



ENERGIKARTLÄGGNING



KALMAR SLOTT

Juni 2011

EVU AB

Nicklas Ohlsson /
Anna Abrahamsson



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

Innehåll

1.	Allmänna uppgifter om uppdraget.....	3
1.1	Uppdragets innehåll	3
1.2	Kontaktperson under energianalysen	4
1.3	Driftorganisation	4
1.4	Aktuella energipriser	4
2	Nulägesbeskrivning av fastigheten	4
2.1	Byggnaden.....	4
2.2	Energianvändning	5
2.3	Uppvärmning.....	5
2.4	Varmvatten	5
2.5	Ventilation.....	6
2.6	Belysning.....	7
2.7	Övrigt	8
3	Sammanställning av energianvändning	8
4	Analys och rekommendationer	9
4.1	Beräkningar och åtgärder	9
	Ventilationssystem.....	9
	Belysning	11
	Klimatskal	11
	Driftoptimering	11
	Värmeförsörjning.....	12
4.2	Ekonomiska kalkyler	12



1. Allmänna uppgifter om uppdraget

1.1 Uppdragets innehåll

Uppdraget handlar om att analysera och finna åtgärder för att minska förbrukningen av köpt energi för fastigheten.

Det är viktigt att se de olika funktionernas samband och användning i relation till hur man använder sin fastighet innan åtgärder genomförs. Många åtgärder påverkar varandra och en noggrann uppföljning och utvärdering efter varje åtgärd är viktig för ett bra slutresultat.

Vår arbetsprocess vid energikartläggningar:

- Startmöte med kund.
- Genomgång av omfattning, tidplan, budget och resultat.
- Genomgång av befintliga handlingar såsom ritningar, energi-användning, energideklarationer och driftinstruktioner.
- Analys av nuläget i fastigheten.
- Platsbesök med en generell genomgång av fastigheten och driftstrategier. Mätning av temperaturer, effekter, luftflöden etc.
- Analys av energianvändningen och upprättande av energibalansberäkning.
- Framtagning av åtgärdsförslag och ekonomiska kalkyler.
- Ev. kompletterande platsbesök med inriktning på detaljerna i åtgärdsförslagen.
- Rapport och genomgång med kund.
- Projektgenomförande.
- Uppföljning av resultat.



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

1.2 Kontaktperson under energianalysen

Kontaktperson för EVU under hela processen har varit Anders Magnusson vid Statens Fastighetsverk.

1.3 Driftorganisation

Driften av Kalmar slott sköts av SFV, Kalmar Destination, samt Avent Drift och innemiljö AB.

1.4 Aktuella energipriser

Vi har inte lyckats få fram aktuella elpriser för detta objekt. Vi har därför antagit ett elenergipris på 1 kr/kWh.

2 Nulägesbeskrivning av fastigheten

2.1 Byggnaden

Area:	13 147 m ² (BRA) Varav uppvärmd yta är: 2518 m ²
Typ av byggnad:	Slott
Byggnadens ålder:	1500-talet
Typ av verksamhet:	Museum, café, butik, kyrka mm
Verksamhetstid/vecka:	Säsongsanpassad och besöksanpassad
Värmeförsörjning:	EI

Fastigheten består av själva slottsbyggnaden samt en f.d. vaktmästarbostad (benämnd Kastellanvillan) som idag använd som kontorslokal för de anställda.

Byggnaden värms i huvudsak via vattenburen golvvärme och direktverkande element. Byggnaden ventileras huvudsakligen via självdrag samt till- och frånluftssystem.



2.2 Energianvändning

El: 523 MWh/år
208 kWh/ m²,år (avser uppvärmd yta)

2.3 Uppvärmning

Uppvärmningsenergin åtgår för att täcka värmeförlusterna genom byggnadsskalet samt genom luftläckaget i byggnaden.

Att bedöma transmissionsförlusterna och luftläckage är mycket svårt i ett så här gammalt objekt där det dessutom endast råder delvis uppvärmning av lokalerna. De uppvärmda ytorna förlorar inte bara energi genom transmission och luftläckage utan även t.ex. genom att dörrar står öppna till de icke uppvärmda lokalerna.

För att bedöma hur mycket av energi som åtgår för uppvärmning har vi använt oss av två metoder:

1. Baklängesberäkning där man utgår från den kända totalenergiförbrukningen för byggnaden och subtraherar alla kända energianvändare (som har uppmätts eller beräknats fram). Resten kan då antas användas som uppvärmningsenergi.
2. Vi har även tittat på den mätdatan som finns för golvvärme i två av rummen (Gröna salen samt Borgstugan). Med hjälp av denna och väderstatistik för mät månaden har vi beräknat fram en medelförbrukning för golvvärmen som vi har kunnat jämföra med ovanstående värde.

