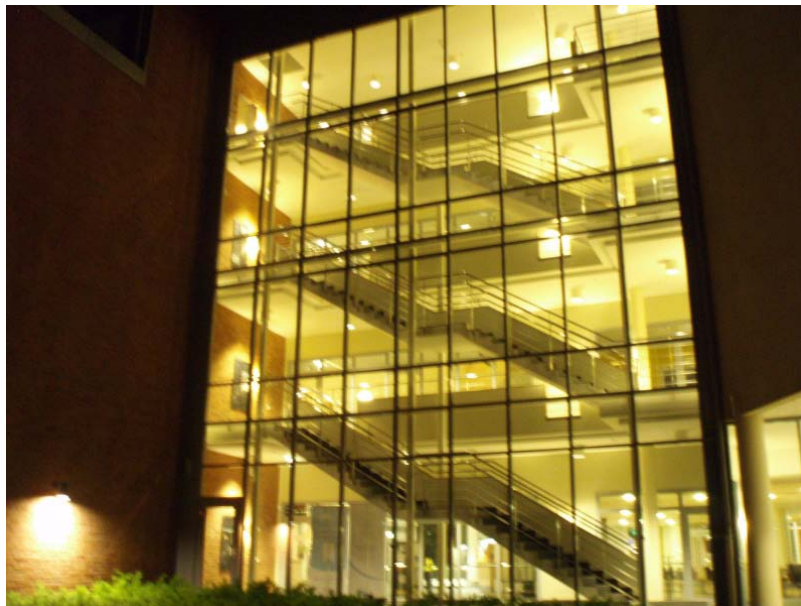


# Energimätning vid Högskolan Väst

Fredrik Brahm, Lennart Kristiansson och Joakim Wennerström



# EXAMENSARBETE

## Energimätning vid Högskolan Väst

### Sammanfattning

Svenskarna är med en elförbrukning av cirka 15000 kWh per person de fjärde största elförbrukarna i världen. Det beror främst på det kalla klimatet, men även stora industrier med hög elförbrukning bidrar till konsumtionen. Högskolan Väst förbrukar årligen 3 miljoner kWh. Med stigande elpriser och ett ökat fokus på miljöpåverkan önskar skolan att sänka sin förbrukning.

Examensarbetet har utförts på uppdrag av kWh kontroll och NEA gruppen. Mätningar har utförts på matande ledning till skolans alla huskroppar samt dess ventilation. Syftet med examensarbetet var att lokalisera energiförbrukare inom Högskolan Väst och ge förslag för att minska förbrukningen med fokusering på minskad belysning nattetid och helger. För att mäta elförbrukningen användes elkvalitetsanalyser och enklare energimätare.

kWh kontroll har som mål att sänka elförbrukningen med 6 % vilket motsvarar 180000 kWh per år. Under Earth Hour sänktes förbrukningen med 40 kW i huskropparna E-J och 10 kW i huskropparna B-D. Baserat på dessa resultat skulle det genom att släcka ner nattetid, då skolan är larmad, innebära en årlig besparing på 115000 kWh.

Energimätningar har även gjorts på datorer och resultatet visade att om strömmen till skolans datorer kan brytas under larmad tid skulle detta ge en besparing på cirka 8200 kWh om året.

Rapporten visar att Högskolan Västs elförbrukning under nattetid går att reduceras enligt de olika förslag som beskrivs.

**Datum:** 2011-06-07

**Författare:** Fredrik Brahm, Lennart Kristiansson, Joakim Wennerström

**Examinator:** Björn Sikström

**Handledare:** Lars Holmblad, Universitetsadjunkt i elektroteknik på Högskolan Väst, Johnny Zackrisson, kWh Kontroll, Tommy Keränen, NEA-gruppen.

**Program:** Elanläggningsteknik

**Huvudområde:** Elteknik

**Utbildningsnivå:** grundnivå

**Poäng:** 15 högskolepoäng

**Nyckelord:** Energianalys, energiförbrukning, elanalys.

**Utgivare:** Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap,  
461 86 Trollhättan

Tel: 0520-22 30 00 Fax: 0520-22 32 99 Web: www.hv.se

# UNIVERSITY DIPLOMA THESIS

## Energy Measurement at University West

### Summary

The Swedes are by about 15 000 kWh per person the fourth largest electricity consumers in the world. This is mainly due to the cold climate, but large industries with high power consumption also tribute to the high usage of electricity. University West annually consumes 3 million kWh. With rising electricity prices and an increased focus on the environment, the university wants to reduce its consumption.

The work was commissioned by the companies *kWh kontroll* and *NEA gruppen*. Measurements have been performed on the feeding line to all the school buildings and their ventilation. The purpose of this study is to localize energy users in the University West and give suggestions for reducing consumption, focusing on reduced lighting at night and weekends. To measure the electricity consumption Power Quality and basic energy meters is used.

The company *kWh kontroll* aims to reduce electricity consumption by 6% which is equivalent to 180 000 kWh per year. During Earth Hour consumption was reduced by 40 kW in the buildings E-J and by 10 kW in the buildings B-D. Based on these results it is possible to gain an annual saving of 115 000 kWh, by switching off the light at night when the school is alarmed.

Energy Measurements were also made on computers and the results showed that the power to the computers of the school can be broken during the alarm time. This would give a saving of around 8200 kWh a year.

The report shows that electricity consumption of University West during night time can be reduced as to the suggestions outlined in the paper.

## **Förord**

Tidigt under vårterminen fick författarna till detta examensarbete ett förslag från Tommy Keränen på NEA-gruppen om att göra en energimätning i en lagerbyggnad i Alingsås. Uppdraget kunde dock inte vänta tills examensarbetets start och uteblev. kWh kontroll från Åmål fick i uppdrag av Högskolan Väst att mäta och analysera skolans elförbrukning och anlidade i sin tur NEA-gruppen som samarbetspartner. En ny idé för examensarbete togs fram.

Författarna, Johnny Zackrisson från kWh kontroll, Tommy Keränen från NEA-gruppen och Lars Holmblad från Högskolan Väst sammanträdde och enades om riktlinjer och avgränsningar för examensarbetet.

Författarna tackar följande personer:

Tommy Keränen, Extern handledare, NEA.

Johnny Zackrisson, Extern handledare, kWh kontroll.

Johnny Haraldsson, El- Och Instrumenttekniker Högskolan Väst.

Lars Holmblad, Handledare, Högskolan Väst.

Sven-Eric Löfgren-Järnerot, Samordnare, Högskolan Väst.

Anders Gustavsson, Trollhättans Tomt AB.

Mats Lejon, Systemtekniker, Högskolan Väst.

## Innehåll

Sammanfattning .....	i
Summary.....	ii
Förord.....	iii
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte och mål .....	1
1.3 Avgränsningar.....	1
1.4 Miljöaspekter.....	1
1.5 Metod.....	2
2 Teori belysning .....	3
2.1 Allmänt .....	3
2.1.1 Begrepp.....	3
2.1.2 Allmänbelysning .....	4
2.1.3 Lokaliserad belysning.....	4
2.2 Ljuskällor.....	5
2.2.1 Lysrör .....	5
2.2.2 Glödlampor.....	5
2.2.3 Kompaktlysror och lågenergilampor.....	5
2.3 Närvarostyrning.....	5
2.3.1 PIR - detektering .....	5
2.3.2 HF-detektering.....	5
2.3.3 Akustisk detektering.....	6
3 Högskolan Väst .....	7
3.1 Nätstationer .....	8
3.2 Skolans system för belysning.....	8
4 Mätinstrument.....	9
5 Mätningar på anläggningen .....	10
5.1 Inledning.....	10
5.2 Mätning av inkommande last och ventilation.....	10
5.3 Hus B.....	10
5.3.1 Grupp B1.....	11
5.3.2 Grupp B2.....	12
5.3.3 Grupp B3.....	13
5.3.4 Grupp B6.....	14
5.4 Hus C.....	15
5.5 Matning hus D.....	17
5.6 Matning hus E.....	19
5.7 Matning hus F.....	21
5.8 Matning hus G-H.....	25
5.9 Matning hus I-J.....	29
5.10 Energimätning på datorer .....	32
5.10.1 Enskild dator i bibliotek.....	33
5.10.2 Enskild dator i datorsal H341.....	34
5.10.3 Energimätning av datorer i datasal H341 .....	34
5.11 Lux-mätning.....	36
6 Förslag till åtgärder.....	37

6.1	Åtgärd med låg kostnad .....	37
6.2	Kostnadskrävande åtgärd.....	37
7	Analys.....	38
8	Slutsatser och framtida arbete .....	40
	Källförteckning.....	41

## **Bilagor**

- A. Effektvärden per mätpunkt
- B. Timavläsningsrapporter

# **1 Inledning**

## **1.1 Bakgrund**

Examensarbetet gjordes på uppdrag av kWh kontroll och NEA installation AB. kWh kontroll har anlåtats för att ta fram en nulägesanalys av Högskolan Västs energiförbrukning och underlag till besparingsåtgärder.

Högskolan Väst förbrukar 3 miljoner kWh årligen och har som önskemål att reducera förbrukningen.

## **1.2 Syfte och mål**

Målet är att lokalisera energiförbrukare inom Högskolan Väst och syftet att ge förslag på åtgärder för att minska elförbrukningen i första hand på belysning, nattetid och helger.

- Närvaro- och tidsstyrning kommer att granskas och förslag till ändringar kommer att ges.
- Ge underlag till avdelningsledare Lars Johansson som ansvarar för medier och design, som i sin tur skapar ett informationsblad/ en informationsfilm om vardagliga förändringar i beteende vilka kan spara energi.

## **1.3 Avgränsningar**

Författarna mäter effektförbrukning på inkommande grupper samt en separat mätning på ventilation.

Examensarbetet begränsas till mätning av belysning och datoranvändning då elförbrukning av ventilation och kylanläggning gör arbetet allt för omfattande för den tid som finns tillgänglig. Uppvärmningen av lokaler görs av fjärrvärme vilket inte påverkar elförbrukningen nämnvärt.

## **1.4 Miljöaspekter**

Sveriges befolkning är bland de största elförbrukarna per person i världen. Med cirka 15000 kWh per person är Sverige det fjärde största elförbrukaren efter Norge, Kanada och Island. Den stora elförbrukningen beror främst på vårt kalla klimat men också de stora energislukarna inom industrin. Kylanläggningar bidrar också till en ökad elförbrukning främst då under sommaren [1].

## **1.5 Metod**

Avgränsningar och mätområde diskuterades fram tillsammans med representanter från Högskolan Väst, kWh Kontroll och NEA-gruppen.

Kunskap om skolans elsystem och förbrukare införskaffades genom en rundvandring med personal från Trollhättans Tomt AB och kWh Kontroll. För att få mer kännedom om ämnet har litteraturstudier på liknande arbete, böcker om belysning, samt olika företags hemsidor gjorts. Manualer till de olika mätinstrumenten har också studerats.

Val av mätpunkter gjordes i samråd med extern handledare och mättiden valdes till en vecka per mätning.



## 2 Teori belysning

### 2.1 Allmänt

Energianvändningen i en kontorsanläggning består till en tredjedel av belysning. Med utvecklade styrning kan energianvändningen minskas till hälften gällande enbart belysningen. Ljus är ett måste för dagens samhälle och för att det skall kunna skapas en bra arbetsmiljö. Belysning måste planeras in i minsta detalj från nybyggnad till uppgradering av äldre belysning [3].

Belysning skall vara anpassad efter de behov som behövs för individen och vilka synkrav som krävs till de arbetsuppgifter som skall utföras. Begrepp i dessa sammanhang är allmänbelysning och lokaliserad belysning [4].

#### 2.1.1 Begrepp

##### Ljusutbyte

Ljusutbyte är förhållandet mellan dess ljusflöde och den elektriska effekt som förbrukas. Ljusutbytet fastställs för ljuskällan eller för systemet (ljuskälla och driftdon). Enheten för ljusutbyte är lumen per Watt [5].

##### Belysningsstyrka

Belysningsstyrkan är det vanligaste måttbegreppet för ljus och mäts i lux. Lux kan likväldigt skrivas som lumen per kvadratmeter, dvs. hur mycket av en ljuskällas ljusflöde som faller på en bestämd yta [5].

##### Medellivslängd

Medellivslängden definieras som antalet brinntimmar när hälften av ljuskällorna har släcknats. Termen används för glödlampor, halogenlampor, lysrörslampor, kompaktlysror och metallhalogenlampor [5].

##### Färgåtergivning Ra

Färgåtergivning är ett mått på en ljuskällas förmåga att korrekt återge åtta testfärger i förhållande till ett bestämt referensljus. Ra-index för inomhusbelysning bör vara över 80 och för god färgåtergivning över 90. Värdet för maximal färgåtergivning anges till 100 [5].

##### Färgtemperatur, K (Kelvin)

Färgtemperaturen anger ljuskällans färgnyans och varierar i området 2000-7400 K. 3500-4000 K betraktas som neutralt vitt. Färgtemperatur lägre än 3500 K upplevs som varma och färgtemperaturer högre än 4000 K uppfattas som kalla. För lysrör och urladdningslampor anges ekvivalenta färgtemperaturer [5].

##### Färgbeteckning

Ljuskällans färggenskaper anges med en internationell färgbeteckning bestående av tre siffror. Den första siffran står för ljuskällans färgåtergivning och de två sista siffrorna här-

rör från färgtemperaturen i Kelvin, vilka bildas genom att färgtemperaturen divideras med 100. En ljuskälla med färgbeteckningen 830 har ett allmänt färgåtergivningsindex mellan 80-89 och en färgtemperatur av 3000 K [5].

### 2.1.2 Allmänbelysning

Med allmänbelysning avser belysningens medelstyrka mätt i horisontalplanet 85 cm över golvet. Allmänbelysning innebär just allmän belysning som t ex takbelysning i klassrum eller korridor [4].

### 2.1.3 Lokaliserad belysning

Med lokaliserad belysning, även kallad platsbelysning, menas belysning till en viss bestämd punkt. Mätningen sker genom att placera en luxmätare på arbetsytan. Vid arbete på lutande eller vertikal yta skall instrumentet ha samma lutning [4].

Arbetsmiljöverket har tagit fram riktvärden för olika lokaler, *se tabell 2.1*.

**Tabell 2.1** Tabell med luxriktvärden[6].

Lokal/arbetsfunktion	Allmänbelysning(lux)	Platsbelysning(lux)
Arkivering, kopiering	200	300
Vanligt kontorsarbete	300	500
Arbetsstationer för CAD	300	500
Arbete med högre krav på seende	300	750
Finare ritarbete	500	1500
Konferensrum	200	500
Städning	minimum 200 lux på golv	
Soprum	100	

Tabell med värden som Arbetsmiljöverket rekommenderat som lämpliga riktvärden.

## **2.2 Ljuskällor**

Ljuskällan har den viktiga uppgiften att omvandla elektrisk energi till ljus. Ljus är elektromagnetisk strålning, som inte är synligt för ögat. Endast när ljuset träffar någon yta, blir ljuset synligt för ögat. Ögats känslighet för strålningen beror på strålningens våglängd. Människan uppfattar ljus med en våglängd i intervallet 380nm – 780nm [4].

### **2.2.1 Lysrör**

Den vanligaste ljuskällan inom kontor och industri är lysröret [4]. Generellt producerar lysrör mycket ljus och förbrukar lite energi. T5 rören med HF-don halverade elkostnaden gentemot de äldre T8 rören med drossel. Longlife lysrör har utvecklats för att minska driftkostnaderna och miljöpåverkan. Den långa livslängden medför lägre produktion av lysrör som i sin tur minskar utsläppen vid transport och återvinning [7].

### **2.2.2 Glödlampor**

Glödlampan är mest vanlig i bostäder, en bra ljuskälla med många goda egenskaper. Glödlampan ger ett behagligt ljus med god färgåtergivning. Den är enkel att ljusreglera och kräver inga driftdon. Glödlampan har dock en del mindre bra egenskaper såsom låg energieffektivitet, cirka 95 % av energin blir till värme och 5 % till ljus samt att glödlampan endast har en medellivslängd på 1000 h [7], [8].

### **2.2.3 Kompaktlysror och lågenergilampor**

Kompaktlysror och lågenergilampor har teknik lik den som återfinns i lysrörets, fast i mindre storlek. Både lysrör, kompaktlysror och lågenergilampor innehåller kvicksilver. Lågenergilampan har en medellivslängd på 10000 h och kompaktlysroret har en medellivslängd på 15000 h. Båda har samma ljusflöde med endast 20 % av energiförbrukningen jämfört med glödlampans [8].

## **2.3 Närvarostyrning**

Ett alternativ för att effektivt minska energiförbrukningen är att använda närvarostyrning. Det fungerar genom att om ingen vistas i en lokal så släcks belysning efter inställd tid. Automatisk eller manuell tändning finns att tillgå. Kända system som används för närvarostyrning bygger på PIR, aktiv HF-teknik eller akustisk detektering [9].

