

REGION ÖREBRO LÄN

# KARLSKOGA FOLKHÖGSKOLA

## FLEXIBELT VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM

2018-04-26



# KARLSKOGA FOLKHÖGSKOLA

Flexibelt värme- och ventilationssystem

Region Örebro Län

## Konsult

### **WSP Environmental Sverige**

Box 8094  
700 08 Örebro  
Besök: Krontorpsgatan 1  
Tel: +46 10 7225000  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
www.wsp.com

## Kontaktpersoner

Peter Nefe  
[peter.nefe@wsp.com](mailto:peter.nefe@wsp.com)  
+46 10 722 77 86

Tomas Lindfors  
[tomas.lindfors@wsp.com](mailto:tomas.lindfors@wsp.com)  
+46 10 722 95 07

UPPDRAGSNAMN  
Samverkan för hållbara byggnader i en  
koldioxidsnål ekonomi

UPPDRAGSNUMMER  
10241280

FÖRFATTARE  
Peter Nefe, Tomas Lindfors

DATUM  
2018-04-26

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av  
Pontus Halldin

Godkänd av

# SAMMANFATTNING

Föreliggande fallstudie har genomförts inom ramen av projektet Samverkan för hållbara byggnader i en koldioxidsnål ekonomi. Fallstudien syftar till att kartlägga vilken potential till energieffektivisering som är möjlig genom anpassning av befintliga värme- och ventilationssystem, baserat på hur byggnaderna nyttjas.

Fokus i denna fallstudie låg på att undersöka huvudbyggnadens och internatets samt vandrarhemmets värme- och ventilationssystem och att räkna på lämpliga åtgärdsförslag.

Enligt erhållna uppgifter uppgick Karlskoga folkhögskolans fjärrvärmeanvändning år 2015 till 1 183 MWh<sup>1</sup> och elanvändning till drygt 478 MWh. Den totala energianvändningen var således drygt 1 661 MWh. Sammanlagt uppgick kostnaden för energianvändningen 2015 till knappt 1,7 miljoner kronor.

Efter genomfört platsbesök har ett antal åtgärder identifierats och dess lönsamhet bedömts. Framtagna åtgärdsförslag inklusive årlig energi- och kostnadsbesparing samt uppskattad investering listas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Sammanställning av åtgärdsförslag för energieffektivisering

Åtgärdsförslag	Potential till energieffektivisering		Minskad driftkostnad	Investering
	El [kWh/år]	Fjärrvärme [kWh/år]	[kr/år]	[kr]
Injustering värmesystem huvudbyggnad	-	40 000	30 000	119 000
Injustering värmesystem vandrarhem	-	48 000	36 500	145 000
Modernisering ventilationssystem huvudbyggnad	35 000	260 000	233 400	1 500 000
Injustering ventilationssystem medicenter	1 250	3 800	4 300	13 000
LED-belysning gymnastikhallen	8 150	-	9 100	45 000
<b>Summa</b>	<b>44 400</b>	<b>351 800</b>	<b>313 300</b>	<b>1 822 000</b>

Åtgärderna bedöms totalt kunna minska Karlskoga folkhögskolans energianvändning med 44,4 MWh el och 352 MWh fjärrvärme per år. Det motsvarar en minskad årlig driftkostnad med drygt 313 000 kr. Den ovan nämnda besparingen gäller om alla åtgärdsförslag betraktas som enskilda. Skälet till att åtgärdsförslagen redovisas som enskilda är att öka transparensen och tydligheten. Vissa åtgärder har dock inverkan på varandra vilket medför att den totala energieffektiviseringen för hela åtgärdspaketet blir lägre.

<sup>1</sup> normalårskorrigerad

Om alla åtgärdsförslag genomförs kan upp till 24 procent av den nuvarande energianvändningen sparas. Uppskattad investering för att genomförande av åtgärder uppgår till drygt 1,8 miljoner kronor.

Baserat på Totalmetodiken som togs fram av Energimyndighetens beställargrupper BeLok och BeBo ger åtgärds paketet en avkastning på ca 39,8 % som är bättre än de avkastningskrav som Karlskoga folkhögskola antogs ställa. Att avkastningen är så bra beror på att kostnader för energieffektivisering delvis har antagits vara mindre än totala investeringen eftersom stora delar av investeringen ändå behöver tas inom en snar framtid på grund av underhåll.

Angående klimatpåverkan i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp ger aktuella åtgärder upphov till ett minskat CO<sub>2</sub>-utsläpp på årligen knappt 38 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND</b>	<b>7</b>
2.1	SYFTE OCH MÅL	7
2.2	POTENTIAL TILL ENERGIEFFEKTIVISERING OCH KLIMATNYTTA	7
2.3	AVGRÄNSNING	8
<b>3</b>	<b>GENOMFÖRANDE</b>	<b>8</b>
3.1	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	8
3.2	TIDSPLAN	9
<b>4</b>	<b>UTGÅNGSLÄGE</b>	<b>9</b>
4.1	BESKRIVNING AV VERKSAMHETEN	9
4.2	BESKRIVNING AV FASTIGHETEN	9
4.3	TIDIGARE GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER	11
4.4	ANALYS AV ENERGIANVÄNDNINGEN	12
4.4.1	Beskrivning av elanvändningen	12
4.4.2	Beskrivning av värmeanvändningen	13
<b>5</b>	<b>ÅTGÄRDSFÖRSLAG</b>	<b>14</b>
5.1	VÄRMESYSTEM	14
5.1.1	Huvudbyggnaden	14
5.1.2	Vandrarhem Smältaren	15
5.1.3	Mediecenter	16
5.1.4	Idrottshallen	16
5.2	VENTILATION	17
5.2.1	Huvudbyggnaden	17
5.2.2	Vandrarhem	18
5.2.3	Mediecenter	18
5.2.4	Gymnastikhallen	19
5.3	ÖVRIGA ÅTGÄRDSFÖRSLAG	19
<b>6</b>	<b>POTENTIAL TILL ENERGIEFFEKTIVISERING OCH LÖNSAMHET</b>	<b>20</b>
6.1	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ÅTGÄRDER FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING	20
6.2	SAMMANSTÄLLNING AV ÅTGÄRDSFÖRSLAG	21
6.3	LÖNSAMHET ENLIGT TOTALMETODIKEN	22
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>23</b>
7.1	POSITIVA SIDOEFFEKTER	23
7.2	NEGATIVA SIDOEFFEKTER	23
7.3	HORISONTELLA KRITERIER	24
7.4	KÄNSLIGHETSANALYS AV ENERGIBESPARING FÖR ÅTGÄRDER	24

<b>8</b>	<b>NÄSTA STEG</b>	<b>25</b>
8.1	GENOMFÖRANDE AV ÅTGÄRDER	25
8.2	KOMPLETTERANDE UTVÄRDERING	25
8.3	MARKNADSSPRIDNING AV RESULTAT	25

# 1 INLEDNING

Presenterad fallstudie har genomförts genom Fastighetsnätverket för energi och miljöfrågor i Örebro. Fallstudien har finansierats genom projektet "Samverkan för hållbara byggnader i en koldioxidsnål ekonomi".

Underlaget i fallstudien har granskats av Niklas Jakobsson Region Örebro län och Göran Edel Karlskoga Folkhögskola och delgetts Fastighetsnätverkets medlemmar.

Mer information om nätverket, andra genomförda fallstudier och pågående aktiviteter finner ni på [www.fastighetsnatverket.se](http://www.fastighetsnatverket.se).

## 2 BAKGRUND

Bakgrunddata och allmän information samt kontaktuppgifter till kontaktperson på Karlskoga Folkhögskola sammanfattas i Tabell 2.

