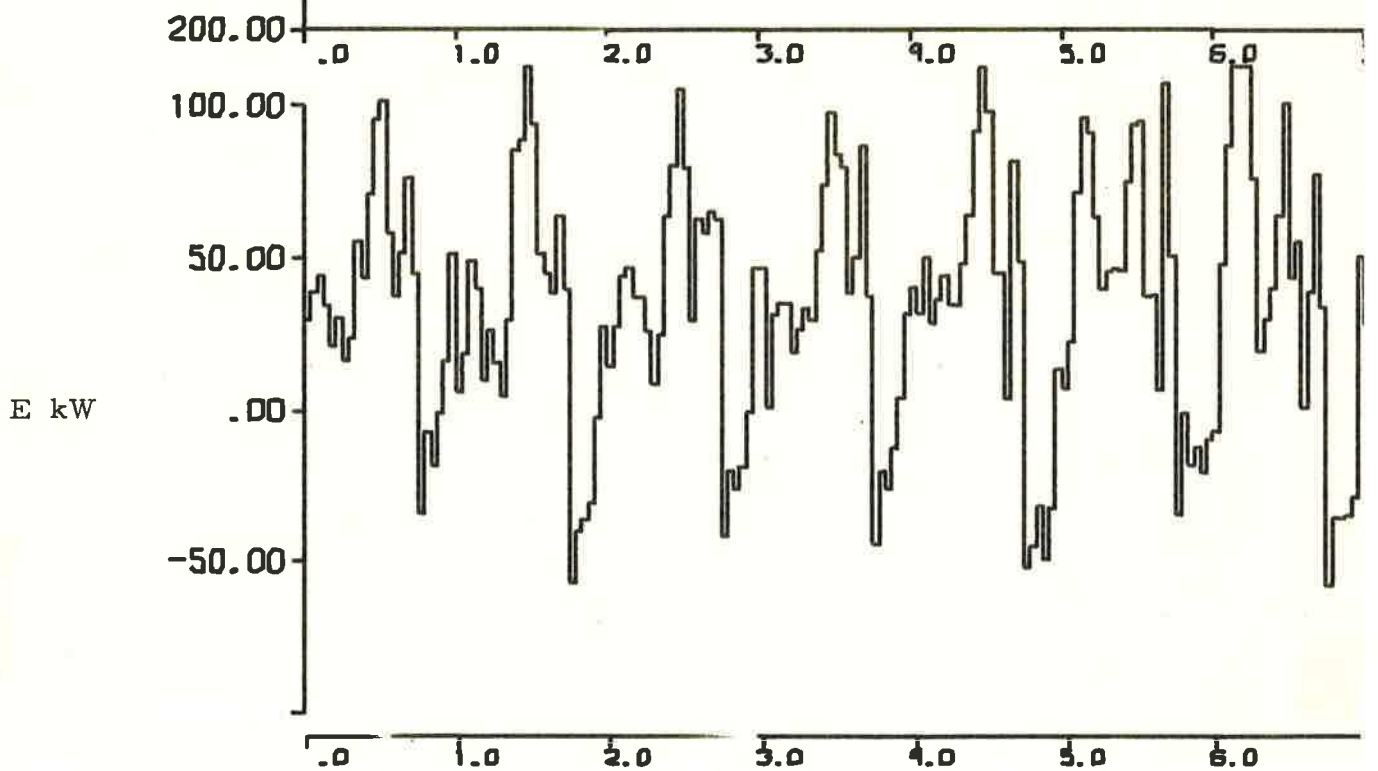
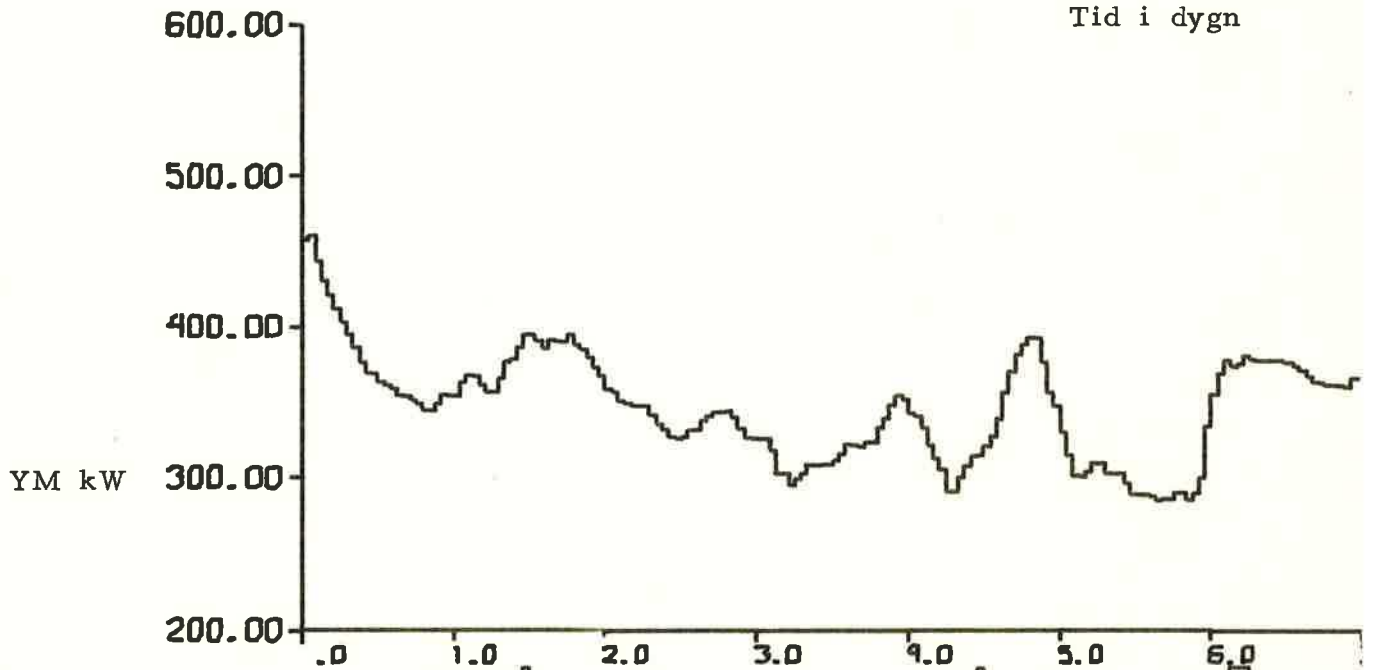
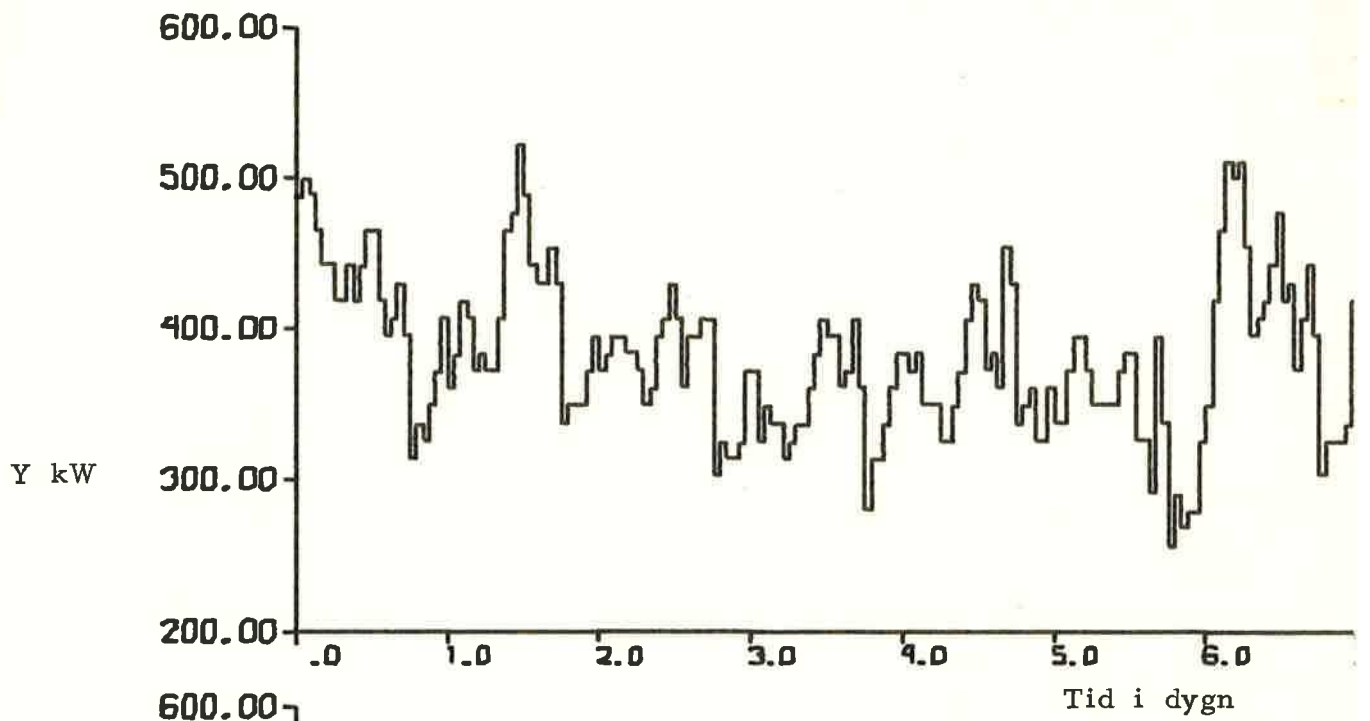
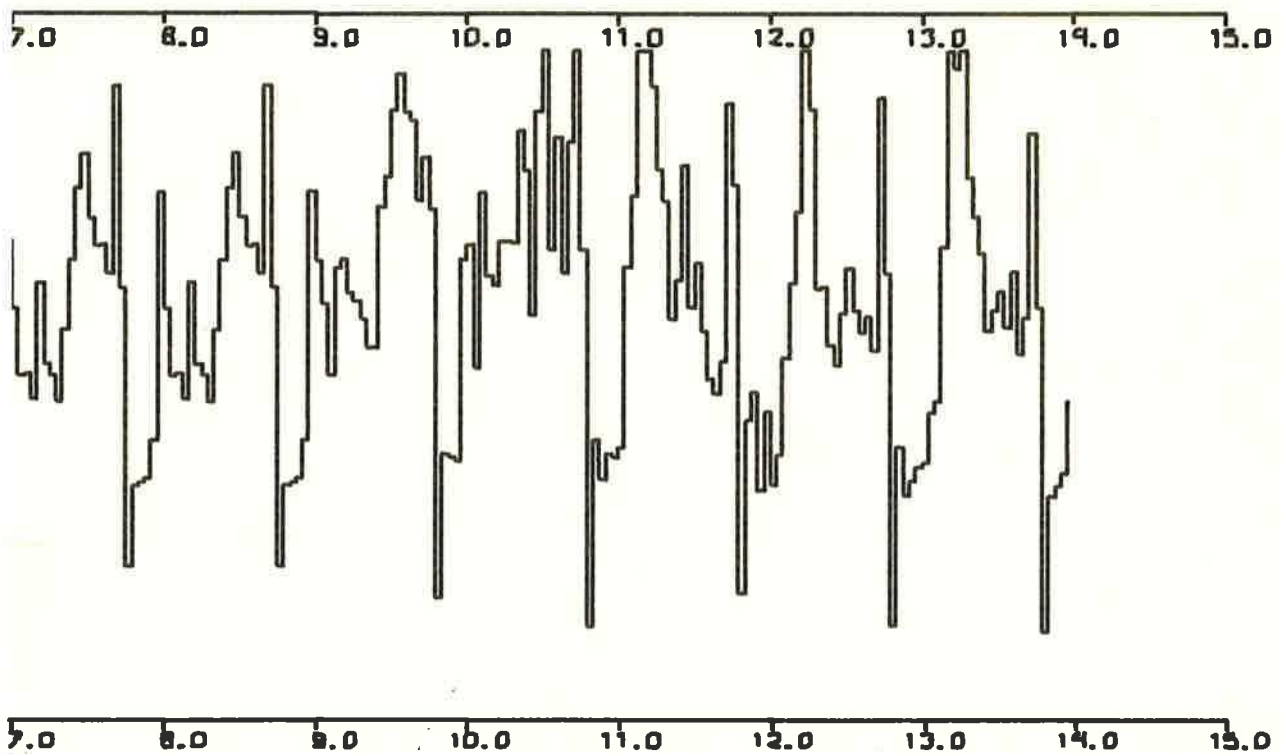
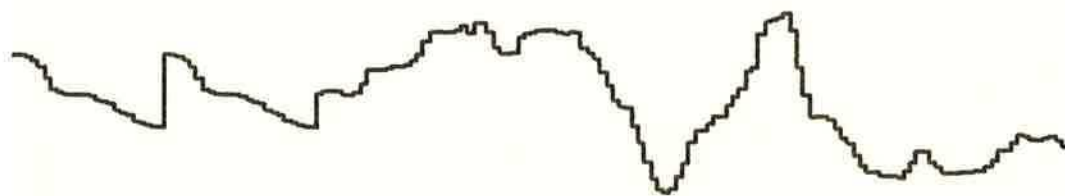
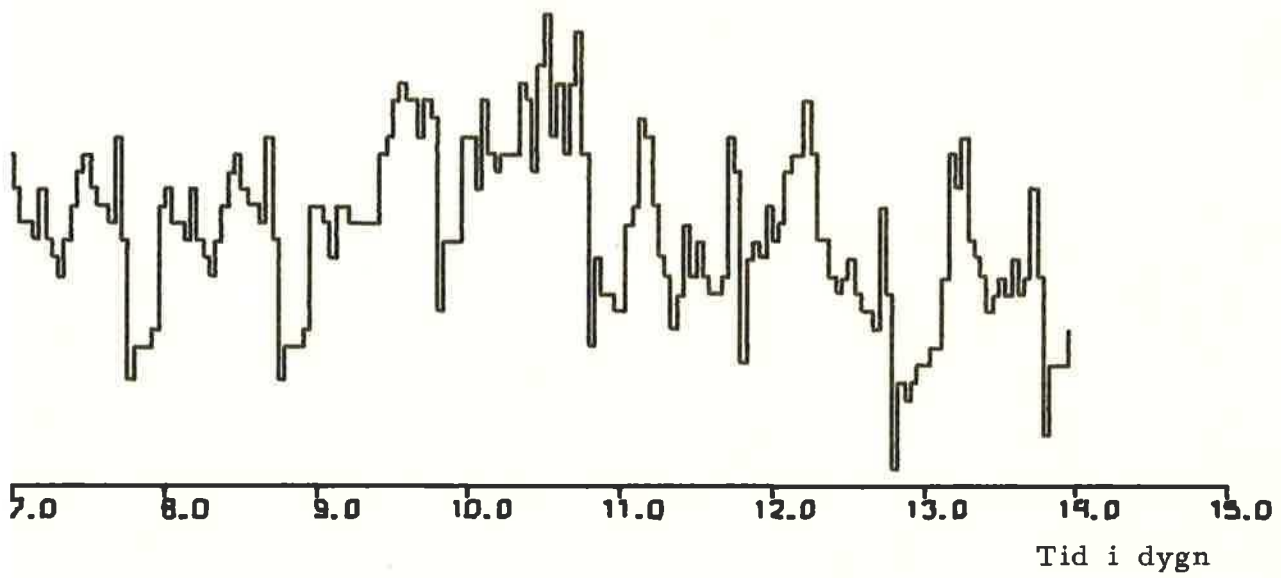