### **2.3.1 PIR - detektering**

Detekteringen aktiveras av värmestrålningen från en människa. Känsligheten måste vara stor eftersom att rörelser från en person kan vara väldigt små [9].

### **2.3.2 HF-detektering**

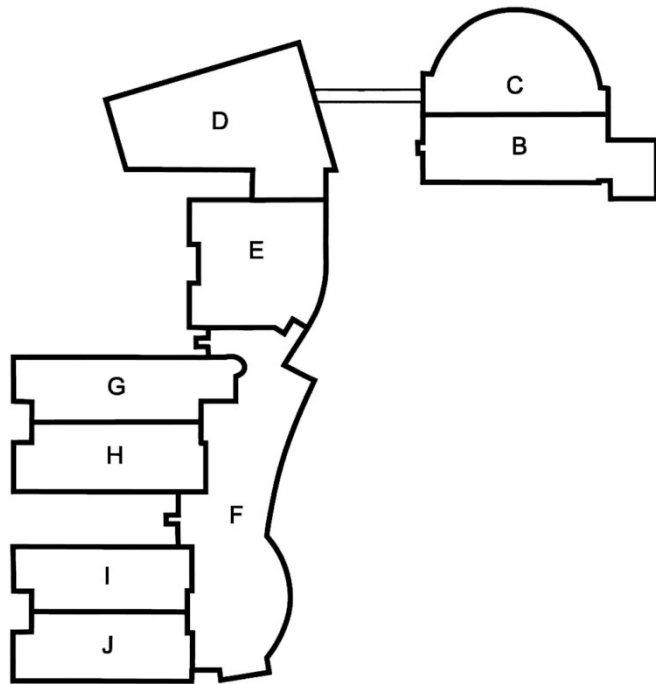
HF-detektering sänder ut en signal som reflekteras av omgivningen. När ekot störs reagerar detektorn. En sådan detektor känner inte av temperaturförändringar. Rörelser på andra sidan tunna glas och dörrar kan detekteras vilket gör att den inte kan placeras utomhus eftersom den påverkas av minsta rörelse i omgivningen [9].

### **2.3.3 Akustisk detektering**

Akustisk detektering reagerar inom två stycken frekvensområden. Lågfrekventa ljud så kallade infraljud som till exempel vid dörröppning och högfrekventa såsom tal- och skrapljud [9].

### 3 Högskolan Väst

Högskolan Väst förses med ström från Trollhättans Energi AB via två stycken nätstationer vid Gustava Melins gata och Djupebäcksgatan. Skolan består av nio stycken huskroppar, se figur 3.1. De beskrivs mer utförligt i tabellform nedan, se tabell 3.1.



Figur 3.1 [10].

Tabell 3.1 Visar Högskolan Västs huskroppar och dess nettoarea.

Huskropp	Byggnads år	m <sup>2</sup>
B	1954-1955	2 940,2
C	1999	2 248,4
D	1999	4 304,1
E	2007	4 241,1
G	2007	3 757,0
H	2007	3 352,8
F	2007-2008	4 719,0
I	2008	2 748,1
J	2008	3 274,7
	<i>Total</i>	31 585,4

### **3.1 Nätstationer**

Nätstationen vid Gustava Melins gata består av två transformatorer som alternerar driften. Trollhättans Energi har en högspänningskabel till denna station. Skolan matas med nio grupper från stationen.

Nätstationen vid Djupebäcksgatan matar skolan som är lågspänningskund mot Trollhättans Energi från den här stationen som matar den äldre delen av Högskolan Väst dvs. B-D husen.

### **3.2 Skolans system för belysning**

Det finns nio olika förprogrammerade principer i de olika grupperna som är valbara. Principerna är programmerade styrsystem med PLC-programmering för att ge släckpulser.

Principuppbyggnaderna är formad så att det finns minst en tänd- och en släckpuls. Belysningsstyrkorna bygger på Ljuskulturs riktlinjer och rekommendationer [11], [12].

## **4 Mätinstrument**

Mätningarna utfördes med följande instrument:

### **Chauvin Arnoux C.A 8335**

Används vid realtidsmätning av störningar och effekter i elnätet. Instrumentet används för mätningar på 1-fas och 3-fas nät. De visar mätvärden under 20 ms alltså under en period och sparar loggningar, transienter, larmhändelser och inspelning av förprogrammerade val. Dessutom ses min-, max-, medel- och toppvärden. De visar vektordiagram, alarm och skärmdump samt mäter effekt. De mäter transientdetektering där upp till 300 transienter loggas. Inspelningar sparas i minnet vilket sedan överförs till PC via USB. Analysering sker via mjukvaran Power Analyser eller exporteras till Excel. Energimätningen gjordes med strömtänger till varje fas samt neutralledare. Spänningen mättes på fasskenorna samt neutralledare och skyddsjord.

### **Dranetz Power Platform 4300 BMI**

Används vid realtidsmätning av störningar och effekter i elnätet. Instrumentet används för mätningar på 1-fas och 3-fas nät som visar mätvärden under 20 ms alltså under en period och sparar loggningar, transienter, larmhändelser och inspelning av förprogrammerade val. Dessutom ses min-, max-, medel- och toppvärden. Dranetz Power Platform 4300 BMI kan mäta, registrera och analysera elkvalitet, övertoner och energi. Mätinstrumentet visar realtids vågform med uppdatering varje sekund. Dranetz Power Platform 4300 BMI använder Dran-View som mjukvara för att använda mätvärden i dator. En drifttid med batteri erhålls upp till 3 timmar. Energimätningen gjordes med strömtänger till varje fas samt neutralledare. Spänningen mättes på fasskenorna samt neutralledare och skyddsjord.

### **Hagner EC-1**

Hagner EC-1 anger mätning av belysningsstyrkan. Mätområde: 0,1-200.000 lux. Drivkällan är ett 9V standardbatteri.

### **Voltcraft Energy Logger 4000**

Voltcraft Energy Logger 4000 visar energiförbrukning, aktiv och skenbar effekt, effektfaktor, ström, spänning, effekt och min/max värden på mätinstrumentets display. Registrerad data kan föras över till dator med SD-kort. Instrumentet visar effektmätvärden för apparater från 1,5 W.

## 5 Mätningar på anläggningen

### 5.1 Inledning

Mätningarna gjordes enligt följande. En elkvalitetsanalysator (Dranetz Power Platform 4300 BMI) var inkopplat under en veckas tid på varje mätpunkt på inkommande matning från nätstation till hus E-J. En annan elkvalitetsanalysator (Chauvin Amoux C.A 8335) var inkopplad till ventilationen på respektive byggnad för att kunna urskilja denna från total belastning. För en översiktlig bild av mätpunkternas min, max och medelvärden, *se tabell A.1.*

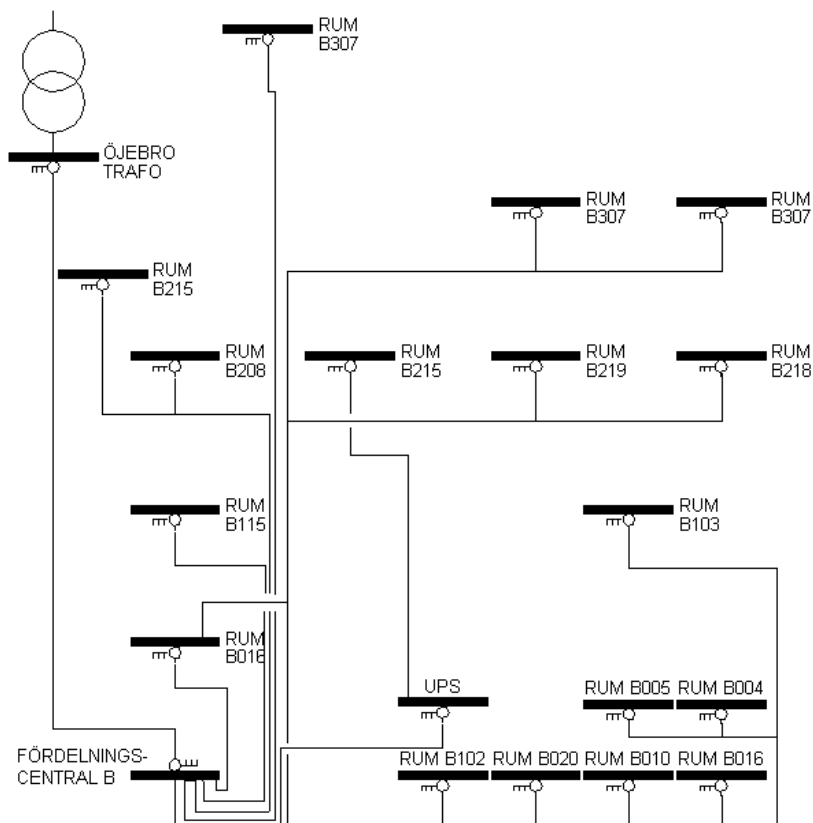
Vid mätning av datorer användes energimätare Voltcraft Energy Logger 4000. Varje mätning gjordes under en veckas tid förutom luxmätningen som utfördes en kväll efter mörkrets inbrott.

### 5.2 Mätning av inkommande last och ventilation

### 5.3 Hus B

Mätning av belastning i hus B från nätstationen på Djupebäcksgatan gjordes i fördelningscentral B belägen i B-husets källarvåning. Elsystemet i denna byggnad är delat i flera grupper varför flera mätningar behövdes. I byggnaden finns belysning, ventilation, datorer och servrar som är de huvudsakliga elförbrukarna., *se figur 5.1.*





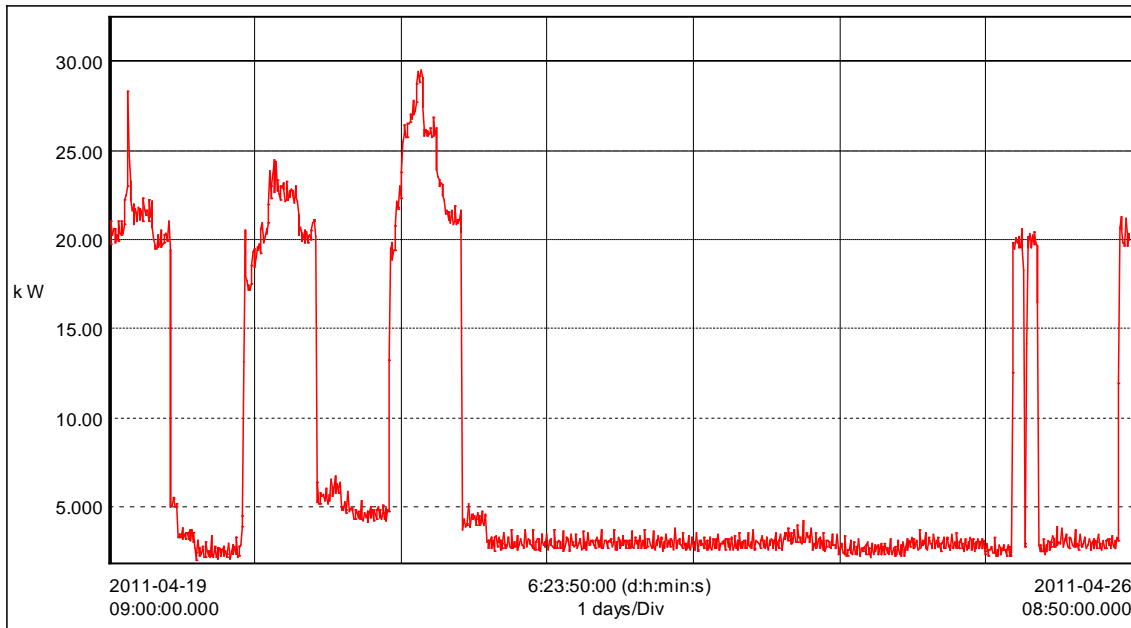
Figur 5.1 Enlinjeschema hus B

### 5.3.1 Grupp B1

Grupp B1 matar en elcentral B1 i rum B016 vilken matar ytterligare 11 centraler. Dessa centraler förser belysning, datorer, fläktrum och ett pumprum med el, *se tabell 5.1*.

Tabell 5.1 Grupp, säkring, förbrukare grupp B1.

Grupp	Säkring(A)	Förbrukare
B1	80	Belysning, datorer, pumprum, fläktrum.



Figur 5.2 Effektkurva grupp B1 tisdag 19 april till tisdag 26 april..

Belastningen ökar ca 07:00 (undantaget måndag och fredag) och varierar mellan ca 20-30 kW de olika dagarna, vid ca 19:00 återgår lasten till nattnivå. Måndagens belastning ökar ca 13:30 och pågår till ca 18:00, effekten uppgår till 20 kW. Under fredagen är aktiviteten låg och belastningen ligger på ca 2-3 kW.

Nattetid ligger effekten på ca 2-5 kW, under helgen ligger effekten mellan ca 2-3 kW, *se figur 5.2.*

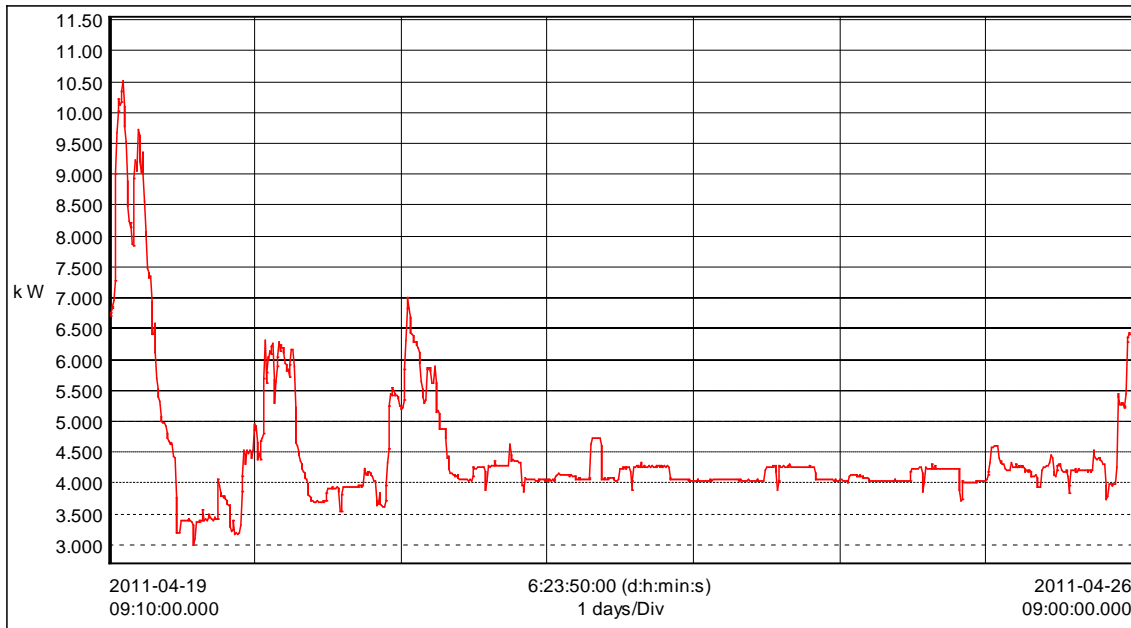
**Observera att Y-axeln på kurvorna i denna rapport inte alltid börjar på noll.**

### 5.3.2 Grupp B2

Grupp B2 matar en elcentral B2, i rum 115 som matar salar med el till datorer och belysning, *se tabell 5.2.*

Tabell 5.2 Grupp, säkring, förbrukare grupp B2.

Grupp	Säkring(A)	Förbrukare
B2	80	Belysning, datorer.



Figur 5.3 Effektkurva grupp B2 tisdag 19 april till tisdag 26 april.

Belastningen varierar från dag till dag både i effekt och i tidpunkt. Effekten är som högst på dagtid ca 10:00- 15:00 och uppnår som mest ca 10,5 kW på tisdagen. Onsdag och torsdag uppnår effekten ca 6-7 kW. På måndagen pågår ingen större aktivitet, effekten varierar mellan ca 3,7–4,6 kW. Effekten börjar öka ca 07:00 och har återgått till nattnivå ca 20:00 på tisdagen och ca 17:30 på onsdag och torsdag. Under fredagen finns en kortvarig belastningsökning till ca 4.7 kW ca 16:00-18:00.

Under kvällstid och nattetid varierar belastningen mellan ca 3,0–4,5 kW.

