



## Högsbo 20:22

### Energieffektivisering enligt Totalmetodiken



**Beställt av:**

Mats Strid, Harry Sjögren AB

**Utfört av:**

Mari-Liis Maripuu, CIT Energy Management AB

**Version:**

Reviderad

**Datum:**

2015-04-22

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 stötts av Intelligent Energy Europe Programme och BELOK.

Projektets hemsida: [www.totalconcept.info](http://www.totalconcept.info)

BELOKS hemsida: [www.belok.se](http://www.belok.se)



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



#### **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.*

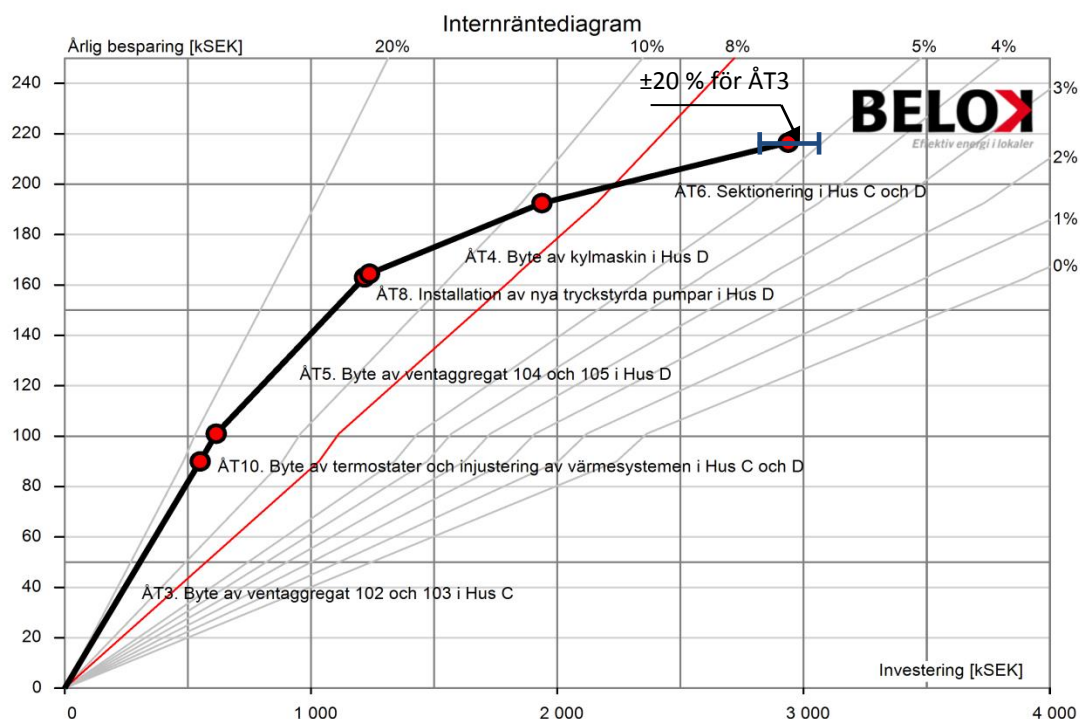
## Innehållsförteckning

1	Sammanfattning .....	4
2	Bakgrund .....	6
3	Projektets omfattning och metod .....	7
4	Byggnaden och dess tekniska system i nuläget .....	8
4.1	Byggnaden och dess utformning .....	8
4.2	Byggnadens användning .....	8
4.3	Inomhusklimat .....	9
4.4	Byggnadsskal .....	10
4.5	Tekniska system .....	11
4.5.1	Ventilation och luftbehandling .....	11
4.5.2	Värmesystem .....	12
4.5.3	Kyla .....	13
4.5.4	Belysning .....	14
4.5.5	Maskiner/utrustning .....	14
4.5.6	Vatten och tappvarmvatten .....	14
4.5.7	Styr- och övervakningssystem för de tekniska installationerna .....	14
5	Energi- och resursanvändning .....	15
5.1	Energistatistik .....	15
5.3	Energifördelning .....	18
5.4	Referensnivån för energieffektivisering .....	20
6	Identifierade åtgärder .....	23
6.1	Åtgärd 1. Byte av TA1 i Hus A till ett nytt aggregat .....	23
6.2	Åtgärd 2. Byte av kylmaskin VKA1 i Hus A och B och optimering av kylsystemens pumpdrift .....	24
6.3	Åtgärd 3. Byte av TA102 och TA103 i Hus C till ett nytt aggregat .....	25
6.4	Åtgärd 4. Byte av kylmaskin VKA1 i Hus C och D och optimering av kylsystemens pumpdrift .....	26
6.5	Åtgärd 5. Byte av TA104 och TA105 i Hus D till ett nytt aggregat .....	27
6.6	Åtgärd 6. Sektionering av ventilationssystem i Hus C och D .....	28
6.7	Åtgärd 7. Byte av pumpar i värmesystemen till tryckstyrda pumpar i Hus A, B och C .....	29
6.8	Åtgärd 8. Byte av pumpar i värmesystemen till tryckstyrda pumpar i Hus D .....	30
6.9	Åtgärd 9. Byte av termostater och injustering av värmesystemen i Hus A och B .....	31
6.10	Åtgärd 10. Byte av termostater och injustering av värmesystemen i Hus C och D .....	32
6.11	Åtgärd 11. Byte av fönster .....	33
6.12	Åtgärd 12. Installation av solceller .....	34
7	Åtgärdspaket enligt Totalmetodik .....	36
7.1	Indata för lönsamhetsberäkningar .....	36
7.2	Resultat från lönsamhetsberäkningar .....	37
8	Diskussion och slutsatser .....	40
	Bilaga 1. Indata för energisimuleringar .....	42
	Bilaga 2. Sammanställning av åtgärder .....	53

# 1 Sammanfattning

Kontorsfastigheten Högsbo 20:22 använder i dagsläget ca 88 kWh/m<sup>2</sup> energi per år (fjärrvärme + fastighetsel), med hyresgästel är energiprestanda ca 120 kWh/m<sup>2</sup> per år. Detta är väldigt låg energianvändning jämfört med liknande befintliga kontorsbyggnader i Sverige. Det kan delvis förklaras med ganska låg beläggning i de uthyrda lokalerna, ca 60 % av hela fastigheten var uthyrd år 2013 och ca 70 % år 2014. En del hyresgäst Anpassningar är planerade för de kommande åren i Hus C och D, vilket kommer att leda till en ökad energianvändning i fastigheten. Därför har en ny baslinje för fastighetens energianvändning beräknats, vilket visar att den totala energianvändningen för fastigheten kommer att öka till ca 130 kWh/(m<sup>2</sup>år).

Totalt har 12 energieffektiviseringsåtgärder identifierats och analyserats i denna rapport. En del av åtgärderna kommer att genomföras vid kommande hyresgäst Anpassningar och enligt fastighetsägaren skall de åtgärderna som berör Hus C och D prioriteras först. Därför har två alternativa åtgärds paket har tagits fram. *Åtgärds paket 1* innehåller åtgärder som uppskattningsvis kommer genomföras i samband med kommande hyresgäst Anpassningar i Hus C och D. *Åtgärds paket 2* är lönsamt åtgärds paket enligt Totalmetodiken. Den totala energi- och kostnadsbesparingen, energi investeringskostnaden och internräntan för åtgärds paketerna visas i tabell 1 och 2 och figuren 1 och 2 nedan.

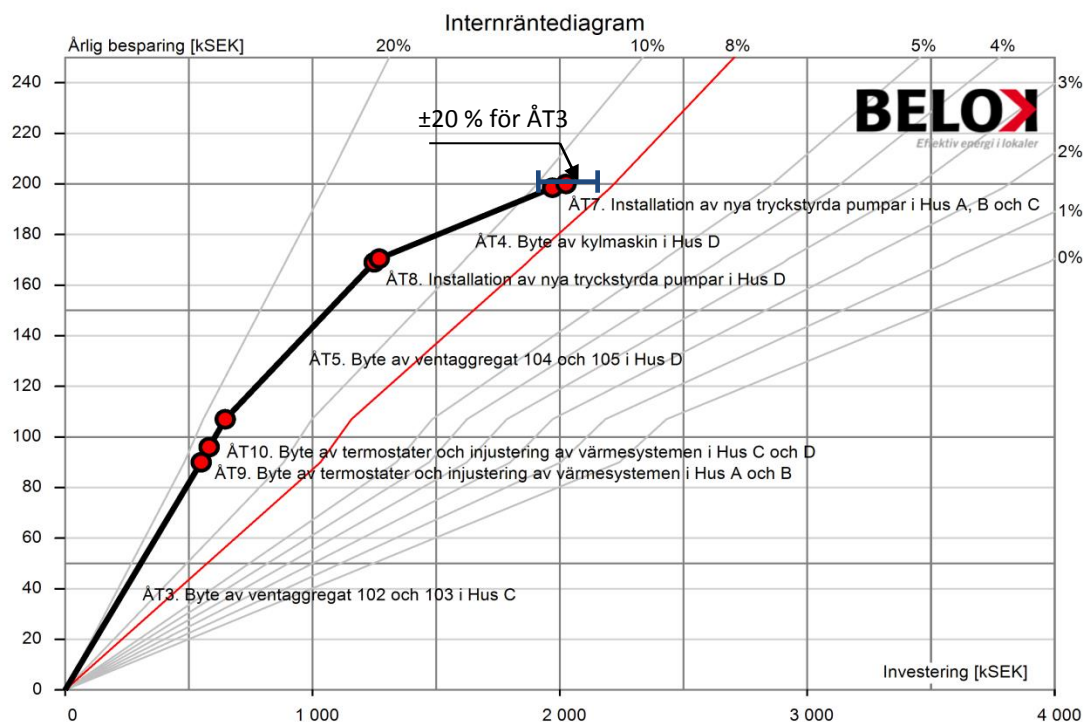


**Figur 1.** Lönsamheten för "Åtgärds paket 1" för Högsbo 20:22. Lönsamhetskravet är 8 % real kalkylränta och energipriserna antas stiga med 2 % utöver inflationen. Internräntan för åtgärds paketet är 5.5 %. Om kostnader för Åtgärd 3 (byte av ventilationsaggregat i Hus C) ändras med ±20 % kommer internräntan för åtgärds paketet bli ca 5.0 % - 6.0 %.

**Tabell 1.** Sammanställning av *Åtgärds paket 1* för Högsbo 20:22 kontorsfastighet.

Beräknad total kostnadsbesparing:	217 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	2 938 kSEK (28 % av totala investeringskostnader)
Internränta för åtgärds paket	5.5 %
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	173 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	91 MWh/år

Den totala energibesparingspotentialen med *Åtgärds paket 1* är ca 14 % jämfört med den nya referensnivån. Fastighetens totala energibehov kommer att bli ca 74 kWh/m<sup>2</sup> enligt BBRs definition (exkl hyresgästel) och ca 111 kWh/m<sup>2</sup> med hyresgästel.



**Figur 2.** Lönsamheten för ”*Åtgärds paket 2*” som uppfyller lönsamhetskraven enligt Totalmetodiken. Lönsamhetskravet är 8 % real kalkylränta och energipriserna antas stiga med 2 % utöver inflationen. Internräntan för åtgärds paketet är ca 9 %. Om kostnader för *Åtgärd 3* (byte av ventilationsaggregat i Hus C) ändras med ±20 % kommer internräntan för åtgärds paketet bli ca 8.5 % - 10 %.

**Tabell 2.** *Åtgärds paket 2* för Högsbo 20:22 kontorsfastighet enligt Totalmetodiken

Beräknad total kostnadsbesparing:	200 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	2 025 kSEK (20 % av totala investeringskostnader)
Internränta för åtgärds paket	9,2 %
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	167 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	83 MWh/år

Den totala energibesparingspotentialen med *Åtgärds paket 2* är ca 13 % jämfört med den nya referensnivån. Fastighetens totala energibehov kommer att bli ca 75 kWh/m<sup>2</sup> enligt BBR (exkl hyresgästel) och ca 112 kWh/m<sup>2</sup> med hyresgästel.



## 2 Bakgrund

Denna rapport har tagits fram av CIT Energy Management AB som en del av projektet ”*The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings*”, som stöds av programmet Intelligent Energy Europe och BELOK (Beställargruppen för Lokaler). Projektet syftar till att utveckla, testa och stödja Totalkonceptet i fem EU-länder i norra Europa: Norge, Finland, Estland, Danmark och Sverige. Totalmetodiken utvecklades ursprungligen i Sverige inom BELOK.

Totalmetodiken är en metod för att effektivisera energiprestanda i befintliga lokalbyggnader (ej bostäder). Metodiken omfattar ett systematiskt tillvägagångssätt att arbeta med byggnaders energianvändning med syfte att uppnå maximal kostnadseffektiv energibesparing.

Totalmetodiken baseras på en handlingsplan som bl.a. inbegriper ett åtgärds paket som motsvarar de lönsamhetskriterier fastighetsägaren ställt upp. En grundförutsättning för att åtgärds paketet skall uppnå lönsamhet är att det betraktas och implementeras i sin helhet.

Enligt projektbeskrivningen skall Totalmetodiken först genomföras i ett antal utvalda svenska lokalbyggnader för att testa och vidareutveckla metodikens verktyg och arbetsmaterial. För detta ändamål valdes Högsbo 20:22 kontorsfastighet i Göteborg ut som en av testbyggnaderna av fastighetsägaren och tillika BELOK- medlemman Harry Sjögren AB.

Föreliggande rapport redovisar resultat från det första steget i Totalmetodiken som innebär en detaljerad energigenomgång och besiktning av den aktuella byggnaden i syfte att ta fram ett antal energibesparingsåtgärder. Åtgärdernas energibesparingspotential och investeringskostnader beräknas varpå ett sammantaget åtgärds paket, som i sin helhet motsvarar fastighetsägarens lönsamhetskrav, tar form.

Arbetet med det aktuella demonstrationsprojektet inleddes i juni 2014.

Följande personer har involverats i projektet:

<b>Medverkande</b>	<b>Kontakt</b>
<b><i>CIT Energy Management AB</i></b>	
Mari-Liis Maripuu - Projektledare	<a href="mailto:mari-liis.maripuu@cit.chalmers.se">mari-liis.maripuu@cit.chalmers.se</a>
Peter Filipson- Konsult	<a href="mailto:peter.filipsson@cit.chalmers.se">peter.filipsson@cit.chalmers.se</a>
Peter Wennerhag- Konsult	<a href="mailto:peter.wennerhag@cit.chalmers.se">peter.wennerhag@cit.chalmers.se</a>
<b><i>Harry Sjögren AB</i></b>	
Mats Strid- Fastighetsutvecklare	<a href="mailto:mats.strid@harrysjogren.se">mats.strid@harrysjogren.se</a>
Leif Andersen- Fastighetsförvaltare	<a href="mailto:leif.andersen@harrysjogren.se">leif.andersen@harrysjogren.se</a>
Clas Svenningsen- Driftstekniker	<a href="mailto:clas.svenningsen@harrysjogren.se">clas.svenningsen@harrysjogren.se</a>

Installationsrelaterade investeringskostnader har bedömts i samråd med bl.a. Mattias Godwall på Andersson & Hultmark AB.

### 3 Projektets omfattning och metod

Målet med detta projekt är alltså att genomföra Steg 1 i Totalmetodiken och ta fram ett energieffektiviserande åtgärds paket för Högsbo 20:22 kontorsfastighet. Det finns intresse från fastighetsägarens sida att kombinera energiåtgärder med planerade underhållsåtgärder och hyresgäst Anpassningar. Detta har tagits hänsyn vid energianalysen. Arbetet baseras på följande huvudaktiviteter som inkluderas i Totalmetodikens Steg 1:

- Insamling och sammanställning av grundläggande information om fastigheten och dess användning.
- Energibesiktning på plats och identifiering av energieffektiviserande åtgärder.
- Bedömning av investeringskostnader.
- Energiberäkningar
- Lönsamhetsberäkningar och framtagande av åtgärds paket.