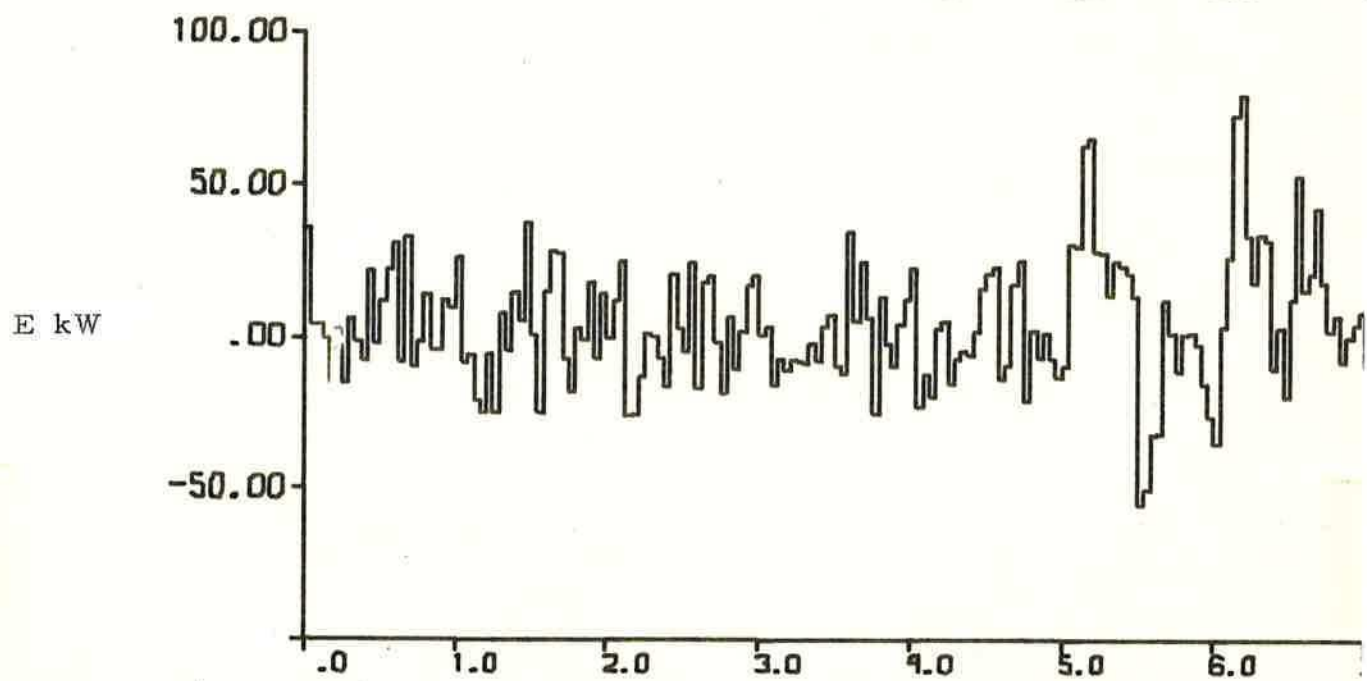
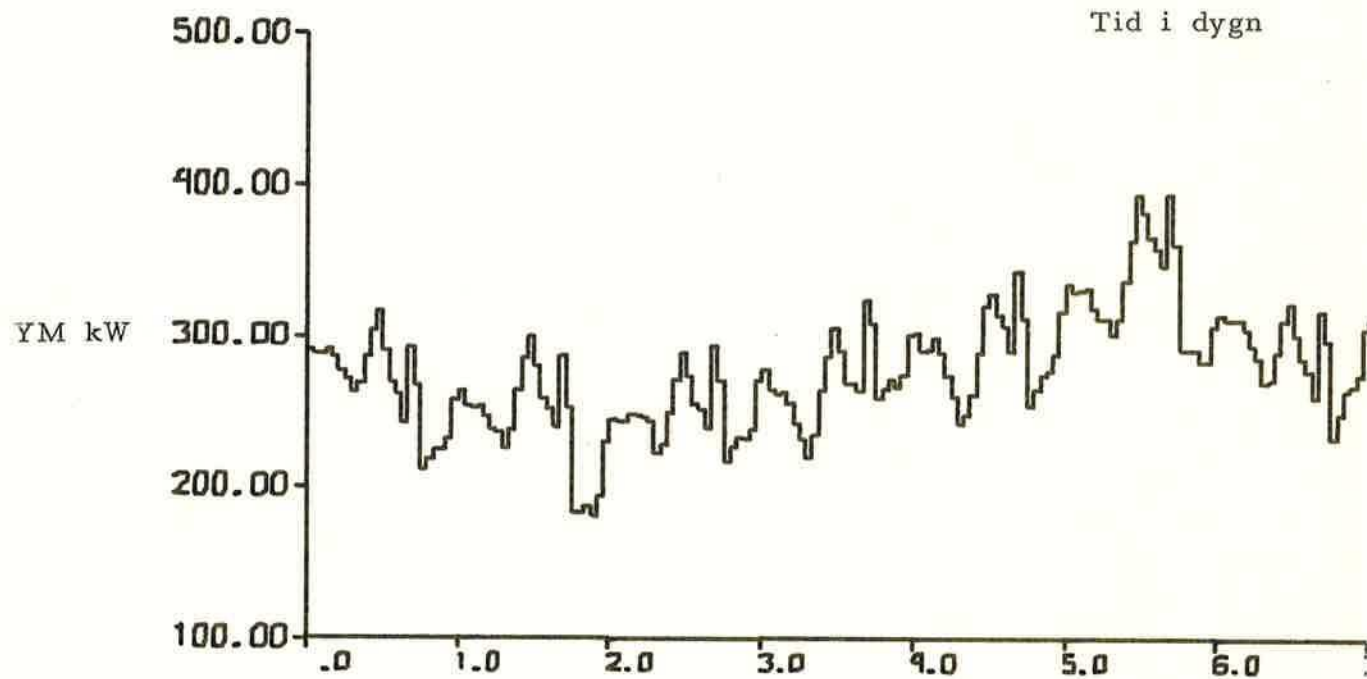
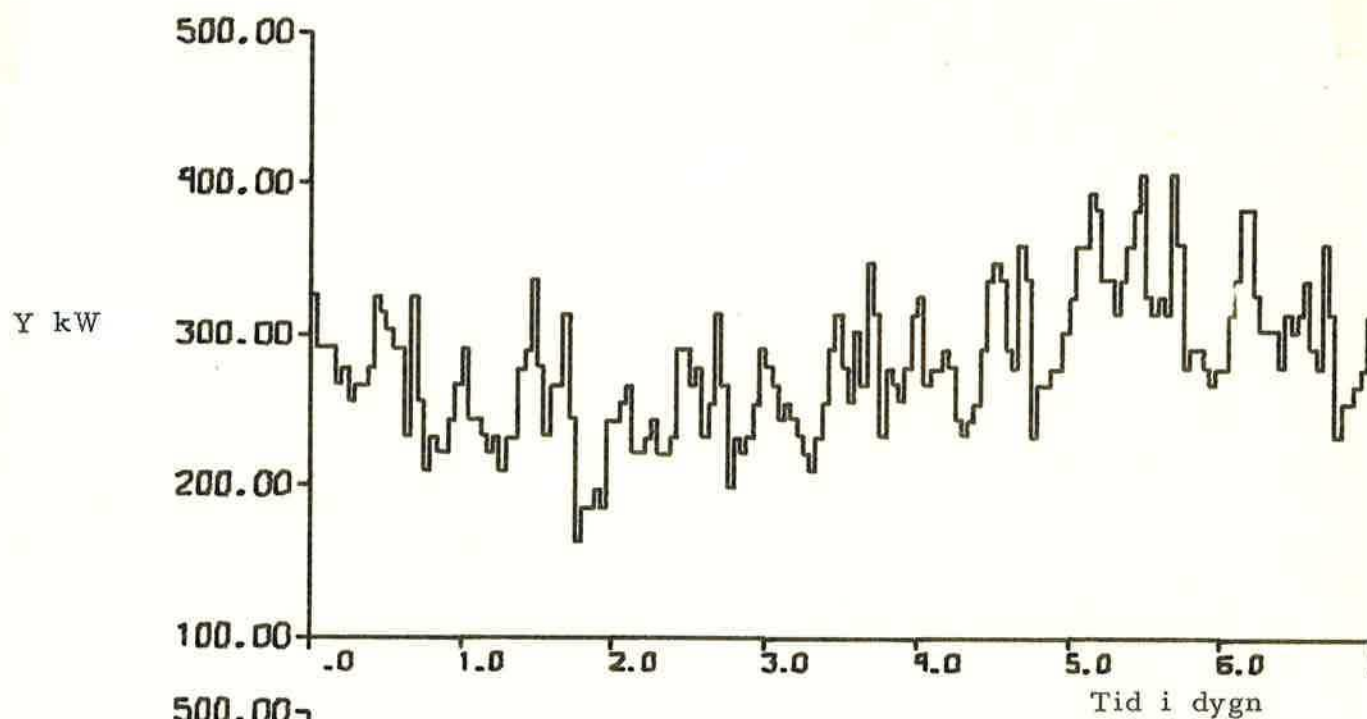
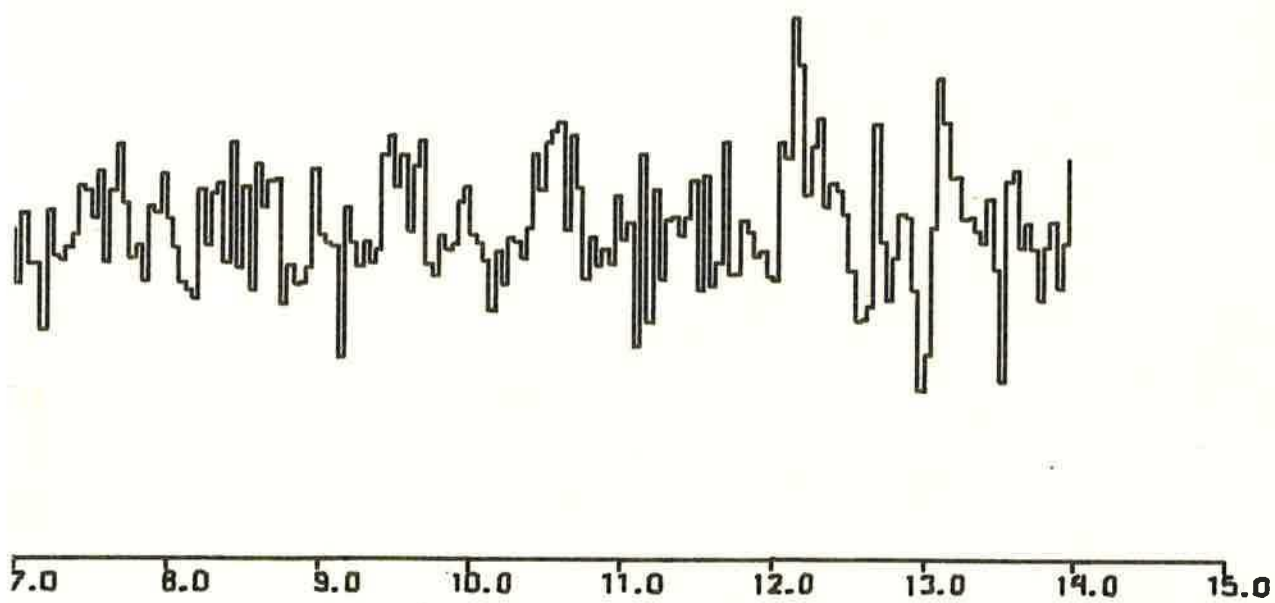
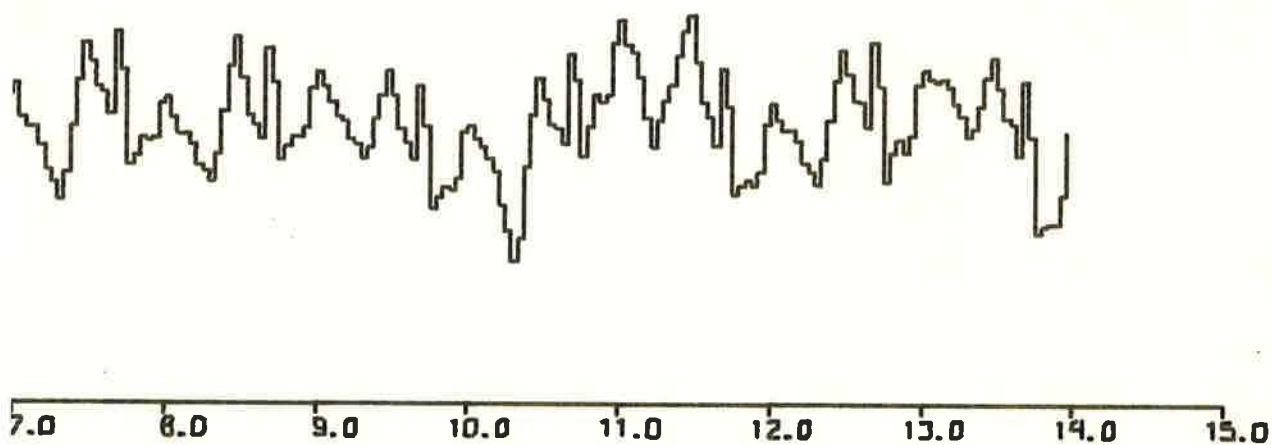
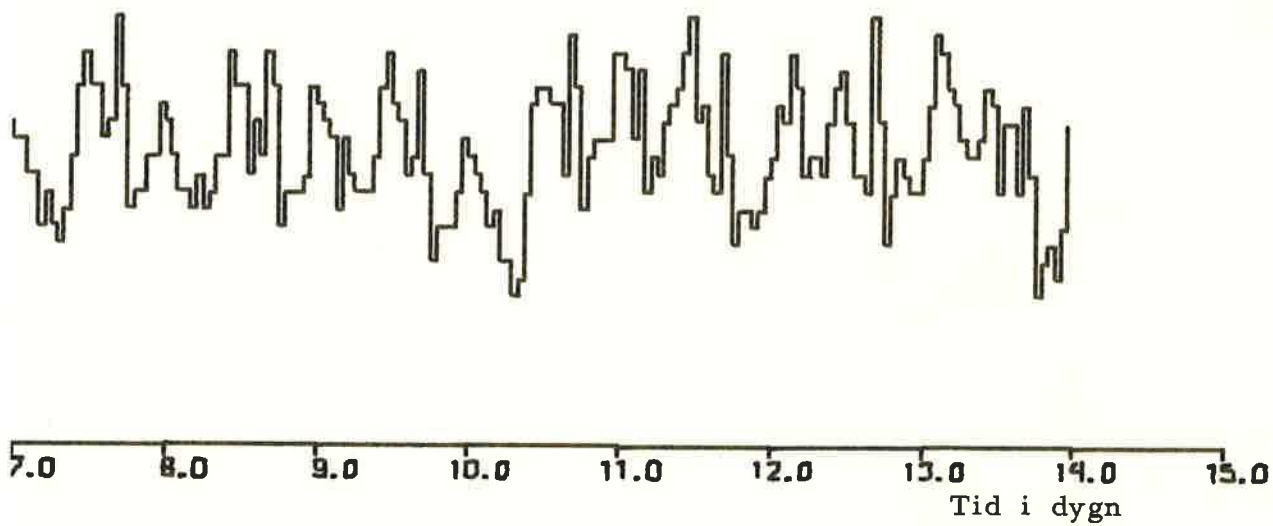


