

Harry Sjögren AB

Högsbo 20:22

**Energieffektivisering enligt
Totalmetodiken**

**Resultatet från mätningarna och
uppföljningen i Etapp 3**

Beställt av: Harry Sjögren AB

Utfört av: Mari-Liis Maripuu och Karin Glader CIT Energy Management

Version: Slutversion

Datum: 2017-02-28

Denna rapport har tagits fram som en del i projektet "The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings", som stöts av Intelligent Energy Europe Programme. Contract number: IEE/13/613/SI2.675832

Projektets hemsida: www.totalconcept.info

Februari 2017



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

BELOX
Effektiv energi i lokaler

Ansvarsfriskrivning

Hela ansvaret för innehållet i denna publikation ligger hos författarna. Det återspeglar inte nödvändigtvis den Europeiska Unionens åsikter. Varken EACI eller Europakommissionen ansvarar för hur informationen i publikationen kan komma att användas.

SAMMANFATTNING	4
BAKGRUND	5
GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER I ETAPP 2	6
RESULTATET FRÅN MÄTNINGARNA OCH UPPFÖLJNINGEN I ETAPP 3	8
LÖNSAMHETSRESULTAT FÖR ÅTGÄRDSPAKETET	14
BILAGA 1. ÅTGÄRDSPAKETET I ETAPP 1 OCH ETAPP 2	16
BILAGA 2. BERÄKNADE VÄRDEN OCH KONSTRUKTIONS VÄRDEN FÖR SYSTEMEN OCH KOMPONENTERNA	17
BILAGA3. RESULTATET FRÅN MÄTNINGARNA OCH UPPFÖLJNINGEN I ETAPP 3	18



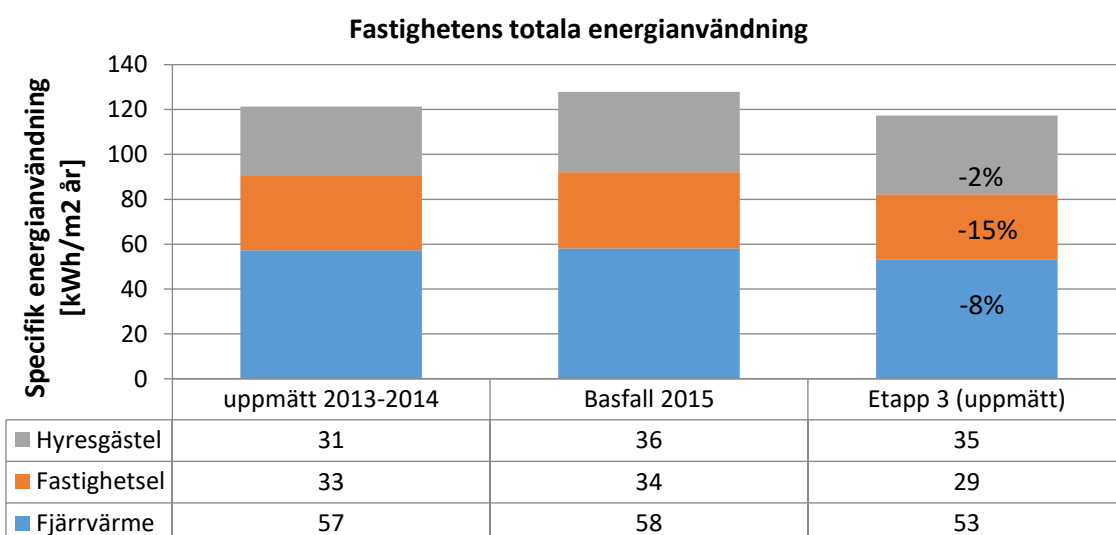
Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	Kapitelbokstav / Sidnr 4 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	
Version Slutversion	

SAMMANFATTNING

Energieffektivisering enligt Totalmetodiken har genomförts i kontorsfastigheten Högsbo 20:22 som del av den allmänna uppgraderingen av byggnaden i samband med planerade hyresgästanpassningar. Efter inflyttning av nya hyresgäster i ett av husen (Hus C) förväntades den totala energianvändningen för fastigheten (inkl hyresgästel) öka med ca 5 %, till ca 128 kWh/m²,år (nytt basfall). Detta på grund av ökad användning av hyresgästel, ökat kylbehov och ökade ventilationsflöden.

Med framtagna åtgärds paketet enligt Totalmetodiken förväntades fastighetens totala energianvändning minska med ca 7 % jämfört med den nya beräknade basfallet och ca 2 % jämfört med uppmätta energianvändning före renoveringen. Det uppmätta resultatet i Etapp 3 visar en besparing på ca 8 % respektive 3 %. Den totala specifika energianvändningen (inkl. hyresgästel) för fastigheten Högsbo 20:22 är efter renoveringen 117 kWh/m² per år. Energinvändningen för fastighetsdrift (BBR energi) minskade med ca 11 % jämfört med basfallet och ca 9 % jämfört med den uppmätta energianvändning före renoveringen. Den specifika energianvändningen för fastighetsdrift (BBR energi) är efter renoveringen 82 kWh/m² per år.

Mättningsresultat i Etapp 3 jämfört med beräknade basfallet i Etapp 1 visas i figur 1.



Figur 1. Specifik energianvändning före och efter genomförda energieffektiviseringsåtgärder i åtgärds paketet för kontorsfastigheten Högsbo 20:22. Energibesparingar är baserade på det nya beräknade basfallet (referensnivån) för byggnadens energiprestanda.

Den beräknade lönsamhet för åtgärds paketet i Etapp 2 (genomförande av åtgärder) var ca 5 %. Den beräknade verkliga lönsamheten för åtgärds paketet i Etapp 3 är ca 8 % och är inom fastighetsägarens lönsamhetsramar. Åtgärds paketet resulterade i en årlig besparing om ca 169 kSEK/år (jämfört med basfall) och har krävt en investering på ca 1 807 kSEK.



Version Slutversion	Dokumentnamn	Kapitelbokstav / Sidnr
	Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	5 (22)
	Projektet	Projektledare
	HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölnadal HARRY SJÖGREN AB	M-L. Maripuu
	Projektet	Projektnummer
	14231	Datum
		2017-02-10
		Rev. Datum
		2017-02-28

BAKGRUND

Rapporten presenterar resultatet från de genomförda energieffektiviseringsåtgärderna i kontorsfastigheten Högsbo 20:22 vilka genomförts enligt Totalmetodiken. Huvudsyftet med renoveringen av Högsbo 20:22 var att införliva förbättringar av energiprestanda i den allmänna uppgradering av byggnaden i samband med planerade hyresgästanpassningar. Projektet är en del av ett internationellt samarbetsprojekt "The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings", som stöds av programmet Intelligent Energy Europe Programme.

Etapp 1 av Totalmetodiken (framtagning av ett åtgärds paket) har genomförts i byggnaderna under hösten 2014 och de föreslagna energieffektiviserande åtgärderna genomfördes (Etapp 2) under våren- sommaren 2015. Mätning och uppföljning (Etapp 3) genomförts från **oktober 2015 till september 2016**. Följande personer har varit involverade i mätningarna och uppföljning i Etapp 3 av Totalmetodiken:

Medverkande	Kontakt
CIT Energy Management AB	
Mari-Liis Maripuu- Projektledare	mari-liis.maripuu@cit.chalmers.se
Karin Glader - Konsult	Karin.glader@cit.chalmers.se
Harry Sjögren AB	
Leif Andersen – Fastighetsförvaltare	leif.andersen@harrysjogren.se
Clas Svenningsen – Driftstekniker	clas.svenningsen@harrysjogren.se

Installationen av mätare och sensorer av Harry Sjögren AB. Avläsning av data från mätare och sensorer av Harry Sjögren AB och CIT Energy Management AB. Insamling och analys av data av CIT Energy Management AB. Uppföljning av kostnader i Etapp 2 har gjorts av Harry Sjögren AB.

Avvikelse från uppföljningsplanen

Mätningar och uppföljning i Etapp 3 har utförts i enlighet med den plan för mätning och uppföljning som tagits fram under Etapp 2. De befintliga energimätarna och sensorer användes i första hand för övervakning byggnadens energianvändning. Emellertid har värmemätare för hus C inte fungerat under mätperioden och tyvärr var det inte möjligt att ersätta. Därför har mätning av fjärrvärmeanvändning i hus C inte kunnat rapporteras separat. Resultaten presenteras tillsammans för hus A, B, C och separat för hus D.