Tabell 2 Allmänna uppgifter

Fallstudiens namn	Flexibelt värme- och ventilationssystem
Datum	2017-09-27
Intressent	Karlskoga Folkhögskola
Kontaktperson	Göran Edel
Kontaktuppgifter telefon	0586-64614, 073-0537984
Kontaktuppgifter mail	<a href="mailto:goran.edel@karlskogafhs.se">goran.edel@karlskogafhs.se</a>

### 2.1 SYFTE OCH MÅL

Fallstudien syftar till att kartlägga vilken potential till energieffektivisering som är möjlig genom anpassning av befintliga värme- och ventilationssystem baserat på hur byggnaderna nyttjas.

Med det som underlag är målet att kunna presentera vilken potential till energieffektivisering som finns för tre olika nivåer på omfattning (låg, normal, respektive hög utnyttjandegrad) av nyttjandegrad.

### 2.2 POTENTIAL TILL ENERGIEFFEKTIVISERING OCH KLIMATNYTTA

Den totala potentialen till energieffektivisering uppskattas till 44,4 MWh el per år och 352 MWh fjärrvärme per år om alla åtgärdsförslag summeras som enskilda. Det motsvarar en minskad energianvändning med 24 procent av den totala nuvarande energianvändningen<sup>2</sup>. Uttryckt i koldioxidekvivalenter beräknas Karlskoga folkhögskola därmed kunna spara 4,4 ton CO<sub>2</sub>/år för minskad el och 33,4 ton CO<sub>2</sub>/år för minskad fjärrvärme. Totalt beräknas CO<sub>2</sub>-utsläppet kunna minskas med 37,8 ton CO<sub>2</sub>/år.

<sup>2</sup> Baserat på 2015 års värden.

Det ska dock poängteras att den verkliga besparingen blir mindre om alla åtgärdsförslag genomförs eftersom flera åtgärder har inverkan på varandra. T.ex. påverkas värmeanvändningen till huvudbyggnaden av både injustering av värmesystem och modernisering av ventilationssystem och det kan därmed utgå från att den besparingen blir mindre än vad summan av de två åtgärdsförslagen skulle bli.

Inom verksamheter som t.ex. skolor och hotellverksamhet används byggnader i olika omfattning under året men skillnaderna kan även vara stora mellan olika år. Införande av flexibla värme- och ventilationssystem kan ha stor inverkan för många verksamheter genom att påvisa den potential till minskad driftkostnad som det kan ge upphov till.

## 2.3 AVGRÄNSNING

Fallstudiens omfattning fokuserar på energieffektiviserande åtgärder kopplade till byggnadernas värme- eller ventilationssystem som möjliggör en flexibel användning.

Kartläggningen har haft ett brett perspektiv för att fånga angränsande åtgärdsförslag. Som exempel kan nämnas åtgärder som minskar byggnadernas värmebehov och därigenom förbättrar förutsättningarna för ett mer flexibelt värme- och ventilationssystem.

Flera av Karlskoga Folkhögskolas byggnader är nästintill identiska vilket innebär att förutsättningarna är goda för att kunna uppnå en uppskalningseffekt för åtgärder för energieffektivisering.

Möjliga andra åtgärder som inte rör värme- och ventilationssystemet har inte utretts vidare i den här fallstudien. Eventuella åtgärder som upptäckts i samband med platsbesöket presenteras kort under avsnitt 4.3.

# 3 GENOMFÖRANDE

## 3.1 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

En projektidé har bearbetats och legat till grund för ansökan om fallstudie. Ansökan har godkänts av projektets styrgrupp och därigenom getts klartecken för genomförande.

Underlag kring fjärrvärme- och elanvändning för relevanta byggnader, ritningar över ventilationssystemet, energideklarationer, OVK-protokoll samt priser för el och fjärrvärme har erhållits från Göran Edel på Karlskoga Folkhögskola.

Utöver det har ett platsbesök med rundvandring i aktuella byggnader genomförts av Tomas Lindfors och Peter Nefe, WSP i november 2017 för att komplettera underlaget med bilder och analys av rådande förhållanden och potentiella åtgärder. I samband med platsbesöket har även en enklare värmefotografering genomförts för att upptäcka värmeförluster.



## 3.2 TIDSPLAN

Följande Tabell 3 presenterar upprättad tidsplan för fallstudiens genomförande.

Tabell 3 Tidsplan för genomförande av fallstudien

Moment	Tidsperiod
Godkännande av fallstudie	Oktober 2017
Uppstart av uppdrag	Oktober 2017
Energikartläggning	November 2017
Rapport energikartläggning	December 2017
Genomförande av åtgärder	Åtgärder som inte kräver stor investering under 2018 och åtgärder som kräver stor investering troligen under 2019
Utvärdering av faktiskt resultat	Juni 2019

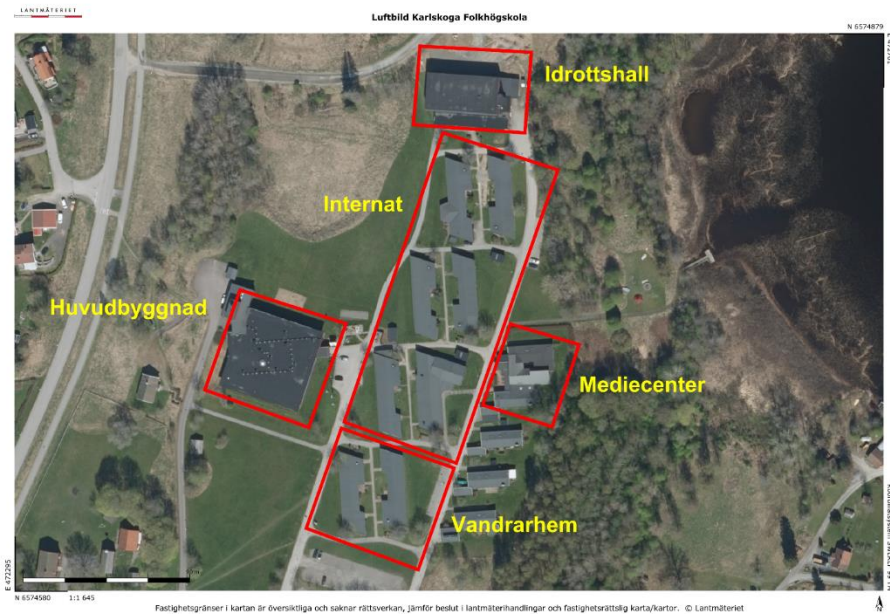
## 4 UTGÅNGSLÄGE

### 4.1 BESKRIVNING AV VERKSAMHETEN

Skolföreningen Karlskoga Folkhögskola består av två fastigheter med totalt 17 byggnader. Där bedrivs vuxenutbildning, konferenser/läger, matcatering, studerandeinternat och vandrarhem. Nämnas kan Huvudbyggnaden med lektionssalar, kontor, konferenslokaler och storkök, Internatboende med ett 50-tal platser, en Idrottshall och ett Mediecenter. Lektioner ges i huvudsak dagtid men även på kvällar finns aktiviteter i olika omfattningar och vid helg- och lovaktiviteter vid olika tillfällen. Vid kvällsaktiviteter medför det nuvarande värme- och ventilationssystemet att värme och ventilation måste vara igång för hela huvudbyggnaden fast det ofta bara används en del av hela byggnaden.

### 4.2 BESKRIVNING AV FASTIGHETEN

Nedanstående karta förtydligar hur byggnaderna är belägna samt vilka som är relevanta i den här fallstudien. Fokus har legat på huvudbyggnaden och på vandrarhemmets och internatets byggnader som ligger till vänster respektive i mitten av nedanstående karta i Figur 1. Skolan stod klar och invigdes sommaren 1972.