Följande övergripande bakgrunds information erhållen från fastighetsägaren Harry Sjögren AB och brukaren på Högsbo 20:22 fastigheten, från energigenomgången och samtal efteråt med framförallt drifttekniker och verksamhets ansvarig har använts i detta projekt:

- Ritningar (arkitekt, konstruktion och VVS)
- Relationshandlingar
- Driftinstruktioner för installationstekniska systemen
- Månadsvis statistik för fastighetsel och fjärrvärme för år 2011-2013
- Månadsvis statistik för hyresgästel för år 2013
- Månadsvis statistik för kallvattenanvändning år 2011-2013
- Ingång till fastighetens styr- och övervakningssystem för att kolla styrparametrar för installationstekniska systemen
- OVK-protokoll
- Energideklaration

Under augusti och september månad 2014 genomfördes tre energigenomgångar på plats av CIT Energy Management (CIT EM). Därefter togs en beräkningsmodell fram med energiberäkningsprogrammet BV<sup>2</sup>. Investeringskostnader baseras på kalkyllitteraturen Sektionsfakta och av VVS-projektörer på Andersson & Hultmark.

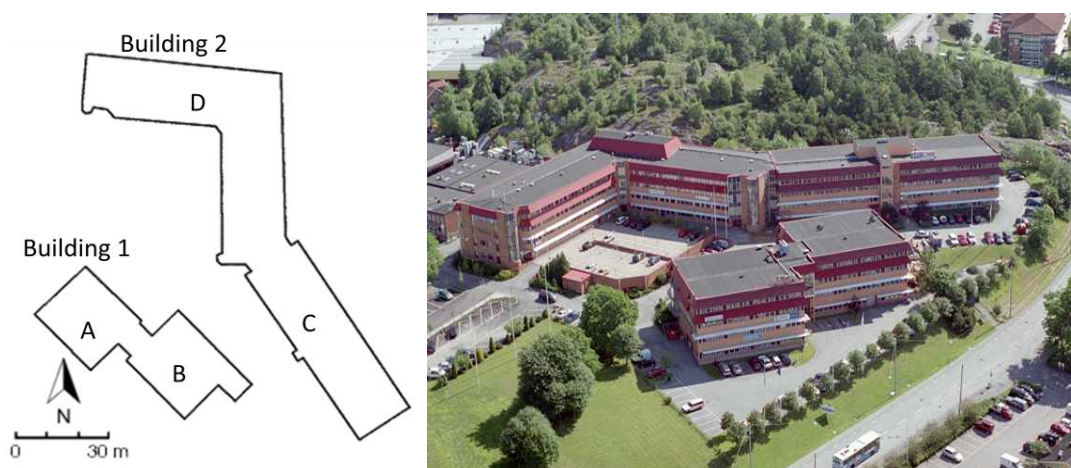
## 4 Byggnaden och dess tekniska system i nuläget

Här beskrivs den nuvarande situationen i byggnaden, dess funktion och dess tekniska installationer utifrån energibesiktningen.

### 4.1 Byggnaden och dess utformning

Högsbo 20:22 består av två kontorsbyggnader i fyra plan. Fastigheten är uppdelad i fyra sektioner: Hus A, Hus B, Hus C och Hus D. Fastigheten ligger i Göteborg och representerar ett vanligt kontorshus från 1980-talet. Hus A, B och C byggdes 1982 och Hus D år 1986. Renoveringar har skett 1993, 1998 och vid löpande hyresgästanpassningar. Alla sektioner i fastigheten har inkluderats till energianalysen.

Enligt uppgifter från Harry Sjögren AB är den totala tempererade arean för Högsbo 20:22 fastigheten 14543 m<sup>2</sup> uppdelat enligt följande: Hus A och B 4038 m<sup>2</sup>; Hus C 4055 m<sup>2</sup>; Hus D 6450 m<sup>2</sup>. Figur 2 visar orienteringsplan över Högsbo 20:22.



**Figur 2.** Orienteringsplan och foto över Högsbo 20:22 fastighet.

### 4.2 Byggnadens användning

Högsbo 20:22 har kontorslokaler i fyra plan med vissa lagerdelar i bottenplan. Hus B inrymmer också en lunchrestaurang (ca 325 m<sup>2</sup>). I Hus D finns ett garage under markplan.

Ca 60 % av hela fastigheten var uthyrd år 2013 och ca 70 % år 2014. Det finns 17 hyresgäster i fastigheten idag. Vissa hyresgäster har sina säljkontor i fastigheten, medan några av hyresgäster använder lokaler för teknisk support och lager. I Hus D finns ett gym (ca 100 m<sup>2</sup>), som är tillgängligt till alla hyresgäster.



Den totala kontorsarean i fastigheten är ca 14 200 m<sup>2</sup>. Vakansgraden i kontorsdelen av fastigheten var ca 40 % år 2013 och 30 % år 2014. Vakansgraden kommer troligtvis att minska nästa år eftersom diskussioner med nya hyresgäster pågår. Enligt fastighetsägaren är måluthyrningsgraden för fastigheten minst 85 %, vilket borde också användas som indata vid beräkning av baslinje för energieffektivisering.

Medel närvaro i kontorsdelar av fastigheten uppskattas till 65 %, beräknat som medel antal personer som är närvarande i huset under närvarotiden, delat med maximalt antal personer som jobbar i huset. Medelantal personer som är närvaro i kontorslokalerna är ca 170 personer under normal arbetstid mellan 08:00 och 18:00, måndag till fredag. Maximalt antal närvarande personer uppskattas till ca 260. Uppgifter baseras på intervjuer med hyresgäster och gäller för år 2014. Uppgifter om kontorslokalernas användning i fastigheten har sammanställts i Tabell 3. Jämfört med SVEBY ”Brukarindata för kontor” har Högsbo 20:22 fastighet låg användningsgrad, alltså stor area per person. Normalvärden för kontorsverksamhet är 20 m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>/person.

**Tabell 3.** Användning av kontorslokaler i Högsbo 20:22 fastighet

Byggnadsdel	Total area <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	Total kontorsarea <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	Använd kontorsarea 2013 [%]	Använd kontorsarea 2014 [%]	medel kontorsarea per person 2014 [m <sup>2</sup> /pers]	max kontorsarea per person 2014 [m <sup>2</sup> /pers]
Hus A & B	4038	3713	90	90	45	35
Hus C	4055	4055	40	50	85	25
Hus D	6450	6450	55	70	50	35

1) Area motsvarar till A<sub>temp</sub>

Lunchrestaurangen i Hus B är öppen mellan 11:00-13:30 från måndag till fredag. Restaurangen har ca 190 sittplatser. Enligt verksamhetsansvarig uppskattas antal lunchgäster vara ca 100 personer totalt under dagen. Personalen är 5 personer .

### 4.3 Inomhusklimat

Inneklimatkraven på Högsbo 20:22 fastigheten motsvarar vanliga krav för kontorsmiljöer: lägsta temperatur vintertid + 21°C och sommartid + 23 °C; minimiluftflöden 7 l/s per person plus 0,35 l/s·m<sup>2</sup>. Kraven på ljus och ljudnivåer motsvarar de nationella krav som ställs för arbetslokaler.

Enligt drifttekniker och fastighetsförvaltaren fungerar fastigheten i stort sett bra och inneklimatkrav uppfylls i byggnaderna. De intervjuade hyresgäster nämnde dock att i vissa kontorslokaler upplevs det termiskt klimat att vara något kallt vintertid. Sommartemperaturerna upplevs som tillfredsställande för de flesta. Bara några hyresgäster (i Sektion A och D) nämnde att ibland är även sommartemperaturerna i lokalerna för kalla.

Rumstemperaturmätningar som utfördes i fastigheten under besiktningensperioden i augusti-september visade att inomhustemperaturerna varierade mellan + 21 °C och +24°C.

Utomhustemperaturer vid samma tidsperiod var omkring +20 °C. I flesta av de använda kontorslokaler var rumstemperaturer mellan + 22 °C och + 23 °C. Majoriteten av hyresgästerna har vattenburen komfortkylsystem med kylbafflar och rumstemperaturer kan regleras lokalt av hyresgästerna, vilket då ofta ställs på ganska låga nivåer.

I lunchrestaurangen i Hus B var de uppmätta rumstemperaturer i köket ca + 30 °C sommartid. Inomhustemperaturer i matsalen var ca + 26 °C under besiktningensperioden i augusti-september. Lokalerna har ingen komfortkyla och matsalsdelen har ganska stora fönsterpartier. Enligt driftstekniker kan vintertemperaturer upplevas något kalla. Matsalen har elradiatorer och egen värmepump som styrs av kökspersonalen.

Enligt driftspersonalen och hyresgäster har problem med buller från ventilationssystemet förekommit i Hus A, B och D. Åtgärder har vidtagits för att eliminera ljudproblem.

#### 4.4 Byggnadsskal

Sammanställning av teknisk data om klimatskal som har använts i energiberäkningar finns i Bilaga 1.

Klimatskalet av de två byggnaderna i fastigheten anses vara i gott skick baserat på okulärbesiktning. De två byggnaderna i Högsbo 20:22 fastigheten är lika i sin konstruktion. Byggnadernas ytterväggar är ställda på betongpelare och bjälklagen är gjord av platsgjuten betong. Bottenvåningen har fasad av tegel och de övre våningarna har fasad av plåt. Enligt konstruktionsritningar har ytterväggar på bottenvåningen ca 100-120 mm isolering och på de övre våningarna ca 200 mm isolering. Det beräknade U-värdet för bottenvåningen är 0.26 W/m<sup>2</sup>·K, övervåningarna 0.24 W/m<sup>2</sup>·K

Underbyggnaden utgörs av berg. Beräknat U-värde för bottenplatta är 0.35 W/m<sup>2</sup>·K. Yttertaken för båda byggnaderna (förutom fläktrum) är gjorda av med platsgjuten betong med isolering (ca 250 mm mineralull) samt papptäckning. Beräknat U-värde för takkonstruktionen är 0.2 W/m<sup>2</sup>·K.

Fastigheten har träfönster med 3-glas isolerglas. Hus D har aluminiumbeklädda träfönster. I alla trapphus finns fasta helaluminium glaspartier med 3-glasruta. Alla fönster är original från 80-talet, förutom tillbyggnad av restaurangdelen, som gjordes i början av 2000-talet. Enligt okulärbesiktning på plats visade sig träkonstruktionen vara i bra skick, bara vissa fönster har behov för underhåll utvändigt. Enligt driftstekniker har problem med vissa fönsterkarmar förekommit och generellt tycks fönster vara otäta och därför har möjlig fönsterbyte diskuterats. Ingen specifik analys av karmens täthet har gjorts under besiktning för att kontrollera detta. Ofrivilligt luftläckage är alltid svårt att bedöma med annat än provryckning.

Med varma utetemperaturer vid besiktningstillfället var det också svårt att ta bilder med värmekameran. U-värde på äldre fönster (fönsterbåge + isolerglas) bedöms vara ca  $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , vilket är högt med dagens mått. Byggnaderna har yttre solavskärmning, vilket ger en ganska stor inverkan på minskning av kylbehovet i byggnaderna pga. solinstrålning.

Alla hus har entrépartier av aluminium med stora fönster ytor. Dörrar till garage och lagerlokaler hos några hyresgäster är av typ ståldörrar.

## 4.5 Tekniska system

Sammanställning av teknisk data som har använts i energiberäkningar finns i Bilaga 1.

### 4.5.1 Ventilation och luftbehandling

Det finns totalt åtta till- och frånluftsaggregat som försörjer kontorslokaler och restaurang: tre aggregat (LA1, TA1, TA2) i Hus A och B, två aggregat (TA102, TA103) i Hus C och tre aggregat (TA104, TA105, TA106) i Hus D. Drifttider för alla system är väl anpassat till verksamheten i lokalerna.

De flesta av luftbehandlingsaggregaten (förutom LA1) är original, från 80-talet och visar tecken på slitage, som kan förväntas på grund av åldern av enheterna. Aggregaten är platsbyggda, vilket betyder att för att ersätta dessa enheter med nya krävs en del ombyggnation i fläktrummen. Alla luftbehandlingssystem har någon typ av värmeåtervinning. Fyra aggregat har roterande värmeväxlare, alla andra aggregat använder återluft för värmeåtervinning. Enligt mätningar på plats ligger temperaturverkningsgraden för de cirkulationsaggregaten mellan 60- 75 % och för de andra aggregaten med roterande värmeväxlare ligger mellan 63 -75%.

Enligt styr- och övervakningssystem styrs luftspjällen i ventilationsaggregaten med återluft efter tilluftstemperaturgivare och den maximala återluftsandelen kan vara upp till 70 % av det totala luftflödet i varje aggregat. OVK protokollet från 2013 rapporterade dock stora problem med funktionen av de spjällen (friskluftsspjäll och återluftsspjäll), vilket enligt driftstekniker har rättats till idag. Det var inte möjligt att mäta luftflöden i dessa aggregat för att bevisa hur spjällen fungerar i verkligheten idag. System med återluft är inte så vanligt längre i kontorslokaler i Sverige på grund av ökad risk för problem med luftkvalitet. Men enligt driftstekniker har inga sådana problem förekommit.

Alla system som försörjer kontorslokaler är utrustade med eftervärmnings- och kylbatterier på huvudkanaler. Idag styrs de alla efter nästan samma utetemperaturkurva och varierar mellan +  $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$  till +  $20,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . De tilluftstemperaturer anses vara ganska höga för kontorslokaler, speciellt där det finns blandad ventilation (till- och frånluft från taket) och ingen lokalkyla. Enligt driftstekniker är temperaturerna höga för att undvika klagomål från vissa hyresgäster. För att undvika öka kyleffekten i tilluften och för att få bra blandning av inblåsningsluften med luften i rummet rekommenderas det att hålla tilluftstemperaturen på lägre nivå. Justering

av börvärden för tilluftstemperaturer bör övervägas för alla system, speciellt vid nya hyresgästpassningar. Som exempel borde temperaturer +18 °C till + 19 °C provas fram och anpassningar bör göras så att rätt rumklimat säkerställs.

De flesta av kontorslokalerna idag har vattenburen komfortkyla så behövs inte efterbehandling av luften på samma sätt som tidigare. Alla efterbehandlingsbatterier borde tas bort från systemen eftersom de bidrar bara till extra tryckfall. Mätningar av fläkteffekt visar att systemen har ganska höga SFP-värden, för vissa system ca 4.0 kW/(m<sup>3</sup>/s).

Ventilationsaggregat i lunchrestaurangen (LA1) har värmebatteri med el. Tilluften styrs efter rumstemperatur i matsalen. Enligt styr- och övervakningssystemet hålls börvärdena på ganska låga nivåer, så lågt som +10 °. Så låga temperaturer kan leda till problem med termisk komfort på kallare årstider men enligt driftstekniker vill hyresgästen själv ställa in börvärden för att spara elenergi, som betalas av hyresgästen själv.

Kontorslokalerna har konstantflödessystem (CAV). Ett antal mötesrum har variabelflöde som är manuellt styrt (2 steg- min/max). Det rekommenderas starkt att funktionen av dessa spjäll kontrolleras och att trasiga spjäll byts ut till moderna variabelflödesspjäll.

Beräknat luftflöde per m<sup>2</sup> kontorsyta är ca 1,6 l/s·m<sup>2</sup> i Hus A och B, ca 0,8 l/s·m<sup>2</sup> i Hus C och ca 1,8 l/s·m<sup>2</sup> i Hus D. Enligt projektören behövs luftflödena i Hus C ökas för att anpassa till nya hyresgäster. Ett nytt aggregat med ökade luftflöden har projekterats för Hus C.

#### **4.5.2 Värmesystem**

Byggnaderna är anslutna till det lokala fjärrvärmenätet sedan 2003. Det finns två undercentraler i fastigheten: en i Hus A, som försörjer Hus A, B och C och en i Hus D, försörjer bara Hus D. I varje undercentral finns det två parallellt kopplade fjärrvärmväxlare: en för värmesystem och en för tappvarmvatten. Värmväxlarna visade sig vara i gott skick. Dock behövs funktionen av 2-vägs reglerventil på primärsida (Rad:A-SV1) kontrolleras i undercentralen i Hus A. Baserat på observationen i styr- och övervakningssystemet under sommartid (augusti) var framledningstemperaturen på värmesystemet ca +40 °C medan ventilen visade sig vara stängt (0%). Samma situation observerades inte i det andra undercentralen i Hus D.

Enligt driftstekniker har lågflödesinjustering gjorts i värmesystemen för ca 2 år sedan. Flödena justerades bara på primärsidan, ingen justering har gjorts på radiatorsidan. Alla radiatorsystem är 1-rörssystem. Totalt finns det 7 shuntgrupper för radiatorsystem. Varje hus har två radiatorkretsar: en för norra sidan och en för södra sidan. Dock visade börvärden för framledningskurvor vara samma, vilket enligt driftstekniker var rekommendationen från konsulter när lågflödesinjusteringen gjordes.