Energianvändningen för uppvärmningen har bedömts till ca **358 MWh/år**.

2.4 Varmvatten

Vattenförbrukningen uppgår enligt energistatistik till ca 520 m³/år. Till värmning av tappvarmvatten åtgår ca **5,4 MWh per år**.



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

2.5 Ventilation

Byggnaden betjäns med mekanisk av till- och frånluft utan återvinning samt självdrag.

Drifttiderna till aggregaten är väl anpassade till verksamheten. Alla fläktar (utom till toaletter) körs endast som vädring ca en halv timme per dag och startas via tryckknapp när verksamhet förekommer. Detta gör att energiförbrukningen för ventilationen hålls på en relativt låg nivå. Speciellt med tanke på att ingen återvinning finns samt att en del av aggregaten är till åren.

Energianvändningen för driften av ventilationen i fastigheten fördelas enligt tabell nedan.



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

Märkning	Betjäna	Luftflöde (märk) m ³ /s	Luftflöde m ³ /s	Drifttid (timmar)	Eleffekt (kW)	η_{VAV} (%)	kWh/år (Värme)	kWh/år (EI)
TA01 Grundflöde	Café mm	0,50	0,36	1 720	0,55	0	4 877	946
TA01 Fullflöde	Café mm	0,50	0,50	800	1,485	0	3 793	1 188
TA02 Grundflöde	Gästabad	0,47	0,18	1 720	0,2	0	2 439	344
TA02 Fullflöde	Gästabad	0,47	0,47	800	3,6	0	1 910	1 944
FF01 Grundflöde	Imkåpa mm	0,28	0,13	1 480	0,075	0	-	111
FF01 Fullflöde	Imkåpa mm	0,28	0,28	1 040	0,6	0	-	624
FF02 Grundflöde	Gästabad	0,26	0,13	1 720	0,09	0	-	155
FF02 Fullflöde	Gästabad	0,26	0,26	540	0,72	0	-	389
FF03 Grundflöde	WC, städ	0,42	0,13	6 000	0,09	0	-	540
FF03 Fullflöde	WC, städ	0,42	0,42	500	2,43	0	-	1 215
TA01	Kyrka	0,17	0,17	1 095	0,2	0	1 229	219
FF01	Kyrka	0,11	0,11	1 095	0,22	0	-	241
TA02	Entresolvåning	0,85	0,50	1 095	0,18	0	3 614	197
FF02	Entresolvåning	0,80	0,50	1 095	0,18	0	-	197
FF1	WC mm		0,06	8 760	0,1	0	-	876
FF1	Kastellanvillan	0,02	0,02	2 860	0,02	0	-	57
FF2	Kastellanvillan	0,05	0,05	2 860	0,03	0	-	86
FF3	Kastellanvillan	0,06	0,06	2 860	0,03	0	-	86
							17 862	9 415

2.6 Belysning

Allmän belysning typ	Glödlampor och spots
Allmänbelysning effekt (beräknad)	14,5 kW
Ytterbelysning effekt (beräknad)	1,5 kW
Styrningar, tidkanaler drifttider etc.	Manuell



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

Vid besöket i maj månad var i stort sett all belysning tänd i byggnaden. Detta trots att många av lokalerna stod tomma vid tillfället samt att det var en i övrigt mycket solig och ljus dag. Via samtal med väktarna framgick att belysningen tändes på morgon av vaktmästaren och sen stod på hela dagen. Hade man dessutom någon kvällsaktivitet inbokad senare stod all belysning på tills aktiviteterna var över.