Figur 1 Översiktskarta byggnader Karlskoga Folkhögskola

I Tabell 4 nedan ges en översikt över byggnaderna med beteckning samt yta, ventilationssystem, uppvärmningssystem och energiprestanda. Huvudbyggnaden, Vandrarhem och Internat utgör med 6 300 m<sup>2</sup> ca 65 procent av den totala uppvärmda ytan.

Tabell 4 Översikt över uppvärmning och ventilation i de olika byggnaderna

Byggnad	Yta (m <sup>2</sup> )	Ventilation	Uppvärmning	Energiprestanda (kWh/m <sup>2</sup> år)
<b>Huvudbyggnaden</b>	<b>3 546</b>	<b>FTX</b>	<b>Fjärrvärme</b>	<b>133,7</b>
<b>Gymnastikhallen</b>	<b>1 250</b>	<b>FTX</b>	<b>Fjärrvärme</b>	<b>167,1</b>
<b>Vandrarhem</b>	<b>776</b>	<b>Frånluft</b>	<b>Fjärrvärme</b>	
Smältaren		F	Fjärrvärme	163
Vällaren		F	Fjärrvärme	190
<b>Internat</b>	<b>1 980</b>	<b>Frånluft</b>		
Bergsmannen		F	Fjärrvärme	193
Smeden		F	Fjärrvärme	174
Gjutaren		F	Fjärrvärme	198
Kolaren		F	Fjärrvärme	182
Flottaren		F	Fjärrvärme	139
Flottaren konferens		FTX		
Härdaren, Kga. Idrottsgymnasium	774	FTX	Fjärrvärme	116
Mediecenter	758	FTX	Fjärrvärme	134
Hus 39, idrottsgymnasium	187	FTX	Fjärrvärme	177
<b>Personalbostäder</b>	<b>446</b>	<b>Självdrag</b>	<b>Fjärrvärme</b>	
37:an		S	Fjärrvärme	135
41:an		S	Fjärrvärme	201

Succesivt inre renovering av vandrarhems- och internatboendena på grund av fuktskador pågår.

## Huvudbyggnaden:

I stort sett hela Huvudbyggnaden ventileras samtidigt i nuläget. Tilluftaggregat med återvinning är placerade i källaren och frånluftaggregat på taket. På taket sitter dessutom äldre frånluftaggregat som inte längre används. Befintliga frånluftaggregat är ett hinder för ytterligare installation av solceller. Sitter fläktarna kvar på taket bedöms en yta på ca 960 m<sup>2</sup> kunna användas för installation av solceller. Det skulle motsvara en installerad toppeffekt på ca 140 kW<sub>t</sub> och en uppskattad årsproduktion på 125 MWh. Om befintliga frånluftaggregaten med tillhörande återvinningssystem demonteras och man räknar med att 80 procent av huvudbyggnadens takyta kan användas för installation av solceller finns det möjlighet att installera en toppeffekt på runtomkring 240 kW<sub>t</sub>. Det skulle ge en årlig solelproduktion på ca 215 MWh.

Storkök och Restaurang har ett separat modernt ventilationssystem med vätskeburen återvinning.

Uppvärmningen sker med fjärrvärme genom två shuntgrupper för norra och respektive södra delen. Övre plan har konvektorer och nedre plan har radiatorer.

Alla fönster är 2-glas-isolerglasfönster original från det skolan byggdes. Värmekameramätning visar att de ej isolerar tillräckligt.

## Gymnastikhallen:

I gymnastikhallen finns det en fuktskada som syns på kanten på hälften av väggen vilken troligtvis beror på jord som tidigare fanns bakom denna vägg. Jorden har tagits bort för att det ska byggas garage. Det ger ett bättre luftutbyte genom väggen.

I aggregatrummet på taket till gymnastikhallen sitter ett från- och tilluftaggregat med roterande värmeväxlare och en värmeåtervinning på ca. 80 procent.

Uppvärmning skedde tidigare med en oljepanna. Numera värms dock även gymnastikhallen upp med fjärrvärme.

## 4.3 TIDIGARE GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER

På området finns ett 40-tal lyktstolpar där armaturer har ersatts med LED-armaturer. Det har medfört att effekten per lyktstolpe gått ner från mellan 80 W och 125 W till 40 W. Förändringen motsvarar en minskad elanvändning på mellan ca 50 - 70 procent.



Figur 2 Befintlig solcellsanläggning vid fasaden på Huvudbyggnaden

Solceller har installerats på huvudbyggnadens fasad som även fungerar som solavskärmning under sommarhalvåret (se Figur 2). En tre år gammal anläggning på 7 kW<sub>t</sub> med 45 graders lutning sitter på väggen till huvudbyggnaden. I augusti/september 2017 har även en anläggning på 63 kW<sub>t</sub> med 15 graders lutning installerats på gymnastikhallens tak. Därmed finns en total installerad solcellseffekt på 70 kW<sub>t</sub> och en årsproduktion på uppskattningsvis 70 MWh.

Alla termostater på radiatorventiler i Huvudbyggnaden har bytts ut. Konvektorerna på övre plan har försetts med termostatventiler. Efter detta gjordes en injustering av ventilerna i hela värmesystemet.

På vissa element i huvudbyggnaden sitter termostater som är ca tre år gamla, dvs. som har bytts nyligen.

Fönster i Vandrarhemmet och de andra likadana byggnader har bytts till treglasfönster. Alla termostatventiler har bytts ut.

I gymnastikhallen styrs belysning och ventilation via närvarostyrning. Nya armaturer med T5-lysrör installerades.

## 4.4 ANALYS AV ENERGIANVÄNDNINGEN

### 4.4.1 Beskrivning av elanvändningen

Aktuell elanvändning för Karlskoga Folkhögskola senaste perioden visas i följande diagram i Figur 3. Den totala elanvändningen från oktober 2016 till september 2017 var 478 389 kWh.



Figur 3 Elanvändning Karlskoga Folkhögskola okt 2016 till sep 2017

Under vintermånaderna är elanvändning något högre än under sommarmånaderna vilket sannolikt beror på bland annat motorvärmare som används på vintern, längre drifttid på ytterbelysning, ventilationssystem i Mediecenter och Hus 39 med eldrivna värmebatterier samt elradiatorer i några rum i Mediecenter.

#### 4.4.2 Beskrivning av värmeanvändningen

Byggnaderna värms upp med fjärrvärme sedan 2004. Varje byggnad har en egen värmecentral.

Inomhustemperaturen regleras genom att värmesystemets värmekurva justeras på rätt sätt. En värmekurva beskriver förhållandet mellan utetemperatur och framledningstemperatur och ser till att element har lämplig temperatur vid olika utetemperaturer. Framledningstemperatur är den vattentemperaturen som pumpen skickar ut i husets värmesystem.