DIAGRAM 7







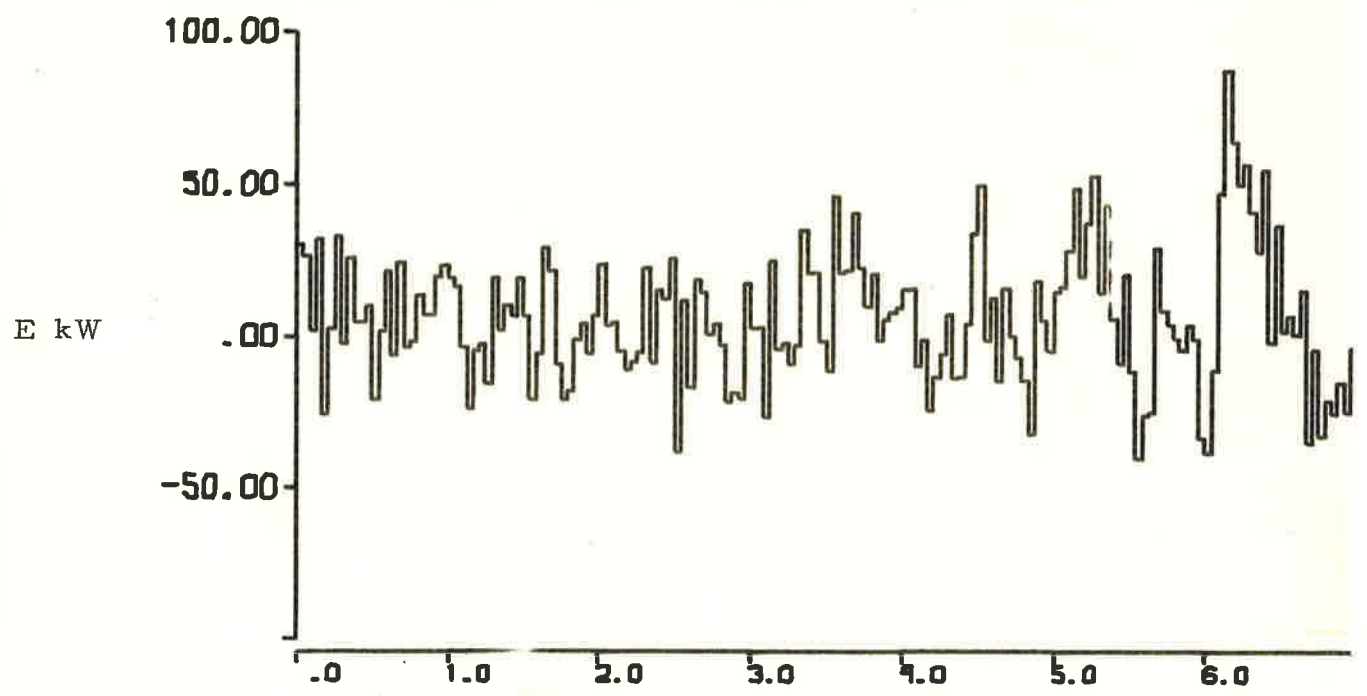
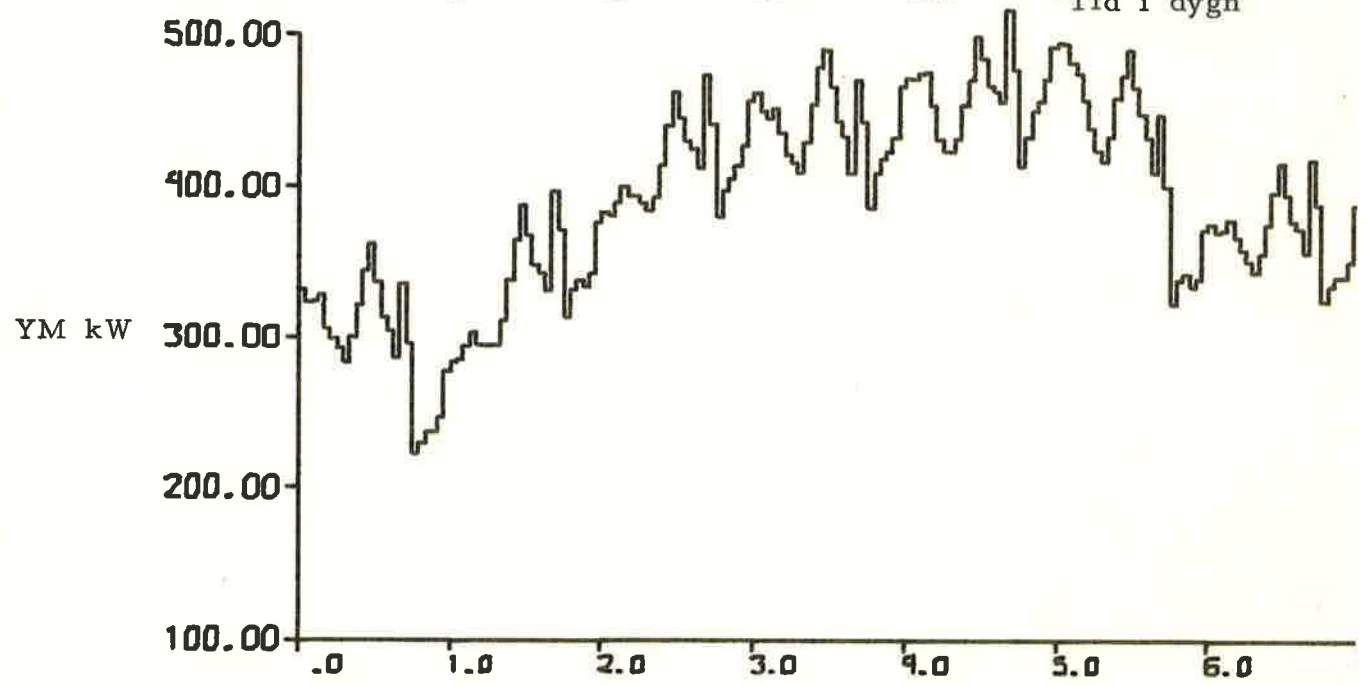
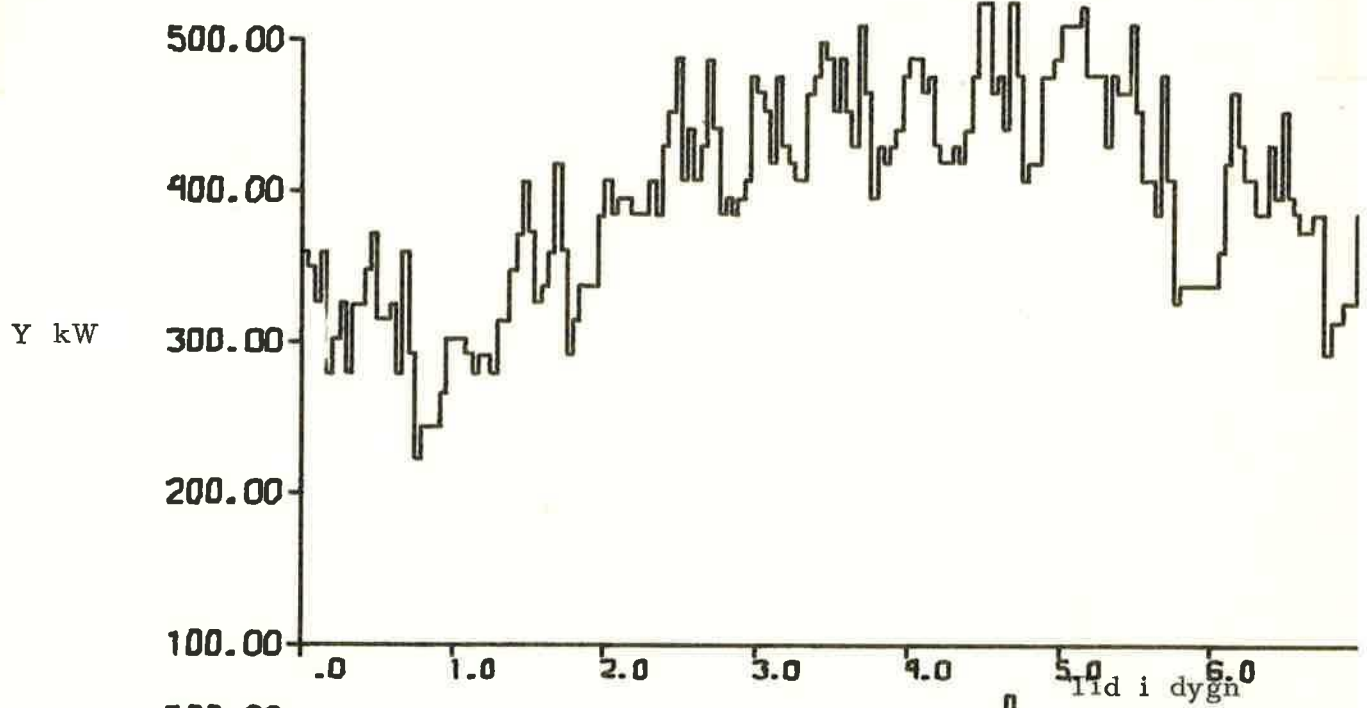
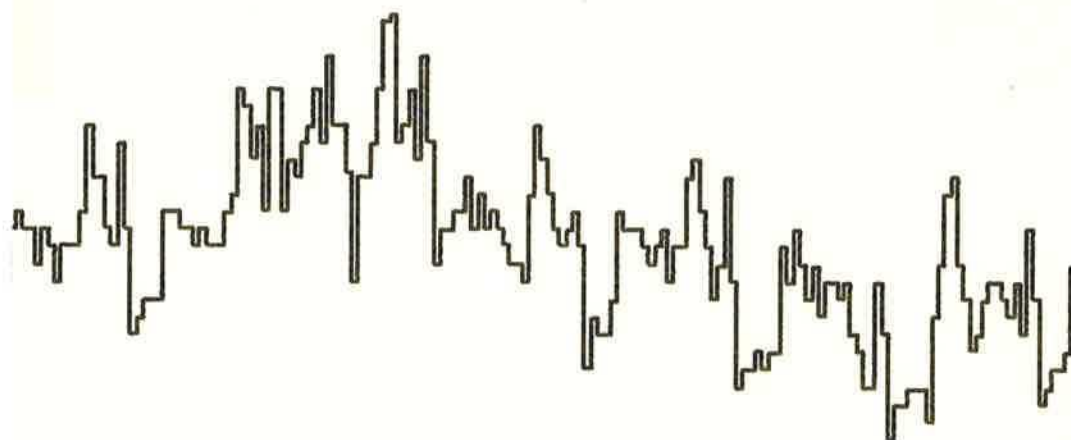
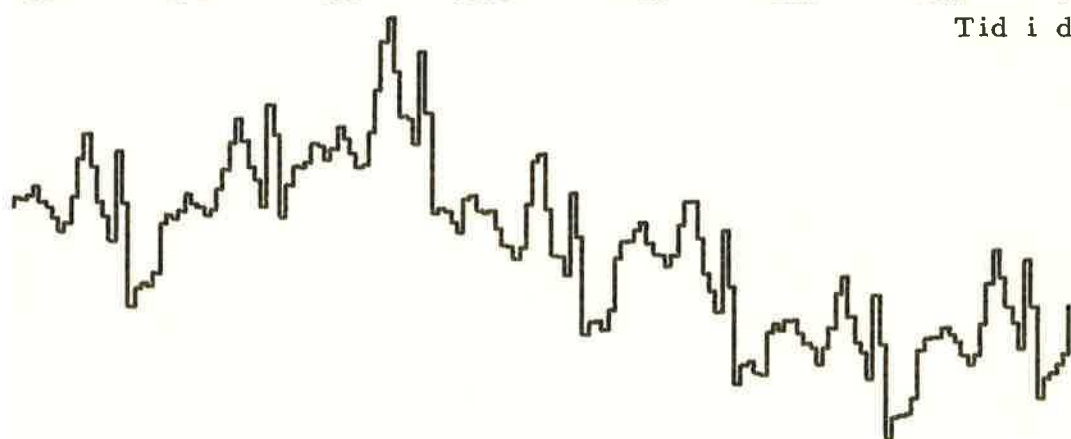