Det rekommenderas starkt att utreda vidare möjligheten för att minska framledningstemperaturer till radiatorkrets som betjänar södra sidan av byggnaderna, speciellt i Hus A och B. De bäst anpassade temperaturnivåer bör provas fram, speciellt efter injustering av radiatorsystemen genomförs.

Enligt uppgifter från driftstekniker och projektören fungerar många befintliga radiatorer dåligt, särskilt i Hus D och har successivt bytts ut till nya under sista åren, tillsammans med övriga hyresgäst Anpassningar. De flesta av radiatortermostaterna är original från 80-talet.

Värmesystemen i alla husen är ursprungligen projekterade som konstantflödessystem. Fastigheten försörjdes då med elpanna. Efter att fastigheten kopplades till stadens fjärrvärmessystem har reglerventilerna i shuntgrupperna justerats för att anpassas till det nya systemet. För att hålla returtemperaturen låga ändrades 3-vägs ventiler i alla värmeshuntgrupper till 2-vägs ventiler. Ingen anpassning till variabelt flöde har gjorts på primärsidan, vilket kan leda till onödigt hög tryckfall i systemet. Inte heller radiatorpumparna i shuntgrupperna är tryckstyrda, vilket med fungerande termostater skulle betyda onödigt högt tryckfall i radiatorsystemet och högre driftskostnad. De flesta av pumparna är original.

Det finns fläktluftvärmare i garaget i Hus D, som styrs manuellt (på/av), men enligt driftstekniker har de inte varit i drift under de senaste åren. De är påslagna bara under extrema utetemperaturer.

#### **4.5.3 Kyla**

Cirka 75 % av alla kontorslokaler har installerad komfortkyla med kylbafflar och enligt driftstekniker skall kylbafflar installeras för alla kontorslokaler i framtiden. Vattenburen komfortkyla har installerats i kontorslokaler under de senaste 10-15 åren, ursprungligen hade lokalerna bara luftkyla. I lokaler med kylbafflar finns lokal temperaturstyrning, som hyresgäster själva kan påverka. Enligt observationer på plats hålls rumstemperaturer i flera lokaler på ganska låg nivå, nära + 22 °C, vilket har konsekvenser för energianvändningen.

Kylt vatten produceras med två kylmaskiner: maskinen A-VKA1 försörjer Hus A och B och maskinen D-VKA1 försörjer Hus C och D. Kylmaskinerna installerades 1995. Maskinen D-VKA1 har 2 skruvkompressorer, varav en av dem gick sönder förra sommaren. Byte av kylmaskin har planerats. Behov för en ny maskin förekommer också pga ökad belastning och att vattenburet kylsystem kommer att byggas ut i Hus C.

Pumpar i kylsystemet D-VKA1 är i drift året runt. Enligt driftstekniker beror detta på serverrum som är anslutna till det centrala kylsystemet. Observationer på plats visade att många hyresgäster har lokala kylaggregat (FLK) i sina serverrum. Det rekommenderas att lokala kylaggregat installeras i alla serverrum, så att man kan stänga av kylsystemet under vintern, när det inte finns kylbehov i kontorslokalerna.



Kylmaskinen A-VKA1 styrs efter utetemperatur och är avstängd när utetemperaturen underskrider +10 °C och maskinen startas vid +14°C. Å andra sidan är distributions-pumpen på sekundärsida i drift året runt. Möjlighet att sekvensstyra pumpar på primär och sekundärsida borde utredas.

#### **4.5.4 Belysning**

Det är hyresgästerna som ansvarar för bytet av belysningsarmaturer och ljuskällor i sina lokaler. Belysningssystem har uppgraderats i takt med hyresgästanpassningar, vilket kommer att göras också i framtiden. Belysningen utgörs i regel av lysrörarmaturer och lågenergilampor i enstaka rum, WC och förråd. De flesta av kontorslokaler har moderna T5-typ lysrörarmaturer, bara vissa lokaler har äldre T8-typ av lysrörarmaturer. Belysningssystemet styrs manuellt i de flesta lokalerna, vissa kontorsrum och toaletter har närvarostyrning.

I de gemensamma utrymmena, t.ex. trapphus, finns armaturer med lågenergilampor. I trapphus ligger belysningen på reducerad nivå dygnet runt. Full belysningseffekt kan aktiveras manuellt via tryckknapp och har tidskanal 7 minuter, efter det går belysningen tillbaka till reducerad nivå. I garaget finns akustiska närvarogivare. För utomhusbelysning vid ingångarna och fasadbelysning används vägararmaturer och stolpar med CFL lampor och metallhalogen strålkastare. Utomhusbelysningen styrs med astronomisk klocka i Hus A och B och med skymningsrelä i Hus C och D.

#### **4.5.5 Maskiner/utrustning**

Kontorslokaler har standardkontorsutrustning: datorer, skrivare, kopieringsmaskiner, etc. Flera hyresgäster har egna serverrum, med mindre typ av serverutrustning. Varje hyresgäst har också ett eget pentry med köksutrustning som kaffemaskiner, mikrovågsugnar, kylskåp, diskmaskin, etc. Lunchrestaurangen har storköksutrustning: stekplattor, restaurangugn, pizzaugn, matblandare, kyl/frys, kylrum, grovdiskmaskin, etc. Restaurangen är en av de största hyresgästelanvändarna i fastigheten. Det finns 6 hissar i fastigheten, en hiss per trapphus.

#### **4.5.6 Vatten och tappvarmvatten**

Tappvarmvatten produceras med fjärrvärme med separat värmeväxlare. Den största vattenanvändaren i fastigheten är restaurangen. Övrigt behövs vatten bara i toaletterum och i pentry.

#### **4.5.7 Styr- och övervakningssystem för de tekniska installationerna**

Alla de tekniska systemen är anslutna till det centrala styr- och övervakningssystemet KTC, som installerades 2007. Enligt driftstekniker byttes ett antal ventiler och spjällmotorer vid bytet till nya SÖS.

## 5 Energi- och resursanvändning

### 5.1 Energistatistik

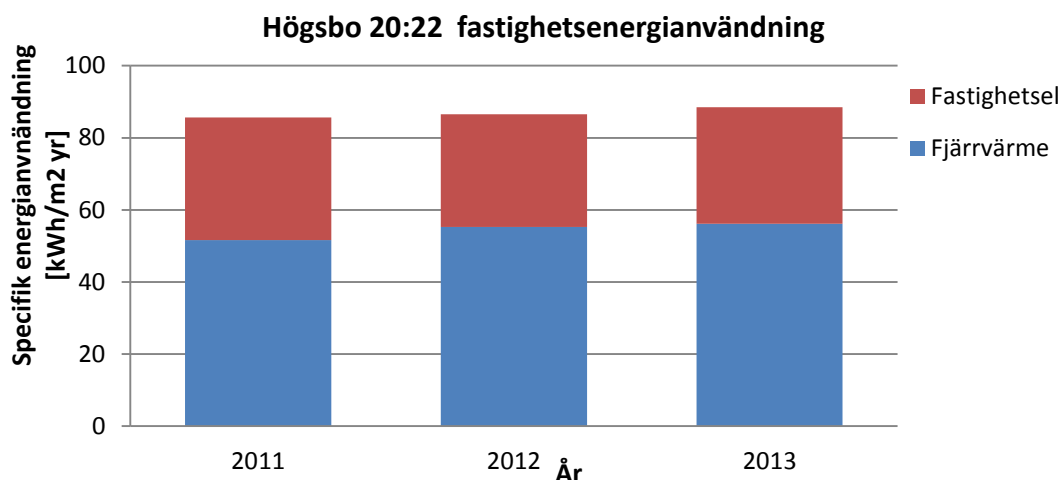
Tillförd energi till Högsbo 20:22 fastigheten består av fjärrvärme och el. Mätning av fjärrvärme genomförs i två undercentraler: i Hus A, som mäter gemensamt användningen i Hus A, B och C, och i Hus D, som mäter användningen i Hus D. Fastighetsel och hyresgästel mäts separat. Varje hyresgäst har egen elmätare och ansvarar för avtal med elbolaget. Hyresgästel inkluderar belysning (även utomhusskyltar), utrustning och maskiner som används i respektive lokal. Hus A och B har en gemensam elmätare för fastighetsel och i Hus C och D finns separata elmätare. Kylmaskinen som försörjer Hus C och D är kopplad till Hus D mätare.

Tabell 4 och Figur 4 ger en översikt av den totala energianvändningen för fastigheten under 2011- 2013. Uppgifter om tillförd energi har erhållits från fastighetsägaren och hyresgäster och motsvarar till uppmätta värden. Värdena för fjärrvärme är normalårskorrigerade. Energistatistik för hyresgästel visas endast för år 2013. Vid omräkning mot specifik energianvändning har fastighetens totalarea  $A_{temp}$  använts.

**Tabell 4.** Energistatistik för Högsbo 20:22 fastigheten år 2011- 2013. Uppgifter har erhållits från fastighetsägaren och motsvarar till uppmätta värden.

Energisort	Enhet	2011	2012	2013
Fjärrvärme (normaårskorrigerad)	MWh	750	804	816
<i>Hus A, B, C</i>	MWh	419	404	441
<i>Hus D</i>	MWh	331	400	376
Fastighetsel	MWh	495	455	470
<i>Sections A, B</i>	MWh	116	104	107
<i>Sections C</i>	MWh	83	83	80
<i>Sections D</i>	MWh	296	268	283
<b>Total energianvändning (exkl. hyresgästel)</b>	<b>MWh</b>	<b>1246</b>	<b>1259</b>	<b>1286</b>
<b>Total specifik energianvändning (exkl. hyresgästel)</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>
Hyresgästel	MWh	-	-	458
<b>Total energianvändning (inkl. hyresgästel)</b>	<b>MWh</b>	-	-	<b>1744</b>
<b>Total specifik energianvändning (inkl. hyresgästel)</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	-	-	<b>120</b>

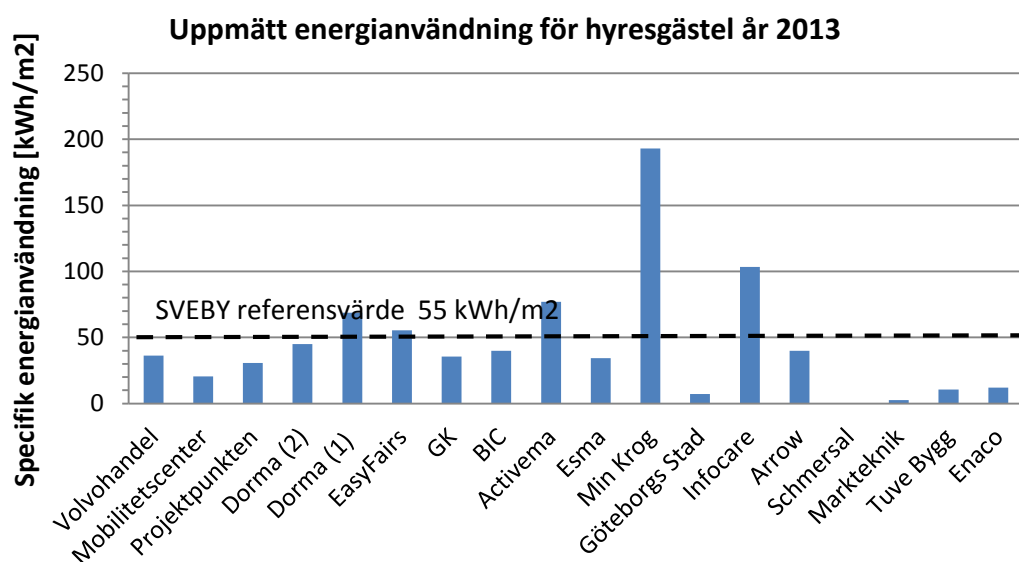
Högsbo 20:22 har väldigt låg energianvändning jämfört med liknande befintliga kontorsbyggnader i Sverige. Den totala specifika energianvändningen för fjärrvärme var **56 kWh/m<sup>2</sup>**, för fastighetsel **32 kWh/m<sup>2</sup>** och för hyresgästel **31 kWh/m<sup>2</sup>**.



**Figur 4.** Specifik energianvändning för Högsbo 20:22 år 2011- 2013, baserat på energistatistik (exkl hyresgästel). Värdena för fjärrvärme är normalårskorrigerade.

Nybyggnations-krav idag (BBR20) för en lokalbyggnad i Göteborg är 80 kWh/m<sup>2</sup> plus eventuellt tillägg för ventilation. Nybyggnationskraven då energideklarationen genomfördes för en lokalbyggnad i Göteborg var 110 kWh/m<sup>2</sup>. Enligt energideklarationen använder liknande hus för Hus A, B ca 111-116 kWh/m<sup>2</sup>, för Hus C ca 118-177 kWh/m<sup>2</sup> och för hus D ca 143-215 kWh/m<sup>2</sup>.

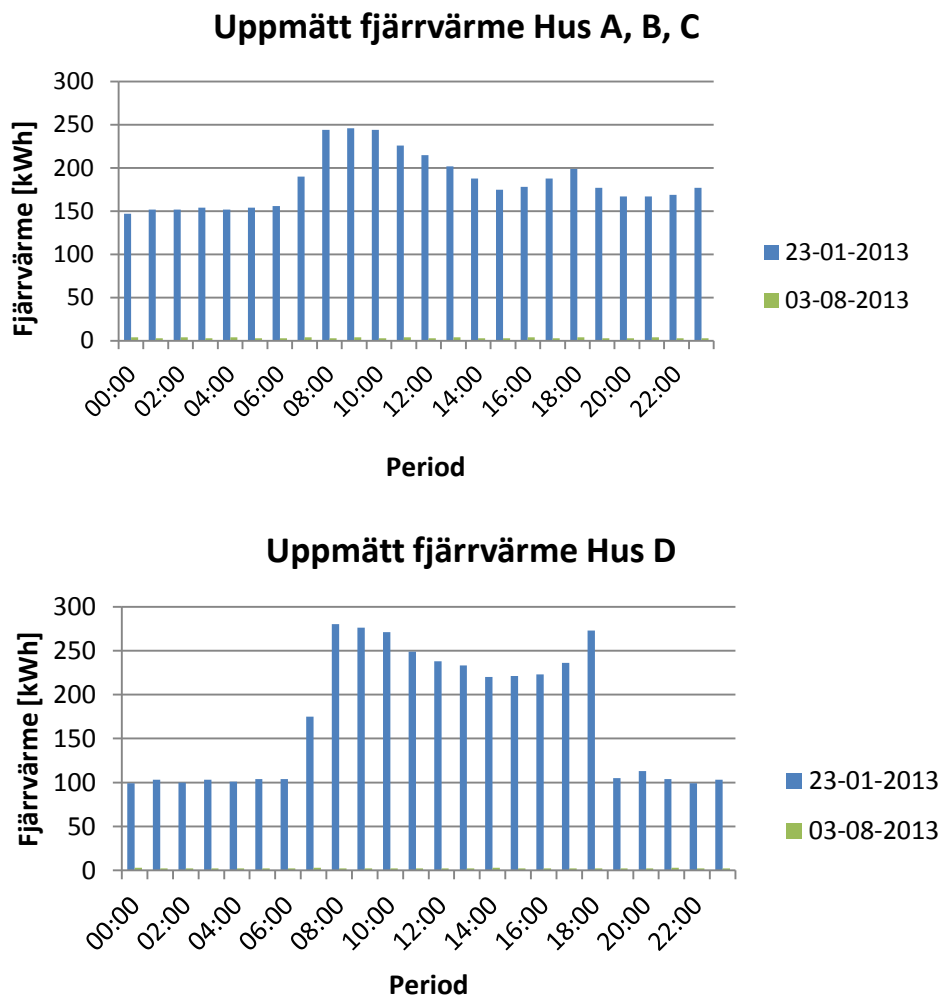
Figur 5 nedan visar den uppmätta elanvändningen för hyresgästel för år 2013. Vid omräkning mot specifik energianvändning har area för varje hyresgäst använts, som har erhållits av fastighetsägaren.



**Figur 5.** Uppmätt energianvändning för hyresgästel för år 2013 för Högsbo 20:22 kontorsfastighet.

Fastigheten har totalt 17 hyresgäster, 16 av dem hyr kontorslokaler och en driver lunchrestaurang (Min Krog). En av hyresgästerna (Schmersal) flyttade in år 2014 och syns därför inte i statistiken. Som visas i figur 4 varierar elanvändning för de övriga hyresgäster mellan 7 - 103 kWh/m<sup>2</sup>. Den största elanvändare är som förväntat lunchrestaurangen med ca 190 kWh/m<sup>2</sup>. Den största energianvändare i kontorslokaler, med ca 100 kWh/m<sup>2</sup>, är Infocare, som erbjuder tjänster inom IT support och reparationer. Om man exkluderar Infocare ligger den genomsnittliga elanvändningen i kontorslokaler på ca 35 kWh/m<sup>2</sup>, vilket är betydligt lägre än referens hyresgästelanvändning för svenska kontorslokaler 50-55 kWh/m<sup>2</sup>, enligt SVEBY brukarindata för kontor. Detta kan förklaras med ganska låg beläggning i de uthyrda lokalerna (se tabell 1).