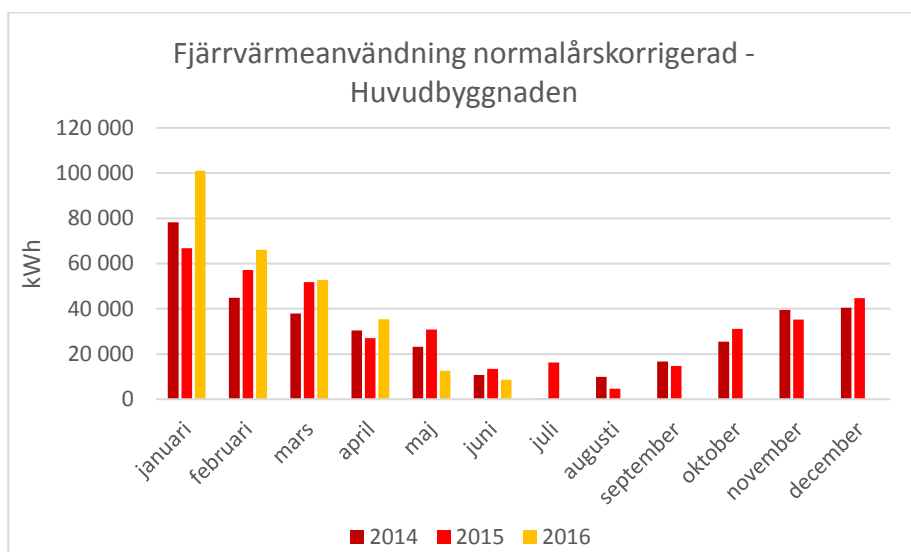
Vid platsbesöket har följande värmekurva till huvudbyggnaden noterats:

Tabell 5 Värmekurva Huvudbyggnaden

Utetemperatur i °C	- 20	- 15	- 10	- 5	0	5	10	15
Framlednings-temperatur i °C	100	95	85	70	55	50	45	45

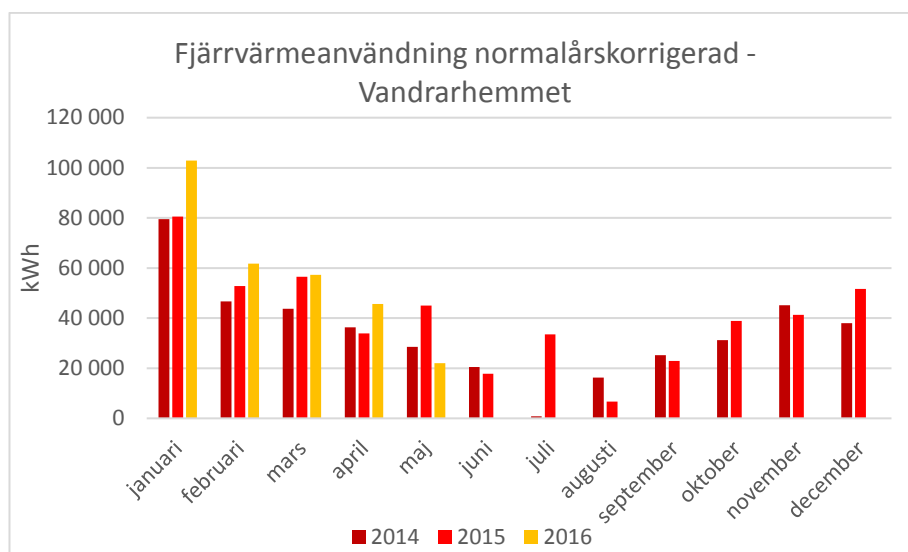
Den inställda värmekurvan är inställd för högt vilket gör att termostater på elementen stänger för ofta och för tidigt. Det i sin tur leder till en ökad energianvändning. Att leverera vatten med en temperatur på 45 °C till elementen vid en utetemperatur på 15 °C är inte skäligt. Värmekurvan bör därav justeras till lägre framledningstemperaturer vid samma utetemperaturer.

Figur 4 visar månadsvis fjärrvärmeanvändning för huvudbyggnad under åren 2014 till 2016.



Figur 4 Fjärrvärmeanvändning huvudbyggnad på månadsbasis 2014 till 2016 (normalårskorrigerad)

Figur 5 visar månadsvis fjärrvärmeanvändning för vandrarhemmet under åren 2014 till 2016.



Figur 5 Fjärrvärmeanvändning vandrarhemmet på månadsbasis 2014 till 2016 (normalårskorrigerad)

För att kunna jämföra energianvändningen mellan olika år görs en normalårskorrigerad som tar hänsyn till om det varit ett kallt eller varmt år. Störst betydelse för värmeanvändningen har normalårskorrigerad under höst och vinter. För normalårskorrigerad har data för Karlskoga (2014 - 2016) använts. Där har ett normalår 4 086 graddagar.

Både Huvudbyggnaden och Vandrarhemmet visar en ökad trend i fjärrvärmeanvändning. Det kan t.ex. bero på en felaktig inställning av värmesystemet. I det här fallet tyder det på att värmekurvan är inställd på för höga framledningstemperaturer som noterats vid platsbesöket.

Den totala fjärrvärmeanvändningen för Karlskoga folkhögskola uppgick år 2015 till 1 183 MWh (normalårskorrigerad värde).

## 5 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

### 5.1 VÄRMESYSTEM

#### 5.1.1 Huvudbyggnaden

Uppvärmning sker med fjärrvärme med en högre temperaturreglering som sedan delas upp på flera olika värmesystem genom shuntar för ventilation vilka kräver en högre temperaturnivå. Dessutom finns en reglershunt till radiatorer för södra delen av huvudbyggnaden och en reglershunt som försörjer norra delen av huvudbyggnaden. Dessa shuntgrupper klarar en lägre temperatur än vad shuntar för ventilation kräver men nuvarande shuntar samverkar inte vilket behöver åtgärdas.

Varje hus har en egen värmecentral som matas från fjärrvärmens huvudledning.

En termostatstyrd värmefläkt som värms av framledningvattnet i det ordinarie värmesystemet sitter på taket i biblioteket. Den är ställd så att det inte ska bli kyligt i biblioteket. När det är mycket kallt ute och det blåser hårt behövs den även på dagtid. Hela övre plan har bara låga vattendrivna konvektorer under fönstren. De är inbyggda så att de bara kan stråla uppåt. I stort sett alla dörrar in till rummen med värmekällorna är stängda utanför kontorstid. Biblioteksområdet blir då svalt. Det finns en plastkupol som ger strålningsvärme från solen.

En injustering av värmesystemet samt rätt inställning av värmekurvan i huvudbyggnaden bedöms kunna minska värmebehovet med 10 procent. Bedömningen baseras på den höga framledningstemperaturen. En sänkning av framledningstemperatur med 3 °C motsvarar generellt en sänkning av rumstemperaturen med 1 °C vilket beräknas ge en besparing på 5 procent. Under rådande förhållanden går det att sänka temperaturen med 2 °C med bibehållen komfort. Det motsvarar en energibesparing på ca 40 000 kWh per år<sup>3</sup> vilket i sin tur skulle medföra en kostnadsbesparing på ca 35 700 kr per år. Investeringen uppskattas till ca 140 000 kr.

### 5.1.2 Vandrarhem Smältaren

Samtliga fönster i vandrarhemmet har nyligen bytts till treglasfönster. Ingen värmeinjustering är gjord efter åtgärden.

Uppvärmning i de enskilda rummen är möjlig upp till 23 °C med termostater som byttes ut för ca 6 - 7 år sedan. Anledningen till denna höga temperatur är att utländska studenter (vana vid varmare klimat) upplevde det som kyligt i rummen. En sänkning av framledningstemperaturen med 3 °C skulle kunna göras så att rumstemperaturen sänks med 1 °C. Det behöver dock stämmas av med studenter som bor i de enskilda rummen och föreslås testas i ett hus först innan det görs för alla hus. Det kan vara en fördel att sänka i mindre steg och vid rätt tillfällen på åren för att få en större acceptans för förändringen.

I värmecentralen ställs temperaturen på tappvarmvatten in manuellt inför varje uppvärmningsperiod i dagsläget. Framledningstemperaturen styrs av en vald kurva och en utomhusgivare. Vid besöket var det 83 °C varmt vatten in och 72 °C varmt vatten tillbaka på fjärrvärmereturen vilket inte ger bra avkylning. Det bör vara en större differens på ungefär 35 - 40 °C mellan tillopp och retur. Det beror förmodligen på att värmekurvan är ställd så högt att termostater stänger för fort. Det medför en hög returtemperatur och försämrat utnyttjande av värmen.