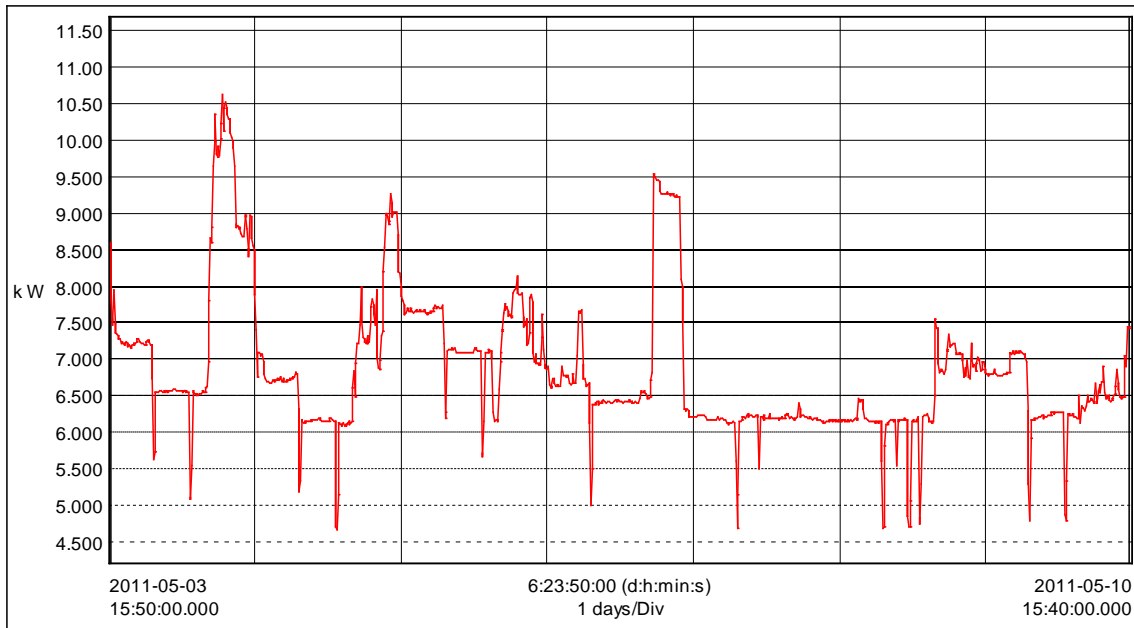
Under hela helgen ligger effekten på nattnivå, *se figur 5.3*

### 5.3.3 Grupp B3

Grupp B3 matar en central i rum B208 och rum B215. Elcentral i rum B208 matar salar med el till datorer och belysning. Elcentral i rum B215 förser ett serverrum med el, *se tabell 5.3*.

Tabell 5.3 Grupp, säkring, förbrukare grupp B3.

Grupp	Säkring(A)	Förbrukare
B3	80	B208 Belysning, datorer. B215 serverrum.



Figur 5.4 Effektkurva grupp B3 tisdag 3 maj till tisdag 10 maj.

Vid ca 08:00 ökar belastningen och uppgår till ca 10,5 kW som mest på onsdagen, belastningen är lägre övriga dagar ca 7,5–9,0 kW. Vid ca 16:00 avtar belastningen till ca 7 kW och vid ca 23:00 sjunker belastningen till nattnivå.

Natttid ligger effekten på ca 6-7 kW med undantag för kortvariga sänkningar ner till ca 5 kW.

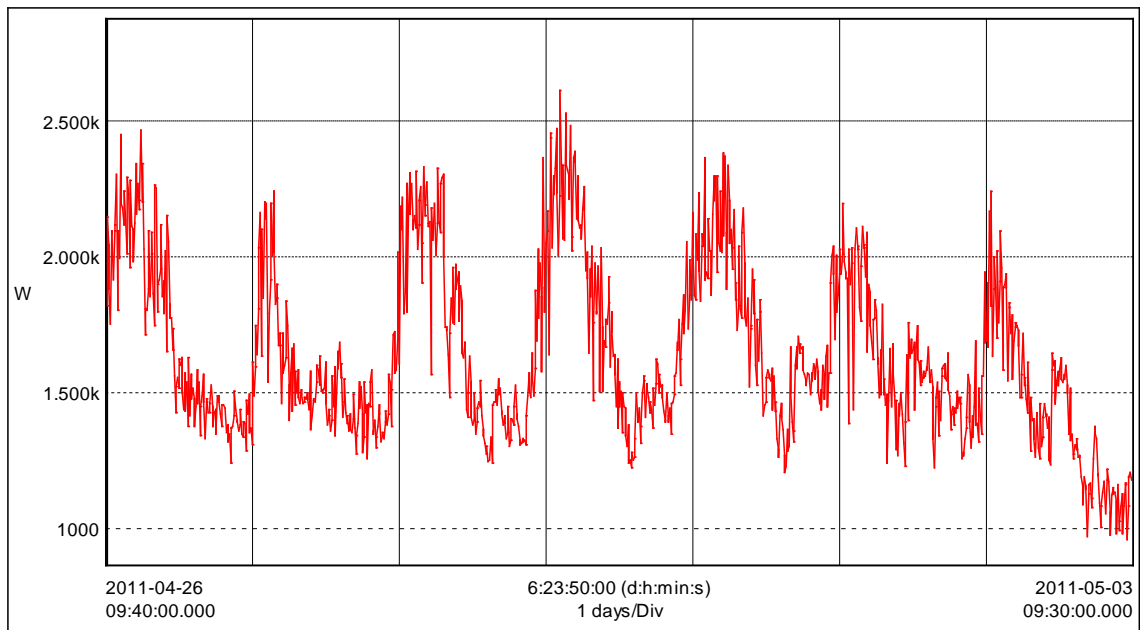
På lördagen ökar förbrukningen från nattnivå till ca 9,5 kW ca 09:00 och återgår till nattnivå ca 14:00. På söndagen ligger effekten lite över 6 kW hela dagen med undantag av två kortvariga sänkningar ner till något under 5 kW, *se figur 5.4*.

### 5.3.4 Grupp B6

Grupp B6 matar en elcentral B6 i rum B307, *se tabell 5.5*.

Tabell 5.5 Grupp, säkring, förbrukning grupp B6.

Grupp	Säkring(A)	Förbrukare
B6	125	Ventilation rum B307



Figur 5.5 Effektkurva grupp B6 tisdag 26 april till tisdag 3 maj.

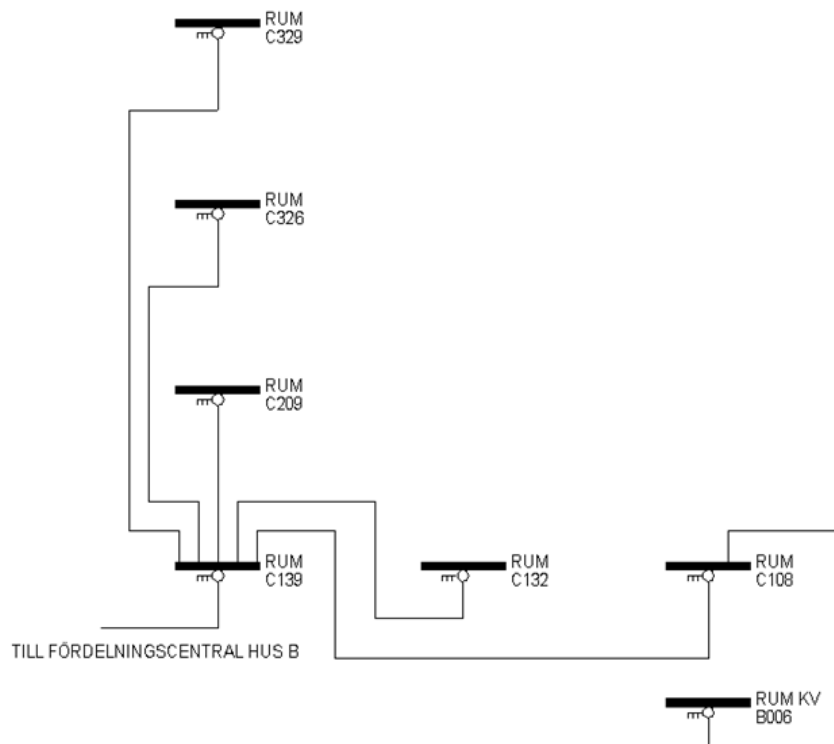
Effekten uppgår till ca 2,6 kW som mest under denna veckas mätning. Belastningen börjar öka ca 08.00-09:00 på morgnarna. Belastningen är som störst mellan ca 11:00 till ca 14:00. Effekten avtar sedan och är tillbaka på nattnivå vid ca 22:00 till 23:00. Förbrukningen är likvärdig alla dagar i veckan. Förbrukningen nattetid ligger mellan ca 1,0–1,6 kW. *se figur 5.5.*

## 5.4 Hus C

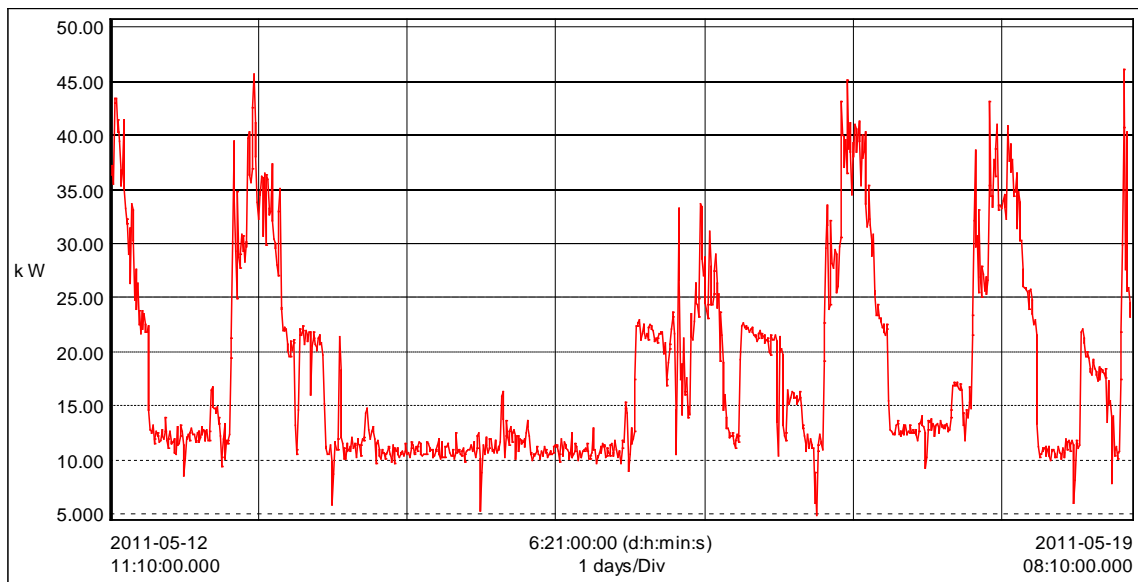
Mätning av belastning till hus C från nätstationen på Djupebäcksgatan gjordes i en undercentral i rum C 139. Strömförsörjningen till byggnaden förser ett kafé med köksutrustning, belysning i salar, samt en ventilationsanläggning i rum C329, *se tabell 5.5.*

Tabell 5.5 Centraler, säkring, förbrukare hus C.

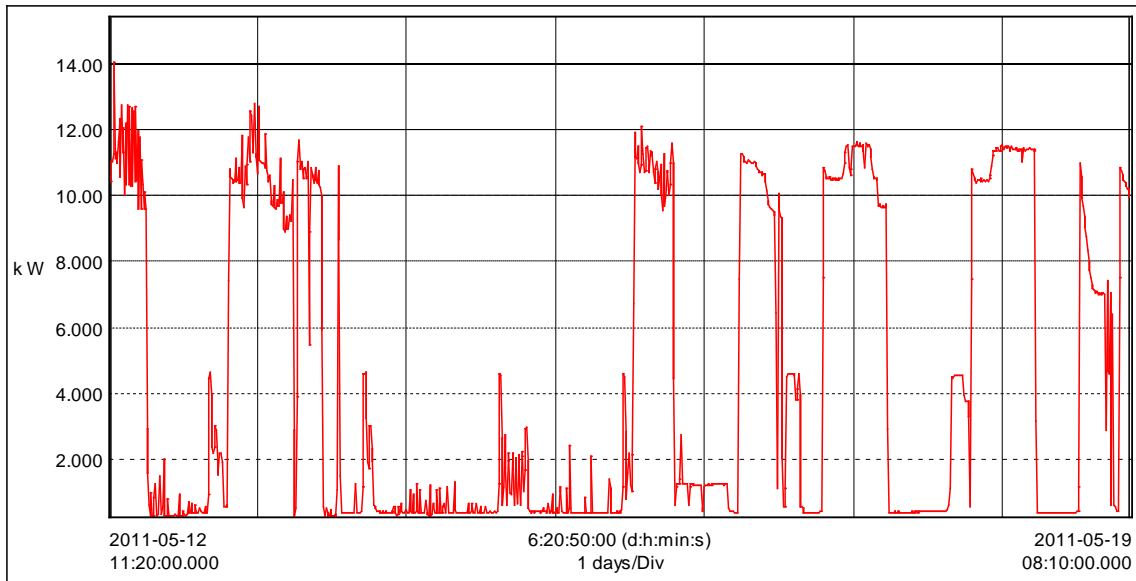
Central	Säkring(A)	Förbrukare	
C108	100	Belysning	
C132	63	Köksutrustning	
C209	100	Belysning	
C326	100	Belysning	
C329	80	Ventilation	



Figur 5.6 Enlinjeschema hus C



Figur 5.7 Effektkurva hus C tisdag 19 april till onsdag 4 Maj.



Figur 5.8 Effektkurva ventilation rum C329 tisdag 19 april till onsdag 4 Maj.

Förbrukningen börjar öka ca 05:30 på dagtid från ca 11-13 kW förutom måndagen då belastningen ökar redan ca 00:00. Förbrukningen uppgår till som mest ca 45 kW mellan ca 10:00 till 11:00 varav ventilationen står för ca 11 kW. Förbrukningen i denna byggnad varierar kraftigt från dag till dag då ventilationen startar och slår ifrån olika tider både nätter och helg.

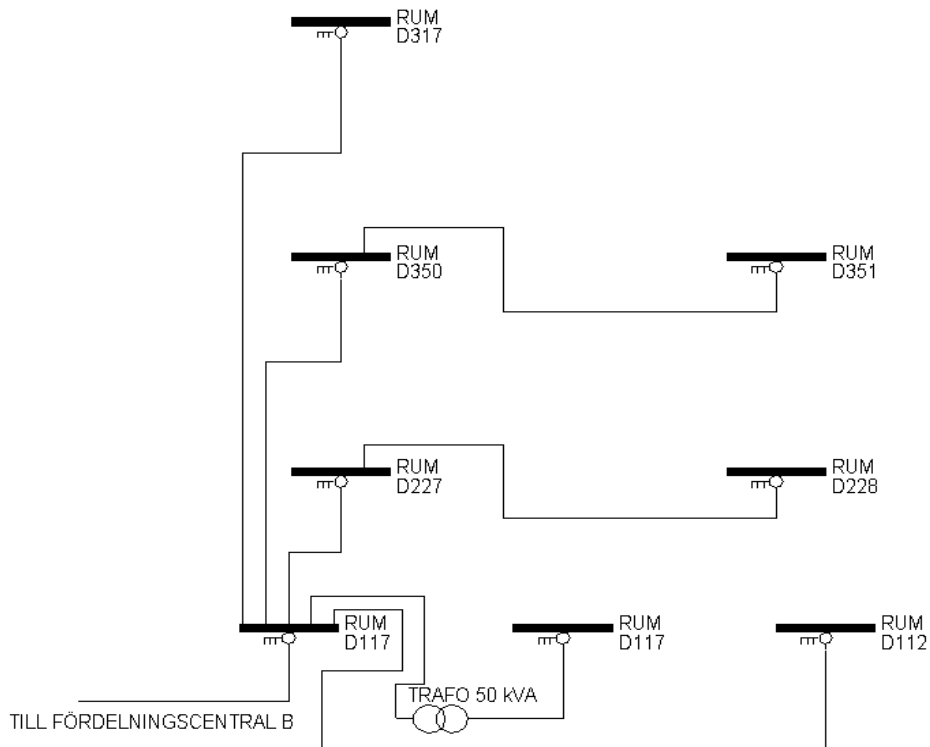
Förbrukningen nattetid och helg då ingen ventilation är igång ligger runt ca 11-13kW och har några kortvariga sänkningar av lasten ner till ca 5 kW, se figur 5.7 och 5.8.