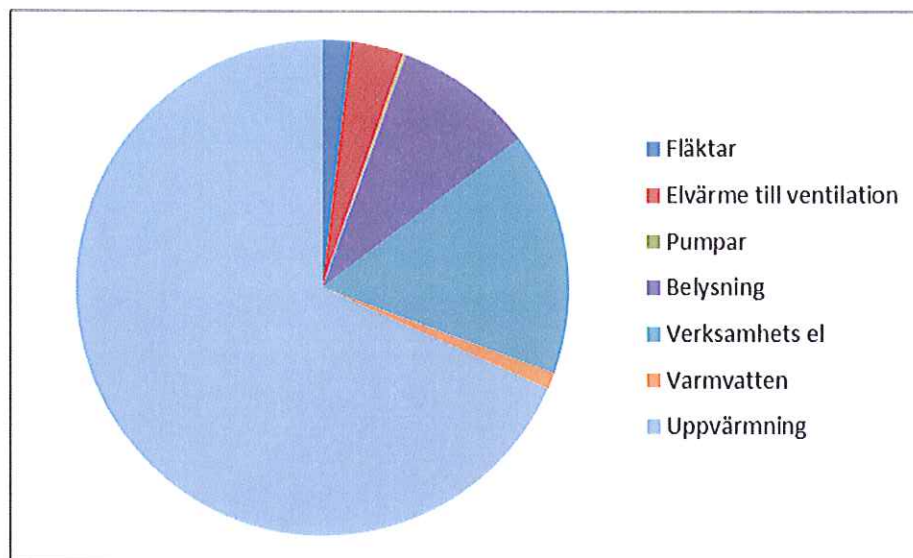
2.7 Övrigt

Bland de övriga elförbrukarna i fasigheten har vi bl.a. pumpar, byggbod, elväska och verksamhetsel (restaurang och kontorsel).

3 Sammanställning av energianvändning

I slottet förbrukas ca 523 MWh el årligen. Tabell 2 och figur 2 redovisar hur elförbrukningen fördelar sig på de olika förbrukningsposterna.

Objekt	Elförbrukning [MWh/år]	Andel [%]
Fläktar	10	2%
Elvärme till ventilation	18	3%
Pumpar	1	0%
Belysning	48	9%
Verksamhets el	83	16%
Varmvatten	5,5	1%
Uppvärmning	358	68%
Byggbod	11	2%
Elväska	10	2%
Summa	523	



Fördelning av elanvändning på olika användningsposter.

4 Analys och rekommendationer

4.1 Beräkningar och åtgärder

Ventilationssystem

Elanvändningen för ventilationsanläggningarna är idag kring ca 27 MWh/år. Av detta utgörs ca 18 MWh av värmeenergi för uppvärmning av tilluften.

Då ventilationsanläggningar körs med relativt korta drifttider så får all åtgärder på ventilationssidan långa återbetalningstider.

Där är dock några åtgärder man kan överväga att undersöka närmare.

Installation av värmeåtervinning alt. värmepump till frånluftfläktarna som betjänar kök/ gästebudssal.

Idag sker ingen värmeåtervinning av värmen i frånluften på slottet. Då frånluftfläktarna (FF1-FF3) sitter placerade på vind där det är gott om utrymme finns här en möjlighet att installera värmeåtervinning alt. frånluftsvärmepump.



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

Ett återvinningsbatteri kan förslagsvis placeras på vind och återvinna värme med rör ner till tilluftsaggregaten på plan 1. Då drifttiderna för tilluftsaggregaten är kortare än de längsta drifttiderna för frånluftsfläktarna kan vi tyvärr inte utnyttja systemet för fullt då vi inte har "någonstans" att göra oss av med värmen för den del av frånluftsventilationen som har en förlängd drift. Besparingspotentialen bedöms till ca **7 MWh/år**.

Ett sätt att utöka denna besparingspotential betydligt är att istället placera en frånluftsvärmepump på vind. Denna kan utvinna betydligt mer energi ur frånluften samt även få upp temperaturen på vätskan så att vi kan använda värmeenergin inte bara till tilluftsaggregaten utan även till golvvärmen i lokalerna. Detta innebär dock ett större ingrepp. Besparingspotentialen för denna åtgärd bedöms till ca **20 MWh/år**.

Installation av ett nytt FTX-aggregat för kyrkan/entresolvåning.

Aggregaten som betjänar kyrkan och entresolvåningen är slitna och saknar värmeåtervinning. Då både frånluftfläktarna samt tilluftsaggregaten sitter placerade nära varandra på vinden så finns här en möjlighet till att ersätta dessa med ett FTX-aggregat med roterande värmeåtervinnare. Då drifttiderna för detta aggregat är väldigt korta är besparingspotentialen begränsat dock till bara ca **4 MWh per år**.

Men samtidigt så är de befintliga aggregaten/fläktarna snart uttjänta och kommer att behöva ersättas. I detta läge bör man överväga att undersöka detta alternativ noggrannare.

Om installationen av den nya hissen gör att kyrkan börjar användas mer under uppvärmningssäsongen och drifttiderna utökas så blir besparingspotentialen större och åtgärden blir mer ekonomiskt försvarbar.

Installation av ett nytt FTX-aggregat för Kastellanvillan.

Kastellanvillan betjänas idag av tre relativt nya frånluftsfläktar. Personalen har dock problem med inomhusmiljön i lokalerna och man upplever drag från bl.a. golv och ytterväggar p.g.a. undertrycket i byggnaden. Detta kan lösas genom installation av ett nytt FTX-aggregat som förslagsvis kan placeras i källaren. Detta skulle innebära en besparing på ca 4 MWh i år samt ge en bättre komfort i lokalerna.