Nya undermätare installerades för den nya luftbehandlingsaggregatet i hus C, och för kylaggregatet samt kylsystempumpar i hus C och D. Elmätaren för kylaggregatet installerades först under våren 2016, därför har bara endast cirka 8 månaders övervakning varit möjligt.



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	Kapitelbokstav / Sidnr 6 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	
Version Slutversion	

GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER I ETAPP 2

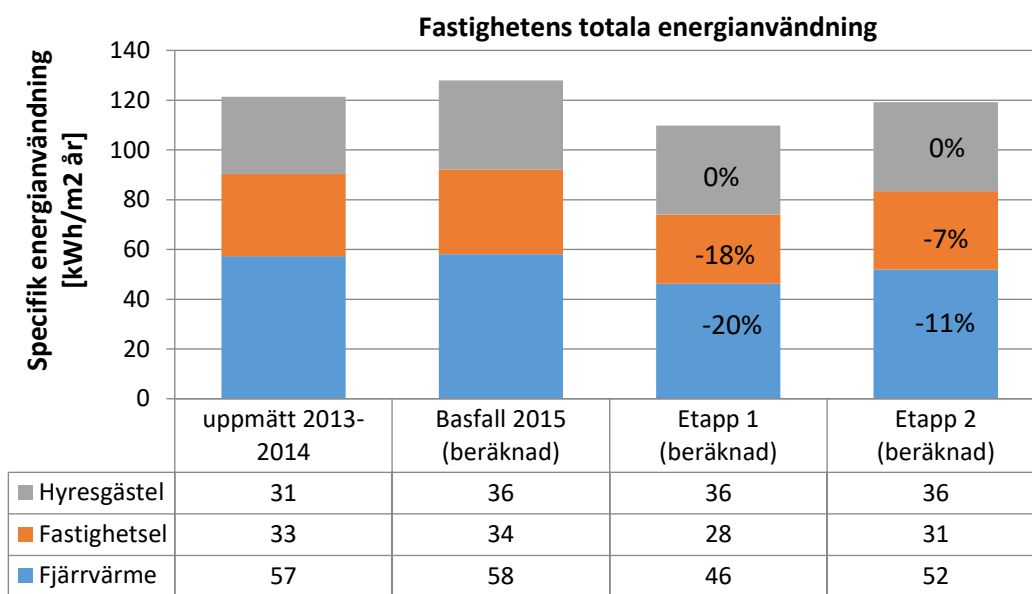
Den föreslagna åtgärds paket i Etapp 1 sammanfattas i bilaga 1. Åtgärds paket innehöll 6 energieffektiviseringsåtgärder för hus C och D, som var planerad att genomföras tillsammans med de planerade hyresgäst Anpassningarna. Ett antal justeringar gjordes till åtgärds paketet i Etapp 2. Ändringarna omfattade följande:

- *Åtgärd 3* (Byte av ventilationsaggregat TA102 och TA103 i Hus C) är genomförd som planerat.
- *Åtgärd 4* (Byte av kylmaskin i Hus C och D) är genomförd som planerat.
- *Åtgärd 5* (Byte av ventilationsaggregat TA104 och TA105 i Hus D) kommer troligen genomföras under 2017.
- *Åtgärd 6* (Sektionering av ventilationssystem i Hus C och D) har enbart genomförts för Hus C.
- *Åtgärd 8* (Byte av pumpar i värmesystemen till tryckstyrda pumpar i Hus D) är genomförd som planerat
- *Åtgärd 10* (Byte av termostater och injustering av värmesystemen i Hus C och D) har delvis genomförts. Injusteringen av hus C avvaktas tills vidare.

Beräknad total energi- och kostnadsbesparingspotential samt lönsamheten för det i Etapp 2 genomförda åtgärds paketet jämförs, i tabell 2 och figur 2, med förslaget i Etapp 1.

Tabell 1. Sammanställning av Åtgärds paket för kontorsfastighet Högsbo 20:22 enligt Etapp 1 och Etapp 2. De presenterade besparingarna jämförs med det nya beräknade basfallet.

	Etapp 1	Etapp 2
Beräknad total årlig energibesparing:	14 %	7 %
Beräknad total årlig energibesparing för fastighetsenergi (BBR):	20 %	9 %
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme :	173 MWh/år	90 MWh/år
Beräknad effektbesparing- Fjärrvärme:	103 kW	79 kW
Beräknad energibesparing - El	91 MWh/år	37 MWh/år
Beräknad effektbesparing- El	46 kW	50 kW
Total kostnadsbesparing:	217 kSEK/år	125 kSEK/år
Energiinvesteringskostnad:	2938 kSEK (28%)	1807 kSEK
Internränta för åtgärds paket	5,5 %	4,8%



Figur 2. Beräknat specifik energianvändning före och efter genomförda energieffektiviseringsåtgärder i åtgärds paketet för kontorsfastigheten Högsbo 20:22 i Etapp 1 och Etapp 2. Energibesparingspotential uppskattas baserat på det nya beräknade basfallet (referensnivån) för byggnadens energiprestanda.

Den totalt specifika uppmätt energianvändning före renoveringar var 121 kWh/m²,år (inklusive hyresgästel). På grund av planerade hyresgästpassningar i hus C, beräknas energianvändning för fastigheten öka till ca 128 kWh/m²,år. Detta fastställdes som ett nytt basfall för energieffektiviseringsåtgärderna.

Beräkningarna, enligt den justerade åtgärds paket i Etapp 2, visar att åtgärds paket kommer att leda till samma energianvändning som före renoveringen, cirka 119 kWh/m²,år. Dock kommer den beräknade energianvändningen för fastighetsdrift (BBR energi) vara ca 9 % lägre jämfört med de uppmätta värdena före, motsvarande ca 83 kWh/m²,år. Den total besparingspotential med åtgärds paket kommer att vara cirka 7 % baserat på det nya basfallet.

Projekterade värden och uppmätta värden för de tekniska system och komponenter som ingår i åtgärds paketet i Etapp 2 visas i bilaga 2.



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	Kapitelbokstav / Sidnr 8 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Version Slutversion	

RESULTATET FRÅN MÄTNINGARNA OCH UPPFÖLJNINGEN I ETAPP 3

Användningen av byggnaden och drift av de tekniska systemen efter renovering

Fastigheten Högsbo 20:22 består av två kontorsbyggnader uppdelad i fyra husdelar: A, B, C och D. Enligt de i början av projektet planerade hyresgäst Anpassningar planerades delar av den tomma ytan i hus C att hyras ut under 2015. Den planerade uthyrningen togs med i den beräkningarna av ett nytt basfall.

Användningen av byggnaden, internlasterna från människor, belysning och utrustning har följts upp och är i enlighet med den planerade användningen av byggnaden i Etapp 1 och Etapp 2.

Drifttider och börvärden för de olika system och komponenter övervakades kontinuerligt under mätperioden. Inga större förändringar har indikerats i förhållande till de beräkningar som gjorts i Etapp 1 och Etapp 2.

Inomhusklimat

Rumstemperaturen övervakades både i hus C och hus D under mätperioden. Utfallen sammanfattas i tabell 2 nedan. De uppmätta värdena jämförs med den indata som används i energiberäkningar i Etapp 1 och Etapp 2.