## 5.5 Matning hus D

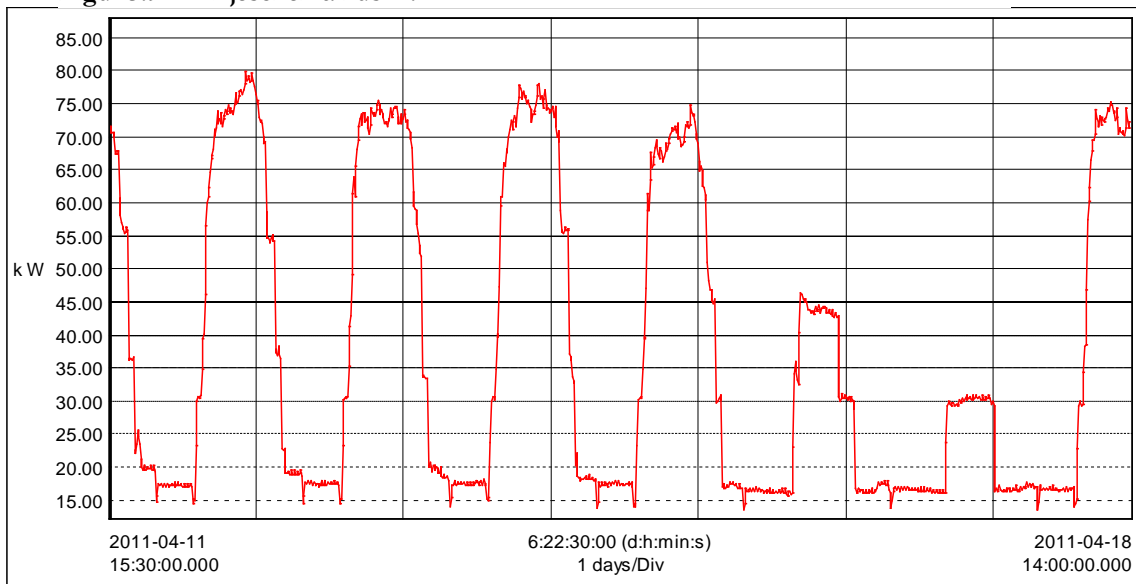
Mätning av belastning till hus D från nätstationen på Djupebäcksgatan gjordes i en undercentral i rum D 117. Strömförsörjningen till byggnaden förser en transformator för laboratorieutrustning i rum D117samt belysning datorer och en ventilationsanläggning i rum D 317, se tabell 5.6 .

Tabell 5.6 Central, säkring, förbrukare hus D.

Central	Säkring(A)	Förbrukare
D112	63	Belysning
D117	80	Transformator (50kVA)
D227	63	Belysning, datorer
D350	63	Belysning, datorer
D317	80	Ventilation

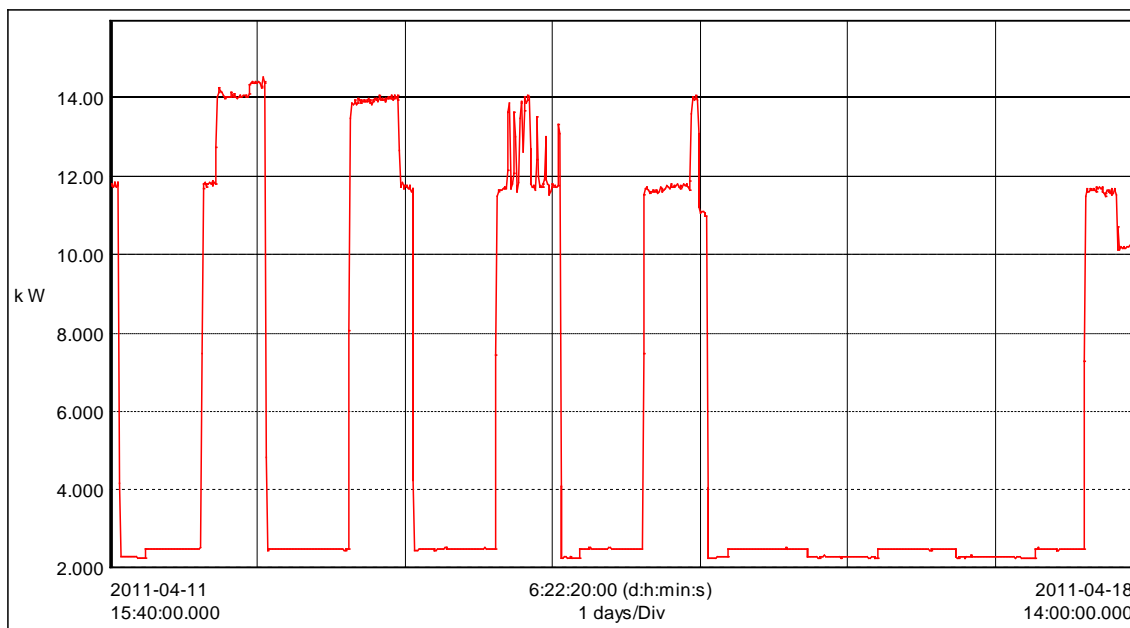


Figur 5.9 Enlinjeschema hus D.



Figur 5.10 Effektkurva hus D måndag 11 april till måndag 18 april.





Figur 5.11 Effektkurva Ventilation rum D317 måndag 11 april till måndag 18 april.

Under dagtid ökar den totala förbrukningen ca 05:00 från ca 17 kW gradvis upp till ca 80 kW som mest på eftermiddagen för att sedan avta och vid ca 20:00 stanna på ca 20 kW fram till ca 23:00 då förbrukningen återgår till nattnivå. Av totalförbrukningens 80 kW utgör ventilationen ca 12-14 kW. Ventilationen startar ca 06:00 och är igång fram till ca 17:00 då den går ner till vänteläge ca 2,5 kW.

Natttid ligger den totala effekten på ca 17 kW, ingen ventilation förekommer.

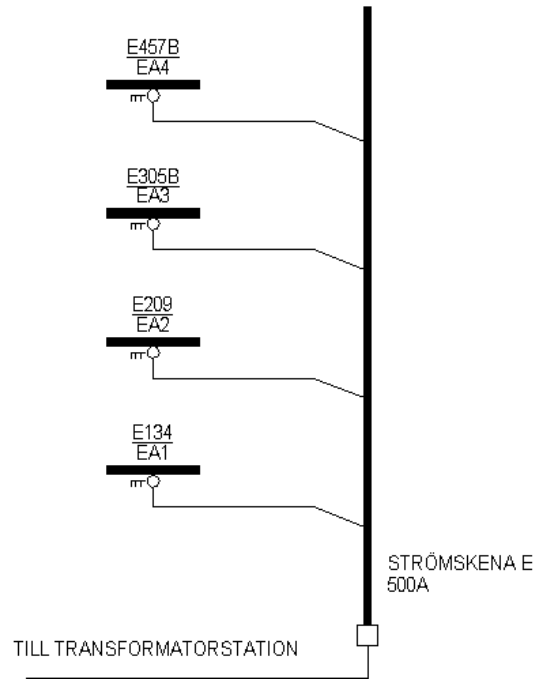
Under helgen förekommer ingen ventilation. På lördagen ca 07:00 ökar effekten och upp- går till ca 46 kW ca 08:00 och trappar sedan ner under dagen och vid ca 17:00 är effekten tillbaka på nattnivå ca 17 kW. Ca klockan 08:00 på söndagen ökar förbrukningen från nattnivå till ca 30 kW och har återgått till nattnivå ca 16:00, se figur 5.10 och 5.11.

## 5.6 Matning hus E

Mätning av belastning till hus E från nätstationen på Gustava Melins gata. Strömförsörjningen till byggnaden förser belysning och datorer med el, se tabell 5.7.

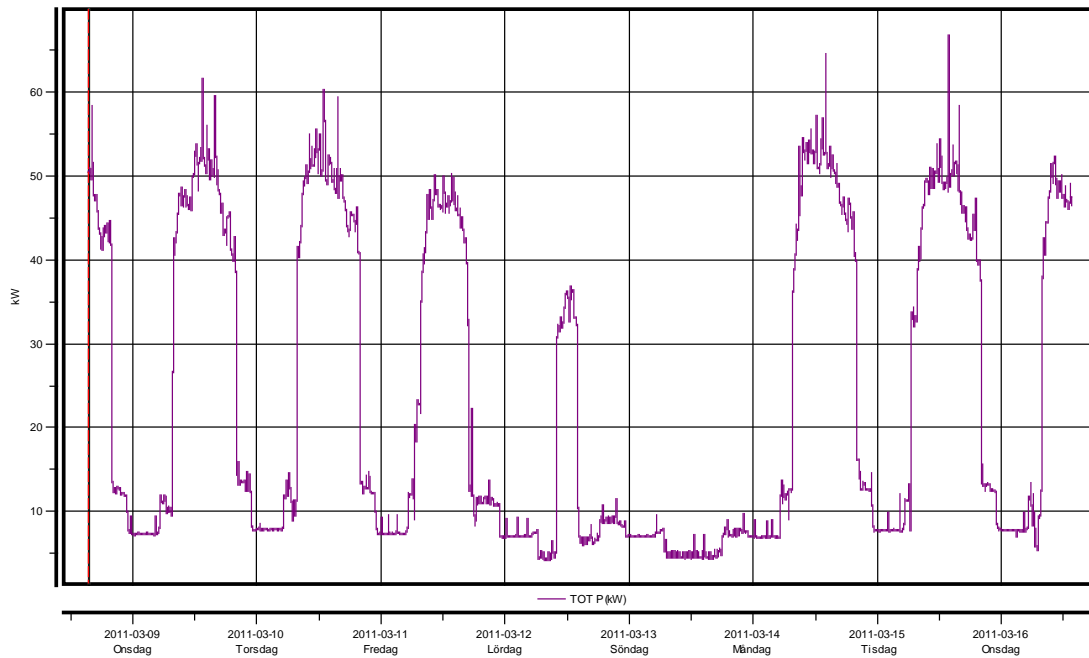
Tabell 5.7 Central, säkring, förbrukare hus E.

Central	Säkring(A)	Förbrukare
E134	50	Belysning
E209	50	Belysning, datorer
E305B	50	Belysning, datorer
E457B	50	Belysning, datorer



Figur 5.12 Enlinjeschema hus E

Dran-View 6.9.00 HASP : 1508116473 (69E407F9h)



Figur 5.13 Effektkurva hus E onsdag 9 mars till onsdag 16 mars.

Effektuttaget på dagtid ca 08:00-20:00, ligger mellan ca 40 kW och 67 kW.

Under kvällstid sjunker effekten drastiskt klockan 20:00 då biblioteket stänger från ca 40 kW till 14 kW, förutom fredag då biblioteket stänger tidigare, kl 17:00 sjunker belastningen från ca 40 kW till ca 12 kW.

På nätterna ligger förbrukningen på ca 8 kW då larmet är aktiverat mellan 23:00-05:00.

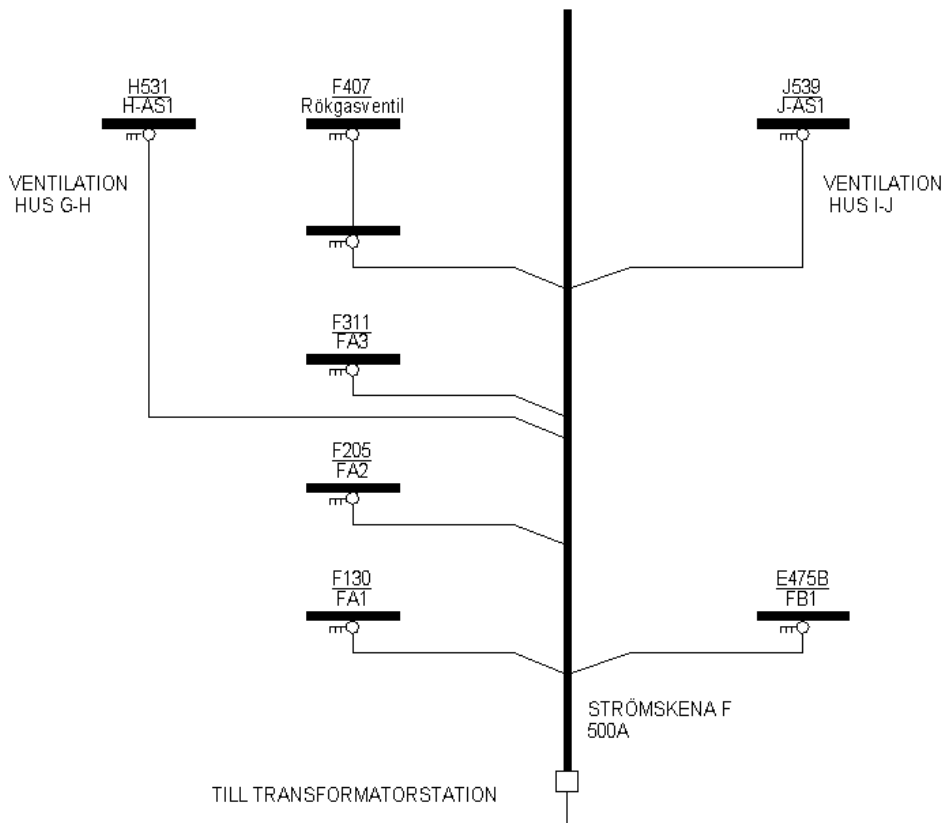
Under helgen uppgår effekten till ca 37 kW som mest på lördagen då biblioteket har öppet. Under söndagen är biblioteket stängt och effekten pendlar mellan ca 4-9 kW, *se figur 4.2*.

## 5.7 Matning hus F

Mätning av belastning till hus F från nätstationen på Gustava Melins gata. Strömförsörjningen i hus F förser belysning i hus F och ventilationsanläggningarna H-AS1 i hus G-H och J-AS1 i hus I-J, *se tabell 5.8*.

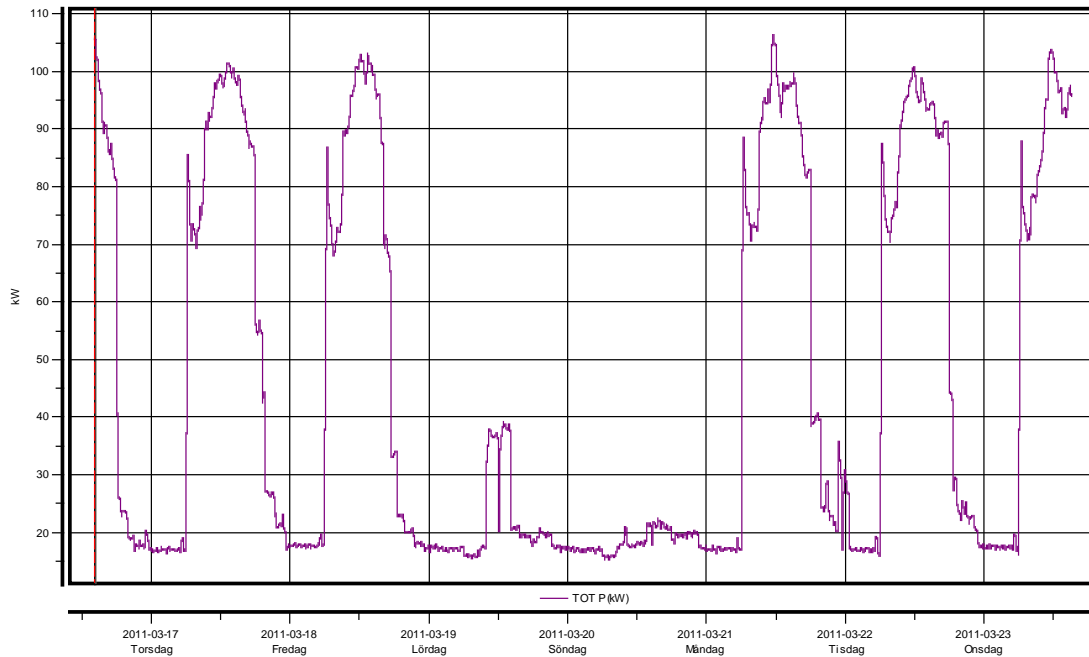
Tabell 5.8 Central, säkring, förbrukare hus F.

Central	Säkring(A)	Förbrukare
F130	50	Belysning
F205	50	Belysning
F311	50	Belysning
F407	50	Belysning
H-AS1	80	Ventilation
J-AS1	80	Ventilation
F-B1	50	Belysning

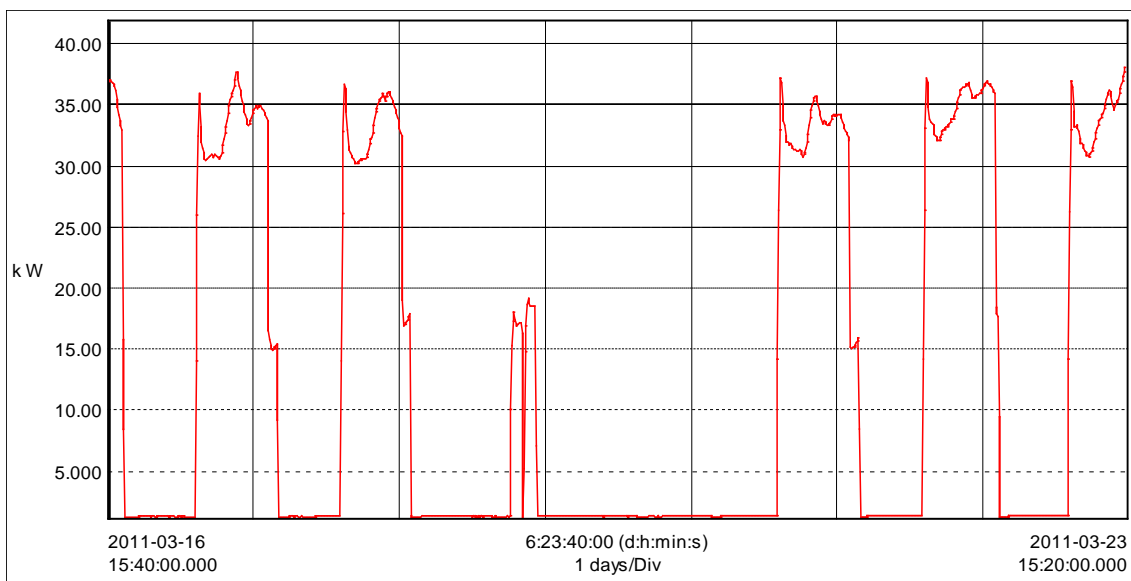


Figur 5.14 Enlinjeschema hus F.