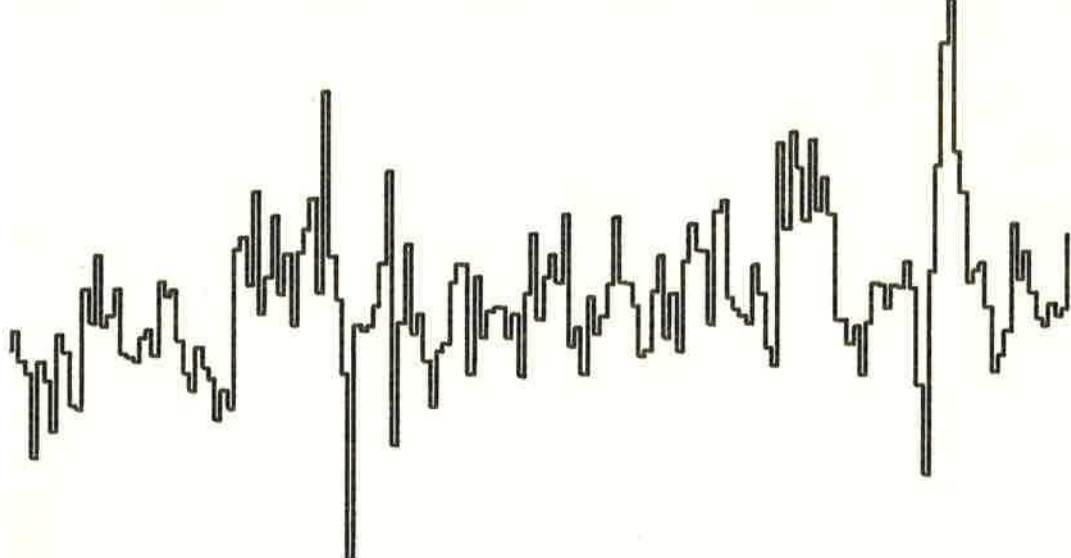
DIAGRAM 9



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0
Tid i dygn

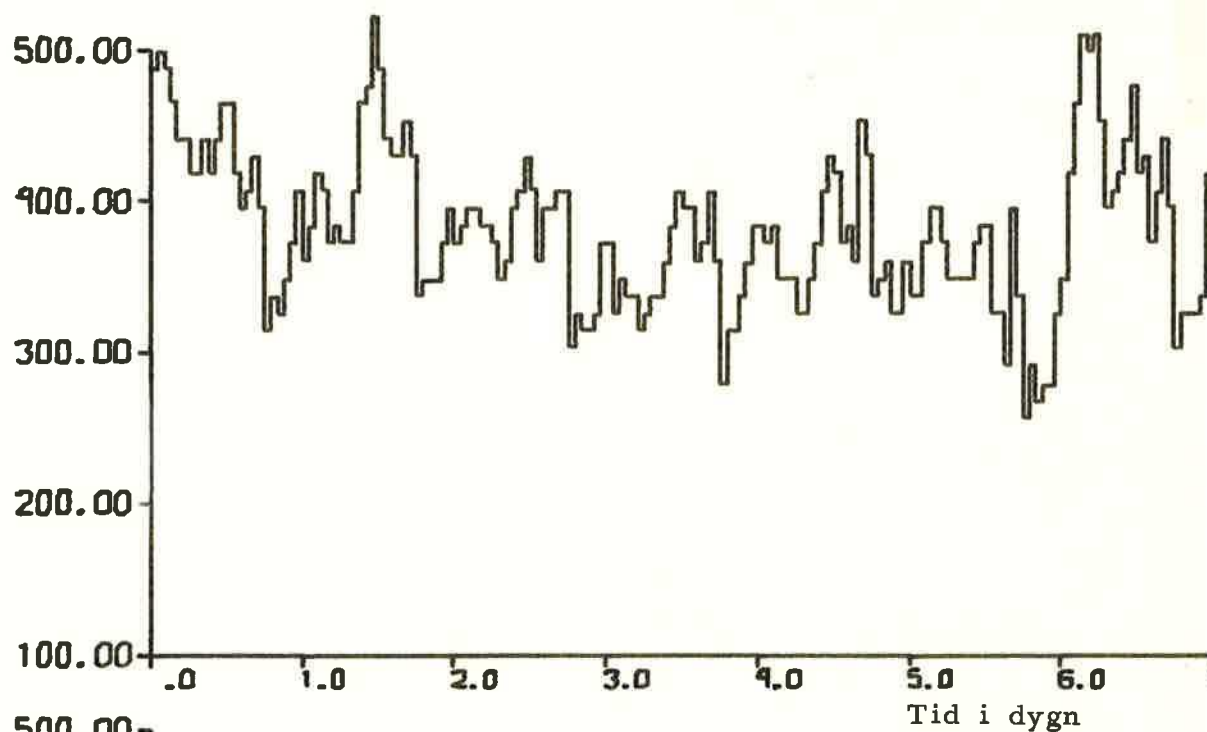


7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

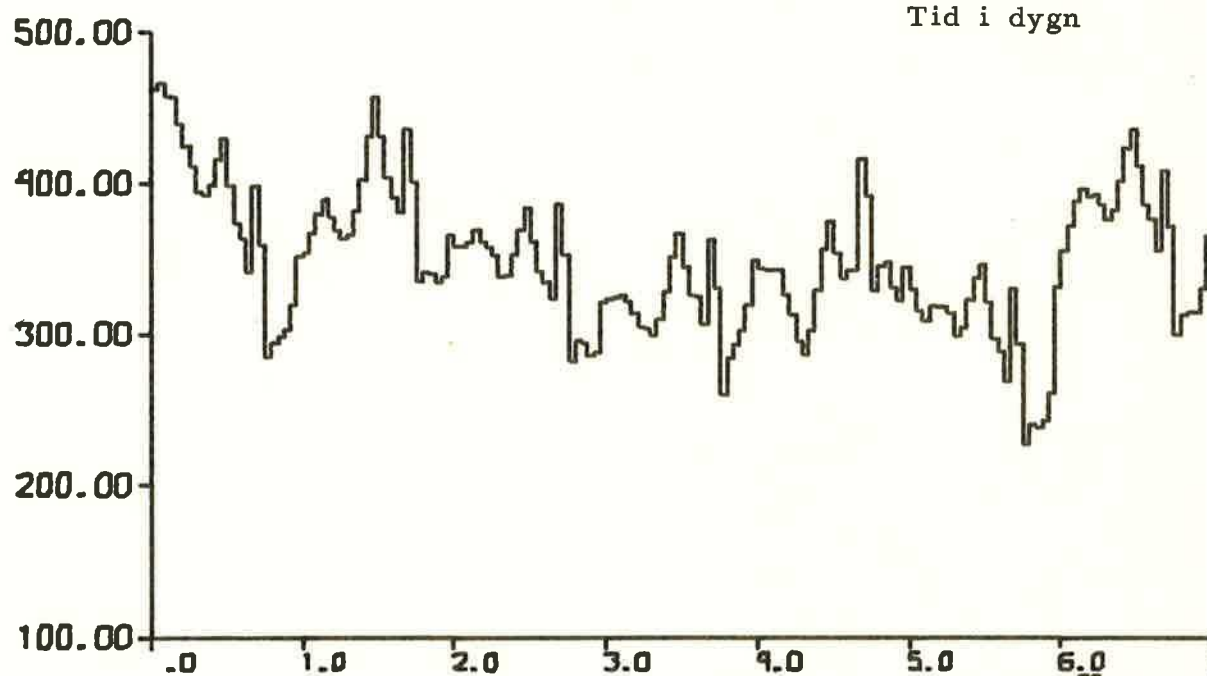


7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

Y kW



YM kW



E kW

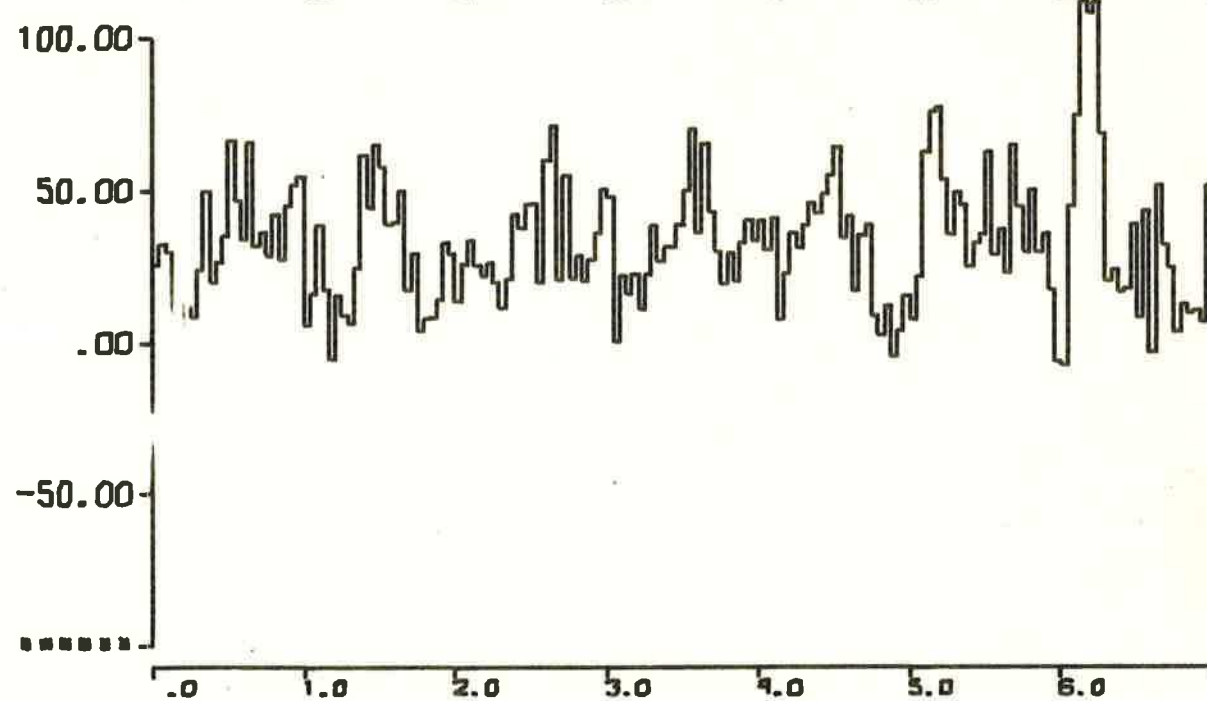
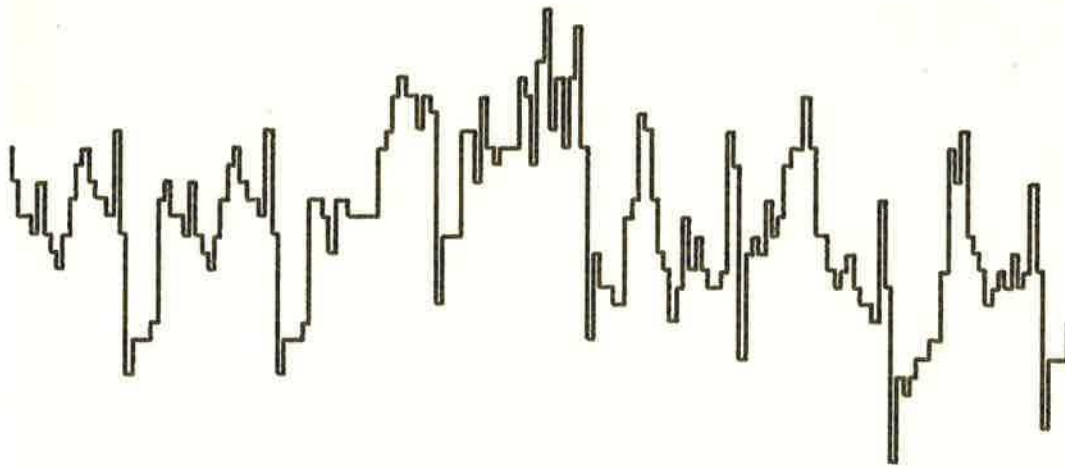
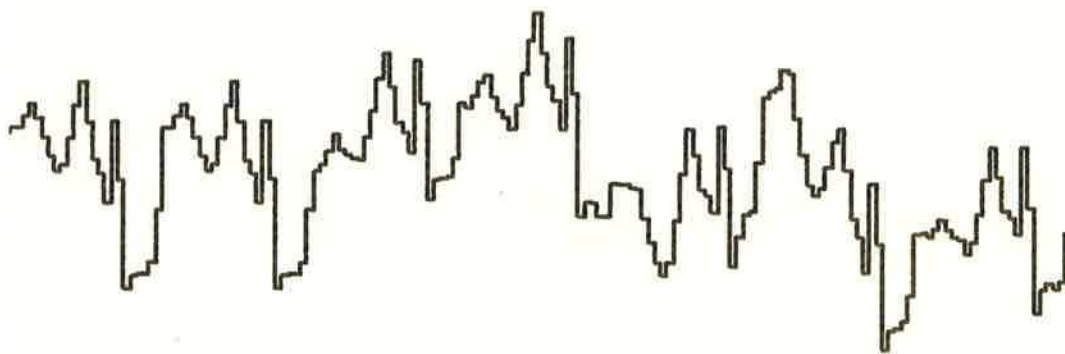