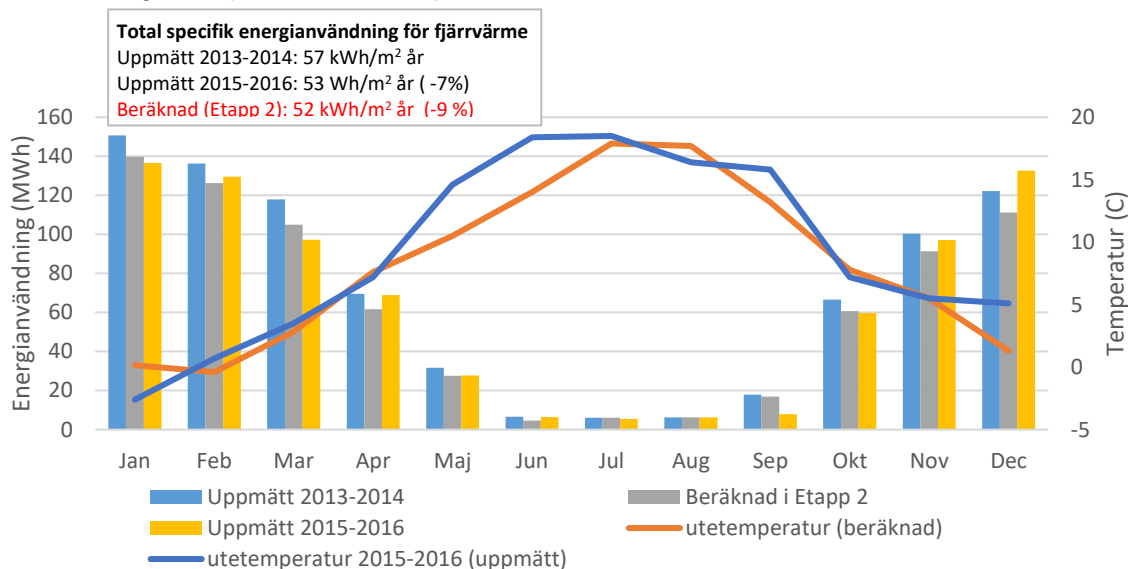
Fastighetsägaren kräver på inomhustemperatur för kontorslokaler är: vintertid + 21° C och sommartid + 23° C. Resultaten från mätningarna visar att dessa krav är uppfyllda, men inomhustemperaturer under vintern i hus D var något högre än vad som krävs och som uppskattas i beräkningarna. Hus C hade något lägre inomhustemperatur på sommaren jämfört med uppskattningen.

Tabell 2. Uppmätta rumstemperaturer i fastigheten Högsbo 20:22 under mätperioden i Etapp 3. Resultaten jämförs med de uppskattningar som gjorts i Etapp 1 och Etapp 2.

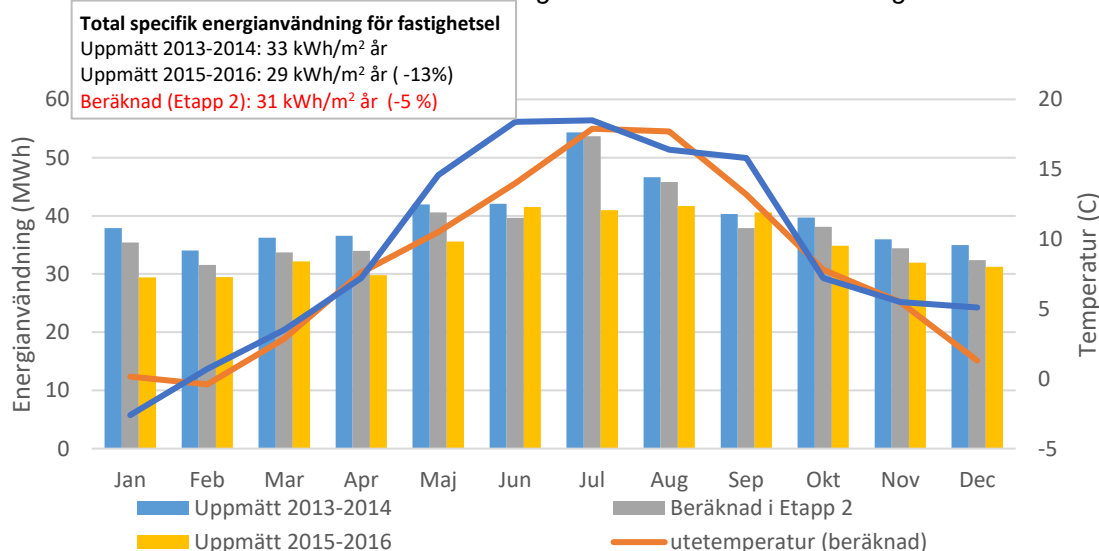
	Energiberäkningar i Etapp 1 och Etapp 2			Uppmätt i Etapp 3	
	Hus A, B	Hus C	Hus D	Hus C	Hus D
Min rumstemperatur dagtid (värme)	21,0	21,0	21,0	21,1	22,4
Min rumstemperatur natttid (värme)	20,5	20,5	20,5	21,1	22,6
Börvärde för komfortkyla dagtid	23,0	22,8	22,8	21,6	23,3
Börvärde för komfortkyla natttid	23,0	23,0	23,0	21,8	23,4
Max rumstemperatur dagtid	24,0	24,0	24,0	24,4	27,0
Max rumstemperatur natttid	24,0	24,0	24,0	24,4	27,6

Bygandens energianvändning efter renoveringen

Figureorna 3 och 4 nedan visar den uppmätta totala fjärrvärmeanvändning och den totala elanvändningen för fastighetsdrift i Högsbo 20:22 (alla byggnadsdelar) under perioden oktober 2015 till november 2016. Månadsvärdena för fjärrvärmeanvändning är normalårskorrigerad. Värdena jämförs med den uppmätta energianvändningen före renoveringen (medelvärde för 2013-2014) och beräknade värden för efter renovering (Ettapp 2). Även uppmätt utomhustemperatur och utomhustemperatur använd i beräkningarna, presenteras för jämförelse.



Figur 3. Uppmätt total värmeenergianvändning (fjärrvärme) för fastigheten Högsbo 20:22 jämfört med beräknade värden (Ettapp 2). De månatliga värdena är normalsårskorrigerade.



Figur 4. Uppmätt total fastighetselanvändning för fastigheten Högsbo 20:22 jämfört med beräknade värden (Ettapp 2).



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	Kapitelbokstav / Sidnr 10 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Version Slutversion	

Detaljerade resultat från mätningarna i Etapp 3 finns sammanfattade i tabell 3 nedan samt presenteras i bilaga 3. Värdena jämförs med beräknade värden från Etapp 2 och den uppmätta energianvändningen före renoveringen.

Tabell 3. Uppmätt energianvändning i fastigheten Högsbo 20:22 i Etapp 3 i jämförelse med resultaten från uppmätt energianvändning före renoveringen och med beräknad energianvändning efter renoveringen i Etapp 2.

Energisort	Enhet	Före	Etapp 2		Etapp 3	
		Uppmätt 2013-2014 (medel)	Beräknat	Diff. uppmätt före	Uppmätt 2015-2016	Diff. uppmätt före
Total fjärrvärme (normalårskorrigerad)	MWh	833	755	-9%	776	-7 %
Hus A, B & C	MWh	441	383	-13%	398	-10 %
Hus D	MWh	391	372	-5%	378	-3 %
Total fastighetsel	MWh	481	458	-5%	419	-13 %
Hus A & B	MWh	106	105	0%	103	-3 %
Hus C	MWh	81	81	0%	77	-5 %
Hus D	MWh	294	272	-7%	239	-19 %
Total årlig energianvändning (exkl. hyresgästel)	MWh	1314	1213	-8%	1195	-9 %
Total årlig specifik energianvändning (exkl. hyresgästel)	kWh/m²år	90	83	-8%	82	-9 %
Hyresgästel	MWh	451	520	+15%	512	+14%
Total årlig energianvändning (inkl. hyresgästel)	MWh	1765	1733	-2%	1707	-3 %
Total årlig specifik energianvändning (inkl. hyresgästel)	kWh/m²år	121	119	-2%	117	-3 %