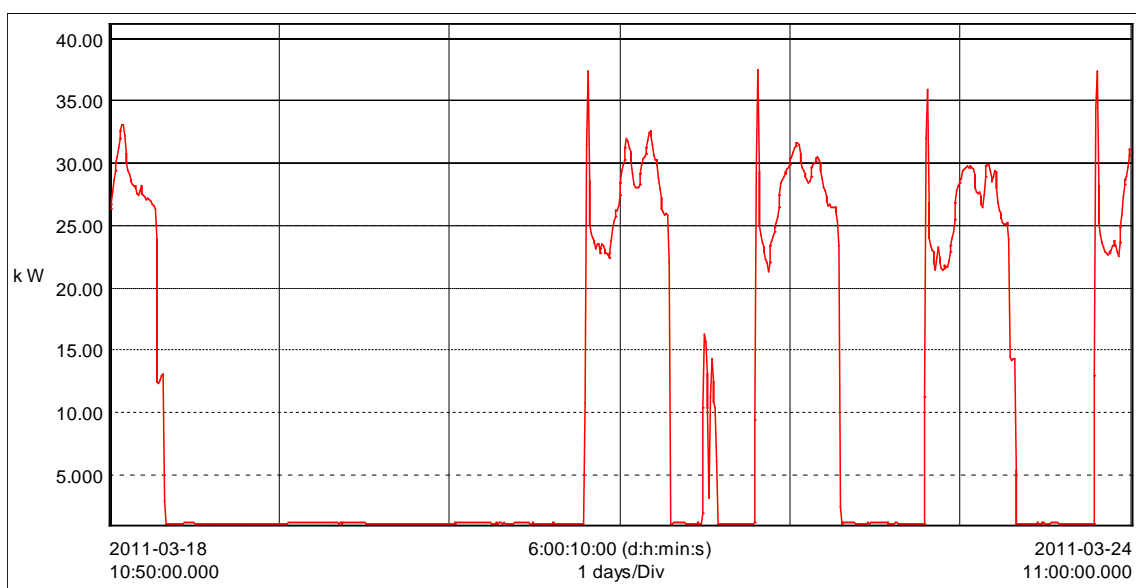
Dran-View 6.9.00 HASP : 1508116473 (69E407F9h)



Figur 5.15 Effektkurva hus F onsdag 16 mars till onsdag 23 mars.



Figur 5.16 Effektkurva H-AS1 onsdag 16 mars till onsdag 23 mars.



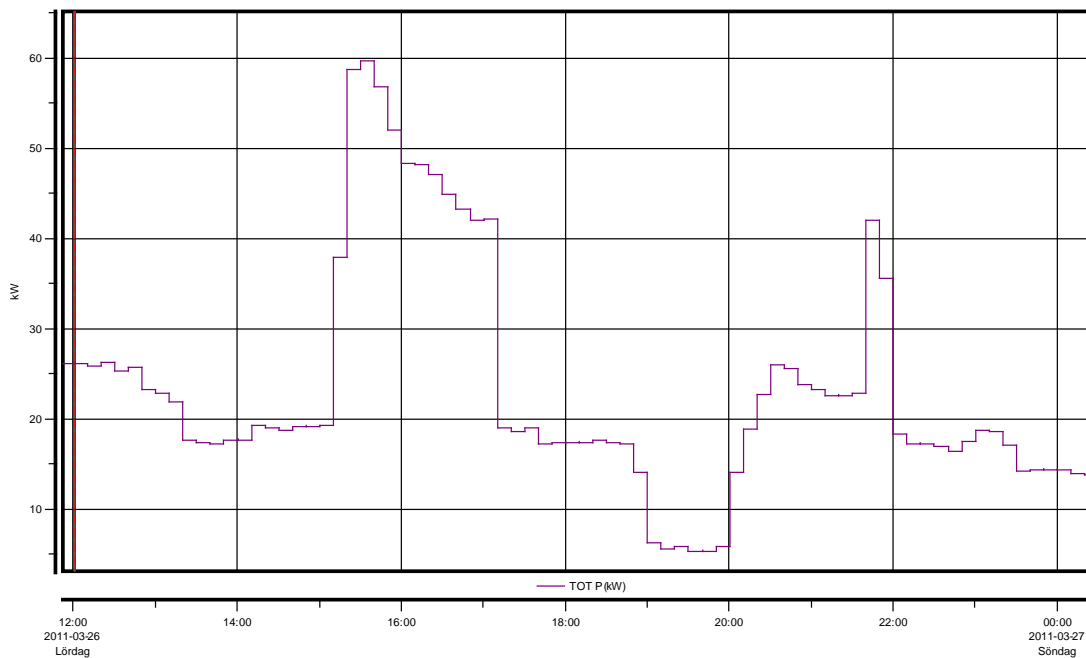
Figur 5.17 Effektkurva J-AS1 fredag 18 mars till torsdag 24 mars

På dagtid ca 06:00 ökar förbrukningen från ca 17 kW till ca 101-106 kW mitt på dagen (varav ventilationsanläggningarna står för ca 70 kW) beroende på vilken dag som avses då belastningstopparna är lite olika från dag till dag. Ca kl 18:00 har ventilationen återgått till vänteläge ca 2,5 kW för båda anläggningarna tillsammans. Den totala förbrukningen avtar under eftermiddagen och vid 23 tiden har förbrukningen återgått till nattnivå förutom tisdag kväll då ventilation J-AS1 startar ca 22:45 och uppnår ca 16 kW för att sedan återgå till vänteläge ca 00:40 på onsdagen.

Natttid ligger den totala förbrukningen på ca 17 kW från ca 23:00 till ca 05:00 och ventilationens totala effekt ligger på ca 2,5 kW.

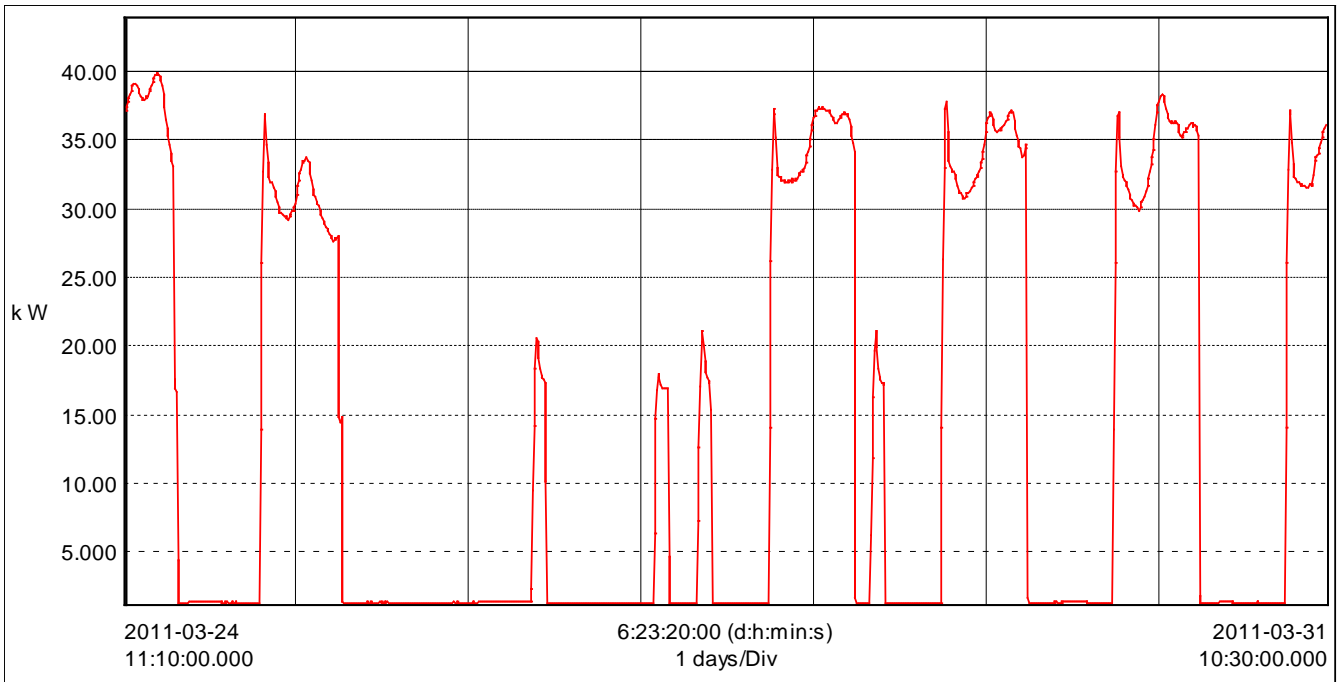
Under helgen är belastningen avsevärt lägre då endast H-AS1 startar ca 09:50 på lördagen och är avstängd igen ca 14:20. Den totala förbrukningen uppgår till ca 39 kW då ventilationen är igång men hamnar på ca 21 kW efter 14 tiden och återgår till nattnivå ca 21:00. På söndagen är aktiviteten låg endast ca 22 kW som mest, ingen ventilation är igång under hela dagen *se figur 5.15, 5.16, 5.17.*

Dran-View 6.9.00 HASP : 1508116473 (59E407F9h)

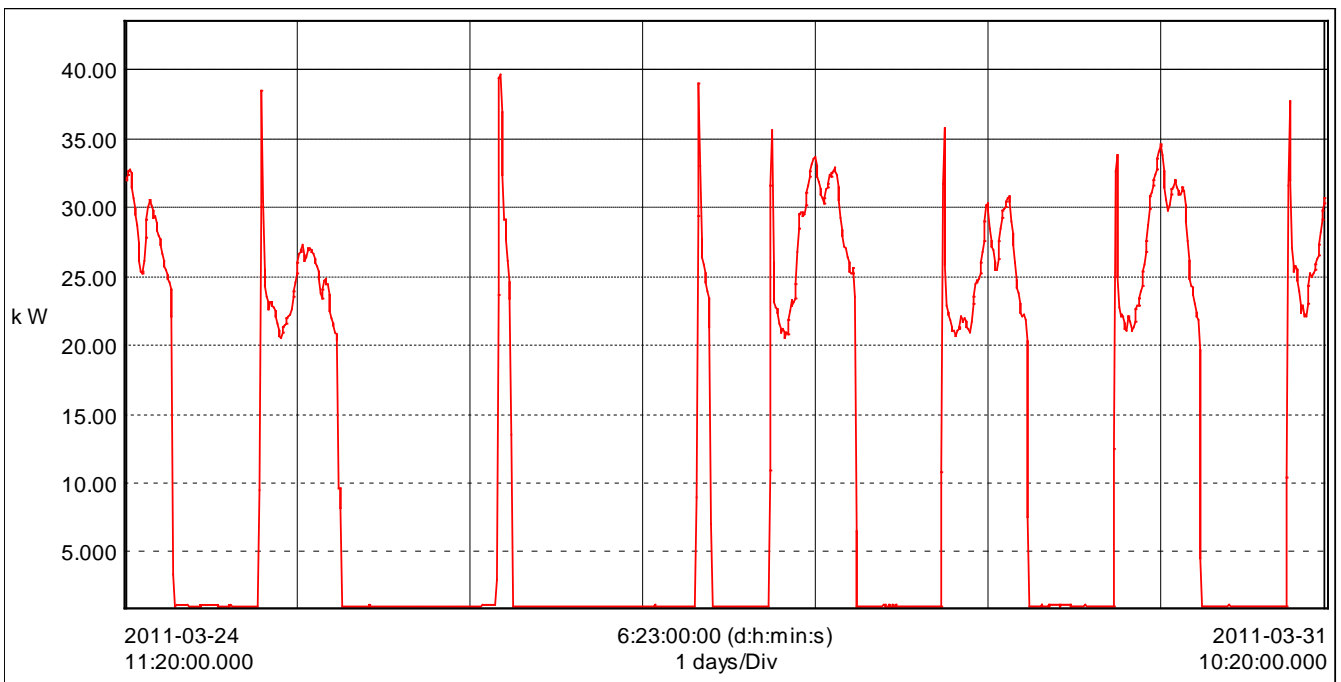


**Figur 5.18 Effektkurva under Earth Hour lördagen 26 mars.**

På lördagskvällen den 26 mars påbörjades nedsläckningen av byggnaden ca 19:00 inför Earth Hour och belastningen sjunker från ca 14 kW till ca 6 kW fram till ca 20:00 då ventilation H-AS1 startar och belastningen ökar med ca 20 kW, ventilationen är igång fram till ca 22:00. Klockan 21:30 då Earth Hour är över tänds byggnaden upp igen och belastningen ökar ytterligare fram till ca 22:00 då ventilationen stängs av och belastningen sjunker till ca 17 kW. Ventilation J-AS1 är inte igång under Earth Hour, *se figur 5.18, 5.19, 5.20.*



Figur 5.19 Effektkurva H-AS1 tisdagen 24 mars till torsdagen 31 mars.



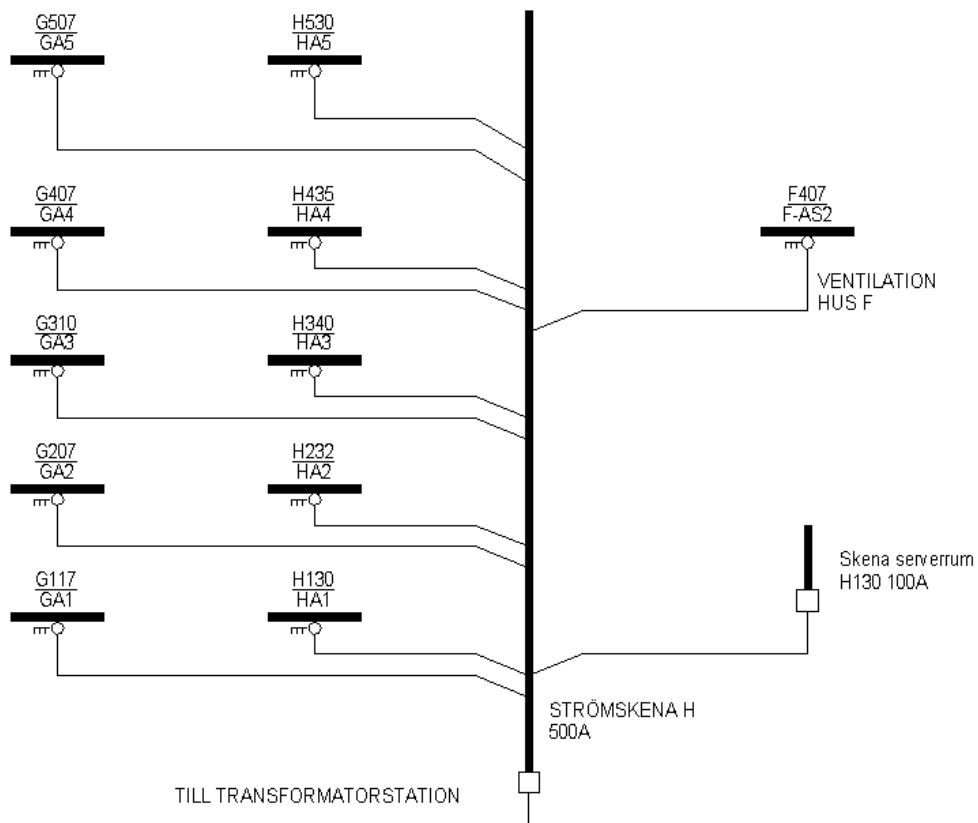
Figur 5.20 Effektkurva J-AS1 tisdagen 24 mars till 31 mars.

## 5.8 Matning hus G-H

Mätning av belastning till hus G och H från nätstationen på Gustava Melins gata pågick i två omgångar under tiden onsdag 16 mars till onsdag 23 mars och 23- 28 mars, den senare för att få med Earth Hour. Strömförsörjningen förses byggnaden med kraft till belysning, datorer och pentryn med mikrovågsugnar och en ventilationsanläggning F-AS2 i hus F, *se tabell 5.9, figur 5.21.*

Tabell 5.9 Central, säkring, förbrukare hus G-H.