I Vandrarhemmet beräknas en injustering av värmesystemet kunna minska värmebehovet med 10 procent baserat på en rätt inställd värmekurva. Det innebär en minskad energianvändning på ca 48 000 kWh per år<sup>4</sup> vilket motsvarar en minskad driftkostnad på ca 42 800 kr per år. För denna åtgärd beräknas investeringen uppgå till ca 170 000 kr.

<sup>3</sup> Baserat på normalårskorrigerad fjärrvärmeanvändning för år 2015

<sup>4</sup> Baserat på normalårskorrigerad fjärrvärmeanvändning för år 2015

### 5.1.3 Mediecenter

Uppvärmning sker till stor del genom eftervärme i ventilation då befintliga element inte räcker till för uppvärmning. Anledningen till det är att fastigheten består av två tidigare fristående byggnader som har byggts ihop och den ena har även byggts till. I tillbyggnaden finns väldigt få värmeelement. Därför räcker inte elementen till för att försörja hela byggnaden. Byggnadsteknik är det svårt att installera nya element då det finns speciella krav gällande akustik i lokalerna.

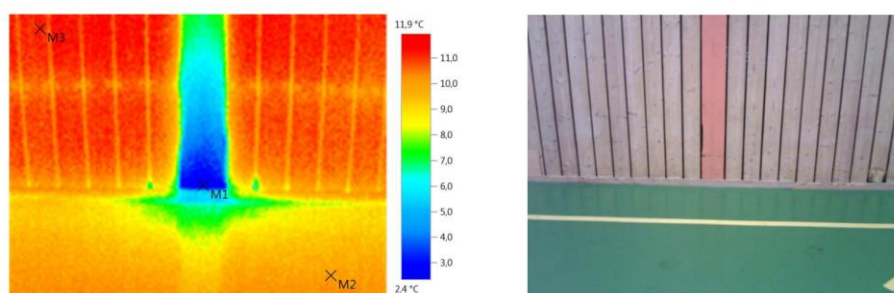
När det gäller fjärrvärmetilopp och -retur är avkylningen betydligt bättre för mediecentret. Värmetillförseln ligger på 81 °C och returtemperaturen på 52 °C vilket ger en temperaturdifferens på 29 °C.

Generellt sett är det inte den bästa lösningen att större del av uppvärmningen sker genom ventilationen. Sett under rådande förhållanden utgörs den bäst möjliga lösningen av två likartade FTX-aggregat. Anledningen till att Mediecentret försörjs av två FTX-aggregat är att det som nämnts ovan är två byggnadsdelar som har byggts ihop.

I och med att temperaturskillnaden mellan framledningstemperaturen och returen är bra, FTX-aggregaten är den bäst möjliga lösningen i det här fallet och att fokus i denna fallstudie ligger på huvudbyggnaden och idrottshallen har det inte räknats på något åtgärdsförslag för Mediecentret.

### 5.1.4 Idrottshallen

Idrottshallen värmdes tidigare upp med olja men idag finns bara skorstenen kvar. Idrottshallen värms idag upp till mellan 16 och 17 grader. Det finns stålbalkar i idrottshallens väggar som skapar köldbryggor, se kort från värmefotografering i Figur 6.



Figur 6 Värmefotografering på stålbalkar i idrottshallen

Av bilden till vänster i Figur 6 framgår att temperaturskillnaden mellan vägg (runt 11 °C) och stålbalk längst nere vid golvet (runt 3 °C ) ligger på ca 8 °C.

I ramen av denna fallstudie har dock inte räknats på något åtgärdsförslag för identifierat problem då det är för omfattande och ligger utanför fallstudiens fokus. Teoretiskt skulle man kunna klä in stålbalkarna för att minska köldbryggor och på så sätt minska energianvändningen och förbättra inomhusklimatet.

Syftet med resonemanget ovan är att uppmärksamma denna problematik och få en bättre förståelse för annars icke synliga köldbryggor som dessa. Vid behov kan en vidare utredning kring det utföras.



## 5.2 VENTILATION

### 5.2.1 Huvudbyggnaden

I dagsläget ventileras huvudbyggnaden av tre gamla system med skilda till- och frånluftsaggregat samt ett nyare system med ett från- och tilluftsaggregat. I dagsläget har alla dålig vätskeburen värmeåtervinning. Vissa ventilationsaggregat försörjer flera lokaler. Varav ett försörjer matsal, kök och ett konferensrum. Matsalen och konferensrummet skulle kunna ventileras med roterande värmeväxlare med en värmeåtervinning på ca 80 procent vilket skulle minska byggnadens värmebehov. Det är dock inte möjligt när man blandar in frånluft från köket eftersom roterande växlare lätt sätter igen på grund av fett i köksluften.

Genom att modernisera ventilationssystemet (installation av nya fläktar och aggregat samt sektionering) med en effektivare återvinning bedöms en årlig besparing på ca 260 MWh fjärrvärme och ca 35 MWh el kunna uppnås.

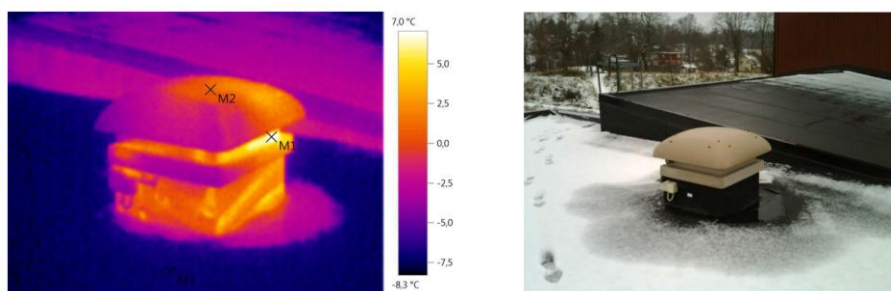
Det går även att sektionera ventilationen med mindre ventilationsaggregat vilket skulle möjliggöra att dessa lokaler endast ventileras då de används. En sektionering medför större byggnadstekniska insatser med bl.a. nya kanaldragningar.

Ett annat alternativ för att uppnå samma funktion är att trycksstyra ventilationen med spjäll som sektionerar bort vissa lokaler när de inte används. Den möjligheten medför en lägre kostnad och en mindre byggnadsteknisk insats än om ventilationsaggregat och fläktar byts. Nackdelen med det alternativet är att en större investering behöver göras när det är dags att byta ventilationsaggregat och fläktar.

Anledningen till att det föreslås en sektionering och modernisering av aggregat och fläktar är att befintliga aggregat och remdrivna fläktar är gamla och har uppnått sin tekniska livslängd. Dessa behöver bytas i en snar framtid i alla fall och det rekommenderas då att passa på och sektionera ventilationssystemet.

Moderniseringen av ventilationssystemet uppskattas medföra en investering på ca 1,5 miljoner kr inkl. sektionering och uppdelning av luftflöden för olika aggregat. Åtgärden bedöms minska driftkostnaden med drygt 271 000 kr per år.