Det totala uppskattade värmeeffektbehovet var ca 250 kW för Hus A, B, C och ca 280 kW för Hus D. Uppskattningen baseras på timvärden över köpt fjärrvärme på den kallaste vardagen (vid lägsta utetemperaturen -12°C) under 2013 (se Figur 6).



**Figur 6.** Timvärden över köpt fjärrvärme på den kallaste vardagen under 2013. Natttid före 07:00 (då ventilationsaggregaten startar) framgår energibehovet för radiatorsystem.

Diagrammen visar också baslast för fjärrvärme under sommartid.

Baslast för fjärrvärme under sommartid ligger på ca 4 kW för Hus A, B, C och ca 2 kW för Hus D, vilket kan motsvara till systemförluster i tappvarmvattensystemet.

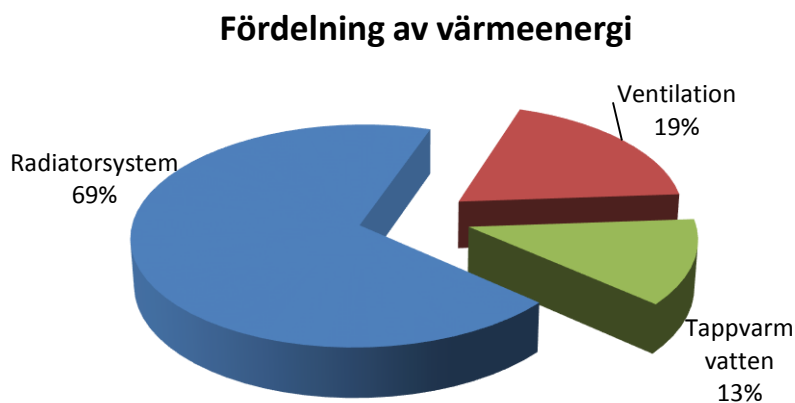
Kallvattenanvändning mäts gemensamt för Hus A, B och D och separat för Hus D. Statistik för kallvattenanvändning visas i Tabell 5. Den största vattenanvändare i fastigheten är restaurangen. Övrigt behövs vatten bara i toaletter och i pentry.

**Tabell 5.** Kallvattenanvändning för Högsbo 20:22 fastigheten år 2011- 2013. Uppgifter har erhållits av fastighetsägaren och motsvarar till uppmätta värden.

Resurs	Enhet	2011	2012	2013
Kallvattenanvändning totalt	m <sup>3</sup> /år	2196	1561	1682
Hus A, B, C	m <sup>3</sup> /år	1 415	1 561	1 682
Hus D	m <sup>3</sup> /år	781	769	877

### 5.3 Energifördelning

Beräkning av energibehovet för byggnaden och dess tekniska system har gjorts med programvaran BV<sup>2</sup>. Byggnadsmodellen har kalibrerats med år 2013 användning. Indata för energiberäkningar visas i Bilaga 1. Figurerna 7-9 visar beräknat energifördelning av värme och el för byggnaderna i nuläget (baserat på år 2013 data).



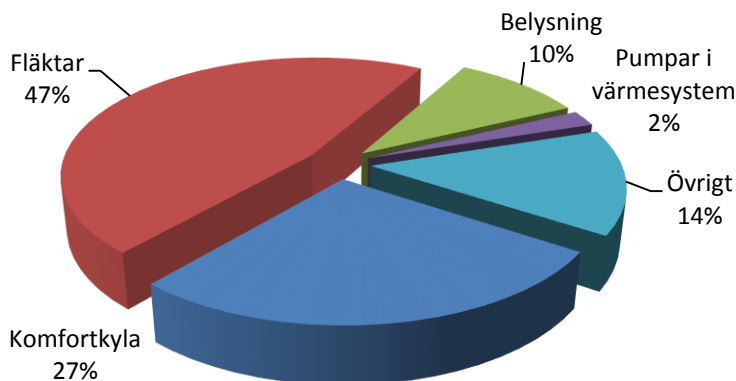
Fördelning av värmeenergi	[MWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[% av tot]
Radiatorsystem	550	38	69%
Ventilation	150	10	19%
Tappvarmvatten	100	7	13%

**Figur 7.** Energifördelning värmeenergibehov för Högsbo 20:22. Det beräknade totala energibehovet för fjärrvärme är ca 800 MWh/år, vilket motsvarar till ca 55 kWh/m<sup>2</sup>·år.

Varmvattenförbrukning: 100 MWh/år för år 2013 baserat på uppskattning från energistatistiken. VVC-förluster ca 30 % från hela varmvattenförbrukning.



### Fördelning av fastighetsel

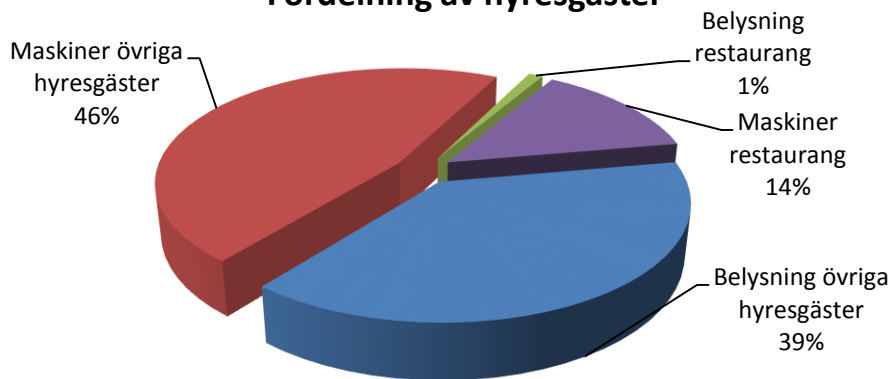


Fördelning av fastighetsel	[MWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[% av tot]
Komfortkyla	125	9	27%
Fläktar	215	15	47%
Belysning	45	3	10%
Pumpar i värmesystem	10	1	2%
Övrigt	65	4	14%

**Figur 8.** Energifördelning fastighetsel för Högsbo 20:22. Det beräknade totala energibehovet för fastighetsel är ca 460 MWh/år, vilket motsvarar till ca 32 kWh/m<sup>2</sup>·år.

Energianvändning för komfortkyla motsvarar till drivenergi för kylmaskiner och pumpar i kylsystemen.

### Fördelning av hyresgästel



Fördelning av hyresgästel	[MWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[% av tot]
Belysning övriga hyresgäster	170	12	39%
Maskiner övriga hyresgäster	205	14	46%
Belysning restaurang	5	0	1%
Maskiner restaurang	60	4	14%

**Figur 9.** Energifördelning för hyresgästel för Högsbo 20:22. Det beräknade totala energibehovet för hyresgästel är ca 440 MWh/år, vilket motsvarar till ca 30 kWh/m<sup>2</sup>·år.

En viss felmarginal föreligger gällande beräknat byggnadens energibehov. Resultaten från energiberäkningarna ligger inom accepterade  $\pm 10\%$  från de uppmätta värdena för fjärrvärme och el för år 2013. För beräkning av energibehovet med dagens drift har börvärden och information från styr- och övervakningssystemet under perioden juli - september 2014, information från besiktning på plats och från driftspersonalen tagits som utgångspunkt. Dock finns där osäkerheter om hur börvärdena och tidskanaler varierats under de senaste åren. Samtidigt finns det osäkerheter med uppskattade inomhus-temperaturer vintertid, eftersom radiatorsystemet stängs av i dessa lokaler (enligt driftstekniker).

Energiberäkningar visar att radiatorsystemet är den största värmeenergi slutanvändare. Totalt motsvarar detta drygt 70 % av den totala fjärrvärmeenergivändningen. För fastighetsel är den största användare ventilationssystemen (ca 47 %) och komfortkyla (ca 27%). De fläktar och pumpar har den största energisparpotential i byggnaderna.

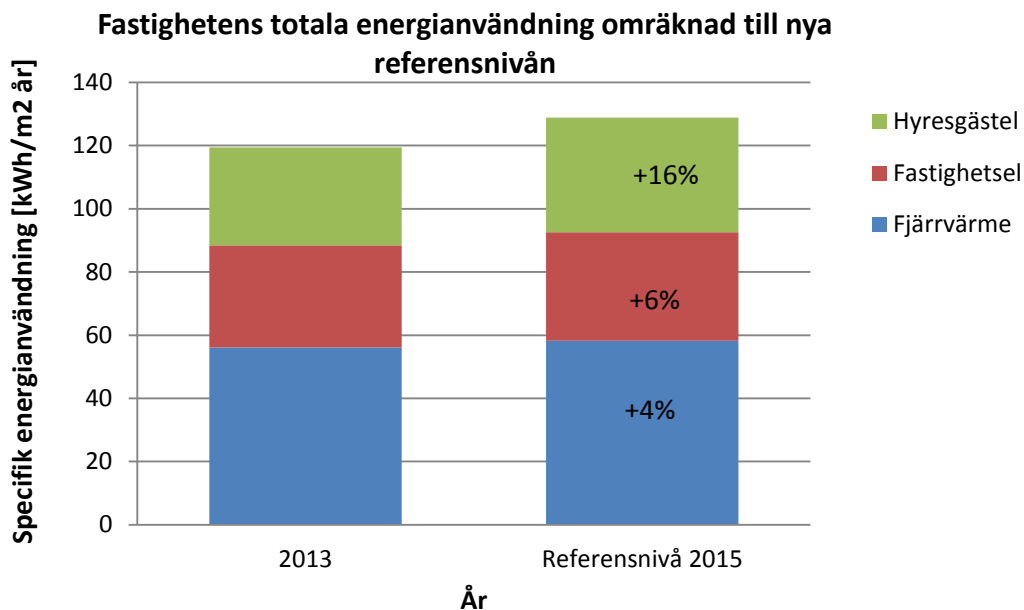
Energianvändning för hyresgästel motsvarar till ca 50 % av den totala elanvändningen. Eftersom en hel del belysning i byggnaderna har gradvis förändrats till mer energieffektiv belysning under de senaste åren, är besparingspotentialen i denna del av energianvändningen något mer blygsam.

#### **5.4 Referensnivå för energieffektivisering**

Enligt fastighetsägaren kommer en del hyresgäst Anpassningar genomföras nästa år. Till exempel skall kapacitet för ventilationssystemet och kylsystemet ökas i Hus C för att anpassas till nya hyresgäster. I övrigt planeras att ett antal outhyrda lokaler i Hus C och D skall hyras ut. Detta kommer att leda till ökad energianvändning i fastigheten.

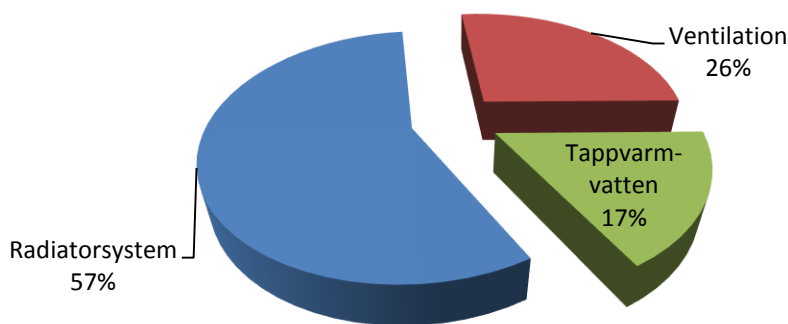
För att beräkna energibesparingspotentialen för identifierade åtgärder måste en ny referensnivå för fastighetens energianvändning tas fram med hjälp av simuleringsprogrammet. Enligt överenskommelsen med fastighetsägaren skall energibesparingspotentialen av åtgärds paketet bedömas enligt förutsättningen att vakansgraden i fastigheten är 15 %. Specifikation av grundförutsättningar för beräkning av nya referensnivån för bedömning av energibesparingspotentialen visas i Bilaga 1.

Figur 10 nedan visar den nya referensnivån för fastighetens energianvändning jämfört med nuläget. Den specifika energianvändningen för fastigheten kommer att bli ca 130 kWh/(m<sup>2</sup>år), jämfört med ca 120 kWh/(m<sup>2</sup>år) för år 2013. Figurer 11, 12 och 13 visar energifördelning för fjärrvärme, fastighetsel och hyresgästel. Ökad användning av lokaler kommer att öka elenergi behov för komfortkyla och värme och elenergi behov för ventilation.



**Figur 10.** Energianvändning för nuläget respektive läget närmast framöver (referensnivån) då vakansgraden minskas och hyresgäst Anpassningar i Hus C skall genomföras. Den totala energianvändningen enligt referensnivån för fastigheten blir ca 130 kWh/(m<sup>2</sup>·år), jämfört med ca 120 kWh/(m<sup>2</sup>·år) för år 2013.

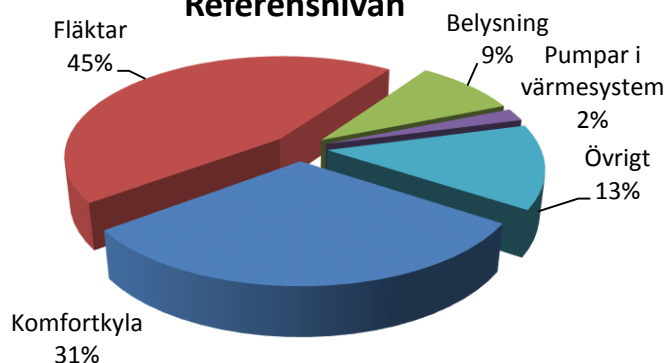
**Beräknad värmeenergifördelning vid Referensnivån**



Fördelning av värmeenergi	[MWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[% av tot]
Radiatorsystem	470	32	57%
Ventilation	220	15	26%
Tappvarmvatten	140	10	17%

**Figur 11.** Beräknad värmeenergifördelning i fastigheten vid Referensnivån. Fastighetens totala beräknade värmeenergi prestanda blir ca 58 kWh/m<sup>2</sup>·år.

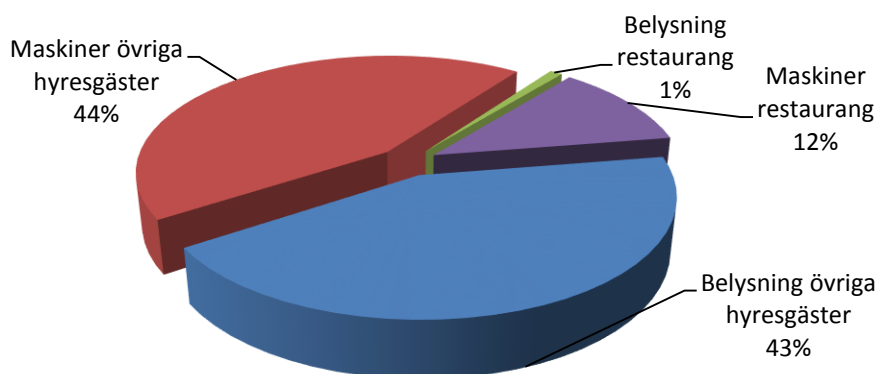
### Beräknad elenergifördelning för fastighetsel vid Referensnivån



Fördelning av fastighetsel	[MWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[% av tot]
Komfortkyla	150	10	31%
Fläktar	220	16	45%
Belysning	45	3	9%
Pumpar i värmesystem	10	1	2%
Övrigt	65	4	13%

**Figur 12.** Beräknad elenergifördelning för fastighetsel vid Referensnivån. Fastighetens beräknade elenergiprestanda för fastighetsel blir ca 34 kWh/m<sup>2</sup>·år. Energianvändning för komfortkyla motsvarar till drivenergi för kylmaskiner och pumpar i kylsystemen.

### Beräknad elenergifördelning för hyresgästel vid Referensnivån



Fördelning av hyresgästel	[MWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[% av tot]
Belysning övriga hyresgäster	225	16	43%
Maskiner övriga hyresgäster	230	16	44%
Belysning restaurang	5	0	1%
Maskiner restaurang	60	4	12%

**Figur 13.** Beräknad elenergifördelning för hyresgästel vid Referensnivån. Fastighetens beräknade elenergiprestanda för hyresgästel blir ca 36 kWh/m<sup>2</sup>·år (fastighetsel).