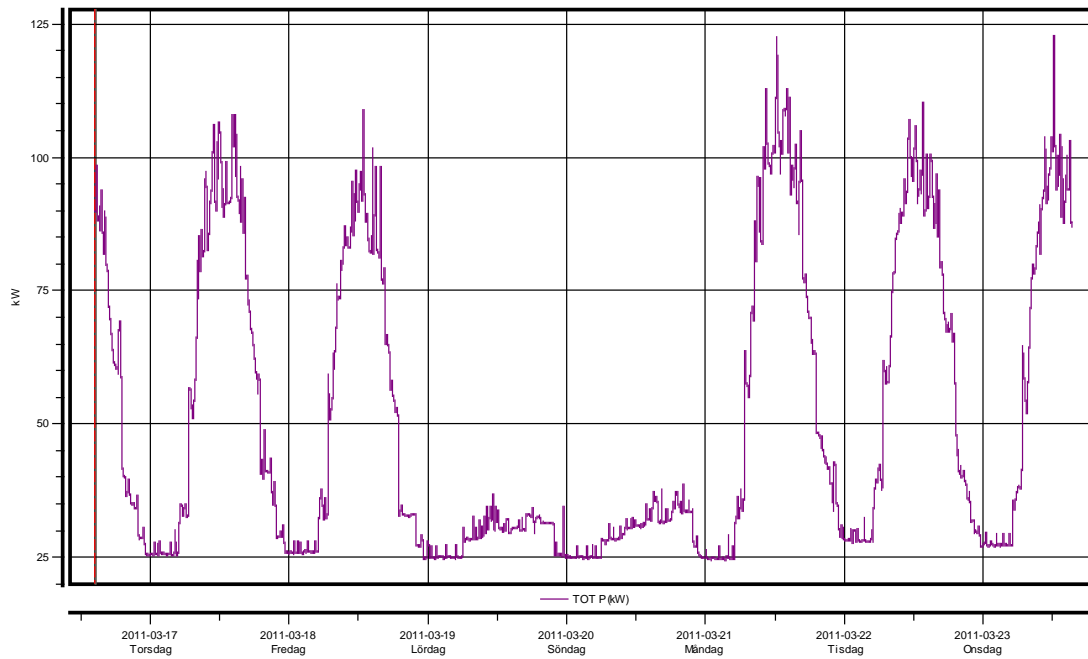
Central	Säkring(A)	Förbrukare
G117	50	Belysning, datorer
H130	50	Belysning, datorer
G207	50	Belysning, datorer
H232	50	Belysning, datorer
G310	50	Belysning, datorer
H340	50	Belysning, datorer
G407	50	Belysning, datorer
H435	50	Belysning, datorer
G507	50	Belysning
H530	50	Belysning
F-AS2	80	Ventilation



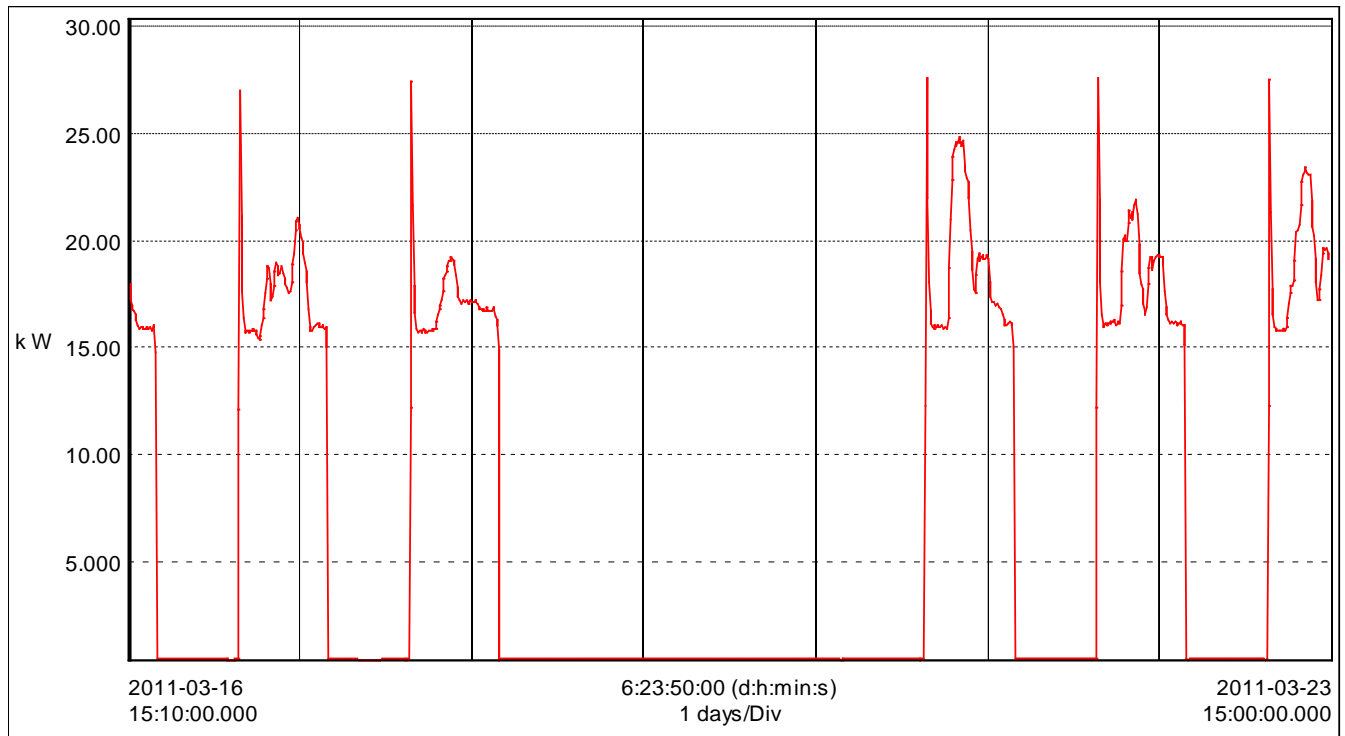
Figur 5.21 Enlinjeschema hus G-H



Dran-View 6.9.00 HASP : 1508116473 (59E407F9h)



Figur 5.22 Effektkurva hus G-H onsdag 16 mars till onsdag 23 mars.



Figur 5.23 Effektkurva F-AS2 onsdag 16 mars till onsdag 23 mars.

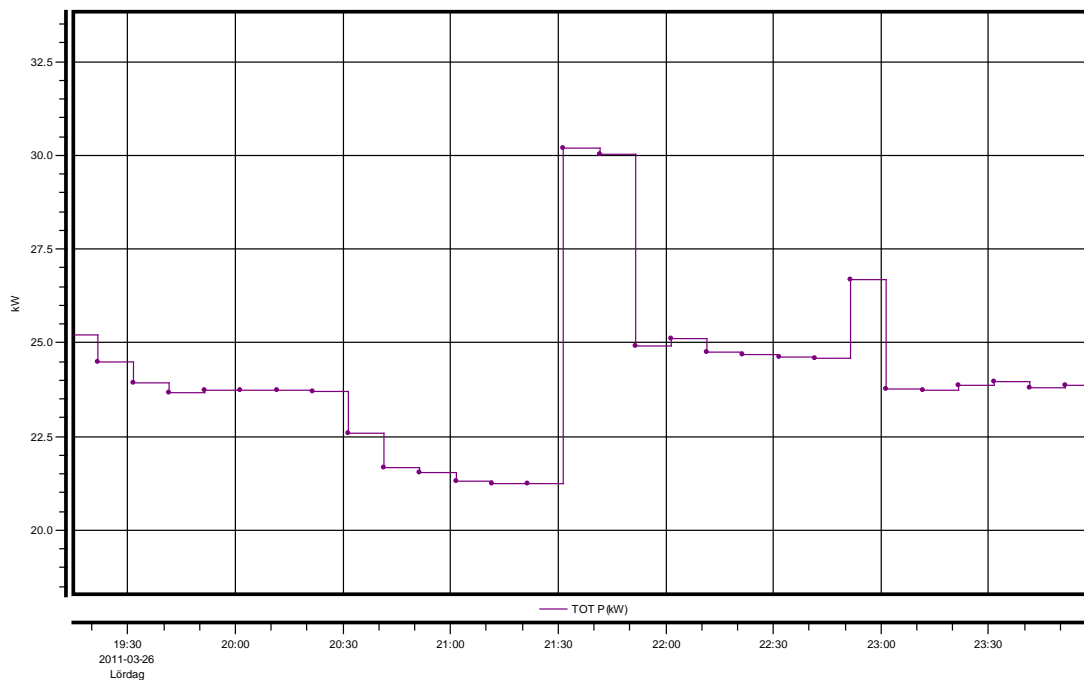
Effektuttaget under dagtid börjar öka ca 05:00 från ca 25-30 kW beroende på vilken dag som avses då effektförbrukningen nattetid varierar från natt till natt. Effekten uppgår som mest till ca 123 kW mitt på dagen och återgår gradvis till nattnivå efter 23:00.

Ventilationen startar ca 06:20 varje morgon och efter ca 20 minuter når den sitt högsta värde ca 27 kW och avtar sedan för att variera mellan ca 16 kW till ca 24 kW fram till kl 19:00 då den återgår till vänteläge.

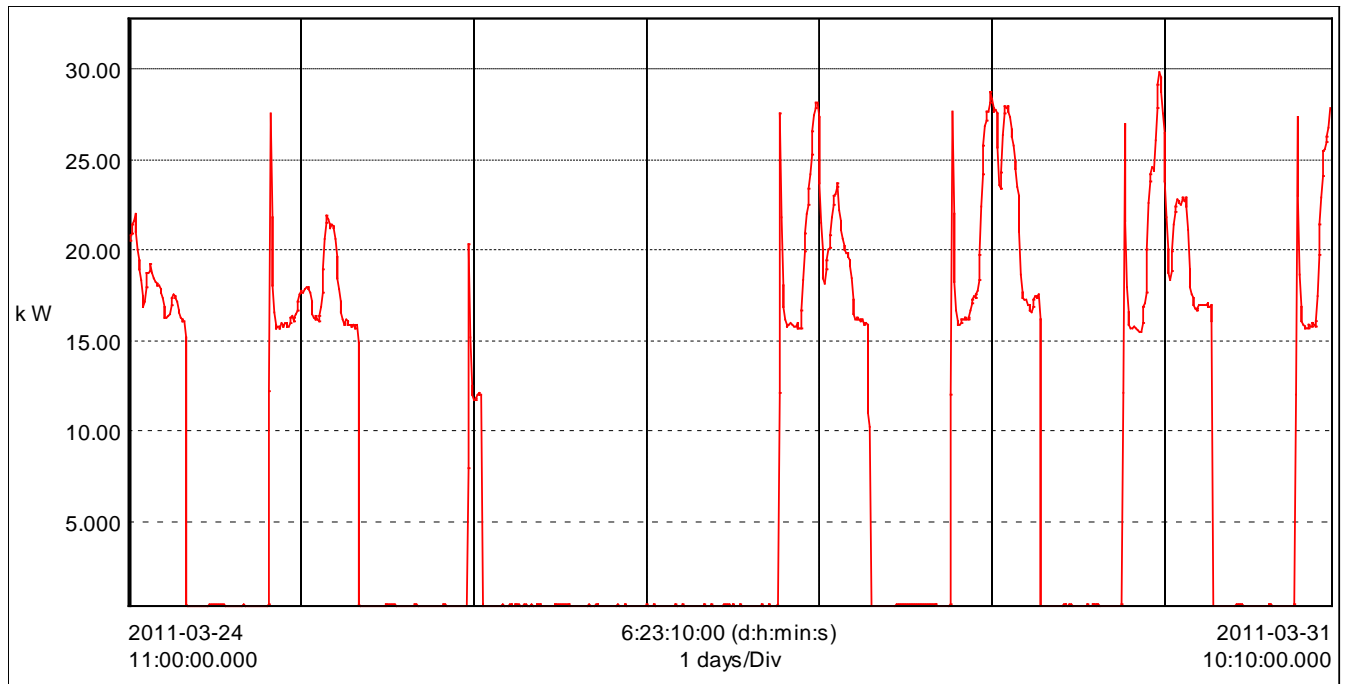
Under nattetid varierar effekten mellan ca 25 kW och ca 30 kW totalt varav ventilationen står för endast ca 400 W då ingen ventilation förekommer.

Under helgen ökar förbrukningen ca 06:00 både lördag och söndag och uppnår som mest ca 37 kW på lördagen och ca 39 kW under söndagen. Klockan ca 22:00 sjunker belastningen på lördagen till nattnivå men ca 23:20-23:30 syns en effekttopp på ca 35 kW. Söndagens belastning avtar 21:45 och har återgått till nattnivå ca 23:00. Ventilationen går i vänteläge under hela helgen, *se figur 5.22, 5.23.*

Dran-View 6.9.00 HASP : 1508116473 (59E407F9h)



Figur 5.24 Effektkurva G-H, Earth Hour lördagen 26 mars.



Figur 5.25 Effektkurva ventilation F-AS2 under Earth Hour lördagen 26 mars.

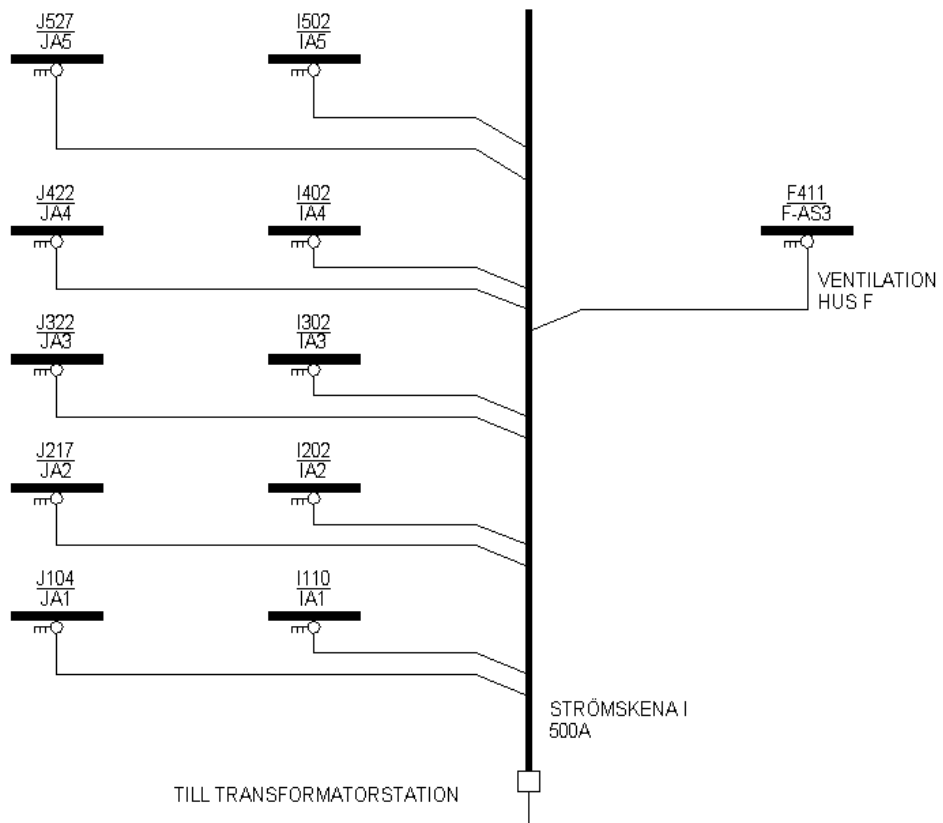
Mätningen av Earth Hour nedsläckningen 26 mars, visar en sänkning av effekten med ca 2,5 kW från ca 19:30 då nedsläckningen av byggnaden påbörjades till ca 21:30 då byggnaden återupptänds och belastningen ökar till ca 30 kW under en kort stund och återgår sedan till nattnivå, ventilation F-AS2 är ej igång under lördagskvällen, *se figur 5.24, 5.25.*

## 5.9 Matning hus I-J

Mätning av inkommande belastning till hus I och J från nätstationen på Gustava Melins gata. Strömförsörjningen till byggnaden förser salar och datasalar med kraft till datorer och belysning och pentryn med mikrovågsugnar och ventilationsanläggningen F-AS3 i hus F, *se tabell 5.10, figur 5.24.*