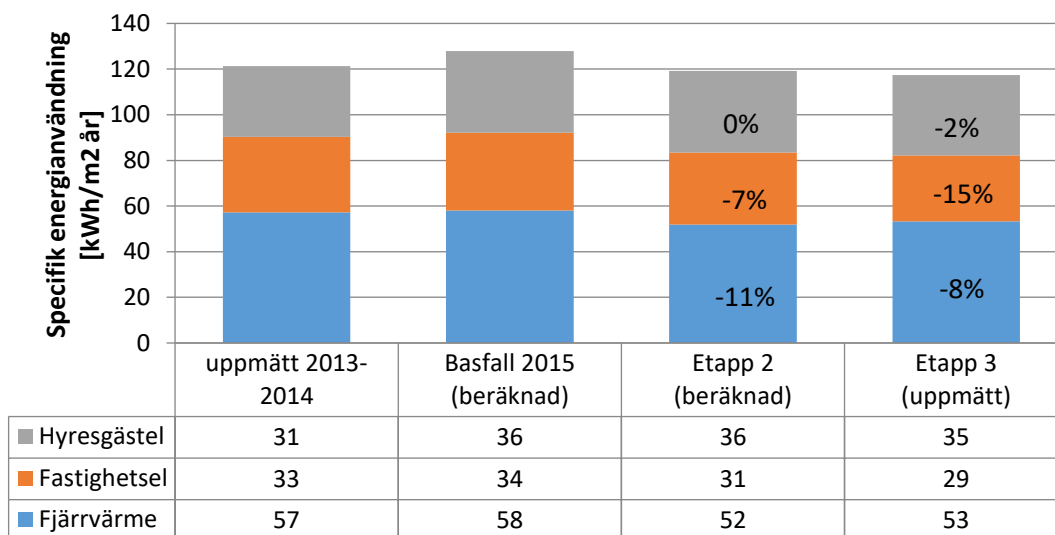
Enligt mätutfallen i Etapp 3 är den totala specifika energianvändningen för Högsbo 20:22 fastigheten efter renoveringar ca 117 kWh/m² per år. Resultaten är i stort i enlighet med de uppskattningar som gjorts i Etapp 2. Den totala värmeanvändningen efter renoveringar är ca 53 kWh/m² per år. Uppskattningen i Etapp 2 var ca 52 kWh/m² per år. Den mindre avvikelser kan kopplas till de små avvikelserna i inomhustemperaturer i vissa delar av fastigheten.

Den totala användning för fastighetsel var 29 kWh/m² per år, vilket var något lägre jämfört med uppskattningen gjord i Etapp 2, 31 kWh/m² per år. Den något högre besparingar kan förklaras av ett mer energieffektivt kylaggregat och att mer energieffektiva kylsystempumpar installerades i kylbaffelsystemet för hus C och D.

Den totala elanvändningen för hyresgästerna var 35 kWh/m² per år jämfört med uppskattningen under Etapp 2 som var ca 36 kWh/m² per år.

Figur 5 visar resultatet av mätningarna jämfört med beräknad basfall (referensnivå) i Etapp 1.

Fastighetens totala energianvändning



Figur 5. Specifik energianvändning före och efter genomförandet av energieffektiviseringsåtgärderna i åtgärdspaket för kontorsfastigheten Högsbo 20:22. Energibesparing är baserade på det nya beräknade basfallet för byggnadens energiprestanda.

På grund av hyresgästanpassningar i hus C beräknades den totala energianvändningen i fastigheten öka med cirka 5 %, till följd av högre beläggning samt installation av nya ventilationsaggregat med ökade luftflöden i hus C. Dock med det i Ettapp 2 genomförda åtgärdspaketet beräknades den totala energianvändningen av fastigheten (inkl. hyresgästel) minska ca 7 % i jämförelse med den nya beräknade basfallet och ca 2 % jämfört med uppmätta energianvändning före renoveringen. Det uppmätta resultaten i Ettapp 3 visar en besparing på ca 8 % respektive 3 %. Energinvändningen för fastighetsdrift (BBR energi) minskade med ca 11 % jämfört med basfallet och ca 9 % jämfört med den uppmätta energianvändning före renoveringen.

Detta innebär att trots den ökade beläggning och hyresgästanpassningarna (med ökat kylbehov och ökade ventilationsflöden) har energieffektiviseringen lett till minskad energianvändning i fastigheten.

Effektbesparingen i fastigheten

Enligt uppmätta timvärden för fjärrvärme och fastighetsel har totala effektbehovet minskat med ca 52 kW för fjärrvärme och ca 9 kW för el (årets medeffekt) i jämförelse med uppmätta värden före renoveringen. I jämförelse med den nya beräknade basfallet har totala effektbehovet minskat med ca 86 kW för fjärrvärme och ca 38 kW för el. Beräknad effektbesparing för fjärrvärme baseras på medel av tre högsta dygnsmedeffekterna under jan 2016 – sept 2016. Beräknad effektbesparing för fastighetsel baseras på högsta uppmätta timeffekterna under varje månad mellan okt 2016 - sept 2016.



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	Kapitelbokstav / Sidnr 12 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	
Version Slutversion	

Mätning och uppföljning av de tekniska systemen

Enligt *åtgärd 3* ersattes befintliga luftbehandlingsaggregat i hus C av ett nytt aggregat LB03 med en inbyggd värmepump för att värma och kyla tilluften. Det nya aggregatet har också högre projekterade luftflöden för att tillgodose den ökade inflyttningen i hus C. Dessutom, enligt *åtgärd 6* installerades VAV-spjäll i hus C för att variera luftflöden i zoner som inte används.

I Etapp 2 installerades nya undermätare för det nya luftbehandlingsaggregatet i hus C i syfte att följa upp energianvändningen av enheten. Resultaten av mätningarna är sammanfattade i tabell 4 nedan.

Tabell 4. Uppmätta luftflöden och energiprestanda för luftbehandlingsaggregatet LB03 installerad i hus C. Mätresultaten jämfört med värden före renoveringen och utfallet från Etapp 2.

	Före renoveringen		Efter renoveringen	
	Uppmätt/ beräknad	Basfall (beräknad)	Beräknad	Uppmätt
Max tilluftsflöde (m ³ /s)	4,1	6,2	4,8	4,8
Max frånluftsflöde (m ³ /s)	2,8	6,2	5,1	5,6
Medel tilluftsflöde (m ³ /s)	3,4	6,2	4,3	4,5
Medel frånluftsflöde (m ³ /s)	3,0	6,2	4,8	5,1
SFP (kW/(m ³ /s))	2,8	2,0	2,0	2,1
Värmeåtervinningsgrad %	75	50	78,0	>78
Värmeanvändning (kWh/år)	25000	72000	2400*	4263*
Energi för kyla (EI) (kWh/år)	1700	6000		
Fläktel (kWh/år)	32000	37000	26000	28582
Energianvändning totalt (kWh/år)	58700	115 000	28400	32845

* EI till värmepumpen

Uppföljningen i Etapp 3 visar att luftbehandlingsaggregatet använder mer energi än uppskattat i Etapp 2. Det beror delvis på högre uppmätta luftflöden än beräknat. Medelflödet under brukartiden var högre än väntat. Även värmepumpens energiprestanda var sämre än väntat.

Under uppföljningen i Etapp 3 bevakades även den nya kylmaskinens (*åtgärd 4*) drift. Nya undermätare installerades för kylaggregatet KM1 och kylsystempumpar i hus C och D, dock installerades elmätaren för kylaggregatet KM1 först under våren 2016. Därför har endast ca åtta månaders övervakning varit möjlig. Resultaten av mätningarna är sammanfattade i tabell 5 nedan.



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	Kapitelbokstav / Sidnr 13 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	
Version Slutversion	

Tabell 5. Uppmätta energiprestanda för kylaggregatet KM1 i hus D och kylsystempumpar KB1 och KB2. Mätresultaten jämfört med värden före renoveringen och utfallet från Etapp 2.

	Före renoveringen (Beräknat)	Etapp 2 (Beräknat)	Uppmätt Etapp 3
Kylmaskin KM1 drifttid kompressor (h)	8 760	6 260	1 413
Kylmaskin KM1 producerad kyla (kWh/år)	241 500	144 000	863
Kylmaskin KM1 elanvändning (kWh/år)	80 500	57 600	37 869*
Hus C KB1 drifttid pump (h)	8 760	6 260	2 921
Hus C KB1 energianvändning pump (kWh/år)	9 500	6 700	1 091
Hus C KB2 drifttid pump (h)	8 760	6 260	3 161
Hus D KB2 energianvändning pump (kWh/år)	9 500	6 700	2 286

* uppmätt under åtta månader från februari 2016 till september 2016.

Eftersom den nya kylmaskinen även har en funktion för användning av frikyla, så har kompressordriften varit ganska låg. Dock visar inte energimätaren för producerad kyla ett pålitligt resultat. Osäkerheten för energimätaren påverkas i hög grad av temperaturdifferensen på sekundärsidan. Felmätningen ökar markant när skillnaden mellan returtemperaturen och framledningstemperaturen är låg, vilket uppstår när kylbehovet är lågt. Det rekommenderas starkt att kolla möjligheten att optimera kylsystemet drift för att öka temperaturskillnaden.