## 6. Identifierade åtgärder

Här beskrivs de tekniska och ekonomiska detaljerna för de identifierade åtgärder. Varje åtgärd beskrivs i separat underrubrik.

### 6.1 Åtgärd 1. Byte av TA1 i Hus A till ett nytt aggregat

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	13 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	25 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	10 kW
Beräknad effektbesparing – El	4 kW
Beräknad övrig besparing (SEK/år):	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	33 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	1 725 kSEK (50 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd:	20 år

#### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall TA1 och TA2 bytas ut till ett nytt gemensamt aggregat, exempel typ Fläktwoods EQ -068. Fläktrummen skall byggas om så att man får plats för ett aggregat med roterande värmeväxlare, inbyggda värme och kylbatterier och frekvensstyrda direktdrivna fläktar. Fläktar styrs efter ett konstant tryck i kanalsystemet. Dimensionerade flöde för nytt aggregat 6,8m<sup>3</sup>/s, SFP värde ca 2.0 kW/(m<sup>3</sup>/s). Eftervärmningsbatterier skall tas bort från huvudkanaler. Ny shuntgrupp skall installeras för värmebatteriet i aggregatet.

#### Energi- och kostnadsbesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Nya aggregatet har flöde 6,8 m<sup>3</sup>/s, temperaturverkningsgrad ca 78 %, medel SFP värdet i det nya systemet är ca 1.93 kW/(m<sup>3</sup>/s) och tilluftstemperaturstyrning +18°C /+19°C vid +20°C /-20°C utetemperatur. Drifttiden ändras inte.

#### Investeringskostnad

Den totala investeringskostnaden för byte av aggregaten TA1 och TA2 till ett aggregat uppskattas till **3 450 kSEK**. Kostnaderna innehåller demonterings- och byggkostnader, installation av ett nytt aggregat och ny shuntgrupp med nya rör, injustering av flödena, elinstallationer och koppling till styr-och regler och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden kan räknas också som underhållsåtgärd har 50 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 20 år.



## 6.2 Åtgärd 2. Byte av kylmaskin VKA1 i Hus A och B och optimering av kylsystemens pumpdrift

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad energibesparing - El	7 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad effektbesparing – El	8 kW
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	9 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	500 kSEK (50 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	20 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall befintliga kylmaskinen bytas till en ny kylmaskin, exempel typ Carrier AquaForce 30XA. Dimensionerad effekt är 210 kW och inkluderar även ökat kylbehov pga av framtida möjliga hyresgäst Anpassningar. Den befintliga pumpen på primärsidan skall bytas ut till en ny pump.

Pumpstop på distributionssidan (pump A-KB1-P1) kan anpassas efter utetemperatur, vilket bör provas fram. Pumpar på produktionssidan (pump A-VKA1- P1) kan då styras i sekvens efter kyldistributionspumpar.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Uppskattat COP för nya maskinen är 3.0.
- Ny pump har bättre verkningsgrad som leder till minskad pumpeffekt med ca 30 %.
- Minskning av drifttiden för pumpar på sekundärsidan med ca 2500 h/år.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för byte av kylmaskinen i Hus A uppskattas till **1 000 kSEK**. Kostnaderna innehåller demonterings- och byggkostnader, installation av en ny kylmaskin och ny primärpump, elinstallationer och koppling till styr- och regler och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden kan räknas också som underhållsåtgärd och tar hänsyn framtida möjliga hyresgäst Anpassningar har 50 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 20 år.

### 6.3 Åtgärd 3. Byte av TA102 och TA103 i Hus C till ett nytt aggregat

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	108 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	7 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	60 kW
Beräknad effektbesparing - El	-
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	90 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	550 kSEK (20 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	20 år

#### Åtgärdsbeskrivning

Enligt fastighetsägare skall Hus C genomgå en hyresgäst Anpassning där ventilationsflödena behövs ökas en del. Ett nytt gemensamt aggregat med inbyggd värme och kylbatterier och frekvensstyrda direktdrivna fläktar har planerats av projektören för att ersätta TA102 och TA103. Grundläggande alternativ för hyresgäst Anpassningen vore installation av ett nytt större aggregat med vätskeburen värmeåtervinning, med temperaturverkningsgrad ca 50 %. Denna åtgärd innebär att det nya aggregatet som ersätter TA102 och TA103 skall ha en roterande värmeväxlare och inbyggd värmepump för uppvärmning och kylning av tilluft.

#### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Nytt aggregat har roterande värmeväxlare med temperaturverkningsgrad ca 78 %
- Värmepumpen i aggregatet har köldfaktor 5.3 och värmefaktor 19.6.
- Tilluftstemperatur +18°C /+19°C vid +20°C /-20°C utetemperatur.
- Drifttiden 6:40-18:00 ändras inte.
- Dimensionerade flöde för nytt aggregat 6,2 m<sup>3</sup>/s, och SFP värde ca 2.0 kW/(m<sup>3</sup>/s) har inkluderats i beräkning av ny baslinje för energieffektivisering.

#### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för byte av aggregaten TA102 och TA103 till ett aggregat uppskattas till **2 750 kSEK**. Kostnaderna innehåller demonterings- och byggkostnader, installation av ett nytt aggregat, elinstallationer och koppling till styr-och regler, injustering av flödena och projekteringskostnader. Det finns stora osäkerheter för kostnader för Åtgärd 3 och därför har en känslighetsanalys gjorts där ±20 % ändring av kostnaderna har tagits med.

**Eftersom åtgärden görs tillsammans med hyresgäst Anpassningen och för funktionsförbättring då tas 20 % av investeringskostnaden med i energikalkylen.**

Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 20 år.

## 6.4 Åtgärd 4. Byte av kylmaskin VKA1 i Hus C och D och optimering av kylsystemens pumpdrift

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad energibesparing - El	30 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad effektbesparing – El	22 kW
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	28 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	700 kSEK (20 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	20 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall befintliga maskinen bytas till en ny maskin, exempel typ Carrier AquaForce 30XA. Dimensionerad effekt är 585 kW och inkluderar även ökad kylbehov pga av framtida hyresgästanpassningar. De befintliga pumparna på primärsidan skall bytas ut till nya pumpar.

Denna åtgärd innebär också att DX maskiner skall installeras i de serverrum i Hus D som har kyltak, för att koppla ifrån serverrumkylan från centralkylan och stänga av kylmaskinen när inget behov för kyla förekommer i kontorslokaler. Antal sådana rum där lokalkyla behövs bör specificeras på plats, uppskattningsvis uppgår antal sådana rum till två. Exempelvis kan pumpstop på distributionssidan (pumpar D-KB2-P01 och C-KB2-P01 för kyltak) anpassas efter utetemperatur, vilket bör provas fram. Pumpar på produktionssidan (pumpar VKA1- P1 och VKA1-P2) kan då styras i sekvens efter kyldistributionspumpar.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Uppskattat COP för nya maskinen är 3.0
- Nya pumpar har bättre verkningsgrad som leder till minskad pumpeffekt med ca 30 %.
- Åtgärdens besparingspotential påverkas av Åtgärd 3 och 5, vilket har tagits hänsyn vid beräkningen.
- Minskning av drifttiden för pumpar i kylsystemen med ca 2500 h/år.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för byte av kylmaskinen uppskattas till **3 500 kSEK**. Kostnader innehåller byggkostnader, installation av ny kylmaskin och ny primärpump, nya rör och ackumulatortank, elinstallationer och koppling till styr- och regler och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden görs tillsammans med hyresgästanpassningen och för**

**funktionsförbättring, då tas 20 % av investeringskostnaden med i energikalkylen.**  
Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 20 år.

## 6.5 Åtgärd 5. Byte av TA104 och TA105 i Hus D till ett nytt aggregat

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	28 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	42 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	26 kW
Beräknad effektbesparing – El	14 kW
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	62 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	602 kSEK (20 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	20 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall TA104 och TA105 bytas ut till ett nytt aggregat med vätskeburen värmeväxlare, inbyggda värme och kylbatterier och frekvensstyrda direktdrivna fläktar. Dimensionerade flöde för nytt aggregat 10/10 m<sup>3</sup>/s, fläkteffekt 4 x 11 kW, SFP värde ca 2.5 kW/(m<sup>3</sup>/s). Fläktar styrs efter ett konstant tryck i kanalsystemet. Eftervärmningsbatterier skall tas bort från huvudkanaler. Ny shuntgrupp skall installeras för värmebatteriet i aggregatet.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Nytt aggregat har roterande värmeväxlare med temperaturverkningsgrad ca 75 %
- Tilluftstemperatur +18°C /+19°C vid +20°C /-20°C utetemperatur.
- Drifttiden 6:40-18:00 ändras inte.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för byte av aggregaten TA104 och TA105 till ett aggregat uppskattas till **3 010 kSEK**. Kostnaderna innehåller demonterings- och byggkostnader, installation av ett nytt aggregat och ny shuntgrupp med nya rör, elinstallationer och koppling till styr-och regler, injustering av flödena och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden görs tillsammans med hyresgäst Anpassningen och för funktionsförbättring då tas 20 % av investeringskostnaden med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 20 år.

## 6.6 Åtgärd 6. Sektionering av ventilationssystem i Hus C och D

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	16 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	10 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	13 kW
Beräknad effektbesparing – El	10 kW
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	24 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	1 000 kSEK (100 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	15 år

### Åtgärdsbeskrivning

Det finns några kontorslokaler i fastigheten som kommer att vara outhyrda, speciellt i Hus C och D. Hela ventilationssystemet är uppbyggd som ett CAV system, vilket betyder att man måste kontinuerligt ventilera även tomma lokaler. Enligt åtgärden skall ventilationssystemen i Hus C och D sektioneras så att det finns möjlighet att öppna/stänga till- och frånluft sektionsvis i byggnaden. Motorstyrda spjäll skall installeras på till- och frånluftsgrenkanal till varje hyresgäst. Åtgärden förutsätter att ombyggnation i kanalsystemet görs tillsammans med hyresgäst Anpassningen.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Medelluftflödet i Hus C kommer att minska med ca 0.5 m<sup>3</sup>/s och i Hus D ca 1.0 m<sup>3</sup>/s.
- Minskning av luftflöden i tomma lokaler kommer leda till minskad innetemperatur, eftersom lokaler idag uppvärms mest med tilluften. I beräkningarna har den viktade medeltemperaturen för Hus C och D uppskattats till +20°C.
- Åtgärdens besparingspotentialen påverkas av åtgärd 3, 4 och 5, vilket har tagits hänsyn vid beräkningen.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för sektionering i Hus C och D är bedömd av Andersson & Hultmark och uppskattas till **1 000 kSEK**. Kostnader inkluderar spjäll, el, styr samt ändring av kanaler i schakt. Det finns lite större osäkerheter för kostnader i Hus D, eftersom idag sitter det hyresgäster rund schakten där kanalerna går därför kan extra byggkostnaderna förekomma. Eftersom denna åtgärd görs bara för energibesparing har hela investeringskostnaden tagits med i energibesparingskalkylen. Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 15 år.



## 6.7 Åtgärd 7. Byte av pumpar i värmesystemen till tryckstyrda pumpar i Hus A, B och C

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad energibesparing - El	2 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad effektbesparing – El	-
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	1,5 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	55 kSEK (50 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	15 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall värmesystemens cirkulationspumpar och radiatorpumpar i shuntgrupper i Hus A, B och C bytas till nya energieffektivare pumpar med inbyggd tryckstyrning. Totalt skall 2 pumpar bytas på primärsida och 5 pumpar på sekundärsida. Åtgärden bör genomföras i samband med byte av termostater och injustering av värmesystemen.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Bättre verkningsgrad på nya pumpar och tryckstyrning leder till minskad pumpeffekt med ca 30 %.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för pumpbyte uppskattas till 110 kSEK och innehåller byggkostnader, installation av nya pumpar, elinstallationer och koppling till styr-och regler och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden behövs också för underhåll har 50 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden uppskattas till 15 år.

## 6.8 Åtgärd 8. Byte av pumpar i värmesystemen till tryckstyrda pumpar i Hus D

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad energibesparing - El	2 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad effektbesparing – El	-
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	1,5 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	20,5 kSEK (50 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	15 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall värmesystemens cirkulationspumpar och radiatorpumpar i shuntgrupper i Hus D bytas till nya energieffektivare pumpar med inbyggd tryckstyrning. Totalt skall 1 pump bytas på primärsida och 1 pump på sekundärsida. Åtgärden bör genomföras i samband med byte av termostater och injustering av värmesystemen.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Bättre verkningsgrad på nya pumpar och tryckstyrning leder till minskad pumpeffekt med ca 30 %.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för pumpbyte uppskattas till 41 kSEK och innehåller byggkostnader, installation av nya pumpar, elinstallationer och koppling till styr-och regler och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden behövs också för underhåll har 50 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden uppskattas till 15 år.

## 6.9 Åtgärd 9. Byte av termostater och injustering av värmesystemen i Hus A och B

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	10 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	-
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	2 kW
Beräknad effektbesparing – El	-
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	6 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	32 kSEK (20 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	10 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall gamla termostater bytas ut till nya och hela värmesystemet skall injusteras i Hus A och B. Antal radiatorventiler som skall bytas uppskattas till 320 st. Antal shuntgrupper som skall injusteras uppgår till 3 st.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Minskning av medelrumstemperatur vintertid i Hus A och B med ca 0,5 °C.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för åtgärden uppskattas till **158 kSEK**. Kostnaderna innehåller installation av nya termostater, injustering av radiatorsystemet och shuntgrupper. **Eftersom åtgärden görs för underhåll och tillsammans med hyresgäst Anpassningen då rekommenderas att den större delen av kostnaden tas som kostnad för funktionsförbättring. Därför har 20 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 10 år.

## 6.10 Åtgärd 10. Byte av termostater och injustering av värmesystemen i Hus C och D

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	21 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	-
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	4 kW
Beräknad effektbesparing – El	-
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	11 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	65 kSEK (20 % av totala investeringskostnaden)
Ekonomisk livslängd	10 år

### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall gamla termostater bytas ut till nya och hela värmesystemet skall injusteras i Hus C och D. Antal radiatorventiler som skall bytas uppskattas till 680 st. Antal shuntgrupper som skall injusteras uppgår till 4 st.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Minskning av medelrumstemperatur vintertid i Hus C och D med ca 0,5 °C.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för åtgärden uppskattas till 327 kSEK. Kostnaderna innehåller installation av nya termostater, injustering av radiatorsystemet och shuntgrupper. **Eftersom åtgärden görs för underhåll och tillsammans med hyresgäst Anpassningen då rekommenderas att den större delen av kostnaden tas som kostnad för funktionsförbättring. Därför har 20 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 10 år.

## 6.11 Åtgärd 11. Byte av fönster

Typ av åtgärd	Byggnadsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	90 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	20 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	30 kW
Beräknad effektbesparing – El	-
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	-
Beräknad total kostnadsbesparing:	70 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	6 500 kSEK (50 % av totala investeringskostnader)
Ekonomisk livslängd	30 år

### Åtgärdsbeskrivning

Fastigheten har träfönster med 3-glas isolerglas. U-värde på äldre fönster (fönsterbåge + isolerglas) bedöms vara ca 2 W/m<sup>2</sup>K, vilket är högt med dagens mått. Enligt åtgärden byts alla fönster som är från 80-talet till nya 3-glas isolerglas med energibeläggning. Exempel på glasutförande: U-värde ca 0.8 W/m<sup>2</sup>K, solfaktor (g) 39 %. Detaljerad val av fönsterutförande måste utredas i projekteringsskedet.

### Energibesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Minskning av U-värde från 2 W/m<sup>2</sup>K till 1.2 W/m<sup>2</sup>K och solfaktor från 0.67 till 0.39
- Åtgärdens besparingspotential påverkas av Åtgärd 9 och 10, vilket har tagits hänsyn till vid beräkningen.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för byte av fönster baseras på schablonvärden från Sektionsfakta och tidigare fönsterutredningar och uppskattas till 13 000 kSEK och innehåller byggkostnader, installation av nya fönster och projekteringskostnader. **Eftersom åtgärden kan räknas också som underhållsåtgärd har 50 % av kostnader tagits med i energikalkylen.** Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 30 år.