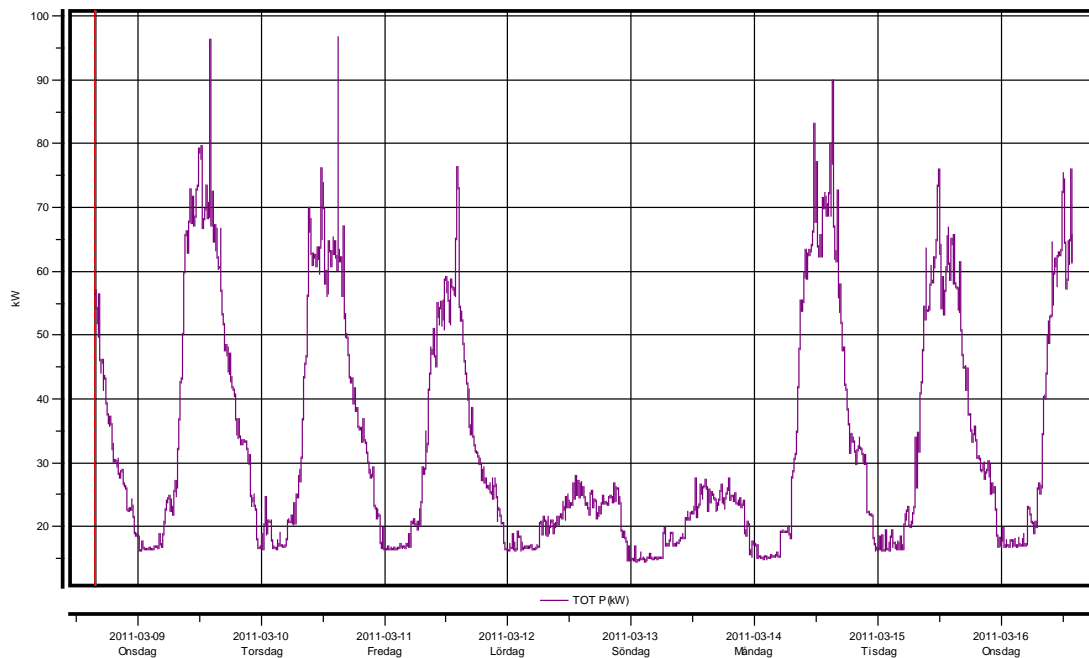
**Tabell 5.10 Central, säkring, förbrukare hus I-J.**

Central	Säkring(A)	Förbrukare
I110	50	Belysning, datorer
J104	50	Belysning, datorer
I202	50	Belysning, datorer
J217	50	Belysning, datorer
I302	50	Belysning, datorer
J322	50	Belysning, datorer
I402	50	Belysning, datorer
J422	50	Belysning, datorer
I502	50	Belysning
J527	50	Belysning
F-AS3	80	Ventilation

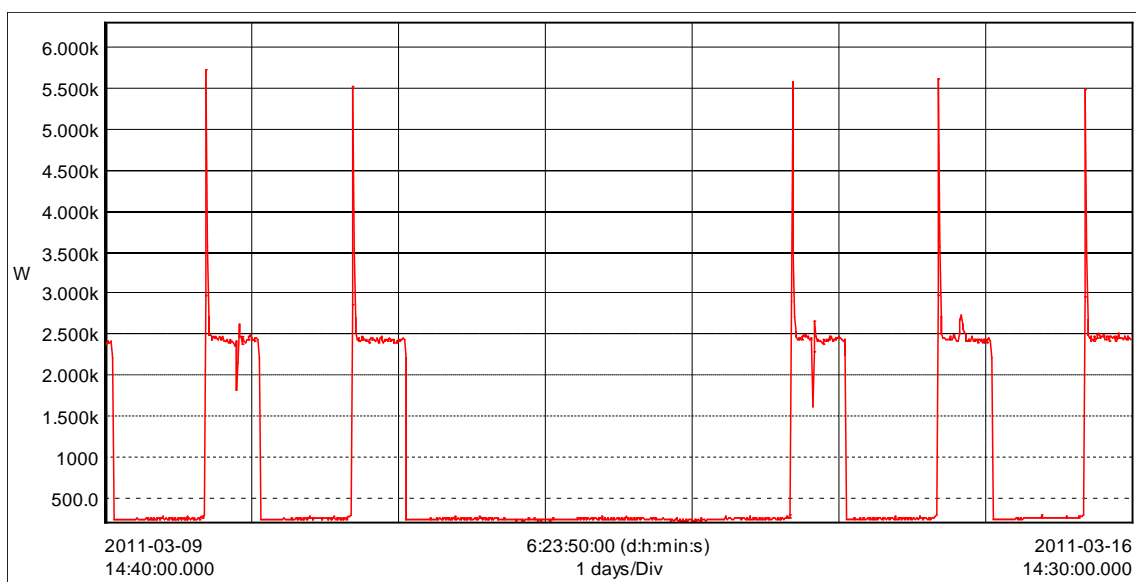


Figur 5.24 Enlinjeschema hus I-J

Dran-View 6.9.00 HASP : 1508116473 (69E407F9h)



Figur 5.25 Effektkurva hus I-J onsdag 9 Mars till onsdag 16 mars.



Figur 5.26 Effektkurva ventilation F-AS3 onsdag 9 mars till onsdag 16 mars.

Effektuttaget på dagtid börjar öka ca 05:00 från ca 17 kW upp till som mest ca 96 kW mellan kl. 13-14 för att sedan avta ner till ca 17 kW vid 23 tiden.

Ventilationen ligger på ca 240 W i vänteläge. Klockan 6:50 startar ventilationen och effekten pikar efter ca 20 minuter på ca 5,7 kW för att sedan sjunka till ca 2,4 kW kl 08:00 och ligga kvar på denna nivå fram till kl 16:00 då anläggningen återgår till vänteläge.

Under nattetid varierar effekten mellan ca 17 kW och 25 kW totalt varav ventilationen endast står för ca 240 W då ingen ventilation förekommer.

På lördag ökar effektuttaget från ca 17 kW kl 06:08 till ca 28 kW som mest vid 13 tiden och kl 22:00 sjunker effekten för att landa på ca 15 kW natten till söndagen. Söndagens effektuttag ökar kl 06:11 från ca 15 kW och uppgår till som mest till ca 28 kW för att som på lördagskvällen återgå till ca 15 kW efter 22:00. Ventilationen står i vänteläge under hela helgen, *se figur 5.25, 5.26.*

## 5.10 Energimätning på datorer

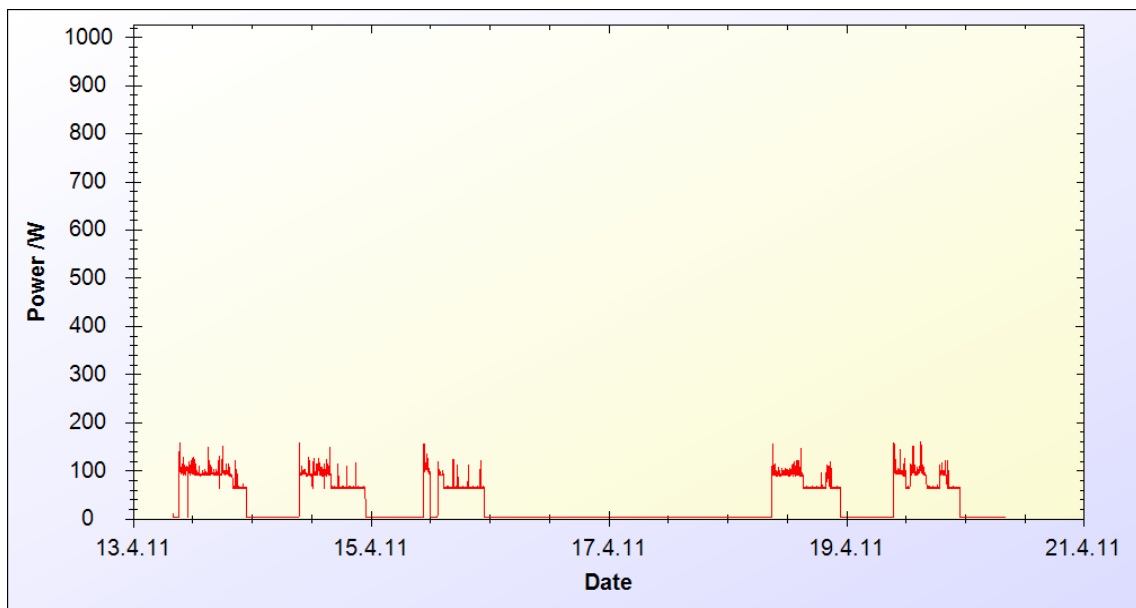
Skolan har ca 1200 aktiva datorer. Energimätningar på datorer har gjorts för att se hur mycket varje enskild dator förbrukar samt se vad datorer i en för skolan typisk datorsal förbrukar. Mätningarna fortlöpte under en veckas tid och resultatet visade förbrukningen i både vänteläge och under aktivitet. Mätningarna utfördes med energimätare Voltcraft 4000. Vid energimätningen av alla 15 datorer i datorsal H341 användes två energimätare av typen Voltcraft 4000 då det inte ansågs lämpligt att sammankoppla alla datorer till en enda energimätare.

### 5.10.1 Enskild dator i bibliotek

Mätningen gjordes på en enskild dator i skolans bibliotek för att få en uppfattning om förbrukningen. Biblioteket har 90 datorer.

På morgnarna när biblioteket öppnar kl 08:00 och datorn loggas in uppgår effekten till ca 160 W under uppstart. Under dagarna varierar effekten mellan ca 70-160 W tills ca 23:00 då datorn loggas ut och förbrukningen går ner till vänteläge.

Under nätterna förbrukar datorn ca 3,2 W. På lördagen användes inte datorn, söndagar har biblioteket stängt, *se figur 5.27*.



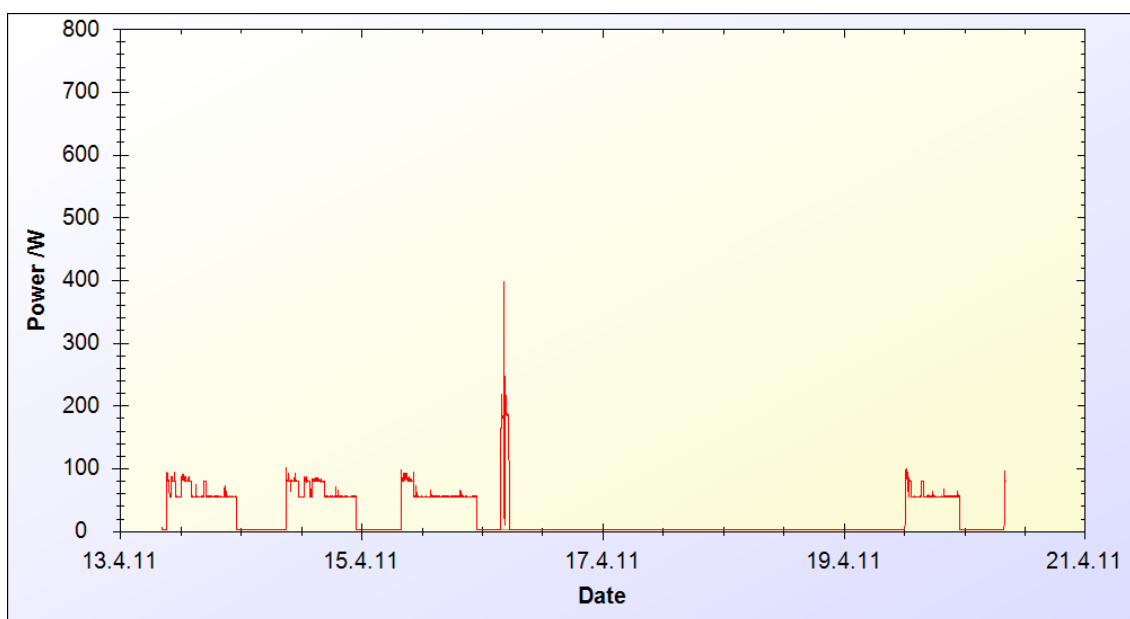
Figur 5.27 Effektkurva enskild dator i biblioteket onsdag 13 april till onsdag 20 april.

### 5.10.2 Enskild dator i datorsal H341

Datorn börjar användas ca 08:00 -09:00 morgnarna onsdag, torsdag, fredag, och effekten uppgår vid uppstart ca 100 W. Effekten varierar mellan ca 50-100 W under dagarna och vid ca 23:00 återgår lasten till vänteläge. På måndagen används datorn inte och förbrukar endast ca 2,7 W. På tisdagen startas datorn först ca 12:00 och stängs av ca 23:00.

Natttid förbrukas ca 2,7 W i vänteläge.

Under lördagen syns en tillfällig effektökning av okänd uppkomst upp till ca 400 W. På söndagen används inte datorn och förbrukar endast ca 2,7 W, *se figur 5.28*.



Figur 5.28 Effektkurva av en dator i datorsal H341 onsdag 13 april till onsdag 20 april.

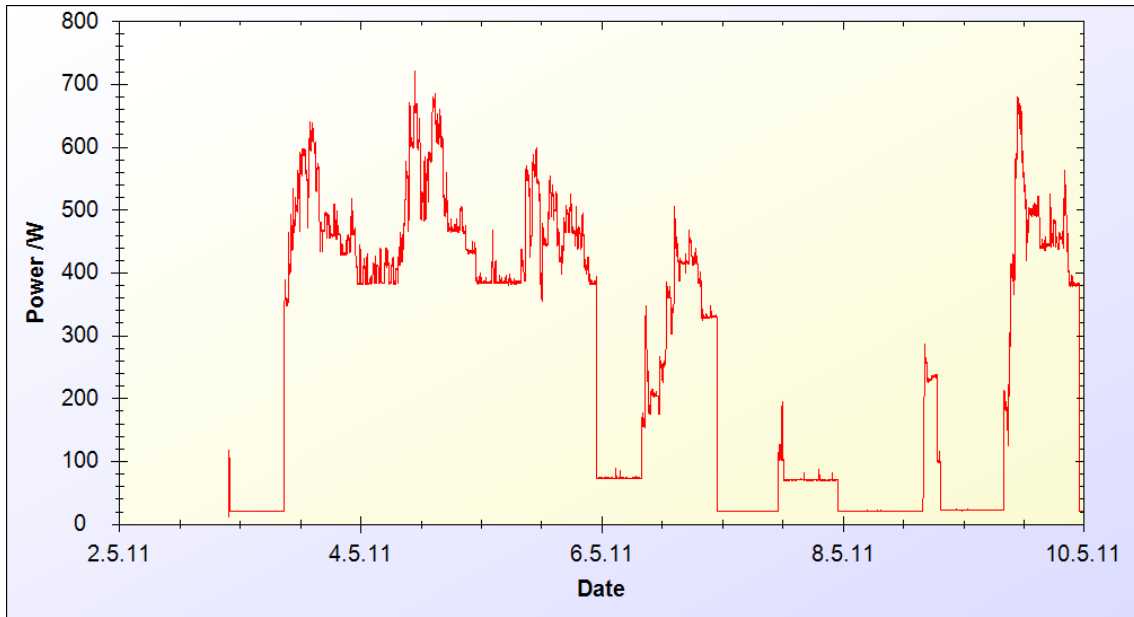
### 5.10.3 Energimätning av datorer i datasal H341

Datorsal H341 har 15 stycken datorer. Mätningen gjordes med 2 stycken energimätare där åtta datorer sammankopplades till den ena energimätaren och de övriga sju till den andra energimätaren.

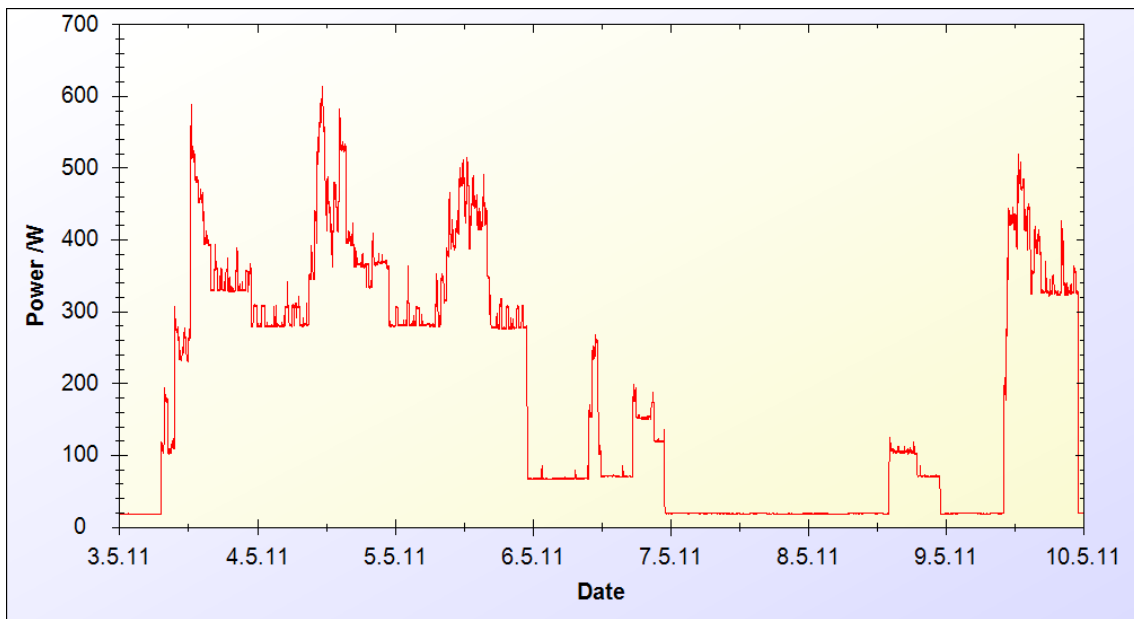
Under dagtid förbrukar alla datorerna tillsammans som mest ca 1200-1300 W vid ca 12:00. Natttid förbrukar datorerna ca 40 W tillsammans då de är avstängda förutom natten till onsdag och torsdag då ett antal av datorerna står på och förbrukar ca 700 W, även natten till fredag står ett par datorer på och förbrukar ca 130 W.