Belysning

I en del av lokalerna i slottet är den installerade belysningseffekten mycket hög.

Dessa lokaler är bl.a:

- Gröna salen
- Den förbrända salen
- Frugången
- Butiken
- Luntekammaren

Då drifttiderna på belysningen dessutom är långa bör man överväga att installera närvarostyrd belysning i dessa salar. Besparingspotentialen för denna åtgärd bedöms vara kring **15 MWh per år**.

Dessutom bör en genomgång av armaturer göras för att se i vilka utrymmen man kan installera en mer energieffektiv belysning.

Klimatskal

Det är mycket svårt att förbättra klimatskalet på slottet. En möjlighet som lyftes redan i energideklarationen är dock att placera isolerskivor bakom elementen. För att detta skall kunna göras måste elementen flyttas fram så att en skiva får plats. Komplettering av klimatskalet med en isolerskiva (5 cm) bakom elementen i Gröna salen samt Förbrända salen ger en beräknad besparingspotential på ca **8 MWh/år**.

Driftoptimering

Drifttider för ventilationen och golvvärmen är väl anpassade till verksamheten.

Däremot kan det finnas en stor besparingspotential på värmesidan. Den mätuppföljningen som har genomfört av Avent under våren visar på att en hel del av rumstemperaturerna överskrider sina börvärden. I de flesta fall rör det som om ca 1 grad men i vissa fall som i Caféet och en del av gästbudssalen ligger mätvärden väldigt högt. Köket har de högsta värden vilket inte är så konstigt då mycket värme alstras här.



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

Byte av gamla rumsgivare och ställdon bör göras samt en injustering av värmesystemet. Därefter bör noggrann uppföljning göras så att de satta börvärden uppnås i verkligheten. Idag är börvärdet för temperaturen i de flesta rum 17 °C för den tiden som rummen står tomma. Mätvärdena visar dock på att ca 18 °C råder (förutom ovannämnda lokaler som håller mellan 21-30 grader). Börvärden bör sänkas så att 17 °C uppnås i verkligheten när lokalerna står tomma.

Det är även lämpligt även komplettera de övriga uppvärmda lokalerna med rumstemperaturgivare så att uppföljning kan ske även här. Idag vet vi inte vilka temperaturer de eluppvärmda rummen håller i verkligheten.

Då så stor andel av energianvändningen åtgår till uppvärmning är det viktigt att rumstemperaturerna hålls på en minimal nivå. Detta är ett pågående arbete som måste göras kontinuerligt för att hålla energiförbrukningen så låg som möjligt i slottet.

En sänkning av rumstemperaturen på 1 grad ger en energibesparingspotential på ca **35 MWh per år**.

Värmeförsörjning

Kastellanvillan värmeförsörjs idag med en elpanna som distribuerar värmen till huset via ett vattenburet radiatorsystem. Det finns en möjlighet att placera en luft/vatten värmepump i källaren och på så sätt reducera elanvändningen för värmen i byggnaden. Uteluft kan förslagsvis tas in via kanaler genom de befintliga fönsteröppningar så att exteriören av byggnaden inte påverkas. Åtgärden ger en möjlig besparing på ca **20 MWh per år**.

4.2 Ekonomiska kalkyler

I tabellen nedan sammanfattas de åtgärdsförslag som finns redovisade i denna rapport. I tabellen finns de ekonomiska bedömningar om kostnad, besparing och payoff-tid. Åtgärdsförslag är rangordnade i den ordning som är mest ekonomiskt fördelaktig. De relativt enkla, inte så kostsamma åtgärderna först och de mer ekonomiskt betungande sist.

Alla kostnader är uppskattade och måste kompletteras med offertbegäran från aktuell entreprenör.



EVU Energi & VVS Utveckling AB

2011-06-03

System	Besparing [MWh/år]	Besparing [kkr/år]	Investering [kkr]	Pay-off [år]
Driftoptimering värme	35	35	50	1
Närvarostyrning av belysning	15	15	40	3
Isolerskiva bakom element	8	8	20	3
Värmepump-Kastellanvillan	20	20	100	5
Värmeåtervinning Café/Gästabad*	7--20	7--20	100-200	10—14
FTX-Kastellanvillan**	4	4	100	25
Nytt FTX-aggregat Kyrkan/ Entresolvåning ***	4	4	200	50
Summa	93-106		610-710	

* Närmare utredning måste göras för att få en mer helhetlig bild av vad åtgärden medför.

**Bör göras ur komfortsynpunkt snarare än som ett energieffektiviseringsåtgärd.

*** Bör avvaktas med tills de gamla aggregaten är utslitna och man står inför valet att renovera/ersätta.