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	Kapitelbokstav / Sidnr 14 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
	Rev. Datum 2017-02-28
Version Slutversion	

LÖNSAMHETSRESULTAT FÖR ÅTGÄRDSPAKETET

För att bedöma de faktiska utfallet från energieffektiviseringen enligt Totalmetodiken används siffrorna från den uppmätta energianvändningen i Etapp 3 samt de godkända slutgiltiga kostnaderna för åtgärds paket från Etapp 2. Lönsamheten i Etapp 3 beräknas med hjälp av de faktiska kostnaderna för energieffektivitetsåtgärder och den beräknade besparingar från Etapp 3. Kontroll av energipriser och energitaxor har gjorts för beräkningen av de årliga kostnadsbesparingarna. Energipriserna visas i bilaga 1.

Den verkliga lönsamheten beräknas i form av en internränta för hela åtgärds paketet. Den jämförs sedan med den i Etapp 2 uträknade internräntan. Resultatet sammanfattas i tabell 7 och presenteras i figur 6 nedan. I tabellen har resultaten jämförts både med det nya beräknade basfallet och med uppmätta energianvändningen före reoveringen.

Internräntediagrammet i figur 6 visar den beräknade lönsamhet för åtgärds paketet i Etapp 2 tillsammans med den verkliga lönsamheten som beräknades efter Etapp 3. Den beräknade lönsamheten för paketet i Etapp 2 var 4,8 %. Den beräknade lönsamheten i Etapp 3 är ca 8 % och uppfyller fastighetsägarens lönsamhetskrav. De presenterade besparingarna jämförs med det nya beräknade basfallet.

Tabell 7. Sammanställning av verkligt utfall för åtgärds paketet för kontorsfastigheten Högsbo 20:22 enligt Etapp 3. De presenterade besparingarna jämförs med det nya beräknade basfallet.

	Jämfört med nytt basfall	Jämfört med energianvändningen före
Total årlig energibesparing:	8 %	3 %
Total årlig energibesparing för fastighetsenergi (BBR energi):	11 %	9 %
Energibesparing – fjärrvärme:	70 MWh/år	57 MWh/år
Effektbesparing- fjärrvärme:	86 kW	52 kW
Energibesparing – el:	75 MWh/år	62 MWh/år
Effektbesparing- el:	38 kW	9 kW
Total årlig kostnadsbesparing:	169 kSEK/år	116 kSEK/år
Energiinvesteringskostnad:	1807 kSEK	-
Internränta för åtgärds paketet:	8 %	-



Dokumentnamn
Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning

Kapitelbokstav / Sidnr
15 (22)

Projektledare
M-L. Maripuu

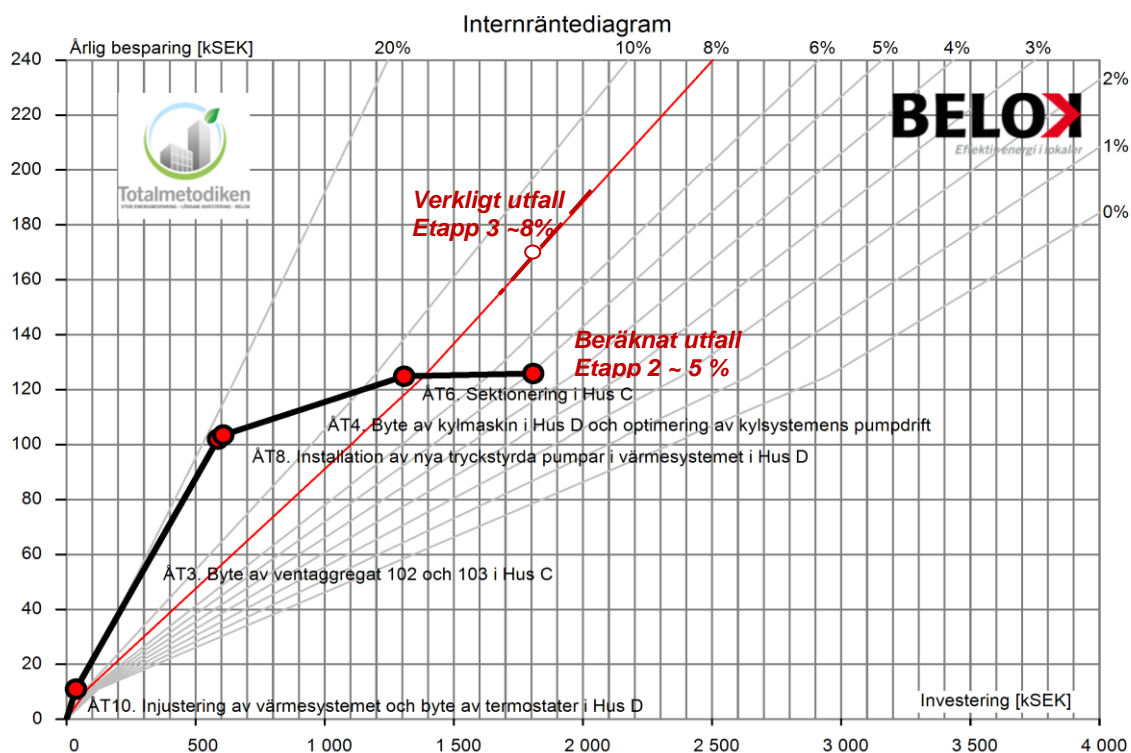
Projekt
HÖGSBO 20:22
Energieffektivisering enligt Totalmetodiken
Mölnadal
HARRY SJÖGREN AB

Projektnummer
14231


Datum
2017-02-10

Version Slutversion

Rev. Datum
2017-02-28



Figur 6. Den verkliga lönsamheten för åtgärds paketet som genomfördes i kontorsfastigheten Högsbo 20:22, presenterad i ett internräntediagram. Den faktiska internräntan för åtgärds paketet är ca 8 % och uppfyller fastighetsägarens lönsamhetsramar.

 Totalmetodiken <small>STOR ENERGIBESPARING - LÖNSAM INVESTERING - BELÖK</small>	Dokumentnamn	Kapitelbokstav / Sidnr
	Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	16 (22)
Version Slutversion	Projektnamn	Projektledare
	HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölnadal HARRY SJÖGREN AB	M-L. Maripuu
		Projektnummer
		14231
		Datum
		2017-02-10
		Rev. Datum
		2017-02-28

BILAGA 1. ÅTGÄRDSPAKETET I ETAPP 1 OCH ETAPP 2

Tabell B1.1. Sammanställning av åtgärder i åtgärdspaketet i Etapp 1.

Åtgärd nr	Åtgärdsbeskrivning	Värmebesparing			Elbesparing			Övrig besparing	Total besparing	Investering	Kalkyltid
		MWh/år	kW	kk/år	MWh/år	kW	kk/år				
3	Byte av ventaggregat 102 och 103 i Hus C	108	60	87	7	0	3	0	90	550	20
10	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus C	21	4	11	0	0	0	0	11	65	10
5	Byte av ventaggregat 104 och 105 i Hus D	28	26	30	42	14	32	0	62	602	20
8	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus	0	0	0	2	0	1	0	1	21	15
4	Byte av kylmaskin i Hus D och optimering av kylsystemens pumpdrift	0	0	0	30	22	28	0	28	700	20
6	Sektionering i Hus C och D	16	13	16	10	10	8	0	24	1000	15
	Totalt	173	103	144	91	46	73	0	217	2938	

Tabell B1.2. Sammanställning av åtgärder i åtgärdspaketet i Etapp 2.