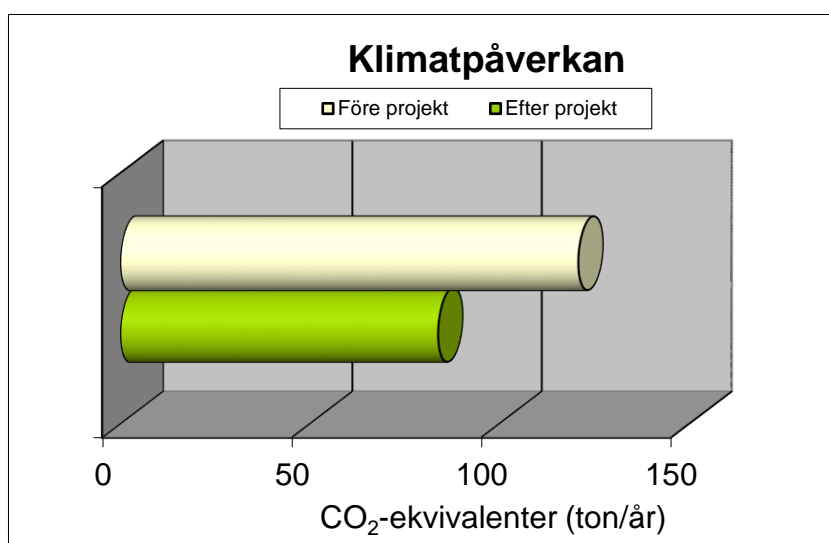
Frånluftsfläktar på huvudbyggnadens tak som inte längre används bör bortmonteras. Därigenom skapas bättre förutsättningar för en större solcellsinstallation på taket. Befintliga frånluftsfläktar visade dessutom på stora värmeförluster vilket syns på följande bild från genomförd värmefotografering i Figur 7. Ett mervärde som denna åtgärd medför är att läckage från gamla fläktar minskar.



Figur 7 Värmefotografering på befintliga frånluftsfläktar på huvudbyggnaden

Temperaturen vid mätpunkt 1 på bilden till vänster i Figur 7 ligger på knappt 7 °C och temperaturen vid mätpunkt 3 på taket är på -7,5 °C vilket motsvarar en temperaturskillnad på drygt 14 °C.

Klimatpåverkan i form av minskat CO<sub>2</sub>-utsläpp förbättras enligt följande diagram i Figur 8 om åtgärden genomförs:



Figur 8 Klimatpåverkan före och efter åtgärd ventilation på huvudbyggnaden

### 5.2.2 Vandrarhem

Vandrarhemmets byggnader har idag ventilation i form av självdrag. För att komplettera ventilationssystemet med en styrd ventilation med värmeåtervinning krävs en omfattande ombyggnad. Den invändiga takhöjden är för lågt från början för att kunna installera ventilationskanaler och skulle behöva anpassas. Då den erforderliga ombyggnaden skulle medföra stora kostnader som inte står i förhållande till möjlig energibesparing har det inte utretts närmare.

### 5.2.3 Mediecenter

Mediecentret har från- och tilluftsventilation med återvinning genom en roterande växlare. Ventilationsaggregat är inställt på följande ventilationsflöden för olika tider på dygnet:

Flöde på 1,33 m<sup>3</sup>/s i högfart (kl. 06.00 – kl. 17.00)

Flöde på 0,44 m<sup>3</sup>/s i lågfart (kl. 17.00 – kl. 06.00)

Dessa värden gäller för vardagar under skoltid. Sammanlagt går ventilationen 2 415 h/år på högfart, 5 673 h/år på lågfart och är avstängd under 672 h/år enligt erhållna uppgifter.

Börvärde för temperatur är inställt på 22 °C.

Då befintliga element är för få försörjs byggnaden med kompletterande värme från tilluften. Anledningen till det är som tidigare nämnt att det handlar om två byggnader som har byggts ihop. Det finns två ventilationsaggregat med roterande värmeväxlare i Mediehuset och två värmecentraler.

Huskropp 45 är den som är mest tillbyggd. Det stora rummet i 43:an har ett närvarostyrt rumsaggregat med roterande värmeväxlare. Som komplement vid varma dagar finns det en frånluftsfläkt kopplade till några don.

En injustering av ventilationssystemet rekommenderas för Mediecentret så att från- och tilluft inte jobbar mot varandra och inte skapar obalans i systemet. Denna åtgärd beräknas kunna minska värmebehovet för aktuell byggnad med ca 5 procent fjärrvärme vilket motsvarar 3 800 kWh/år. Därtill bedöms åtgärden minska elanvändningen med 5 % vilket motsvarar ca 1 250 kWh/år. Kostnad för injustering av ventilationssystemet beräknas uppgå till ca 14 000 kr.

#### 5.2.4 Gymnastikhallen

Ventilationen för gymnastikhallen är bra ur energisynpunkt. Aggregatet är från år 2012 och därmed relativt ny. Värmeväxlaren har enligt uppgift en verkningsgrad på 80 procent. I nuläget styrs ventilationen genom närvarogivare. Likaså är belysningen närvarostyrd. Värmeväxlaren har även återluftsdel som blandar in uteluft när koldioxidnivån i hallen överstiger 750 ppm. Det betyder att en mindre mängd uteluft behöver förvärmas innan den blåses in i hallen i och med att det används en stor del återluft istället.

Temperaturen i hallen har uppmätts till 16 - 17 °C vid besöket.

Ventilationssystemet har en så kallad nattfunktion installerad vilket innebär att om ingen vistats i lokalen under en timme, går systemet över i varmhållnings-läge. När temperaturen sjunkit under börvärdet, ventileras den med återluft, vilket minskar byggnadens värmebehov. Denna "nattfunktion" styrs alltså inte av ett styrur utan av om någon vistas i lokalen eller inte.

Enligt erhållna uppgifter går ventilationen i gymnastikhallen under 4 560 h/år.

Inget åtgärdsförslag har räknats på för gymnastikhallen då ventilationssystemet bedöms vara bra ur energisynpunkt.

### 5.3 ÖVRIGA ÅTGÄRDSFÖSLAG

Belysning i gymnastikhallen bör på sikt ersättas med LED-belysning på samma sätt som Karlskoga folkhögskola har gjort med utebelysningen. 2006 installerades nya armaturer. Totalt finns 48 armaturer à 4 T5-lysrör på 49 W. Inklusiv en förlustfaktor på 1,1 för T5-lysrör uppgår den totalt installerade effekten till 10,35 kW. Armaturerna är kopplade med hel- och halvljus-funktion. I dagsläget används endast halvljus vilket betyder att det bara används hälften av den installerade effekten för att lysa upp hallen, dvs. 5,2

kW. Enligt erhållen uppgift uppgår brinntiden för belysningen till ca 2 500 h/år.

Om man antar samma antal armaturer med LED-ljuskällor istället bedöms den installerade effekten per armatur kunna minskas till ca 40 W vid samma ljusutbyte. Den totalt installerade effekten minskar då till 1,9 kW.

Med en årlig brinntid om 2 500 h skulle en installation av LED-belysning medföra en energibesparing på ca 8 140 kWh/år motsvarande ca 9 100 kr/år. Denna besparing gäller jämfört med nuläget då bara halva effekten av belysningen används. Investeringen bedöms uppgå till ca 45 000 kr.

## 6 POTENTIAL TILL ENERGIEFFEKTIVISERING OCH LÖNSAMHET

### 6.1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ÅTGÄRDER FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING

Den potential till energieffektivisering som presenteras i detta avsnitt har beräknats med hjälp av egna kalkyler samt med indata som presenterats under tidigare avsnitt.

Åtgärderna som presenteras i Tabell 5 har medvetet redovisats som enskilda och inte slagits ihop i paket i det här läget. Skälet till det är att öka transparensen och tydligheten. Genom att enskilda åtgärder presenteras kan åtgärderna anpassas till framtida underhållsplaner och kombineras i lämpliga åtgärds paket, se avsnitt 6.3.

#### Förutsättningar för lönsamhetsberäkning

I Tabell 6 presenteras den kalkylränta och de priser på energi som har legat till grund för att bedöma de minskade driftkostnader som åtgärderna ger upphov till och dess lönsamhet.