## 6.12 Åtgärd 12. Installation av solceller

Typ av åtgärd	Installationsteknisk
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad energibesparing - El	270 MWh/år
Beräknad effektbesparing - Fjärrvärme	-
Beräknad effektbesparing – El	upp till 150 kW <sup>1)</sup>
Beräknad övrig besparing (SEK/år)	- 24 kSEK/år <sup>2)</sup>
Beräknad total kostnadsbesparing:	200 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	6 206 kSEK (100 % av totala investeringskostnader)
Ekonomisk livslängd	25 år

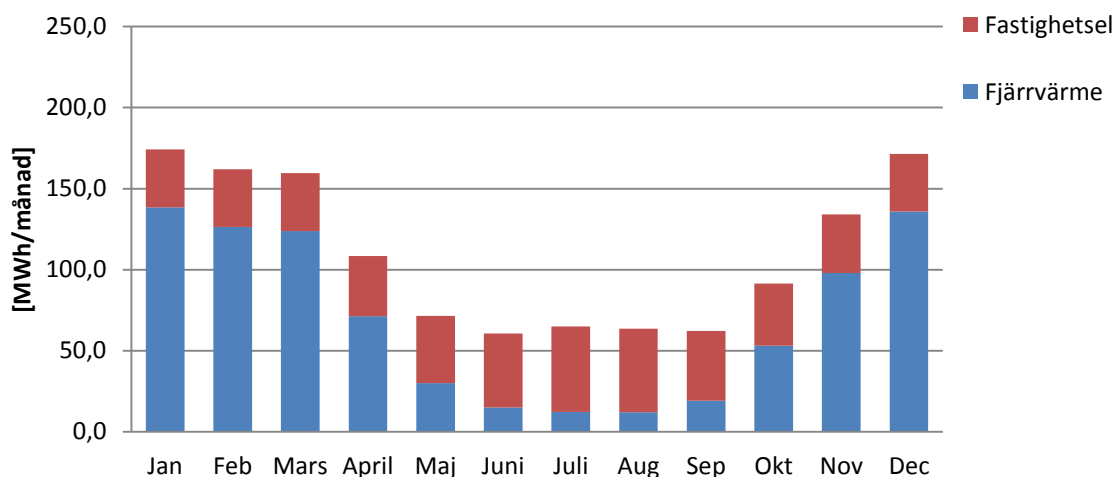
1) Under sommarmånader

2) Uppskattad underhållskostnad ca 0.075 % av totala investeringskostnader och intäkter från sälj av överskottsel.

### Nuvarande status

Den största delen av fastighetsel används för komfortkylsystemet, ca 30 % inklusive kylmaskindrift och pumpar i kylsystemet, och fläktdrift, ca 46 %. Hur behovet varierar månadsvis visas i figur 14 nedan.

**Fastighetens totala energibehovet (exkl hyresgästel) enligt Referensnivån**



**Figur 14.** Fastighetens månadsvis energibehov (exkl hyresgästel) vid Referensnivån före åtgärder.

Fastigheten har väldigt bra förutsättningar för att installera solesystem för att täcka fastighetselbehovet sommartid och även också på sen vår och tidig höst. Alla hus har platt tak med takduk, som ger bra förutsättningar för installation av solceller.



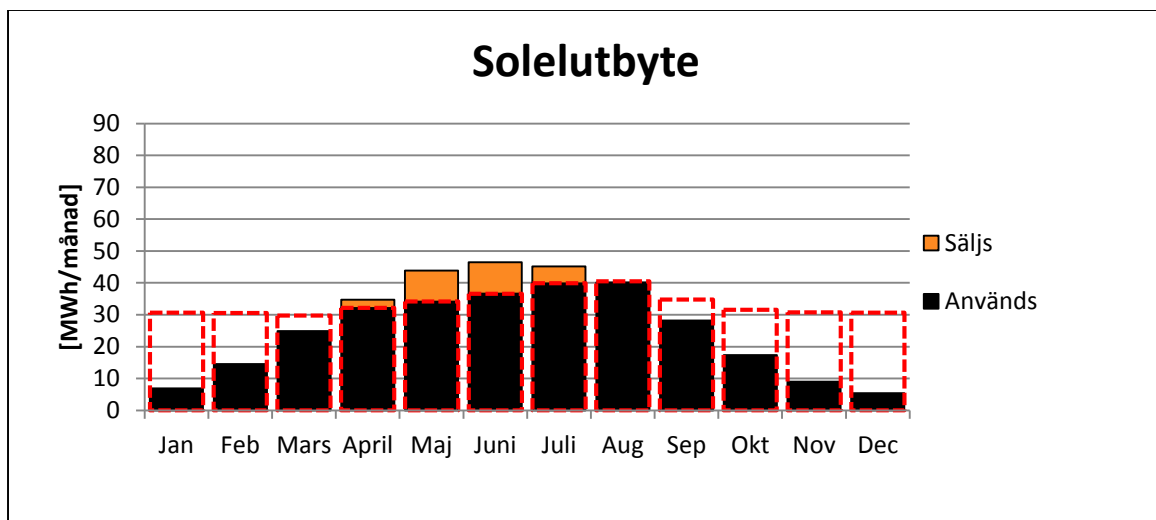
### Åtgärdsbeskrivning

Enligt åtgärden skall solceller installeras på tak Hus A, B, C och D för att minska andelen köpt energi. Uppskattad takarea för installation av solceller uppgår i Hus A,B till 800 m<sup>2</sup>, Hus C 900 m<sup>2</sup> och Hus D 1400 m<sup>2</sup>. Detaljerad placering och konstruktion av solcellsystemet skall utredas vid projekteringskedet. Vid installation av solceller på taket bör man också ta hänsyn till takdukens skick. Det är fördelaktigt att byta takduk samtidigt som man installerar solceller. Extra kostnader för byte av takduk har det inte tagits hänsyn till vid kostnadsberäkningarna.

### Energi- och kostnadsbesparing

Ovan redovisad energibesparingspotential är beräknad utifrån följande uppskattningar/ändringar i systemen:

- Totala arean för solceller uppgår till ca 3100 m<sup>2</sup>
- Solceller lutas med ca 5° vinkel
- Beräknat solelbyte från systemet illustreras i Figur 15 nedan. Åtgärdens besparingspotentialen påverkas av övriga åtgärden, vilket har tagits hänsyn vid beräkningen.
- Specifik effekt för solceller 130 W/m<sup>2</sup>, energibyte 0,9 kWh/W år
- Elpris för sälj 0,4 kr/kWh.



**Figur 15.** Beräknat solutbyte från solcellsystemet.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden för installation av solvärme baseras på uppskattat pris på solceller 14 kr/W. Påslag 10 % för projektering har lagts på investeringskostnaderna.

Ekonomiska livslängden för investeringen uppskattas till 25 år.

## 7 Åtgärds paket enligt Totalmetodiken

Här beskrivs resultaten från lönsamhetsberäkningar: detaljer för det åtgärds paket, total investeringskostnad och beräknad total energi- och kostnadsbesparing efter implementering av åtgärds paketet.

### 7.1 Indata för lönsamhetsberäkningar

Följande indata har använts för lönsamhetsberäkningar:

- Fastighetsägarens lönsamhetskrav, real kalkylränta är 8 %.
- Uppskattad ökning av energipriser utöver inflation är 2 %.
- Kalkyltider för installationstekniska och byggnadstekniska åtgärder motsvarar åtgärdernas ekonomiska livslängd.
- energi- och resurspriser, effekttariffer baseras på fakturor som har fått från Harry Sjögren och har sammanställts i tabeller nedan.

Energipris för fjärrvärme	Pris
Energipris sommar, maj-sept	99 kr/MWh
Energipris vår/höst, april, okt, nov	360 kr/MWh
Energipris vinter, jan-mars, dec	525 kr/MWh
Effektpris (vid över 100 kW anslutningseffekt)	663 kr/kW, år
Anslutningseffekt 101-250 kW	11750 kr/år
Returtemperaturavgift MWh*dT	4 kr/MWh, grad C

Energipris för fastighetsel	Pris
Energipris 50 % fast (inkl vattenkraft)	0,40 kr/kWh
Energipris 50 % spot (inkl vattenkraft)	0,36- 0,47 kr/kWh <sup>1)</sup>
Energiskatt	0,29 kr/kWh
Elnätavgift	0,07 kr/kWh
Effektavgift	475,2 kr/kW, år
Abonnemangsavgift	4700 kr/år

1) Enligt år 2013 statistik

Beräknat årsmedelpris för fjärrvärme är 0.45 kr/kWh och för el är 0.73 kr/kWh.

## 7.2 Resultat från lönsamhetsberäkningar

Enligt Totalmetodiken skall ett åtgärds paket formas så, att den i sin helhet uppfyller lönsamhetskraven som fastighetsägaren ha. Det är alltid upp till fastighetsägaren att bestämma vilka åtgärder skall genomföras. Enligt diskussionen med fastighetsägaren skall först prioriteras bara de åtgärder som kan genomföras tillsammans med kommande hyresgästpassningar och underhåll i Hus C och D. Därför har två alternativa åtgärds paket tagits fram för att visa hur besparingspotentialen och lönsamheten skulle se ut med de specifika åtgärderna i ett paket:

- **Åtgärds paket 1** innehåller åtgärder som uppskattningsvis kommer genomföras ändå i samband med kommande hyresgästpassningar i Hus C och D.
- **Åtgärds paket 2** är lönsamt åtgärds paket enligt Totalmetodiken.

Det ska noteras att i det föreslagna åtgärds paketet finns med några åtgärder, som ger internränta lägre än 0 %. Enligt Totalmetodiken är de med i paketet på grund av att det finns några riktigt lönsamma åtgärder som ”bär upp” de mindre lönsamma tills man når den gräns då åtgärds paketet i sin helhet uppfyller det lönsamhetskrav som Harry Sjögren har. Det är upp till Harry Sjögren att bestämma om alla åtgärder ska tas med.

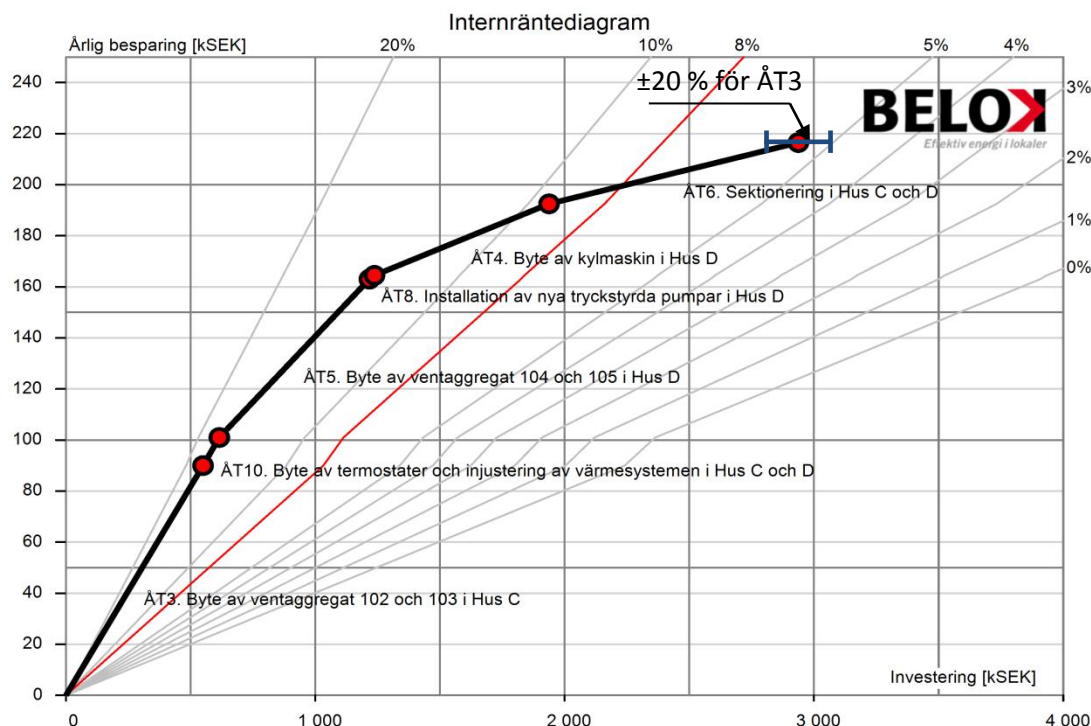
### Sammanställning av Åtgärds paket 1

Beräknad total kostnadsbesparing:	217 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	2 938 kSEK (28 % av totala investeringskostnader)
Internränta för åtgärds paket	5.5 %
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	173 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	91 MWh/år

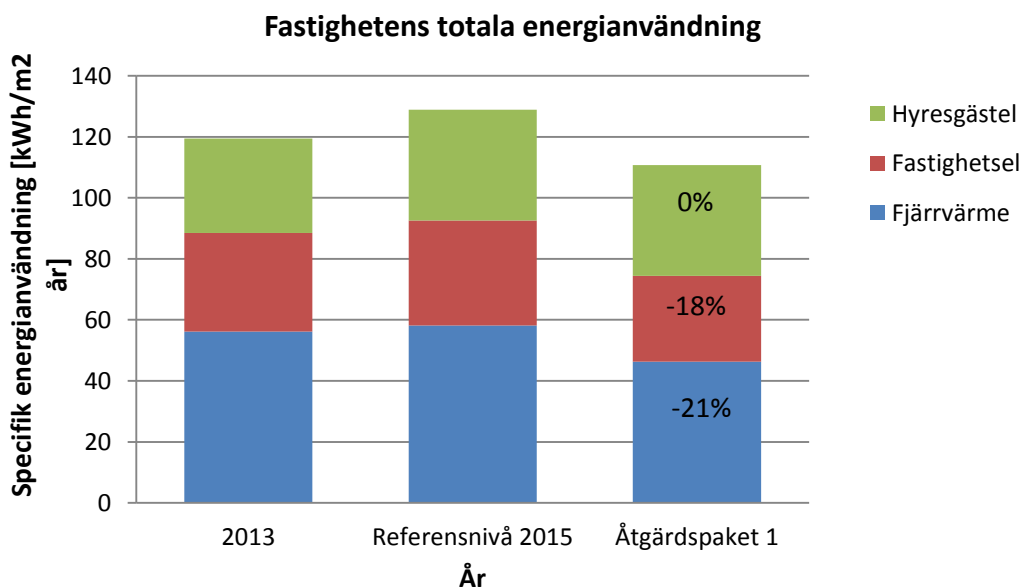
Hela åtgärds paketet kommer att ge ca 5,5 % internränta. Den sista åtgärden i paketet är Åtgärd 6 (sektionering i Hus C och D) där hela investeringskostnaden för åtgärden har tagits med som energiinvesteringskostnad. Eftersom en del kanalbyte skall genomföras i Hus C i samband med hyresgästpassningar, då finns det stora möjligheter att optimera kostnader för åtgärden och öka lönsamheten för åtgärds paketet.

Lönsamheten för *Åtgärds paket 1* och energibesparingspotentialen visas i Figurer 17-18. Sammanställning av alla åtgärder som ingår till åtgärds paketet visas i Bilaga 2. Fastighetens totala energibehov kommer att bli ca 74 kWh/m<sup>2</sup> enligt BBRs definition (exkl hyresgäst) och ca 111 kWh/m<sup>2</sup> med hyresgäst.

Eftersom det finns stora osäkerheter för kostnader för Åtgärd 3, har en känslighetsanalys gjorts för att se hur detta kommer att påverka resultatet. Resultatet visar att med ±20 % ändring av energiinvesteringskostnader för Åtgärd 3 (ca ±550 tkr för den totala investeringskostnaden för ÅT3) kommer internräntan för *Åtgärds paket 1* hamna mellan 5,0 % och 6,0 %.



**Figur 17.** Lönsamheten för ”Åtgärds paket 1” för Högsbo 20:22. Lönsamhetskravet är 8 % real kalkylränta och energipriserna antas stiga med 2 % utöver inflationen. Internräntan för åtgärds paketet är 5.5 %. Om kostnader för Åtgärd 3 ändras med  $\pm 20\%$  kommer internräntan för åtgärds paketet bli ca 5.0 % - 6.0 %.