Åtgärd nr	Åtgärdsbeskrivning	Värmebesparing			Elbesparing			Övrig besparing	Total besparing	Investering	Kalkyltid
		MWh/år	kW	kk/år	MWh/år	kW	kk/år				
3	Byte av ventaggregat 102 och 103 i Hus C	72	75	82	8	28	9	0	91	550	20
10	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus D	18	4	10	0	0	0	0	10	37	10
8	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus	0	0	0	2	0	1,5	0	1,5	21	15
4	Byte av kylmaskin i Hus D och optimering av kylsystemens pumpdrift	0	0	0	26	20	21	0	21	700	20
6	Sektionering i Hus C	0	0	0	1	2	1	0	1	500	15
	Totalt	90	79	92	37	50	32	0	125	1807	

Följande indata har använts för lönsamhetsberäkningar i Etapp 1, Etapp 2 och i Etapp 3

Energy and power tariffs	Etapp 1 & 2 ¹⁾	Etapp 3 ²⁾
Medel energipris för fjärrvärme	0,45 kr/kWh	0,45 kr/kWh
Effektaxa för fjärrvärme (> 100 kW)	663 kr/kW,år	678 kr/kW, år
Medel elpris	0,73 kr/kWh	0,72 kr/kWh
Effektaxa för el	475 kr/kW,år	494 kr/kW,år

1) Enligt 2013 års värden 2) Enligt 2016 års värden



Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	Kapitelbokstav / Sidnr 17 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Möndal HARRY SJÖGREN AB	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
Version Slutversion	Rev. Datum 2017-02-28

BILAGA 2. BERÄKNADE VÄRDEN OCH KONSTRUKTIONENS VÄRDEN FÖR SYSTEMEN OCH KOMPONENTERNA

Tabell B2.1. Beräknade och projekterade värden för systemen och komponenterna i Etapp 1 och Etapp 2 samt uppmätta värden i Etapp 3.

Åtgärd nr	System	Åtgärds-beskrivning	Tekniska egenskaper (Etapp 1)			Resultat från Etapp 2	Tekniska egenskaper (Etapp 2 och 3)	
			Parameter	Före	Beräknat efter		Steg 2	Steg 3
3	TA102 TA103 TA102 och TA103 i Hus C	Byte av ventaggregat i Hus C	Luftflöde TL/FF m ³ /s	3,4 / 3,0	6,2/6,2	Nytt luftbehandlingsaggregat LB03 med inbyggd värmepump för värme och kyla.	4,8/5,1	4,6/4,9
			VVX verkningsgrad %	70	78		78	100 (at -16 C)
			Märkeffekt fläktar TL/FF	7.5/7.5	7.5/11		7,5/11	8,5 (mean total)
			SFP kW/(m ³ /s)	2,8	2		2	2,1
			Tilluftstemp. styrning	20/20C vid 20/-20C	18/19C vid 20/-20C		room temp	room temp
			Drifttid	6:40-18:00 M-F	6:40-18:00 M-F		6:30-18:00 M-F	6:30-18:00 M-F
			COP kyla	n/a	5,3		5,3	5,3
			COP värme	n/a	19,6		19,6	19,6
10	RAD:D D-RAD:S D-RAD:N C-RAD:S C-RAD:N	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus C och D	<i>Rumstemperaturer</i>			Injusterat i hus D, primär och sekundär. ca 150 nya radiatorer med nya termostater, ca 250 befintliga radiatorer med gamla termostater, ca 10 nya konvektorer samt 15 befintliga konvektorer med gamla termostater		
			Vinter dag	+ 21C	+ 21C		+ 21C	+ 22,5C
			Vinter natt	+ 20,5C	+ 20,5C		+ 20,5C	+ 22C
			Pumpstopp vid <	12C	12C		13C	13C
			Framledningskurva	20/70C vid 20/-20C	20/70C vid 20/-20C		20/70C vid 20/-20C	20/70C vid 20/-20C
5	TA104 TA105 TA104 och TA105 i Hus D	Byte av ventaggregat i Hus D	Luftflöde TL/FF m ³ /s	11,9/12,1	10/10	Åtgärden görs 2017		
			VVX verkningsgrad %	70	75			
			SFP kW/(m ³ /s)	3,3	2,5			
			Tilluftstemp. styrning	20/20C vid 20,4/-20C	18/19C vid 20/-20C			
			Drifttid	6:40-18:00 M-F	6:40-18:00 M-F			
8	RAD:D-P1:1 D-RAD:N-P1	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus D	Eleffekt RAD:D-P1:1 (kW)	0,43	0,2	Byte av pump RAD:D-P1:1 och D-RAD:N-P1	0,025-0,49	0,025-0,49
			drifttid RAD:D-P1:1 (h/år)	6209	6209		6500	6500
			Eleffekt D-RAD:N-P1 (kW)	0,275	0,1		0,012-0,31	0,012-0,31
			drifttid D-RAD:N-P1 (h/år)	6209	6209		6500	6500
4	D-VKA1 D-VKA1-P1 D-VKA1-P2	Byte av kylmaskin i Hus D och optimering av kylsystemens pumpdrift	Effekt	275	578	Byte till ny maskin D-KM1 med frikyla och ökad effekt, nya pumpar, optimering av pumpdrift (frikoppling från serverkyla)	578	578
			COP kyla	2,5	3		3	3
			Eleffekt pumpar	7,5	5,9		3,2/5,6	3,2/5,6
			drifttid pumpar	8760	6260		6260	1400h for chiller, 3100/2900 h for pumps in the cooling system
			Systemtemperaturer				Winter 12/15,5, summer 7/12.5	Winter 10/12, summer 7,5/15
			<i>Rumstemperaturer</i>					
			Sommar dag	+ 22,8C	+ 22,8C		+ 23C	+ 23C (mean)
			Sommar natt	+ 22,8C	+ 22,8C		+ 23C	+ 27C (max)
6	TA102 TA103 TA104 TA105	Sektionering av ventilationssystem i Hus C och D	Totalt luftflöde TF/FF m ³ /s			Öppna/stängda spjäll har installerats på tillufts- och frånluftskanaler på varje våningsplan i Hus C		
			Hus C	3,4 / 3,0	5,7/5,7		4,3/4,6	4,5/5,1
			Hus D	11,9/12,1	9/9			



Dokumentnamn

Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning

Projektnamn

HÖGSBO 20:22
Energieffektivisering enligt Totalmetodiken
Mölnadal
HARRY SJÖGREN AB

Kapitelbokstav / Sidnr

18 (22)