Tabell 6 Förutsättningar för lönsamhetsberäkning

Uppgift	Värde	Enhet
Kalkylränta	5	%
Pris fjärrvärme	0,75	kr/kWh
Pris el	1,12	kr/kWh

Kostnader för el (rörliga och fasta delar) uppgick enligt senaste tillgängliga fakturan för september respektive oktober 2017 till 1,12 kr/kWh (inkl. moms). Denna kostnad används i vidare förloppet för att räkna på besparingspotential i pengar.

Enligt erhållna uppgifter uppgick fjärrvärmepriset år 2017 till 73,16 öre/kWh (inkl. rörliga delar och moms). Priset höjs 2018 från 51,8 kr/kWh med 1,6 öre/kWh till 53,4 öre/kWh exkl. moms för de rörliga delarna enligt uppgifter

från Karlskoga Energi & Miljö AB. Det nya priset på 75,16 öre/kWh (inkl. rörliga delar och moms) har använts för kalkylerna.

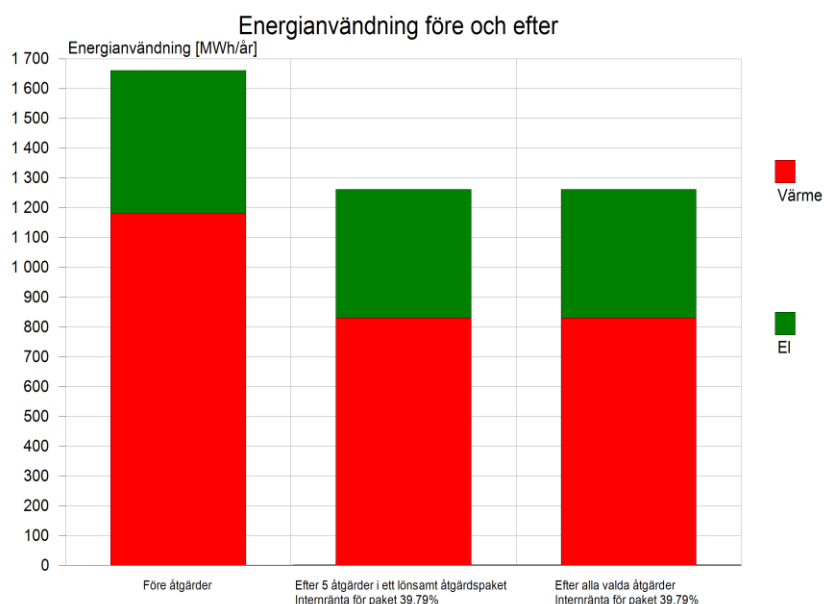
## 6.2 SAMMANSTÄLLNING AV ÅTGÄRDSFÖRSLAG

I Tabell 7 sammanställs åtgärder för energieffektivisering som beräknats och uppskattats tillsammans med minskad årlig driftkostnad och investering. Siffrorna i beskrivning av åtgärdsförslaget hänvisar till de avsnitt där åtgärdsförslaget presenteras närmare.

Tabell 7 Sammanställning av åtgärdsförslag för energieffektivisering

Åtgärdsförslag	Potential till energieffektivisering		Minskad driftkostnad	Investering
	El [kWh/år]	Fjärrvärme [kWh/år]	[kr/år]	[kr]
Injustering värmesystem huvudbyggnad (avsnitt 5.1.1)	-	40 000	30 000	119 000
Injustering värmesystem vandrarhem (avsnitt 5.1.2)	-	48 000	36 500	145 000
Modernisering ventilationssystem huvudbyggnad (avsnitt 5.2.1)	35 000	260 000	233 400	1 500 000
Injustering ventilationssystem medicenter (avsnitt 5.2.3)	1 250	3 800	4 300	13 000
LED-belysning gymnastikhallen (avsnitt 5.3)	8 150	-	9 100	45 000
<b>Summa</b>	<b>44 400</b>	<b>351 800</b>	<b>313 300</b>	<b>1 822 000</b>

Totalt har åtgärder för energieffektivisering identifierats som uppgår till 352 MWh/år fjärrvärme och 44,4 MWh/år el. Det ska dock understrykas att flera av åtgärderna har inverkan på varandra. Det medför att den totala energieffektiviseringen för åtgärdspaketet i många fall blir lägre än vad som redovisas i Figur 9.



Figur 9 Energianvändning före och efter genomfört åtgärds paket

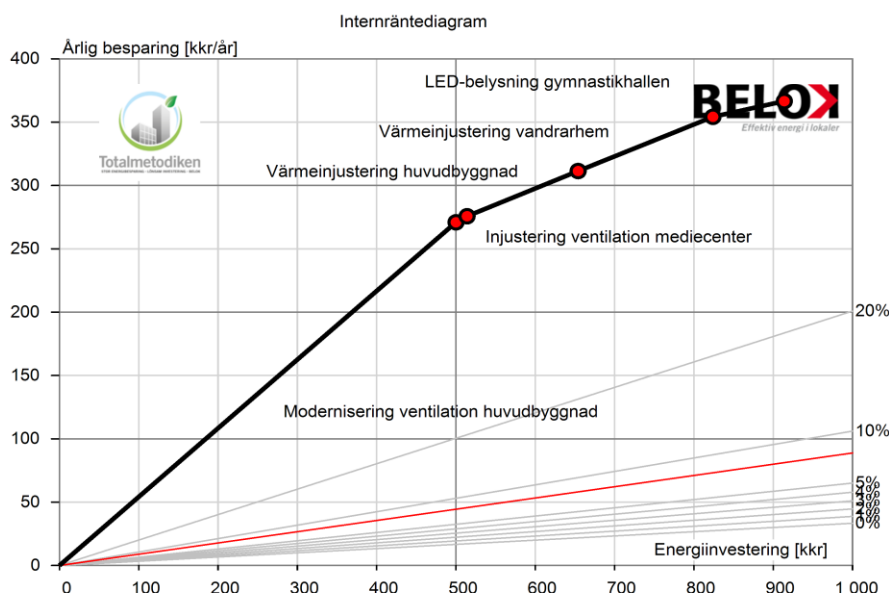
### 6.3 LÖNSAMHET ENLIGT TOTALMETODIKEN

Lönsamheten i projekt för energieffektivisering kan också bedömas genom att kombinera åtgärder med låg och hög investeringskostnad vilka tillsammans presenteras som åtgärds paket. Upplägget är framtaget av Energimyndighetens beställargrupper BeLok och BeBo och benämns Totalmetodiken.

Med ett affärsupplägg baserat på åtgärds paket för energieffektivisering kan större investeringar som på egen hand varit olönsamma inkluderas i energieffektiviseringsprojekt. I projektet sammanställs samtliga identifierade energieffektiviserande åtgärder tillsammans med investering och den besparing de ger upphov till. Efter det bedömer man vilka av åtgärderna som ryms inom åtgärds paketet utifrån de lönsamhetskrav som organisationen har bestämt.

Baserat på energipriser och kalkylränta presenterat i Tabell 6 har en lönsamhetsberäkning för föreslaget åtgärds paket enligt totalmetodiken (baserat på livscykelkostnader) tagits fram.

Tidigare presenterade kostnad för åtgärds förslag Modernisering av ventilationssystem huvudbyggnad består till stor del av underhållskostnad. Baserat på det har 33 procent av åtgärdens totala kostnad bedömts som nyinvestering för energieffektivisering och legat till grund för lönsamhetskalkyl som presenteras nedan i Figur 10.



Figur 10 Lönsamhetskalkyl baserat på LCC-kostnader för åtgärder för energieffektivisering

Lönsamhetskalkylen visar att samtliga åtgärder i åtgärdspaketet för energieffektivisering ger en avkastning som ligger högre än ett avkastningskrav på 8 procent (markerat med röd linje). Eftersom organisationens avkastningskrav är okänd har 8 % antagits baserat på erfarenhetsvärde. Att avkastningen är så pass bra i det här fallet beror på att det har antagits att stor del av investeringskostnad kan anses som underhållskostnad som ändå behöver tas i en snar framtid och kostnaden för energieffektivisering blir därmed lite. Åtgärdspaketet är därmed även ekonomiskt sett lönsamt att genomföra.