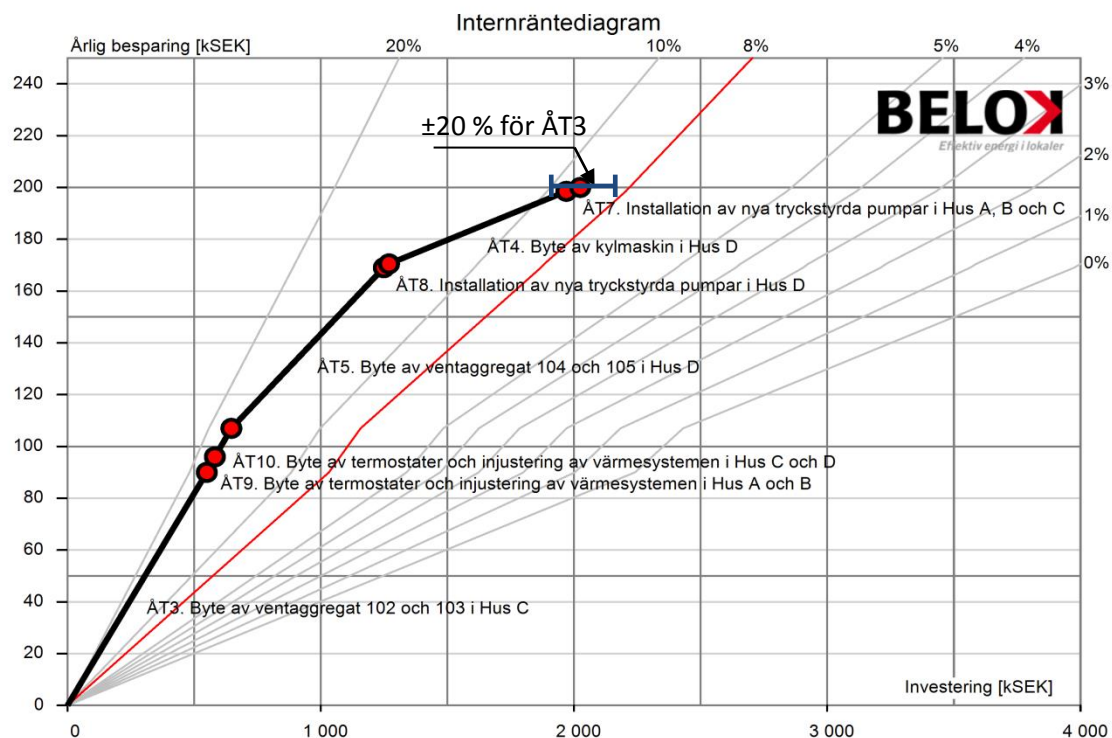
**Figur 18.** Energianvändning före och efter åtgärder i ”Åtgärds paket 1” för Högsbo 20:22. Som referensvärden för energibesparing har den beräknade referensnivån använts. Med Åtgärds paket 1 kan värmebehovet minska med ca 21 % och elbehovet för fastighetsel med ca 18%.

## Sammanställning av Åtgärdspaket 2

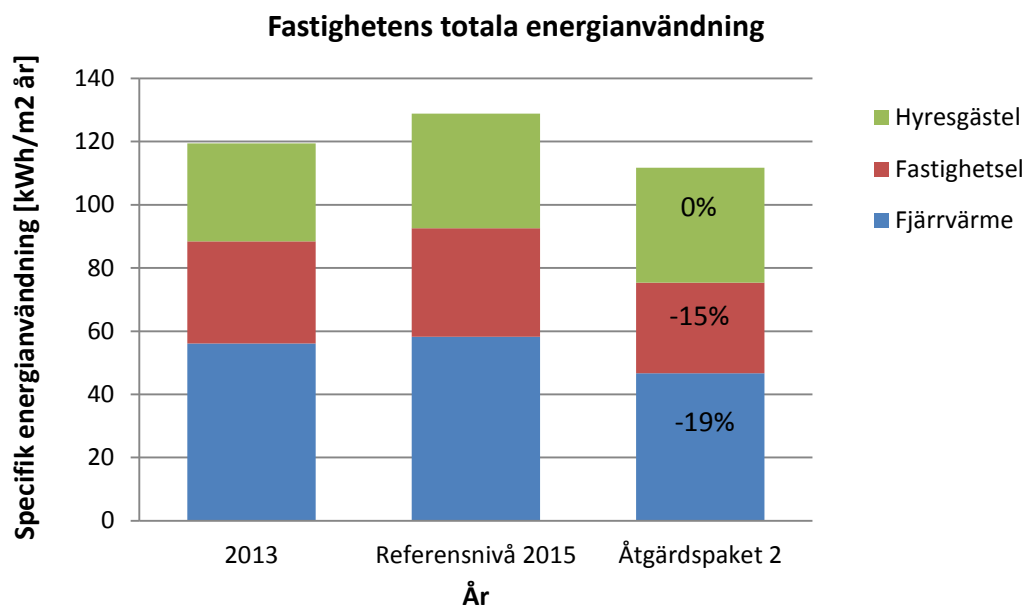
Beräknad total kostnadsbesparing:	200 kSEK/år
Beräknad energiinvesteringskostnad:	2 025 kSEK (20 % av totala investeringskostnader)
Internränta för åtgärdspaket	9,2 %
Beräknad energibesparing - Fjärrvärme	167 MWh/år
Beräknad energibesparing - El	83 MWh/år

I paketet finns med en del åtgärder som skall genomföras tillsammans med kommande hyresgästanpassningar, men också åtgärder i Hus A och B. Hela åtgärdspaketet kommer att ge ca 9 % internränta. Lönsamheten för *Åtgärdspaket 2* och energibesparingspotentialen visas i Figurer 19-20. Sammanställning av alla åtgärder som ingår till åtgärdspaketet visas i Bilaga 2. Fastighetens totala energibehov kommer att bli ca 75 kWh/m<sup>2</sup> enligt BBRs definition (exkl hyresgästel) och ca 112 kWh/m<sup>2</sup> med hyresgästel.

Som nämnts tidigare finns det stora osäkerheter för kostnader för Åtgärd 3 och därför har en känslighetsanalys gjorts för att se hur detta kommer att påverka resultatet. Resultatet visar att med  $\pm 20\%$  ändring av energiinvesteringskostnader för Åtgärd 3 (ca  $\pm 550$  tkr för den totala investeringskostnaden för ÅT3) kommer internräntan för *Åtgärdspaket 2* att hamna mellan 8,5 % och 10 %, vilket fortfarande uppfyller fastighetsägarens lönsamhetsramar.



**Figur 19.** Lönsamheten för ”Åtgärdspaket 2” som uppfyller lönsamhetskraven enligt Totalmetodiken. Lönsamhetskravet är 8 % real kalkylränta och energipriserna antas stiga med 2 % utöver inflationen. Internräntan för åtgärdspaketet är ca 9 %. Om kostnader för Åtgärd 3 ändras med  $\pm 20\%$  kommer internräntan för åtgärdspaketet bli ca 8,5 % - 10 %.



**Figur 20.** Energianvändning före och efter åtgärder i ”Åtgärds paket 2” för Högsbo 20:22. Som referensvärden för energibesparing har den beräknade referensnivån använts. Med Åtgärds paket 2 kan värmebehovet minska med ca 19 % och elbehovet för fastighetsel med ca 15%.

Sammanställning av alla identifierade åtgärder som beskrivs i denna rapport visas i Bilaga 2. Om all identifierade teknisk möjliga åtgärder skulle genomföras kan värmebehovet minska med ca 33 % och inköpt el för fastighetsel med ca 82%. Totala energianvändningen för fastigheten skulle bli då ca 44 kWh/m<sup>2</sup> enligt BBRs definition (exkl hyresgästel) och ca 81 kWh/m<sup>2</sup> med hyresgästel. Men lönsamheten för ett sådant paket med alla åtgärder skulle bli nära -1 % internränta och paketet uppfyller inte fastighetsägarens lönsamhetskrav. En del åtgärder är helt enkelt inte kostnadseffektiva från energibesparings synpunkt.

## 8 Diskussion och slutsatser

Projektets syfte har varit att identifiera och analysera möjliga energieffektiviseringsåtgärder på Högsbo 20:22 kontorsfastighet och bilda ett energieffektiviserande åtgärds paket enligt Totalmetodiken. Idag har Högsbo 20:22 fastighet väldigt låg energianvändning jämfört med liknande befintliga kontorsbyggnader i Sverige. Den totala specifika energianvändningen (inkl. hyresgästel) var bara 120 kWh/m<sup>2</sup> år 2013. Det kan förklaras med ganska låg beläggning i de uthyrda lokalerna, ca 60 % av hela fastigheten var uthyrd år 2013 och ca 70 % år 2014. Dessutom har fastighetsägaren välutbildad driftspersonal som kontinuerligt jobbar med driftsoptimering för att minska energianvändningen i fastigheten. Byggnaderna körs idag driftsmässigt relativt energisnålt.

En del hyresgäst Anpassningar är planerade för de kommande åren, vilket kommer att leda till en ökad energianvändning i fastigheten. Därför har en ny baslinje för fastighetens



energianvändning beräknats, vilket visar att den totala energianvändningen för fastigheten kommer att öka till ca 130 kWh/(m<sup>2</sup>år).

För att nå lägre energianvändning krävs mer omfattande åtgärder där fokus bör ligga på luftbehandlingssystemen och klimatskalet. Transmissionsförlusterna utgör den största källan till byggnadens höga värmeenergianvändning. Totalt har 12 energieffektiviseringsåtgärder identifierats och analyserats i denna rapport. En del av åtgärderna kommer att genomföras vid kommande hyresgästpassningar. Det bör också beaktas att det i utförda kalkyler har tagits hänsyn till att flera av installationstekniska systemen och byggnadstekniska konstruktioner är gamla. De flesta föreslagna åtgärden kan därför räknas som underhållsåtgärd eller som en del av hyresgästpassning och därför har bara en del av investeringskostnaden tagits med i energikalkylen.

Två alternativa åtgärds paket har tagits fram för att visa besparingspotentialen med de givna lönsamhetskraven. Utgångspunkten för analysen har varit att inkludera även de åtgärder som ändå kommer ändå genomföras tillsammans med kommande hyresgästpassningar och för underhåll. Det är upp till fastighetsägaren att bestämma vilket det slutliga åtgärds paketet blir.

Med åtgärds paketet som innehåller de åtgärder som uppskattningsvis kommer genomföras i samband med kommande hyresgästpassningar i Hus C och D kommer den totala energibesparingspotentialen bli ca 14 % jämfört med den nya referensnivån. Lönsamheten för ett sådant paket kommer att bli ca 5.5 %. Om osäkerheten för kostnader för Åtgärd 3 (Byte av ventilationsaggregat i Hus C) tas med, kommer lönsamheten för åtgärds paketet bli mellan 5 % - 6 %. Användning av fjärrvärme kan minskas med ca 173 MWh/år och fastighetsel med ca 91 MWh/år. Vidare bör nämnas att flera av de åtgärder som redovisats ger upphov till en sänkning av effektuttaget och minskade effektkostnader. Dessa siffror motsvarar en total minskning av driftskostnaderna på ca 217 kSEK/år. Energiinvesteringskostnader för ett sådant paket är ca 2938 kSEK.

Med åtgärds paketet som uppfyller lönsamhetskravet 8 % avkastning, *Åtgärds paket 2*, skulle den totala energibesparingspotentialen bli ca 13 % jämfört med den nya referensnivån. Användning av fjärrvärme kan minskas med ca 167 MWh/år och elektricitet med ca 83 MWh/år. Vidare bör nämnas att flera av de åtgärder som redovisats ger upphov till en sänkning av effektuttaget och minskade effektkostnader. Dessa siffror motsvarar en total minskning av driftskostnaderna på ca 200 kSEK/år. Energiinvesteringskostnader för ett sådant paket är ca 8400 kSEK.

I övrigt visar resultaten att totalt är det möjligt att minska energianvändningen på Högsbo 20:22 fastigheten med mer än en tredje del om alla identifierade åtgärderna tas med. Närmare bestämt har fastigheten en besparingspotential på upp till 37 % jämfört med den nya referensnivån. Energianalysen visar dock även på att denna besparing är så pass kostsam så att med givna lönsamhetskriterier och dagens energipriser fås ej lönsamhet i denna besparing.

## Bilaga 1. Indata för energisimuleringar

Specifikation av grundförutsättningar för energiberäkningarna visas i Tabell B.1.

### 1. Lokalisering och klimat

Grundförutsättningar		Informationskälla
Ort	Göteborgs kommun	3
Klimatfil vid energiberäkningar	Göteborg Säve, Meteotest-Meteonorm 4.0	5
Yta totalt (Atemp)	14543 m <sup>2</sup>	3
Hus A och B (Atemp)	4038 m <sup>2</sup>	3
Hus C (Atemp)	4055 m <sup>2</sup>	3
Hus D (Atemp)	6450 m <sup>2</sup>	3
Byggnadsriktning		
Hus A och B (Atemp)	Söderfasad mot sydväst	1
Hus C (Atemp)	Söderfasad mot sydväst	1
Hus D (Atemp)	Söderfasad mot sydväst	1

Informationskällor:

- 1) Från ritningar/relationshandlingar
- 2) Antagen
- 3) Information från beställare
- 4) Information från besiktning
- 5) Beräkningsprogram

### 2. Sammanställning av klimatskärmsdelar

Byggnadsdel	Konstruktion	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Källa
Yttervägg 1	120 fasadtegel; 30 luftspalt; 120 isol; 150 betong	0.26	1,2
Yttervägg 2	plåt; 9 gips; 50 isol; 45x45 reglar; 145 isol; 45x145 reglar; 0,2 plastfolie; 13 gips	0.24	1,2
Yttertak	betongbjälklag; 250 isol; trätakstolar c/c 1200; råspont; 2-lagstäckning	0.2	1,2
Källargolv	350 betong; 50 sundolitt; 150 makadam	0.36	1,2
Fönster 1	träfönster 3-glas isolerglas	2.0	1,2
Fönster 2 (restaurang)	träfönster 3-glas isolerglas	1.8	1,2
Ytterdörrar 1	samma som glasparti	1.8	1,2
Ytterdörrar 1	ståldörrar med isol	1	1,2

Det finns två olika typer av fasta externa solavskärmning på fönster mot söder och delvis även mot öster, väster och norrut (främst övre våningarna). Typ 1 är inbyggd i byggnadens fasadkonstruktion ovanför fönstren och typ 2 är väggmonterad fast homogen solavskärmning.