Projektledare

M-L. Maripuu

Projektnummer

14231

Datum

2017-02-10

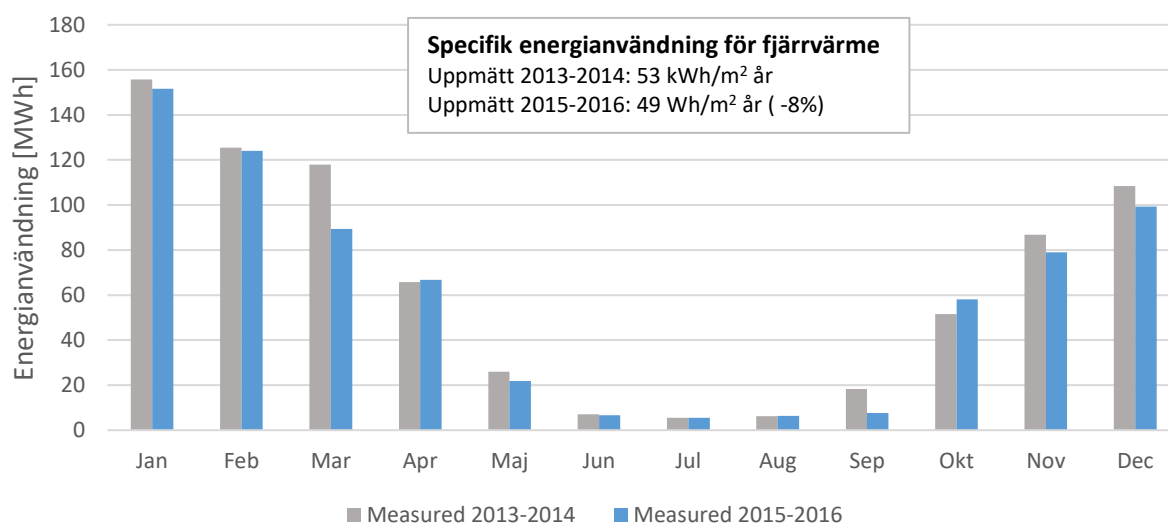
Rev. Datum

2017-02-28

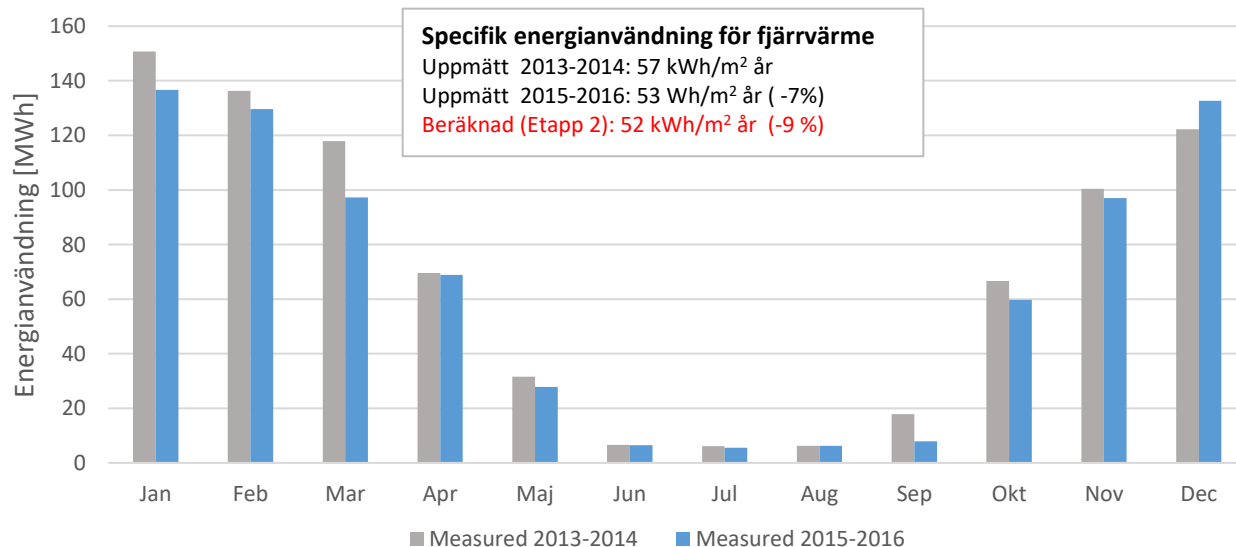
Version Slutversion

BILAGA3. RESULTATET FRÅN MÄTNINGARNA OCH UPPFÖLJNINGEN I ETAPP 3

Total fjärrvärmeanvändning



Total fjärrvärmeanvändning (normalårskorrigerad)





Dokumentnamn

Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning

Kapitelbokstav / Sidnr

19 (22)

Projektledare

M-L. Maripuu

Projektnamn

HÖGSBO 20:22

Energieffektivisering enligt Totalmetodiken

Möndal

HARRY SJÖGREN AB

Projektnummer

14231

Datum

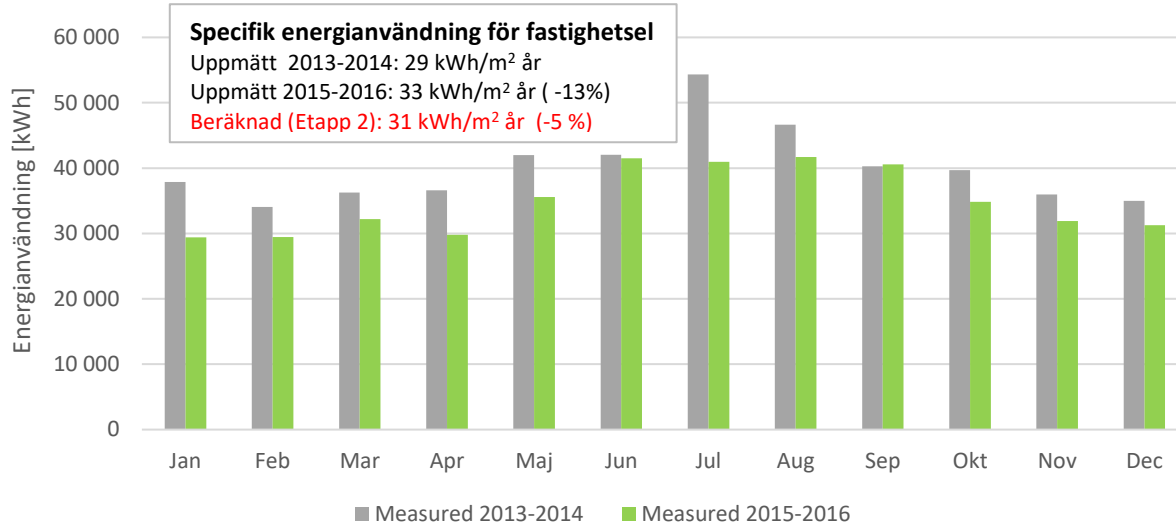
2017-02-10

Rev. Datum

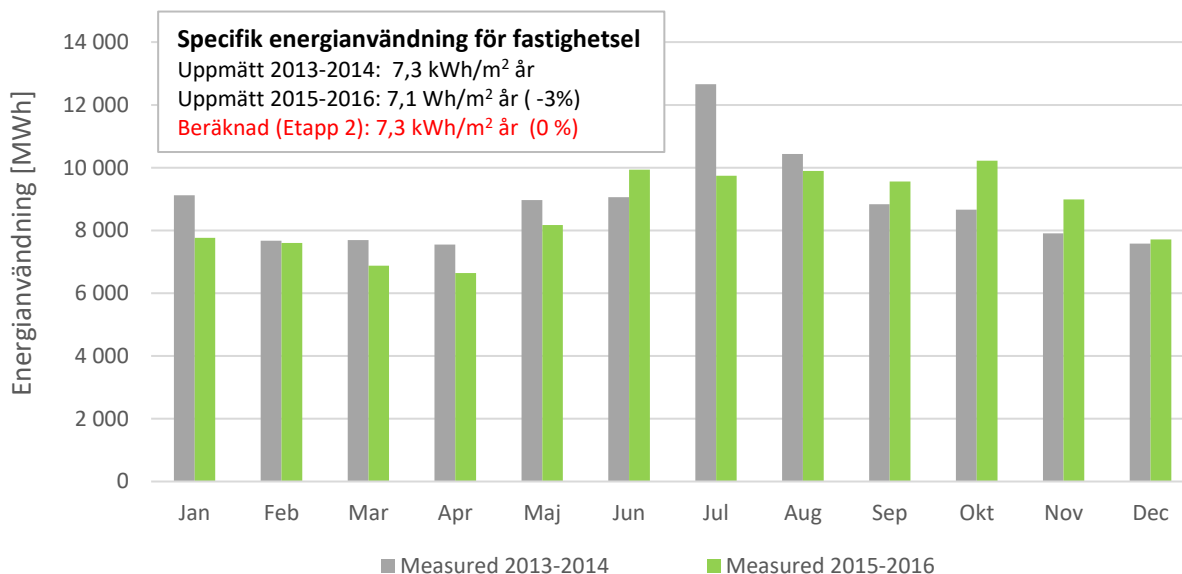
2017-02-28

Version Slutversion

Total fastighetsel



Fastighetsel Hus A och B





Dokumentnamn

Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning

Projektnamn

HÖGSBO 20:22

Energieffektivisering enligt Totalmetodiken

Möndal

HARRY SJÖGREN AB

Kapitelbokstav / Sidnr

20 (22)