På lördagen och söndagen används inte några datorer i gruppen om sju, i gruppen om åtta används en dator under lördagen och några timmar på söndag eftermiddag, *se figur 5.29 och 5.30*.





Figur 5.29 Effektkurva av 8 stycken datorer i H341 tisdag 3 maj till tisdag 10 maj.



Figur 5.30 Effektkurva av 7 stycken datorer i H341 tisdag 3 maj till 10 maj.

### 5.11 Lux-mätning

Vid ljusmätningen användes en luxmätare typ Hagner EC-1. Ljusmätningen gjordes 13 april på några platser i skolan som upplevdes som extra ljusstarka. Under samma dygn gjordes ytterligare en ljusmätning. Denna gång under kvällstid cirka 20:30 till 21:30, se tabell 5.11.

Tabell 5.11 Mätresultat vid lux mätning dagtid samt rekommenderat, värdena i lux.

Mätpunkt	Dag	Kväll	Rekommenderat
F400 Korridor	2500	146	200
F300 Korridor	125	210	200
Trapphus E	400	205	200
Hall Toalett J333	500	500	200
Hall Toalett I304	365	365	200
Hall Toalett H303	500	500	200
Passage D-E	350	165	200

## **6 Förslag till åtgärder**

### **6.1 Åtgärd med låg kostnad**

Som första förslag på åtgärd föreslås att Högskolan Väst släcker ner all belysning inomhus under den tid som larmet är på. I nuläget lyser det i korridorer, restaurang Västan samt kaféet i byggnad C hela dygnet året runt.

Ytterligare förslag till åtgärd är att koncentrera tillgängligheten av datasalar till våning 1 efter klockan 18.00 och således släcka övriga våningar med undantag för bibliotek och specialdatasalar som till exempel datasal för 3D animation.

Ett tredje åtgärdsförslag är att sätta upp information på toaletter och utrymme där närvarosensorer saknas, med uppmaning att släcka ljuset efter sig när personen lämnar rummet.

Det fjärde åtgärdsförslaget är att mäta belysningens luxtal i korridorer och trapphus mer noggrant och eventuellt byta till effektsvagare kompaktlysrör.

### **6.2 Kostnadskrävande åtgärd**

Ett förslag till åtgärd som kräver vissa investeringar är att förse alla toaletter, som inte redan har det, med rörelsedetektorer.

Som andra förslag föreslås att ett antal solceller monteras för att kompensera för den el som kylning och belysning av Högskolan Västs lokaler förbrukar.

## 7 Analys

I inledningen av examensarbetet enades det om vilka mätpunkter som skulle prioriteras för att det skulle anpassas efter avgränsningar och tilltänkt storleksgrad på arbetet. I projektdirektivet avgränsades mätpunkterna till huskropp E-J men utan reflektion till detta mättes även huskropp B-D. Det positiva med detta var att även om det innebar mer arbete, gav det ett mer översiktligt resultat.

Från klockan 05:00 vardagar ökar effektkurvorna när städpersonalen påbörjar sina pass. Nästa markanta ökning på vardagar sker klockan 08:00 då ordinarie lektionstid har sin start samt att studenter och personal loggar in på datorer.

Generellt sett är energiförbrukningen som störst under lunchtid mellan klockan 12:00 till 13:00 vardagar. Detta är ett resultat av att studenter och personal värmer sin medhavda mat i mikrovågsugnar.

Enligt de mätningar som gjordes visar effektkurvorna sammanräknat på 115 kW under nattetid. Det skall tilläggas att matningen till restaurang Västan grupp (EB1) inte uppmätts då ansvarig för denna inte såg någon chans till besparing. Vid en visuell besiktning under natt visar det sig att hela matsalen lyser dygnet runt. I hus E syns en markant förändring av effekten i samband med bibliotekets öppettider, cirka 40 kW skillnad från stängt till öppet.

Under Earth Hour den 26 mars, vecka 12 pågick en mätning av matande ledning till hus G-H samt hus F. Effekten sänktes med 2,5 kW i hus G-H och 8 kW i hus F. På timavläsningsrapporterna från Trollhättans Energi visar det på en sänkning över hela skolan med cirka 50kW. Detta är ett uppskattat värde från nätstationen på Gustava Melins gata med en sänkning på cirka 40 kW och fördelningsstationen på Djupebäcksgatan med en sänkning på cirka 10 kW. Under en besiktning natten mellan 14 maj till 15 maj konstaterades att det lyste i alla skolans allmänutrymmen såsom korridorer, trapphus, kafé och restaurang dygnet runt, *se tabell B1 och B2*.

Enligt projektören för skolans belysningsystem skall belysningen släckas ned nattetid när larmet är aktiverat. Så är inte fallet.

Vid mätning av datorer kom det fram att en enskild dator förbrukar 2,7- 3,2 W i avstängt läge och 50 – 160 W under dagtid. Förbrukningen per enskild dator var något högre i biblioteket gentemot den i datorsalen som mättes. Efter att mätning gjorts på en hel datorsal konstaterades att under vissa nätter står datorer och är igång. Sammanräknat under denna vecka förbrukade dessa datorer 9,18 kWh nattetid. Biblioteket har 90 stycken datorer som utifrån mätvärden uppskattningsvis tillsammans förbrukar cirka 288 W i avstängt läge. Detta skulle innebära att om det gick att bryta strömmen när biblioteket är stängt sparas det cirka 1600 kWh under ett år. Om detta appliceras på hela Högskolan Väst med cirka 1200 datorer och cirka 3 W per dator och begränsas till de timmar som skolan är larmad, uppgår energibesparingen till 8236 kWh per år.

När ljusstyrkan i skolans utrymmen mättes visade det sig att luxvärdena i de flesta fallen var högre än de rekommenderade värdena. Dock fanns exempel där luxtalet var lägre än det rekommenderade.

Vid närmare analys av de åtgärdsförslag som nämnts är det i första hand de åtgärder med låg kostnad som anses rimliga att utföra för Högskolan Väst. I det första kostnadskrävande åtgärdsförslaget där skolans toaletter skulle förses med rörelsedetektorer skulle detta innebära en kostnad på cirka 1000 kronor per toalett. Högskolan Väst har cirka 90 toaletter utan rörelsedetektorer. Solceller som är nästa förslag innebär en stor investeringskostnad och trots att det finns bidrag på max 60 % av investeringskostnaden så är det svårt att få ekonomi i detta. Det bästa ekonomiska resultatet ges när solcellerna används i kombination som solskydd och för elproduktion [13], [14].

## **8 Slutsatser och framtida arbete**

I avgränsningarna skrevs att fokus skulle ligga på belysningen i huskropparna E-J men med tiden kom arbetet att handla om hela skolan. Detta ledde i sin tur till att arbetet drog ut på tiden. Ett par veckomätningar fick dessutom tas om då mätfiler av någon anledning inte lagrats i elkvalitetsanalysatorn. Marginalerna hade varit större om arbetet endast omfattat hus E-J.

Genom att programmera belysningens styrsystem så att all belysning inomhus släcks under larmad tid kan Högskolan Väst spara cirka 115 000 kWh om året. Arbetet med översyn av belysningens styrsystem bör ske regelbundet då systemet som ska släcka skolan inte fungerar. Belysningen på toaletterna borde haft rörelsedetektorer med i planeringsstadiet vid byggnation av skolan för att vara lönsamt. Att eftermontera dessa på skolans cirka 90 toaletter med vanliga strömställare innebär en investeringskostnad runt 90000 kronor. För Högskolan Väst är det mer ekonomiskt att påverka personal och elever med information om att släcka efter sig på toaletten.

En dator förbrukar omkring 3 W i avstängt läge och Högskolan Väst bör se över om det går att bryta strömmen till alla datorer helt under nattetid för att inte förbruka elenergi i onödan. Som det ser ut i dagsläget efter klockan 18:00 sitter det enstaka elever utspridda i datorsalar över hela skolan. Begränsning av tillgängligheten till datorsalar över våning 1 efter detta klockslag skulle kunna vara en lösning till ytterligare energibesparing.

Att investera i solceller för att spara elenergi är svårt att få lönsamt. Däremot kan det ses som god PR för en teknisk högskola att ha installerat solceller. Eventuellt skulle de kunna användas i utbildningssyfte [14].

## Källförteckning

1. Svensk Energi (2011). *Elanvändning*. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://www.svenskenergi.se/sv/Om-el/Elanvandning> [2011-06-01].
2. Tommy Keränen och Jakob Magnusson (2010). *Elkvalitetsanalys av VBG Groups maskinball*. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://hv.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=1&pid=diva2:324646> [2011-05-16].
3. Ljuskultur (2011). *Energieffektivisering*. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/miljo/energieffektivisering/> [2011-05-20].
4. Starby, Lars (2003). En bok om belysning: underlag för planering av belysningsanläggningar. [Ny, omarb. utg.] Stockholm: Ljuskultur
5. Wall, Leif (1997). *Lärobok i belysningsteknik*. Stockholm: Ljuskultur
6. Arbetsmiljöverket (2011). *Vilka krav...* [Elektronisk]. Tillgänglig. [http://www.av.se/teman/kontorsarbete/ljus\\_och\\_belysning/vilka\\_krav/](http://www.av.se/teman/kontorsarbete/ljus_och_belysning/vilka_krav/) [2011-05-18].
7. Energihandbok (2011). Goda exempel. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://energihandbok.se/x/a/i/10691/Goda-exempel---Byte-fran-T8-Lysror-med-drossel-till-T5-lysrer-med-HF-don.html> [2011-06-01].
8. Fagerhult (2007). *Ljuskällor – egenskaper och sammanfattning*. [Elektronisk]. Tillgänglig. [http://www.fagerhult.se/products/technical-info/documents/fagerhult\\_ljuskallor.pdf?s](http://www.fagerhult.se/products/technical-info/documents/fagerhult_ljuskallor.pdf?s) [2011-05-16].
9. Ljuskultur (2011). Närvarodetektering. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/miljo/energieffektivisering/narvarodetektering/> [2011-05-20].
10. Högskolan Väst (2011). *Hitta till oss*. [Elektronisk]. Tillgänglig. [http://www.hv.se/extra/pod/?module\\_instance=5&id=389](http://www.hv.se/extra/pod/?module_instance=5&id=389) [2011-05-20]
11. Ljuskultur (2011). *Ljus & rum*. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://www.ljuskultur.se/litteratur-och-utbildning/ljus-och-rum/> [2011-05-23].
12. NEA, Högskolan Väst (2005-06-16). *Rambeskrivning Elanläggningar*.
13. Energimyndigheten (2011). *Stöd till solceller*. [Elektronisk]. Tillgänglig. <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Aktuella-bidrag-och-stod-du-kan-soka/Stod-till-solceller> [2011-05-31].
14. Intervju med Dennis Nyström, Energi- & miljösamordnare, Trollhättans Tomt AB.

## A. Effektvärden per mätpunkt

Tabell A.1 Effektvärden per mätpunkt.

Mätpunkt	Datum	Min (kW)	Max (kW)	Medel (kW)
B1	19/4-26/4	2,1	29,5	7,6
B2	19/4-26/4	3,0	10,5	4,5
B3	3/5-10/5	4,7	10,6	6,8
B6	26/4-3/5	1,0	2,6	1,6
C	12/5-19/5	4,9	46,1	18,1
C329	12/5-19/5	0,3	14,0	4,5
D	11/4-18/4	13,5	80,0	37,8
D317	11/4-18/4	2,3	14,5	5,5
E	9/3-16/3	4,4	66,7	23,6
F	16/3-23/3	15,4	106,4	45,0
HAS1	16/3-23/3	1,2	38,0	13,2
JAS1	16/3-23/3	1,0	37,4	10,0
F	24/3-28/3	5,3	108,4	41,0
HAS1	24/3-31/3	1,2	40,0	13,6
JAS1	24/3-31/3	1,0	39,6	10,6
G-H	16/3-23/3	24,6	122,8	50,4
FAS2	16/3-23/3	0,4	27,6	6,9
G-H	24/3-28/3	21,2	120,6	45,3
FAS2	24/3-31/3	0,4	30,0	7,7
I-J	9/3-16/3	4,3	66,7	23,6
FAS3	9/3-16/3	0,2	5,7	0,8



## B. Timavläsningsrapporter

Tabell B.1 Ett utklipp från Trollhättans Energi AB som visar Gustava Melins nätstation under Earth Hour den 26 mars, värdena är i kW.

		Timme													
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Dag	17	408,0	416,0	444,0	416,0	412,0	380,0	344,0	316,0	260,0	220,0	172,0	160,0	152,0	128,0
	18	440,0	400,0	432,0	400,0	384,0	356,0	300,0	228,0	188,0	160,0	156,0	148,0	140,0	128,0
	19	188,0	188,0	192,0	204,0	164,0	160,0	156,0	156,0	148,0	148,0	144,0	140,0	128,0	128,0
	20	136,0	140,0	148,0	148,0	148,0	152,0	148,0	152,0	144,0	148,0	152,0	140,0	132,0	128,0
	21	444,0	448,0	476,0	432,0	416,0	384,0	360,0	316,0	252,0	224,0	180,0	164,0	160,0	140,0
	22	436,0	456,0	472,0	440,0	420,0	396,0	372,0	340,0	280,0	228,0	180,0	160,0	148,0	128,0
	23	432,0	440,0	448,0	412,0	396,0	380,0	352,0	328,0	268,0	212,0	168,0	160,0	148,0	136,0
	24	472,0	440,0	460,0	428,0	424,0	396,0	356,0	332,0	244,0	208,0	172,0	156,0	144,0	128,0
	25	380,0	384,0	412,0	376,0	348,0	328,0	280,0	196,0	172,0	152,0	152,0	148,0	136,0	128,0
	26	180,0	184,0	176,0	168,0	148,0	176,0	172,0	140,0	128,0	108,0	116,0	128,0	124,0	116,0
	27	128,0	128,0	132,0	148,0	148,0	132,0	132,0	132,0	136,0	180,0	176,0	136,0	124,0	124,0
	28	436,0	444,0	416,0	404,0	376,0	336,0	304,0	224,0	196,0	184,0	172,0	152,0	116,0	116,0

Tabell B.2 Ett utklipp från Trollhättans Energi AB som visar Djupebäck nätstation under Earth Hour den 26 mars, värdena är i kW.

		Timme													
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Dag	17	170,4	175,2	172,8	175,2	170,4	160,8	153,6	124,8	112,8	86,4	74,4	67,2	60,0	64,8
	18	172,8	170,4	168,0	170,4	163,2	153,6	136,8	115,2	105,6	76,8	69,6	69,6	60,0	64,8
	19	91,2	96,0	96,0	108,0	103,2	86,4	69,6	79,2	79,2	67,2	64,8	62,4	57,6	62,4
	20	81,6	93,6	100,8	96,0	86,4	84,0	67,2	67,2	64,8	64,8	64,8	64,8	55,2	62,4
	21	187,2	187,2	187,2	180,0	177,6	168,0	151,2	129,6	115,2	84,0	76,8	72,0	67,2	67,2
	22	180,0	180,0	180,0	177,6	172,8	160,8	139,2	122,4	110,4	93,6	86,4	69,6	57,6	62,4
	23	170,4	170,4	177,6	180,0	180,0	180,0	153,6	136,8	112,8	93,6	81,6	81,6	74,4	64,8
	24	177,6	182,4	180,0	177,6	175,2	192,0	160,8	134,4	120,0	103,2	76,8	72,0	64,8	67,2
	25	180,0	180,0	182,4	177,6	180,0	163,2	141,6	127,2	100,8	69,6	62,4	60,0	52,8	60,0
	26	96,0	98,4	93,6	91,2	81,6	74,4	76,8	64,8	57,6	50,4	45,6	48,0	76,8	64,8
	27	69,6	69,6	69,6	69,6	72,0	57,6	57,6	60,0	60,0	64,8	69,6	64,8	57,6	57,6
	28	158,4	160,8	158,4	156,0	146,4	141,6	127,2	112,8	93,6	84,0	69,6	62,4	57,6	60,0