## 7 SLUTSATSER

### 7.1 POSITIVA SIDOEFFEKTER

Nämnda åtgärdsförslag bidrar förutom till energieffektivisering även till minskade driftkostnader och förbättrad inomhusmiljö som har en positiv effekt för anställda och studenter.

Dessutom ger ett bättre omhändertagande av värme- och luftflöden, dvs. kortare drifttider, lägre temperaturnivåer och ventilationsflöden som är i balans, mindre slitage och underhåll och leder så till längre livslängd på teknik såsom ventilationsaggregat.

### 7.2 NEGATIVA SIDOEFFEKTER

En injustering av byggnadens värme- och ventilationssystem kan kortvarigt störa anställda och studenter men bör kunna minimeras med bra planering (utförande t.ex. under sommarledighet).

Ombyggnad av ventilation eller värmesystem innebär att systemen kan behöva stängas av under processen vilket kan påverka inomhusmiljön och störa verksamheten.

En eventuell åtgärd för ombyggnad av vandrarhemmets ventilationssystem skulle kräva en större ombyggnad. Det skulle sannolikt påverka uthyrningsgraden av vandrarhemmens rum vilken kan ge en minskad intäkt.

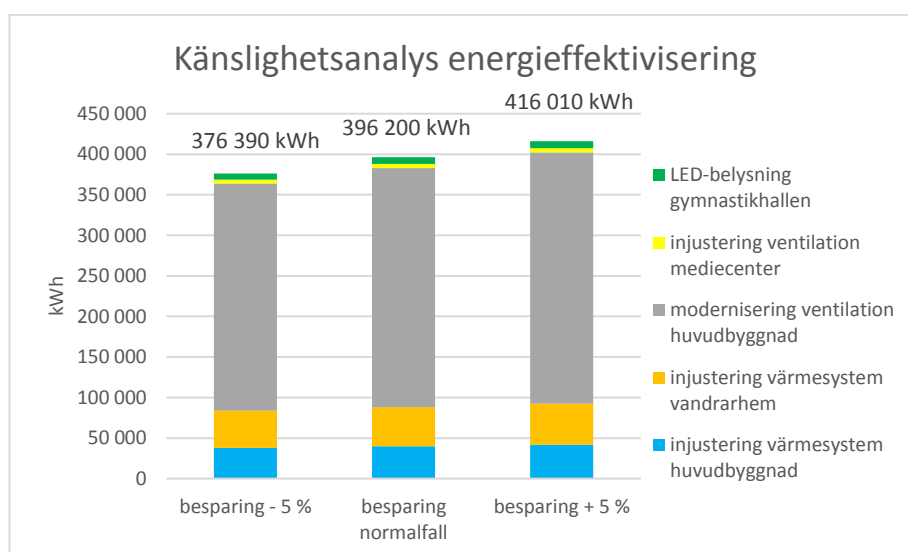
### 7.3 HORISONTELLA KRITERIER

Även horisontella kriterier har tagits hänsyn till i denna fallstudie. Åtgärdsförslagen ger en förbättrad inomhusmiljö vilket bidrar till en bättre och mer likvärdig arbetsmiljö för alla i samtliga av byggnadens lokaler.

### 7.4 KÄNSLIGHETSANALYS AV ENERGIBESPARING FÖR ÅTGÄRDER

Som nämnts under avsnitt 2.1 presenteras här vilken potential till energieffektivisering som tre olika nivåer på omfattning (låg, normal, respektive hög utnyttjandegrad) av nyttjandegrad skulle ge.

Eftersom det är svårt att uppskatta olika nivåer på omfattning av åtgärder har två fall utöver normalfallet antagits. Ett där åtgärderna ger en 5 procent mindre besparing än vad som beräknats och ett fall där åtgärderna ger en 5 högre besparing än vad genomförda kalkyler visar. Det bedöms överensstämma med hur utfallet påverkas av att lokalerna nyttjas i lägre respektive högre omfattning än normalt. Utfallet presenteras i nedanstående Figur 11:



Figur 11 Känslighetsanalys av potential till energieffektivisering för olika nivåer på nyttjandegrad

Som ovanstående diagram visar blir den totala energibesparingspotentialen som grundar sig på kalkyler i denna fallstudie ca 396,2 MWh/år. Utgår man från att besparingen inte blir lika stor utan 5 procent mindre ger det en besparingspotential på totalt 376,4 MWh. Om besparingen överstiger kalkylerna i denna rapport med 5 procent så skulle en total energibesparing på 416 MWh kunna uppnås.

En 5 procent mindre eller högre besparing än normalfallet motsvarar en besparing på respektive 22,7 procent eller 25,0 % av den totala energianvändningen. Uttryckt i kWh är det respektive 19 810 kWh/år mindre eller 19 810 kWh/år mer som kan sparas.



## 8 NÄSTA STEG

### 8.1 GENOMFÖRANDE AV ÅTGÄRDER

Nästa steg efter platsbesöket och genomförd energikartläggning samt utredning av möjligheter för genomförandet av åtgärderna blir att lägga med åtgärder i kommande budget, prioritera dem, ta fram projekteringsunderlag och sedan ta in offerter. Det arbete föreslås påbörjas snarast möjligt för att en utvärdering av den faktiska besparingen ska kunna göras samtidigt som energibehovet minskas avsevärt.

Förslagsvis planeras åtgärderna att genomföra i följande ordning:

1. Injustering värmesystem huvudbyggnad
2. Injustering värmesystem vandrarhemmet
3. Modernisering ventilationssystem huvudbyggnad
4. Injustering ventilationssystem medicenter
5. LED-belysning gymnastikhallen

Dessutom kan ytterligare enklare åtgärder genomföras omgående, t.ex. CO<sub>2</sub>-styrning av ventilation som inte redan är CO<sub>2</sub>-styrd.

Det ska påpekas att man bör fundera när i tid större åtgärder, t.ex. ett fönsterbyte, blir aktuella. Blir det aktuellt om ett par år så kan det vara rimligt att vänta med att genomföra åtgärder gällande ventilations- och värmesystemet tills efter fönsterbyte. Samtidigt bör man inse att ju längre man väntar med genomförandet av värme- och ventilationsrelaterade åtgärder desto mer pengar skulle kunna sparas fram till ett eventuellt fönsterbyte.

### 8.2 KOMPLETTERANDE UTVÄRDERING

En kompletterande utvärdering av det faktiska utfallet görs förslagsvis ca ett år efter att åtgärderna har genomförts. Det för att man då får med både en varm och en kall period och kan jämföra den faktiska besparingen över ett helt år. Om åtgärdsförslagen genomförs under det kommande halvåret så kan den kompletterande utvärderingen förmodligen göras under juni 2019.

### 8.3 MARKNADSSPRIDNING AV RESULTAT

Fallstudien och efterföljande utvärdering kommer att publiceras på [www.fastighetsnatverket.se](http://www.fastighetsnatverket.se) och förslagsvis även på Karlskoga folkhögskolas webbplats. Vidare kommer underlaget att presenteras på kommande träffar med Fastighetsnätverket.

Ytterligare en identifierad spridningskanal är genom nätverket Rörelseägda intresse organisationer (RIO) som är riksorganisation för folkhögskolor i Sverige. Vidare finns ytterligare medlemmar i Fastighetsnätverket som förvaltar folkhögskolor som bör delges fallstudiens innehåll och resultat.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. [www.wsp.com](http://www.wsp.com)

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://www.wsp.com)