Projektledare

M-L. Maripuu

Projektnummer

14231

Datum

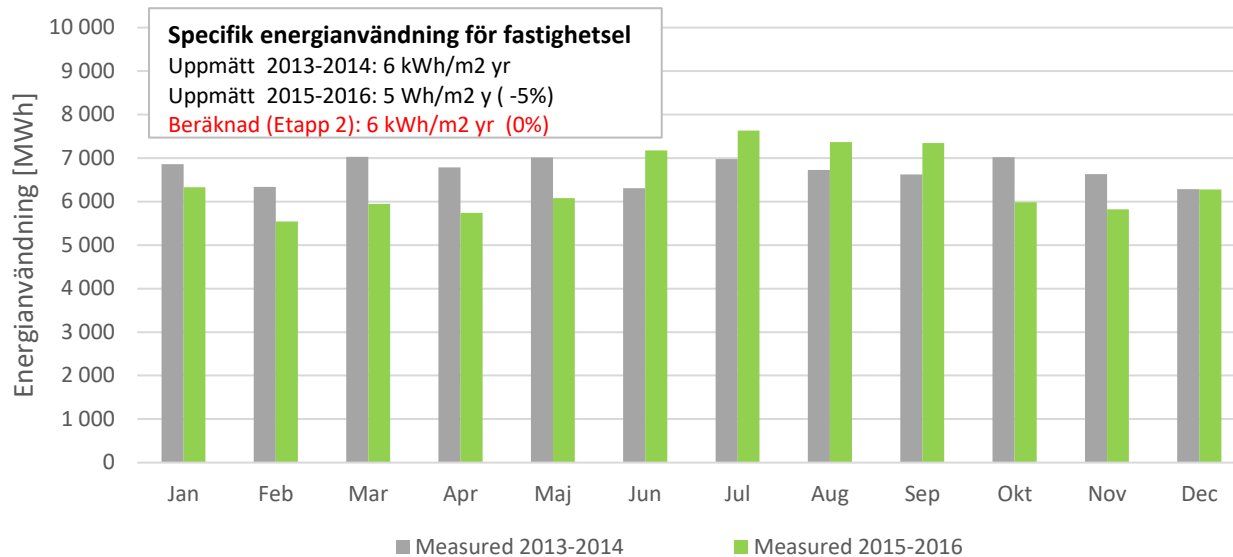
2017-02-10

Rev. Datum

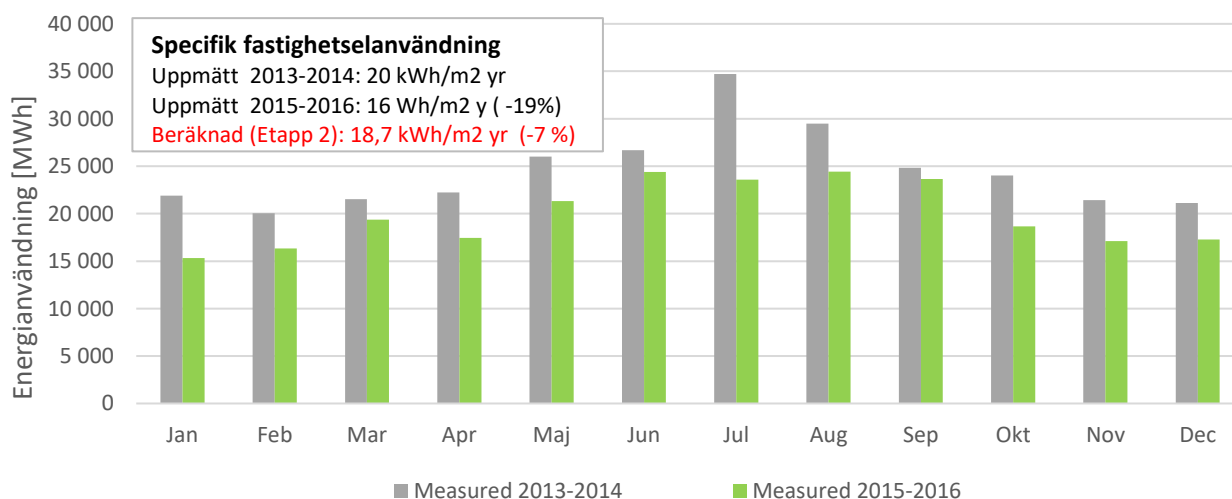
2017-02-28

Version Slutversion

Fastighetsel Hus C



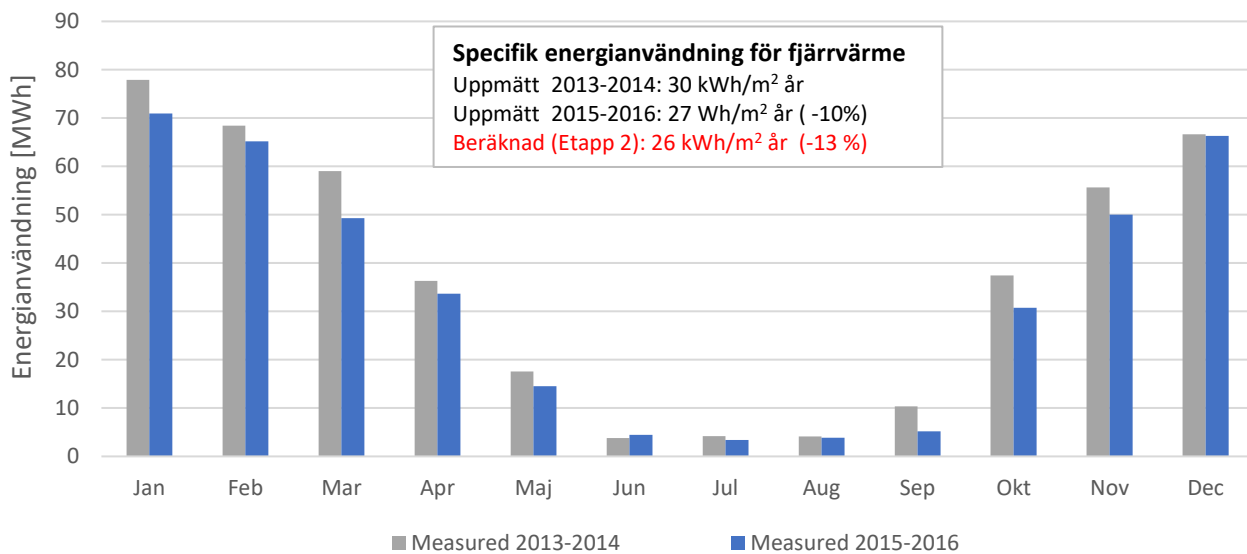
Fastighetsel Hus D



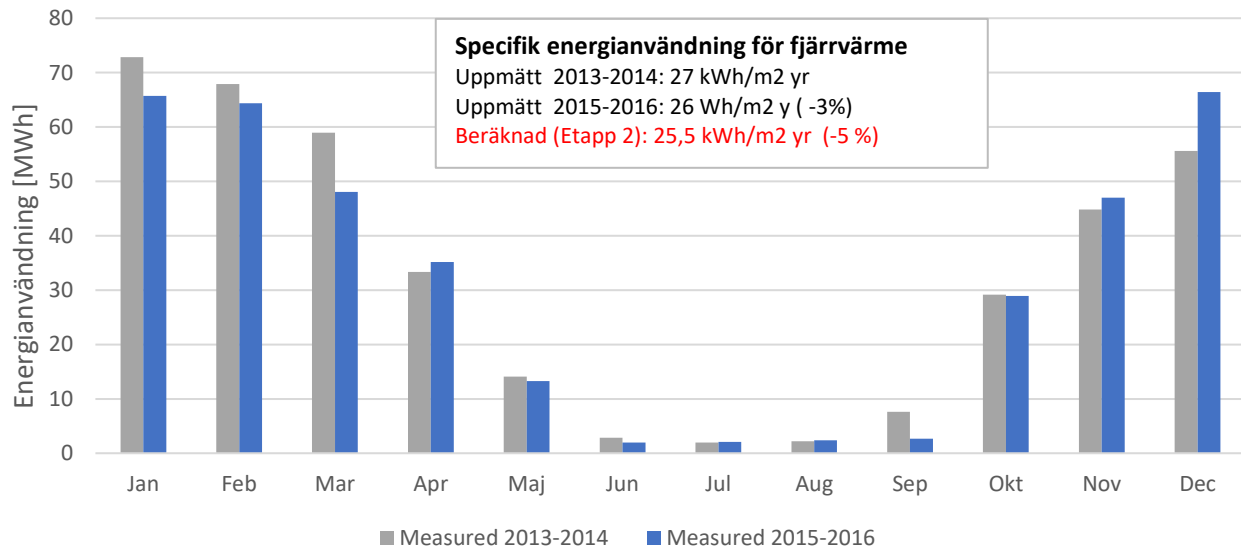


Dokumentnamn Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning	Kapitelbokstav / Sidnr 21 (22)
	Projektledare M-L. Maripuu
Projektnamn HÖGSBO 20:22 Energieffektivisering enligt Totalmetodiken Mölndal HARRY SJÖGREN AB	Projektnummer 14231
	Datum 2017-02-10
Version Slutversion	Rev. Datum 2017-02-28

Fjärrvärme Hus A, B och C (normaårskorrigerad)



Fjärrvärme Hus D (normaårskorrigerad)





Dokumentnamn

Resultat av Steg 3 – Mätning och uppföljning

Kapitelbokstav / Sidnr

22 (22)

Projektledare

M-L. Maripuu

Projektnamn

HÖGSBO 20:22

Energieffektivisering enligt Totalmetodiken

Mölnadal

HARRY SJÖGREN AB

Projektnummer

14231

Datum

2017-02-10

Rev. Datum

2017-02-28

Version Slutversion