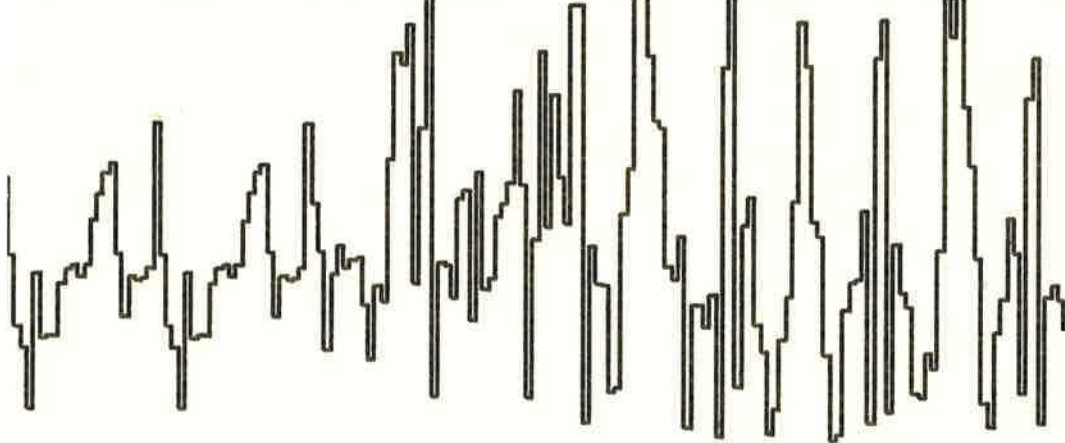
DIAGRAM 10



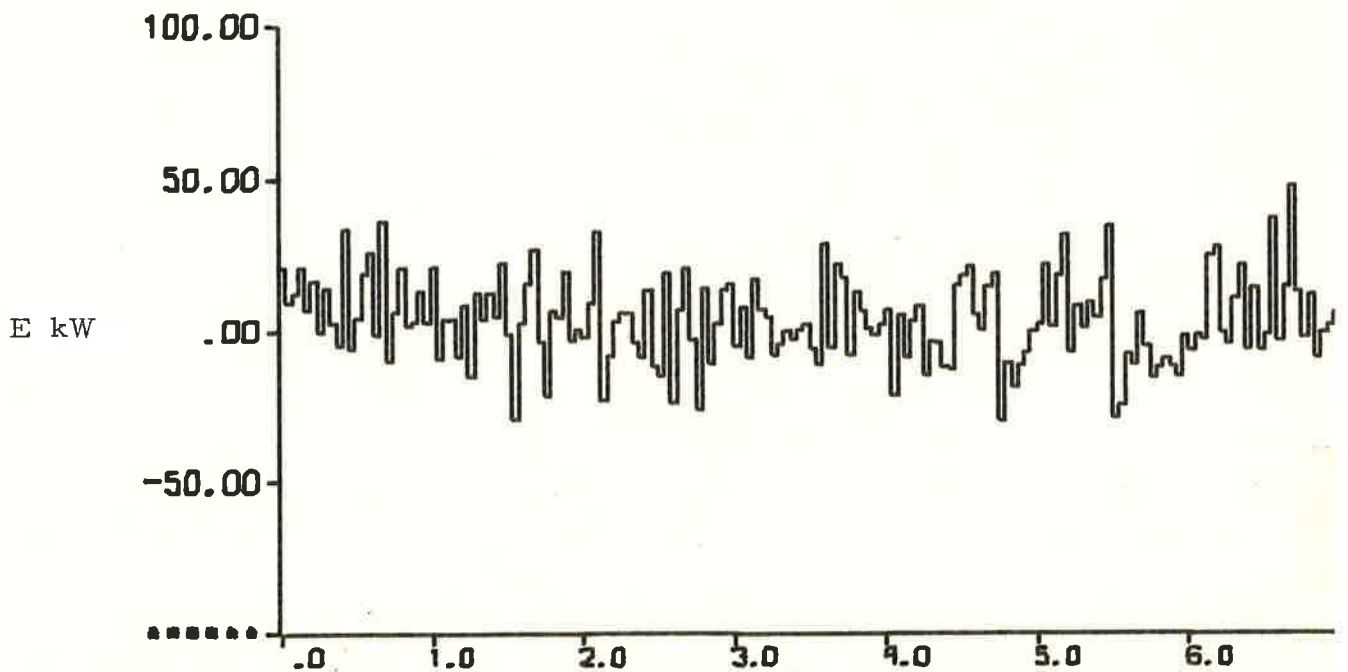
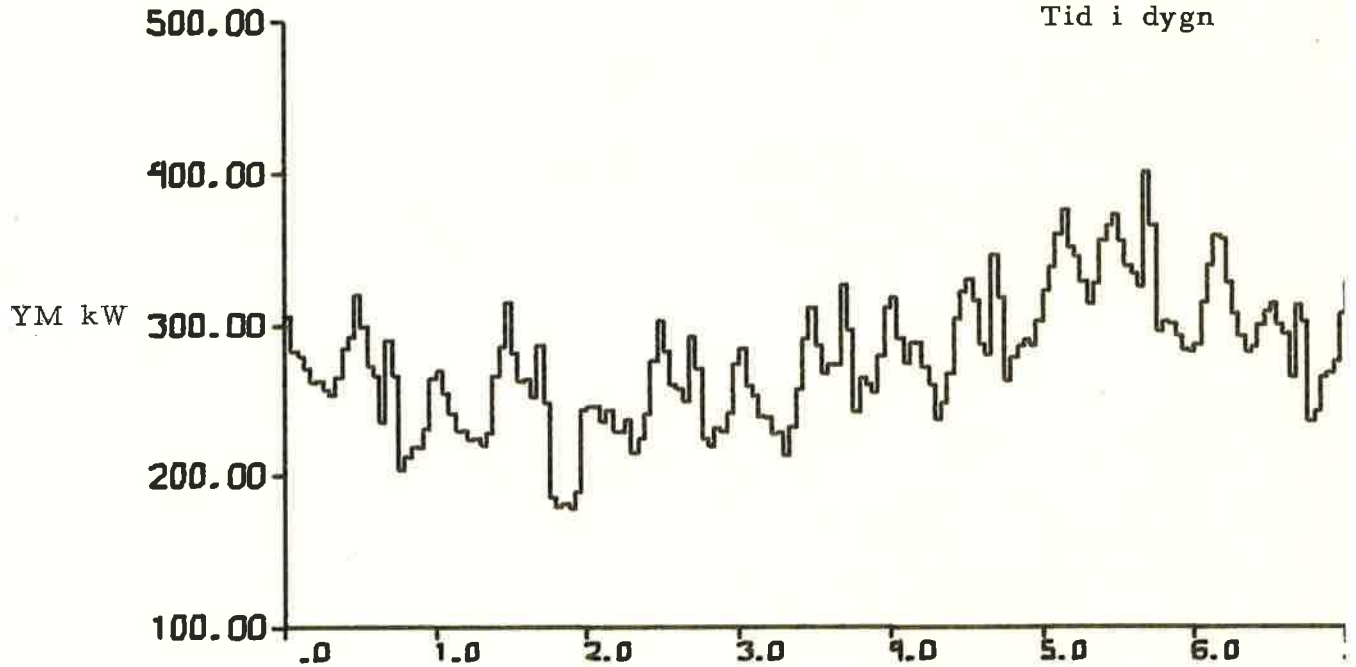
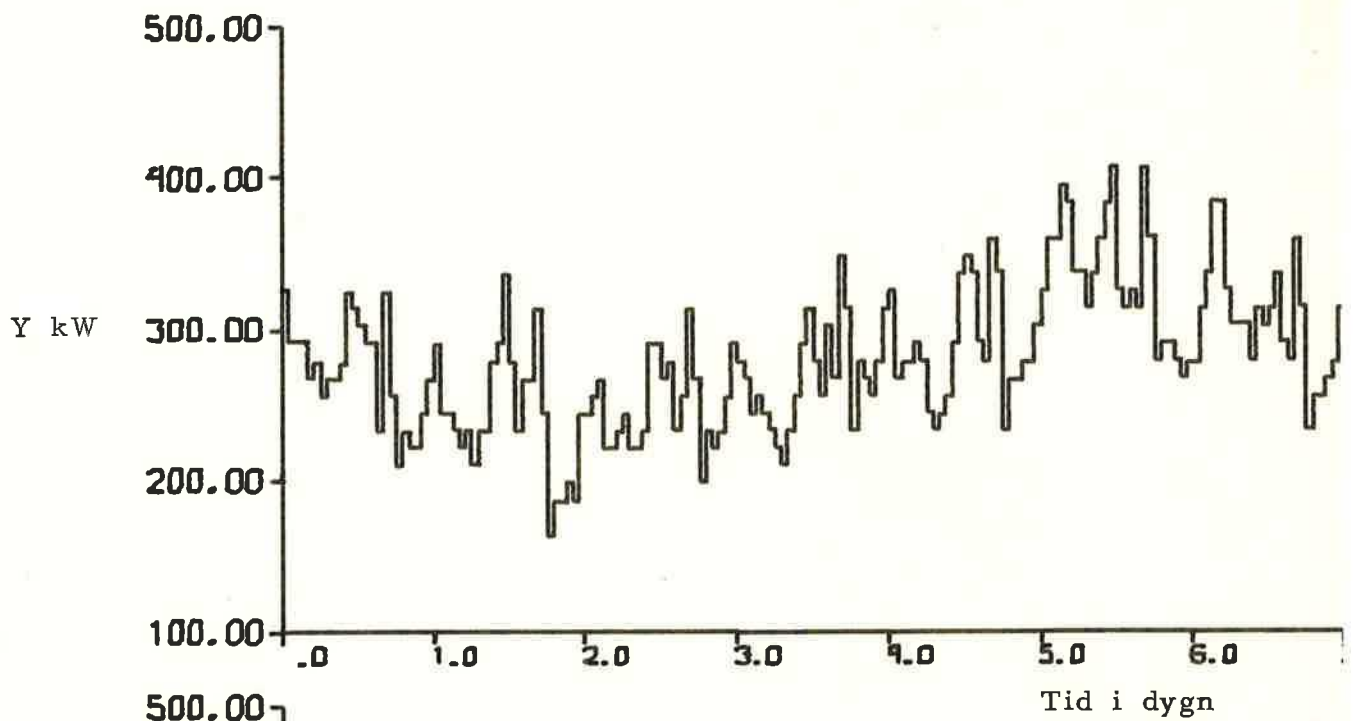
7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0
Tid i dygn

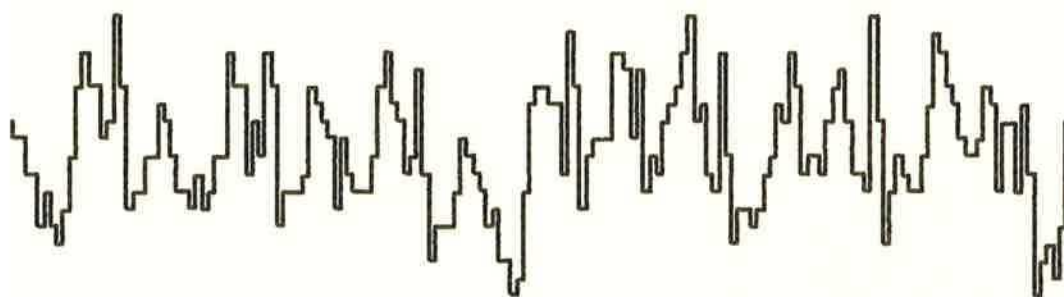


7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

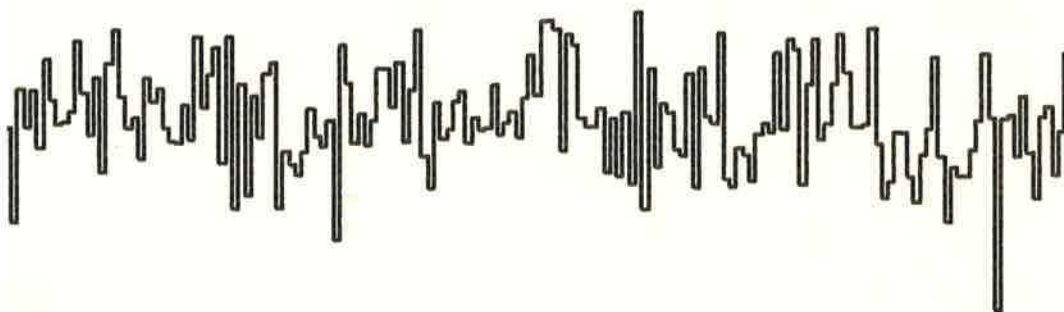




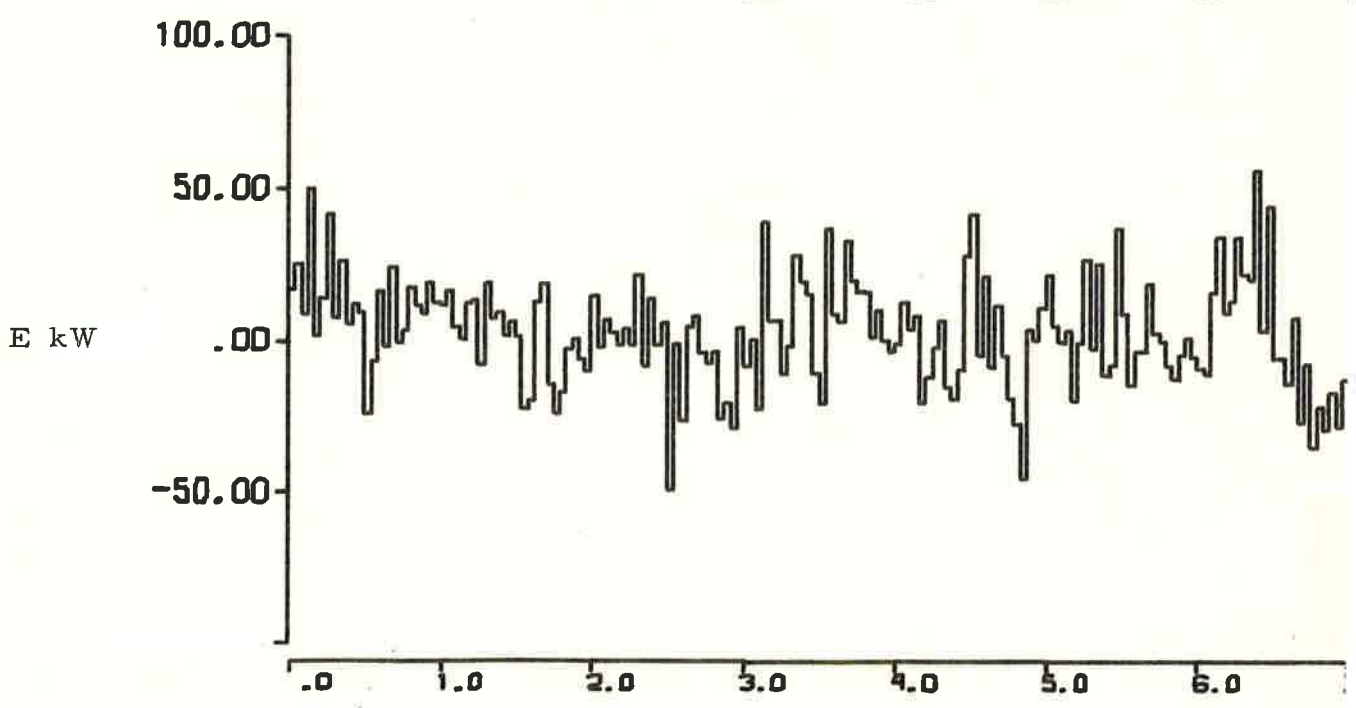
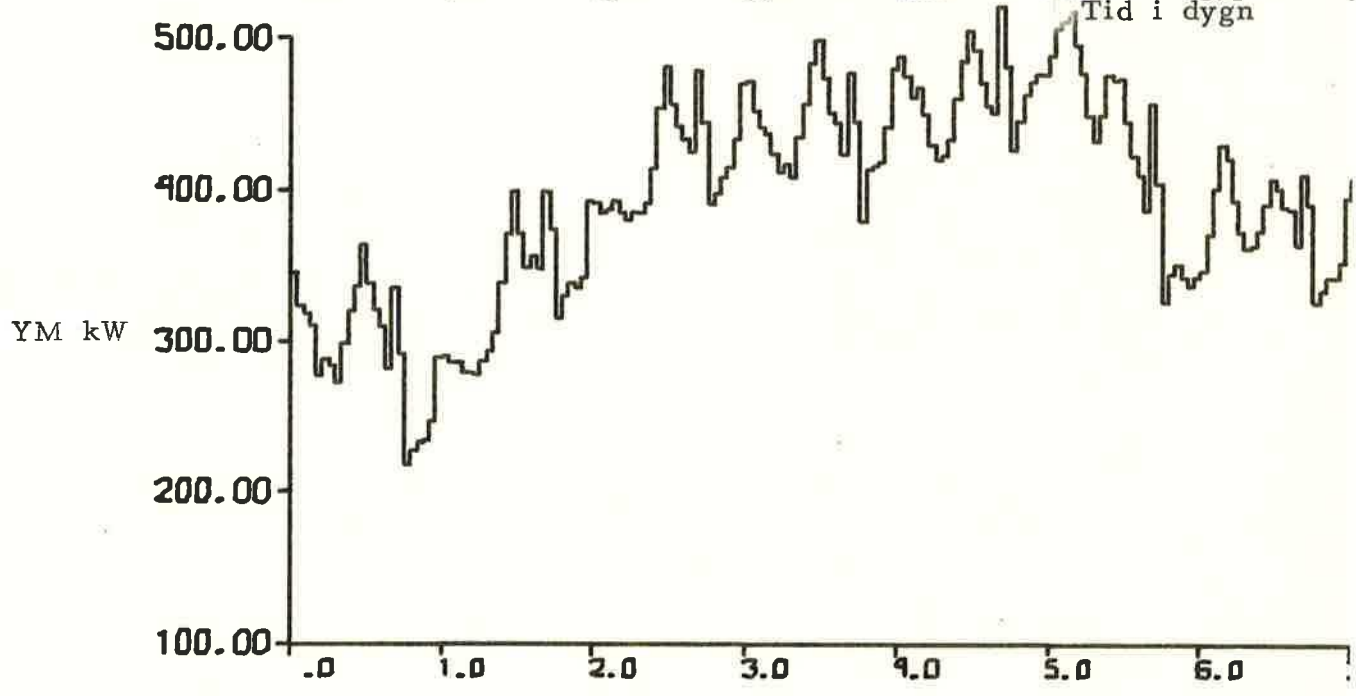
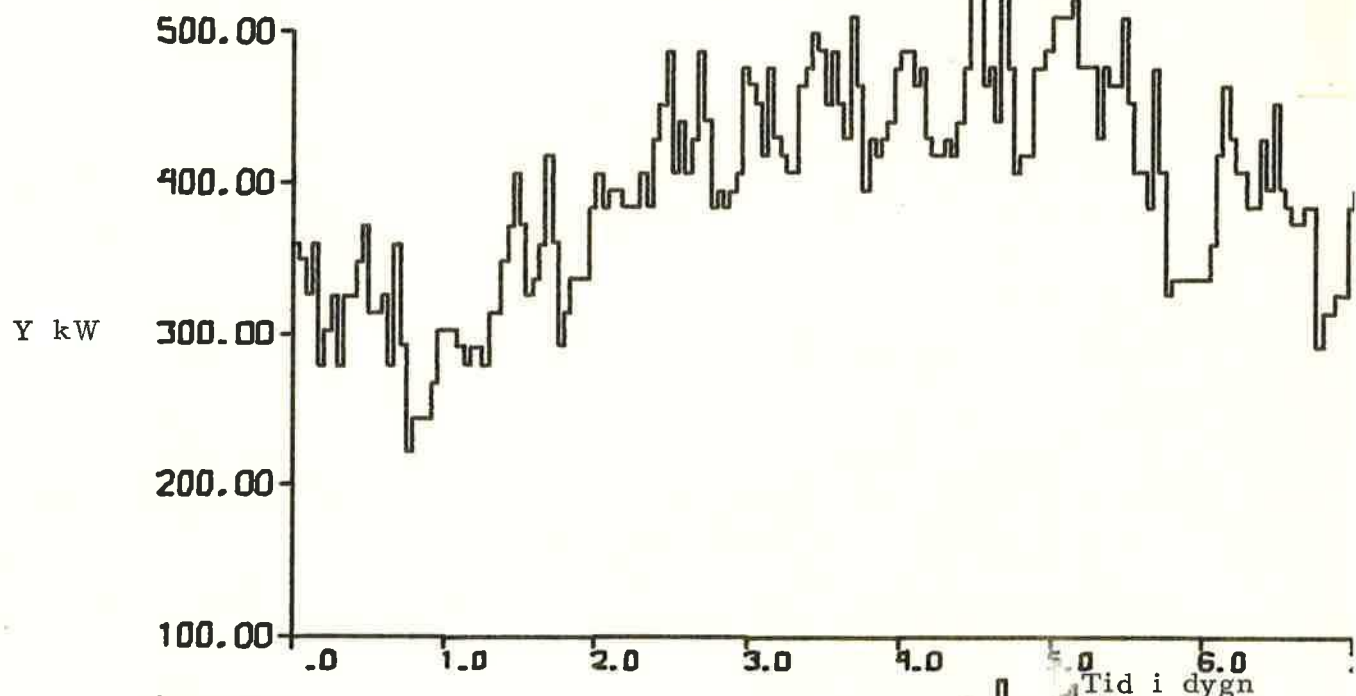
7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0
Tid i dygn

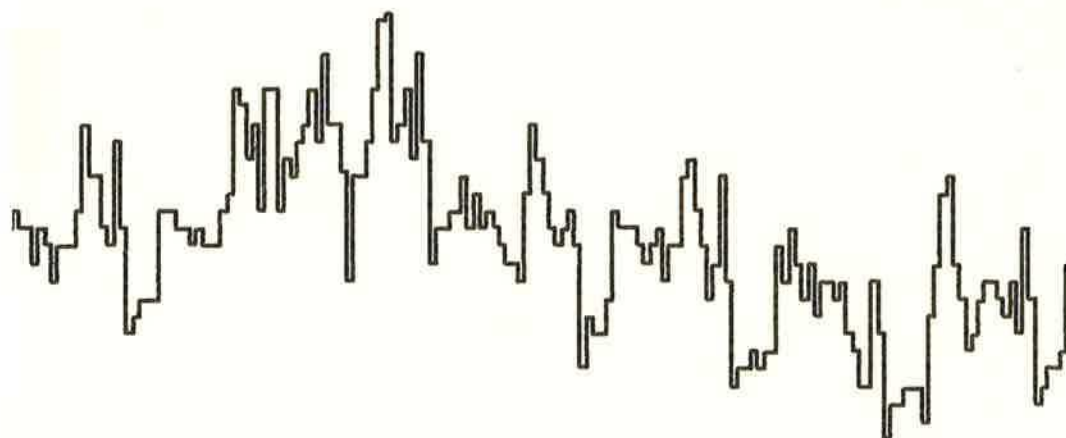


7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

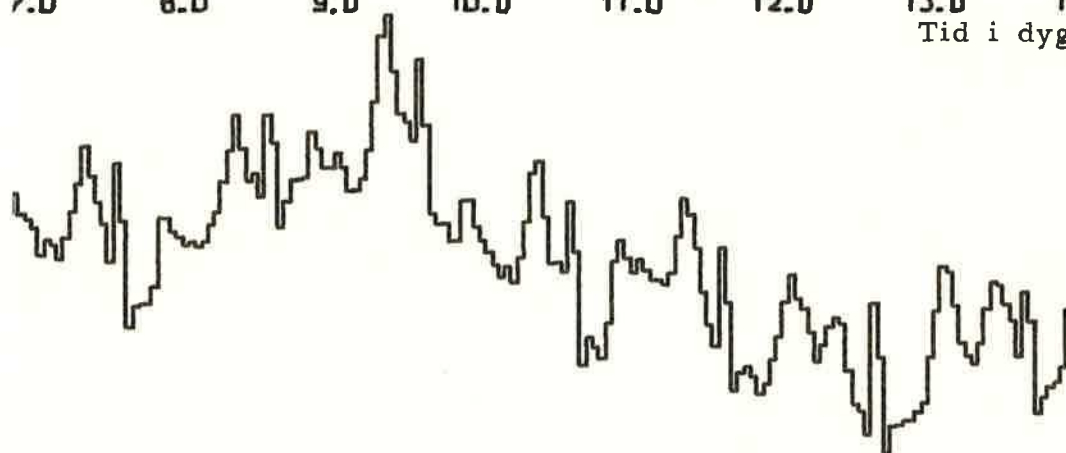


7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0





7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0
Tid i dygn



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

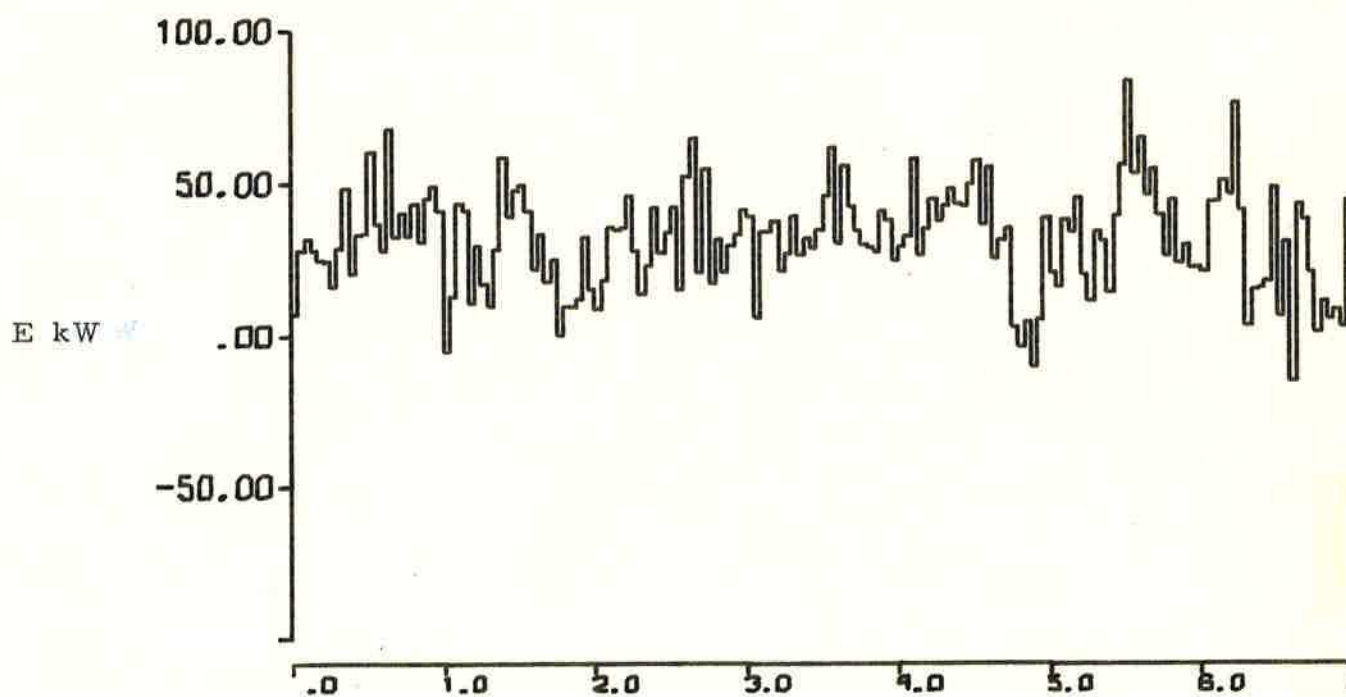
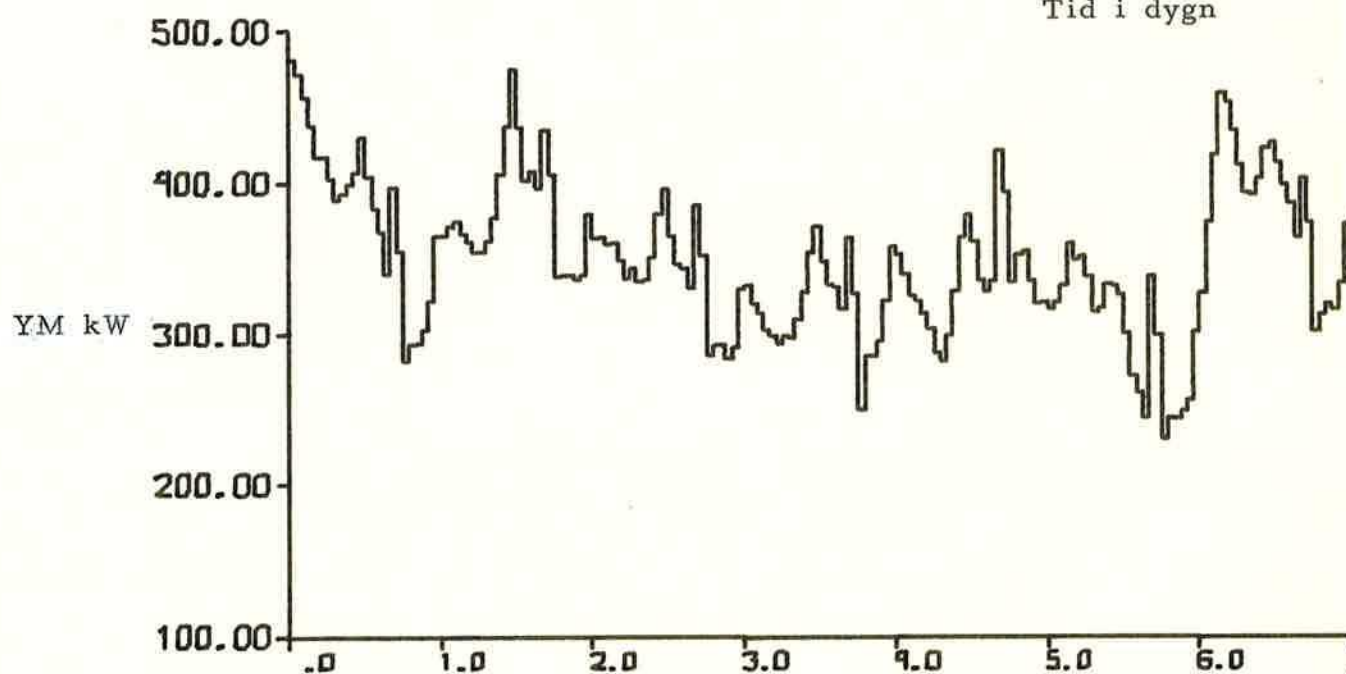
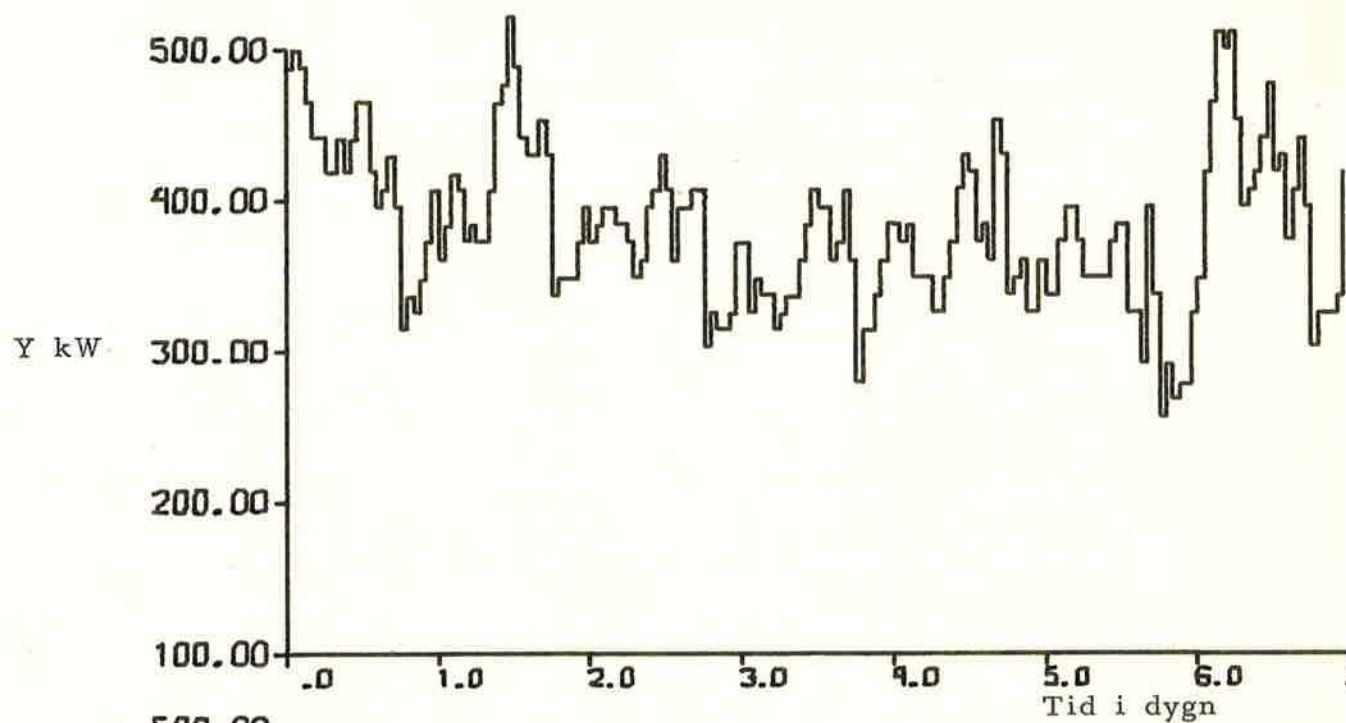
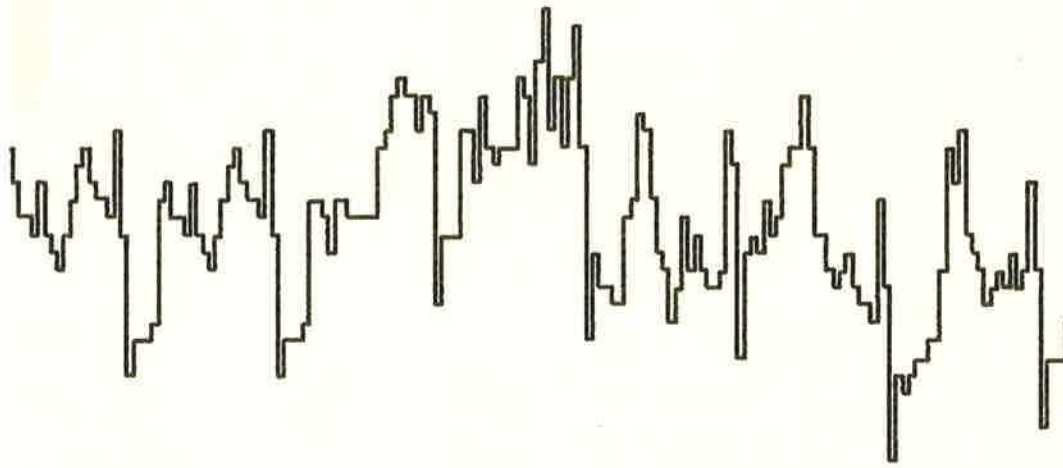


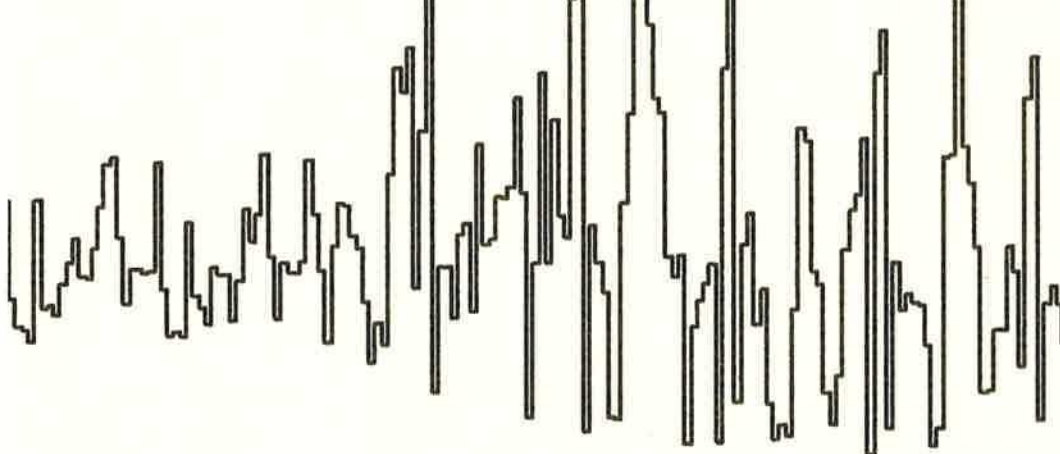
DIAGRAM 13



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0
Tid i dygn



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0



7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

DIAGRAM 14

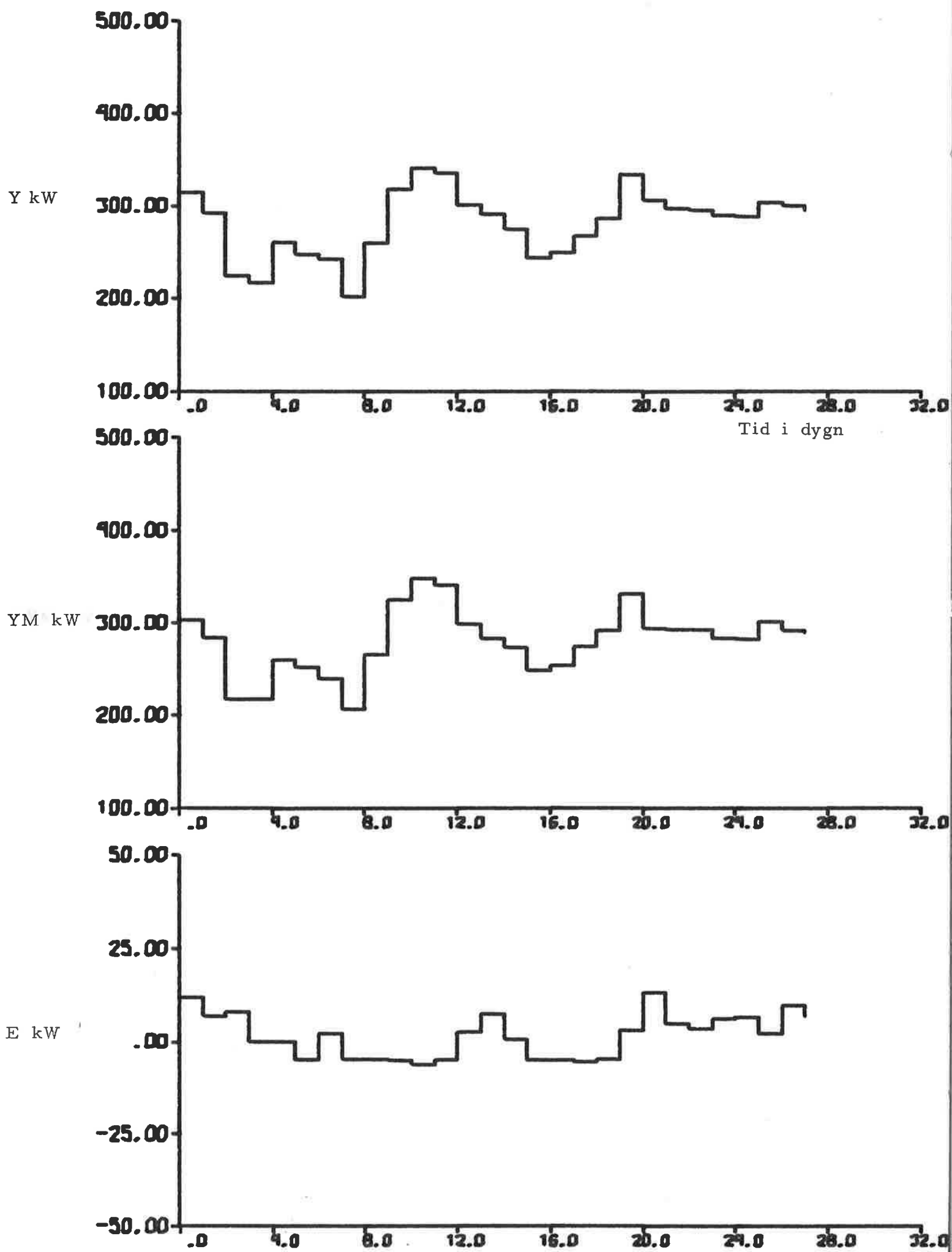
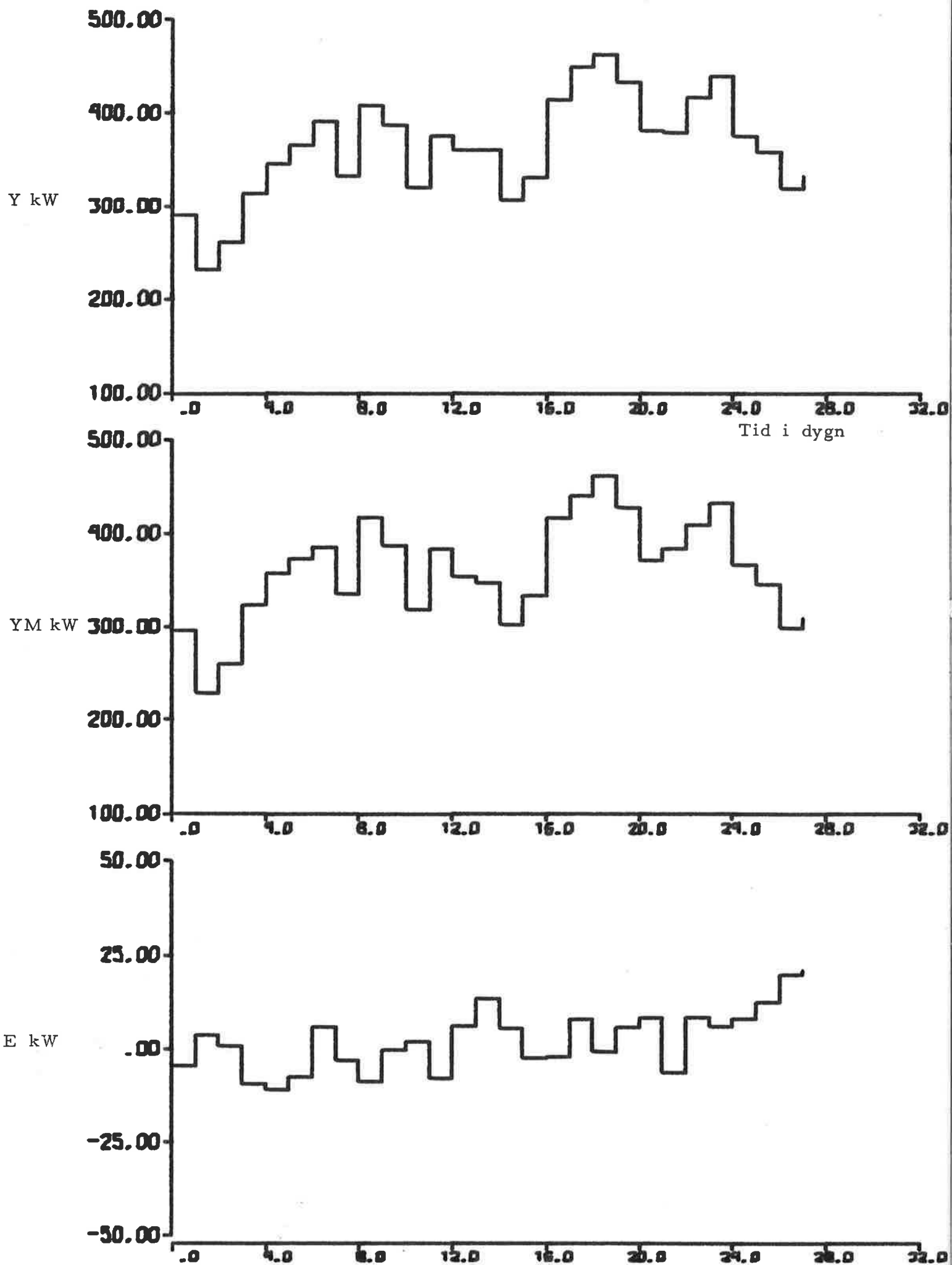


DIAGRAM 15



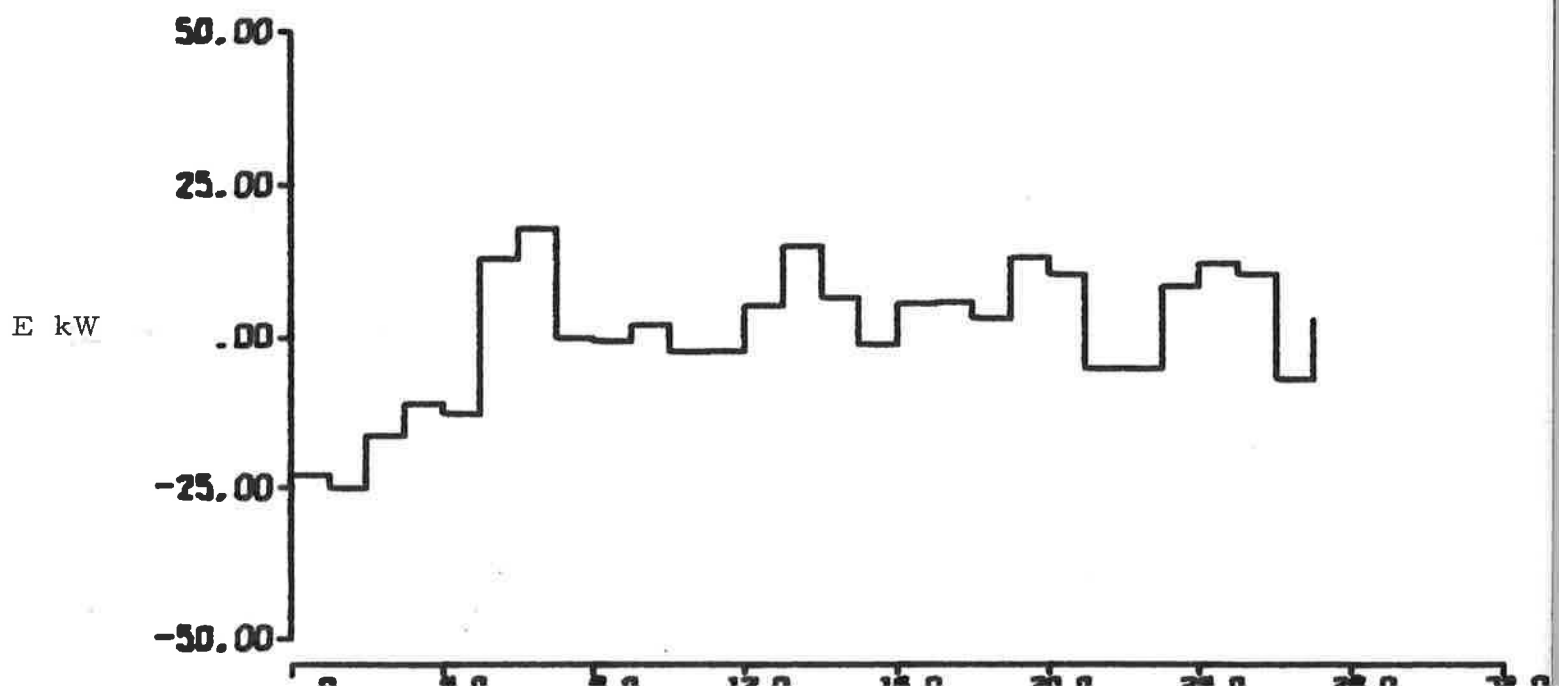
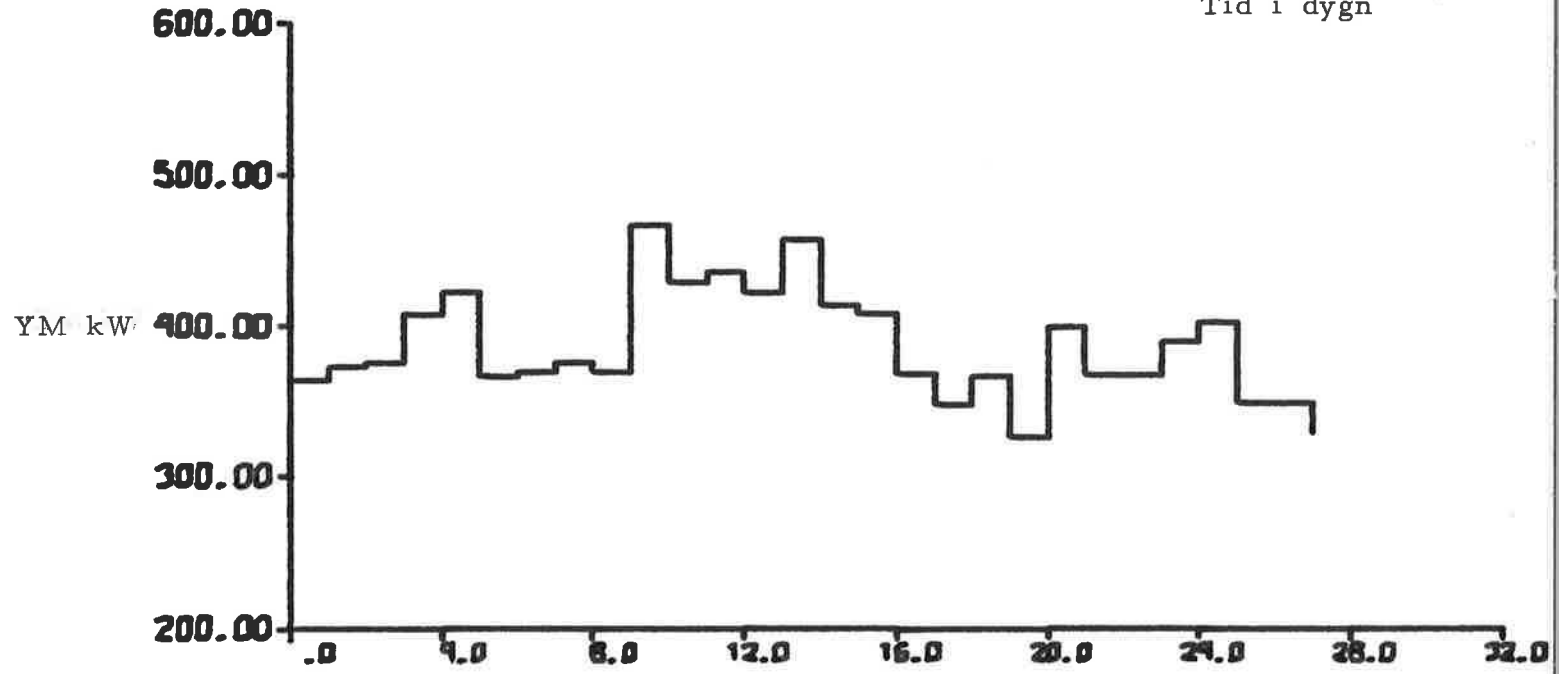
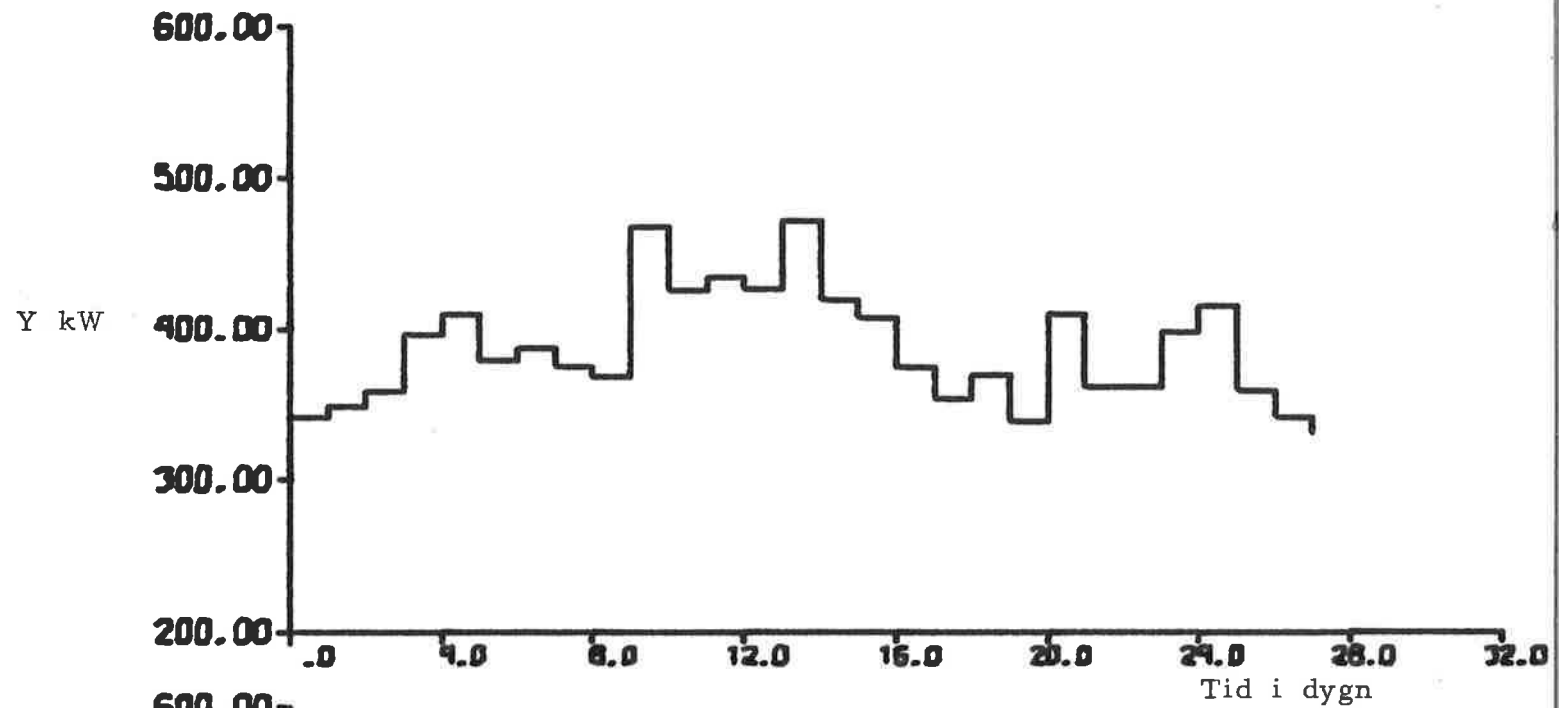


DIAGRAM 17

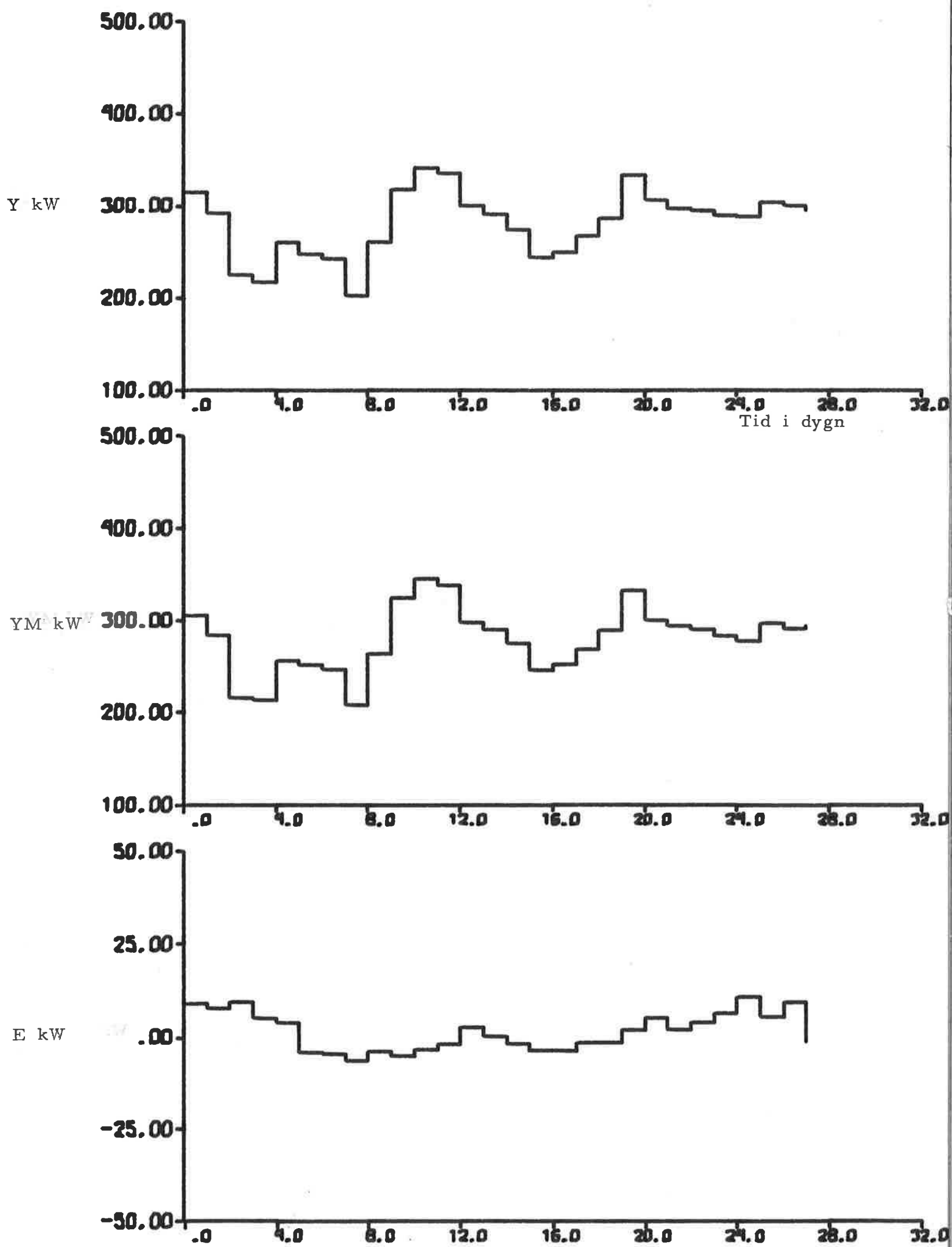


DIAGRAM 18

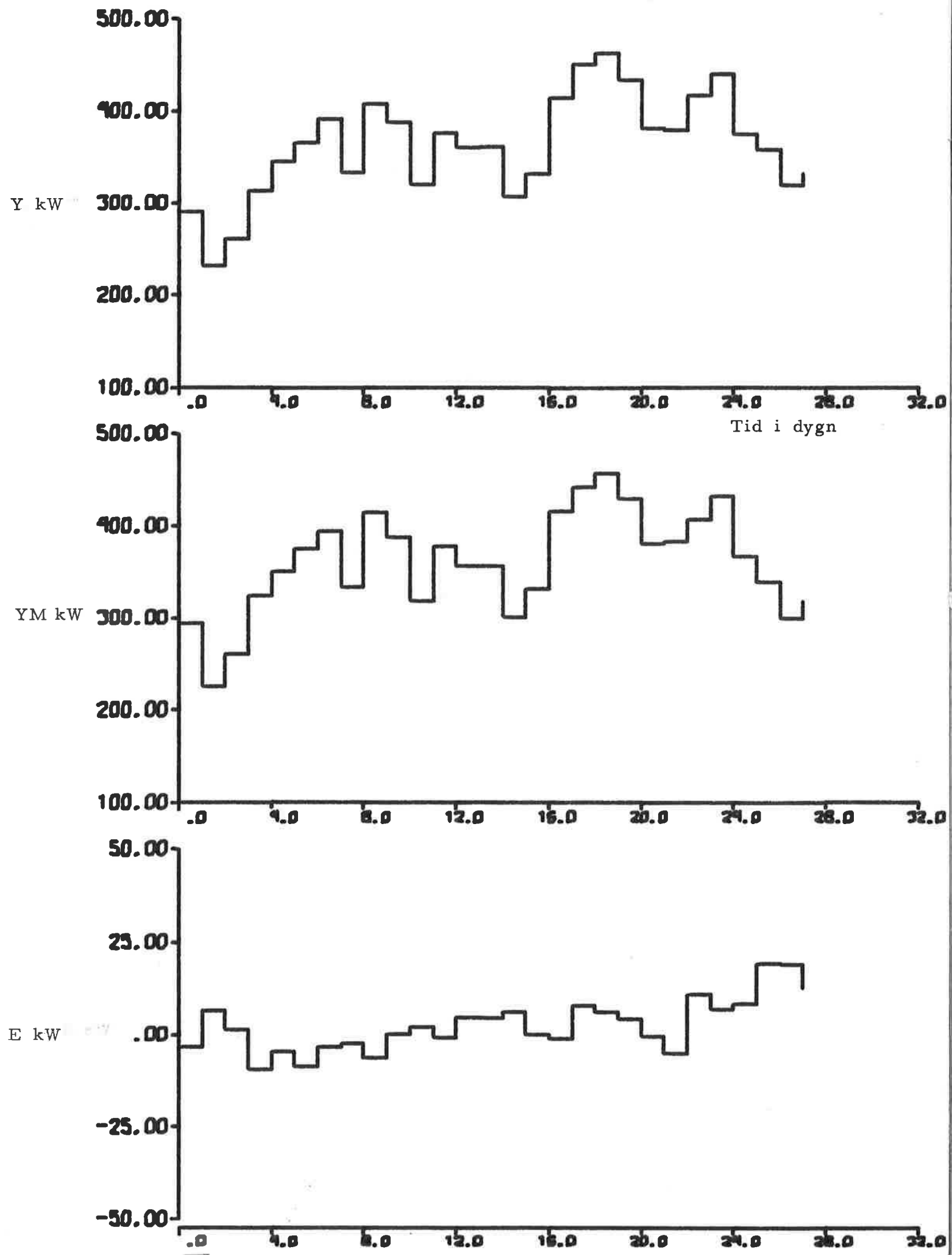


DIAGRAM 19