## Sammanställning area klimatskärmselement

### Hus A och B

	Fasad		Fönster				Solavskärmningskoefficienter				Dörrar		Källa		
	Area [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Area [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Fönster andel [%]	g [-]	Solavskärmning Finns	andel [%]	Vinter Direkt	Vinter Diffus	Sommar Direkt	Sommar Diffus		Area [m <sup>2</sup> ]	U-value [W/m <sup>2</sup> K]
Söder	680,0	0,24	220,5	2,0	95,0	0,7	yes	89,2	0,9	0,5	0,6	0,5	5,2	1,8	1
Öster	319,0	0,24	90,9	2,0	95,0	0,7	yes	82,2	0,9	0,6	0,7	0,5	9,8	1,8	1
Väster	299,0	0,24	59,3	2,0	95,0	0,7	yes	72,2	1,0	0,7	0,7	0,6	7,8	1,8	1
Norr	415,0	0,24	123,8	2,0	95,0	0,7	yes	64,0	0,8	0,5	0,8	0,5	8,2	1,7	1

Sammanställning	Area [m <sup>2</sup> ]	Sammanvägt U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	U*A [W/K]	% av total (U*A)	Källa
Yttervägg	1188	0,24	289	14%	1
Fönster	494	2,0	983	46%	1
Portar	31	1,77	55	3%	1
Yttertak	1232	0,20	246	12%	1
Golv mot mark	1232	0,36	444	21%	1
Köldbryggor			102	5%	1,2
Total	4177		2118	100%	

Grundförutsättningar	Egenskap	Källa
Tyngd (inre massa)	medel	1
Tyngd (fasad)	medel	1
Tyngd (tak)	medel	1
Volym (m <sup>3</sup> )	11912	1
Luftläckage i byggnadens stommes uttryckt	≤ 0,20 oms/h	2
Luftläckagets variation med avseende på termisk drivkraft	≤ 0,20 oms/h	2

### Hus C

	Fasad		Fönster						Solavskärningskoefficienter				Dörrar		Källa
	Area [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Area [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Fönster andel [%]	g [-]	Solavskärmning Finns	andel [%]	Vinter		Sommar		Area [m <sup>2</sup> ]	U-value [W/m <sup>2</sup> K]	
									Direkt	Diffus	Direkt	Diffus			
Söder	756,0	0,24	200,0	2,0	90,0	0,7	yes	100,0	1,0	0,6	0,6	0,5	7,5	1,3	1
Öster	270,0	0,24	45,0	2,0	90,0	0,7	yes	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	11,2	1,4	1
Väster	0,0	-	0,0	-	-	-	no	-	-	-	-	-	0,0	-	1
Norr	756,0	0,24	184,0	2,0	90,0	0,7	yes	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	1,0	1

Sammanställning	Area [m <sup>2</sup> ]	Sammanvägt U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	U*A [W/K]	% av total (U*A)	Källa
Yttervägg	1329	0,24	322	16%	1
Fönster	429	2,0	858	43%	1
Portar	24	1,26	30	1%	1
Yttertak	1274,0	0,20	255	13%	1
Golv mot mark	1274,0	0,36	459	23%	1
Köldbryggor			86	4%	1,2
Total	4330		2009	100%	

Grundförutsättningar	Egenskap	Källa
Tyngd (inre massa)	medel	1
Tyngd (fasad)	medel	1
Tyngd (tak)	medel	1
Volym (m <sup>3</sup> )	11692	1
Luftläckage i byggnadens stommes uttryckt	≤ 0,20 oms/h	2
Luftläckagets variation med avseende på termisk drivkraft	≤ 0,20 oms/h	2

### Hus D

	Fasad		Fönster						Solavskärningskoefficienter				Dörrar		Källa
	Area [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Area [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Fönster andel [%]	g [-]	Solavskärmning Finns	andel [%]	Vinter Direkt	Vinter Diffus	Sommar Direkt	Sommar Diffus	Area [m <sup>2</sup> ]	U-value [W/m <sup>2</sup> K]	
Söder	549,0	0,24	181,0	2,0	90,0	0,7	yes	100,0	1,0	0,6	0,6	0,5	4,5	1,8	1
Öster	618,0	0,24	173,0	2,0	90,0	0,7	yes	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	-	1
Väster	757,0	0,24	219,0	2,0	90,0	0,7	yes	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	8,0	1,8	1
Norr	729,0	0,24	201,0	2,0	90,0	0,7	yes	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	25,0	1,0	1

Sammanställing	Area [m <sup>2</sup> ]	Sammanvägt U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	U*A [W/K]	% av total (U*A)	Källa
Yttervägg	1842	0,24	446	14%	1
Fönster	774	2,0	1548	50%	1
Portar	38	1,27	48	2%	1
Yttertak	1700,0	0,20	340	11%	1
Golv mot mark	1700,0	0,36	612	20%	1
Köldbryggor			127	4%	1,2
Total	6053		3121	100%	

Grundförutsättningar	Egenskap	Källa
Tyngd (inre massa)	medel	1
Tyngd (fasad)	medel	1
Tyngd (tak)	medel	1
Volym (m <sup>3</sup> )	19027	1
Luftläckage i byggnadens stommes uttryckt	≤ 0,20 oms/h	2
Luftläckagets variation med avseende på termisk drivkraft	≤ 0,20 oms/h	2

### 3. VVS och styr

#### Börvärden för inneklimatsystem

	Hus A&B	Hus C	Hus D	Garage	Källa
Min innetemperatur dag (värme)	21	21	21	10	2,4
Min innetemperatur natt (värme)	20,5	20,5	20,5	7	2,4
Börvärde kyla dag	23	22,8	22,8	-	2,4
Börvärde kyla natt	23	22,8	22,8	-	2,4
Max innetemperatur dag	24	24	24	-	2,4
Max innetemperatur natt	24	24	24	-	2,4

#### Ventilation

Byggnadens ventilationssystem är förenklat i beräkningen. Detaljerade uppgifter om ventilationssystemen se Bilaga 2.

Byggnadsel	Typ av klimatsystem	Luftflöde [m <sup>3</sup> /s]		Driftstid	Temperaturstyrning	Tilluftstemperatur		SFP [kW/m <sup>3</sup> /s]	VVX [%]	Kylåtervinning
		Tilluft	Frånluft			Börvärde [C]	Utetemp/rumstemp [C]			
Hus A och B	CAV with water cooling	5,8	5,6	6:40-18:30 M-F	Outdoor temp	19,0	20	3,5	67	yes
						20,0	-20			
Hus A och B restaurang	CAV	0,3	1,0	6:30-14:00 M-F	room temp	max 18	14	1,9	85	no
Hus C	CAV with water cooling	3,4	3,0	6:40-18:00 M-F	Outdoor temp	20	20	2,8	70	no
						20	-20			
Hus D	CAV with water cooling	11,9	12,1	6:40-18:00 M-F	Outdoor temp	19,9	20	3,3	70	yes
						20,4	-20			



## Värme och Kyla

Värme och kyla är simulerade med oändlig tillgång på effekt. Verkningsgrad värmeproduktion är satt till 98% för att simulera distribution- och reglerförluster. Årets medel köldfaktor för kylmaskiner 2.5 (antagen).

Pumpenergi: Beräknat totaleffekt enligt uppmätta effekter/ märkeseffekter och pump driftstider enligt SÖS.

Byggnadsdel	System	Totaleffekt [kW]	Medel driftstid [h/år]	Energi-användning [MWh/år]
Hus A och B	Värmesystem	0,7	5900	4
	Kylmaskin VKA1	2,0	5900	12
	Kyltak	0,6	8760	5
Hus C	Värmesystem	0,3	6000	2
	Kylmaskin VKA1	-	-	-
	Kyltak	1,1	8760	10
Hus D	Värmesystem	0,9	6400	5
	Kylmaskin VKA1	5,3	8760	47
	Kyltak	1,1	8760	10

Varmvattenförbrukning: 100 MWh/år för år 2013 baserat på uppskattning från energistatistiken; 140 MWh/år för beräkning av ny baslinje 2015. VVC-förluster ca 30 % från hela varmvattenförbrukning.

#### 4. Internlaster

##### Hus A och B

Byggnadsdel/hyresgäst	Area [m <sup>2</sup> ]	Personbelastning [W/m <sup>2</sup> ]		Belysning [W/m <sup>2</sup> ]			Utrustning [W/m <sup>2</sup> ]			Källa
		Drift	Schema	Drift	Övrig	Schema	Drift	Övrig	Schema	
GK	721	0,7	08-18 M-F	6,4	0,4	08-18 M-F	2,0	0,7	08-18 M-F	besiktning
Projektpunkten	145	3,0	08-18 M-F	5,0	0,0	08-18 M-F	3,9	1,6	08-18 M-F	besiktning
BIC	550	4,9	08-18 M-F	6,1	0,0	08-18 M-F	4,6	2,3	08-18 M-F	besiktning
Activema	478	2,9	08-18 M-F	9,8	0,5	08-18 M-F	6,3	2,5	08-18 M-F	besiktning
Mobilitetscenter	520	1,0	08-18 M-F	5,8	0,1	08-18 M-F	2,2	0,6	08-18 M-F	besiktning
Min Krog	325	8,2	07-15 M-F	9,1	0,0	07-15 M-F	55,0	10,0	07-15 M-F	besiktning
Esmå	257	2,1	08-18 M-F	7,4	0,2	08-18 M-F	4,1	1,6	08-18 M-F	besiktning
Göteborgs Stad	520	3,1	08-18 M-F	6,2	0,0	08-18 M-F	1,3	0,5	08-18 M-F	besiktning
Empty office (B)	450	0	08-18 M-F	0	0	08-18 M-F	0	0	08-18 M-F	besiktning
Bi-areas A&B	72	0	08-18 M-F	8,0	5,6	08-18 M-F	5,0	5,0	08-18 M-F	besiktning
<b>Total</b>	<b>4038</b>									

##### Hus C

Byggnadsdel/hyresgäst	Area [m <sup>2</sup> ]	Personbelastning [W/m <sup>2</sup> ]		Belysning [W/m <sup>2</sup> ]			Utrustning [W/m <sup>2</sup> ]			Källa
		Drift	Schema	Drift	Övrig	Schema	Drift	Övrig	Schema	
Infocare	860	1,3	08-18 M-F	6,1	2,0	08-18 M-F	10,7	5,5	08-18 M-F	besiktning
Arrow	750	1,2	08-18 M-F	6,2	0,4	08-18 M-F	4,5	3,2	08-18 M-F	besiktning
Dorma (4-C)	300	1,8	08-18 M-F	5,9	0,0	08-18 M-F	4,4	3,6	08-18 M-F	besiktning
Empty office - uthyrd 2015	1245	6,1	08-18 M-F	7,6	1,1	08-18 M-F	9,9	2,1	08-18 M-F	SVEBY
Empty office (C)	845	0,0	08-18 M-F	0,0	0,0	08-18 M-F	0,0	0,0	08-18 M-F	besiktning
Bi-areas C	55	0,0	08-18 M-F	11,1	6,1	08-18 M-F	5,0	5,0	08-18 M-F	besiktning
<b>Total</b>	<b>4055</b>									

## Hus D

Byggnadsdel/hyresgäst	Area [m <sup>2</sup> ]	Personbelastning [W/m <sup>2</sup> ]		Belysning [W/m <sup>2</sup> ]			Utrustning [W/m <sup>2</sup> ]			Källa
		Drift	Schema	Drift	Övrig	Schema	Drift	Övrig	Schema	
Dorma (1)	853	1,9	08-18 M-F	4,2	0,9	08-18 M-F	7,6	4,3	08-18 M-F	besiktning
Enaco	800	0,7	08-18 M-F	5,8	0,6	08-18 M-F	1,9	0,8	08-18 M-F	besiktning
Schmersal	405	2,7	08-18 M-F	4,7	0,1	08-18 M-F	3,6	1,5	08-18 M-F	besiktning
EasyFairs	902	5,4	08-18 M-F	8,5	0,0	08-18 M-F	6,6	2,3	08-18 M-F	besiktning
Gym in Section D	100	2,2	08-18 M-F	15,6	0,0	08-18 M-F	0,9	0,0	08-18 M-F	besiktning
Dorma (2)	280	2,7	07-15 M-F	7,3	0,5	07-15 M-F	55,0	10,0	07-15 M-F	besiktning
Tuve Bygg	150	0,7	08-18 M-F	7,1	0,0	08-18 M-F	2,4	0,8	08-18 M-F	besiktning
Markteknik	346	0,0	08-18 M-F	0,0	0,0	08-18 M-F	0,3	0,3	08-18 M-F	besiktning
Empty office (D)	860	0	08-18 M-F	0	0	08-18 M-F	0	0	08-18 M-F	besiktning
Dorma (4-D)	910	2,4	08-18 M-F	6,7	0,1	08-18 M-F	2,3	0,5	08-18 M-F	besiktning
Volvohandel	770	1,7	08-18 M-F	7,0	0,6	08-18 M-F	2,5	1,4	08-18 M-F	besiktning
Bi-areas D	74	0	08-18 M-F	11,2	7,9	08-18 M-F	5,0	5,0	08-18 M-F	besiktning

6450

## Övriga förbrukare

Förbrukare	Antal enheter	Totaleffekt (W)	Årlig driftstid [h/år]	Årlig energianvändning [kWh/år]
utomhusbelysning		4000	4300	17200
utomhusbelysning hyresgäster	13	5000	4300	21500
garagebelysning		3200	3700	11840
Hiss	6			33000

## Befintlig ventilation

Specifikation av alla ventilationssystem i byggnaden visas i tabellen nedan. Informationen är enligt OVK protokoll 2013, information från SÖS juli 2014-Oct 2014 och information från besiktning och enligt beräkningar.

System / Air handling unit	Area supported	Section	Fan speed control	Supply air fan				Exhaust air fan				Supply air		Exhaust air		Heat recovery [%]	Operation time	Operation time [h/week]	Estimated SFP [kW/m3/s]	Calculated electrical energy [kWh/yr]
				Rated airflow [m3/s]	Rated power [kW]	Measured airflow [m3/s]	Measured power [kW]	Rated airflow [m3/s]	Rated power [kW]	Measured airflow [m3/s]	Measured power [kW]	Set point [C]	Measured [C]	Set point [C]	Measured [C]					
LA1- TF01/FF01	Restaurant, Section B	Section A&B	frequency inverter	0,9/0,45	1,5	0,3	1,125	0,75/0,3	1,5	0,5	1,125	max 18	15,9	14	21,3	85	M-F 06:30-14:00 FF01	37,5	1,9	3
LA1- FF2	Restaurant exhaust hood	Section A&B	frequency inverter					0,5	0,84								M-F 06:45-14:00 FF2	36,3	1,2	1
TA1-TF1/FF1	Offices floor 1, 2, 3, section A+B	Section A&B	constant speed	4,8	20	4,0	10,3	4,8	11	3,97	6,4	19,5/20	22,5		23,3	63	M-F 6:40-18:30	59,0	4,2	51
TA1-EVB1	Offices north part of Section A+B	Section A&B										19,5/20	20							
TA1-EVB2	Offices middle part of Section A+B	Section A&B										19,5/20	20,4							
TA1-EVB3	Offices middle part of Section A+B	Section A&B										19,5/20	20,2							
TA1-FF3	Attic Section A	Section A&B	stepwise control					0,2			0,1						?	168,0	0,5	1
TA1-FF4	Attic Section B	Section A&B	stepwise control					0,2			0,2						?	168,0	1,0	2
TA2-TF2/FF2	Offices floor 4, Section A+B	Section A&B	constant speed	2	4	1,82	3,07	1,64	3	1,08	0,57	18/21	18,7		21,6	75	M-F 6:40-18:00	56,5	2,0	11
TA2-EVB1	Offices north part, fl 4 of Section A+B	Section A&B										17/19,5		21/20	22,3					
TA2-EVB2	Offices middle part fl 4 of Section A+B	Section A&B										17/19,5		21/20	22,2					
TA102- TF102/FF102	Offices in Section C	Section C	constant speed	2,1	7,5	1,38	3,67	1,4	7,5	1,58	1,7	20/20	20,2		22,8	75	M-F 6:35-18:00	57,0	3,4	16
TA102-EVB1	Offices north part, Section C	Section C		7,5								20/20	19,9						45,6	
TA102-EVB2	Offices south part Section C	Section C										20/20	19,7							
TA103- TF103/FF103	Offices in Section C	Section C		2,1	7,5		3,43	1,4	7,5		2,12	19,6/20,6	21,2		22,3	65	M-F 6:40-18:00	56,5	2,3	16
TA103-EVB1	Offices north part, Section C	Section C										20/20	20,9							
TA103-EVB2	Offices south part Section C	Section C										20/20	20,8							
FF2	Attic Section C	Section C	constant speed					0,2			0,2						?	168,0	1,0	2
FF3	Attic Section C	Section C	constant speed					0,2			0,2						?	168,0	1,0	2

Specifikation av alla ventilationssystem i byggnaden (fortsättning)

System / Air handling unit	Area supported	Section	Fan speed control	Supply air fan				Exhaust air fan				Supply air		Exhaust air		Heat recovery [%]	Operation time	Operation time [h/week]	Estimated SFP [kW/m3/s]	Calculated electrical energy [kWh/yr]
				Rated airflow [m3/s]	Rated power [kW]	Measured airflow [m3/s]	Measured power [kW]	Rated airflow [m3/s]	Rated power [kW]	Measured airflow [m3/s]	Measured power [kW]	Set point [C]	Measured [C]	Set point [C]	Measured [C]					
TA104- TA104/FA104	Offices in Section D	Section D	constant speed	10,9/12,9	22		21,7	8,5/9,3	15		8,3	19,5/20	21,5			60	M-F 6:40-18:00	56,5	3,3	88
TA105-TA105/FA105	Offices in Section D	Section D	constant speed		4		3,3	3,2	5,5		3,32					72	M-F 6:40-18:00	56,5		19
TA104-EVB1	Offices north part Section D	Section D										19,9/20,4	21,9		21,5					
TA104-EVB2	Offices middle part Section D	Section D										19,9/20,4	21,9							
TA104-EVB3	Offices south part Section D	Section D										19,9/20,4	22							
FF1	Attic Section D	Section D	constant speed					0,2			0,2							168,0	1,0	2
FF2	Attic Section D	Section D	constant speed					0,2			0,2								1,0	0
FF3	Stairway A, Section D	Section D	constant speed					0,2			0,2								1,0	0,06
FF4	Stairway B, Section D	Section D	constant speed					0,2			0,2								1,0	0,06
FF5	Stairway C, Section D	Section D	constant speed					0,2			0,2								1,0	0,06
TA106-TF1/FF1	Garage in Section D	Section D	constant speed	3			3,5	3			3,5		21,3		21		M-F 7:15-8:30; M-F 11:45-12:45	11,5	2,3	4

## **Specifikation av grundförutsättningar för beräkning av baslinje för bedömning av energibesparingspotentialen**

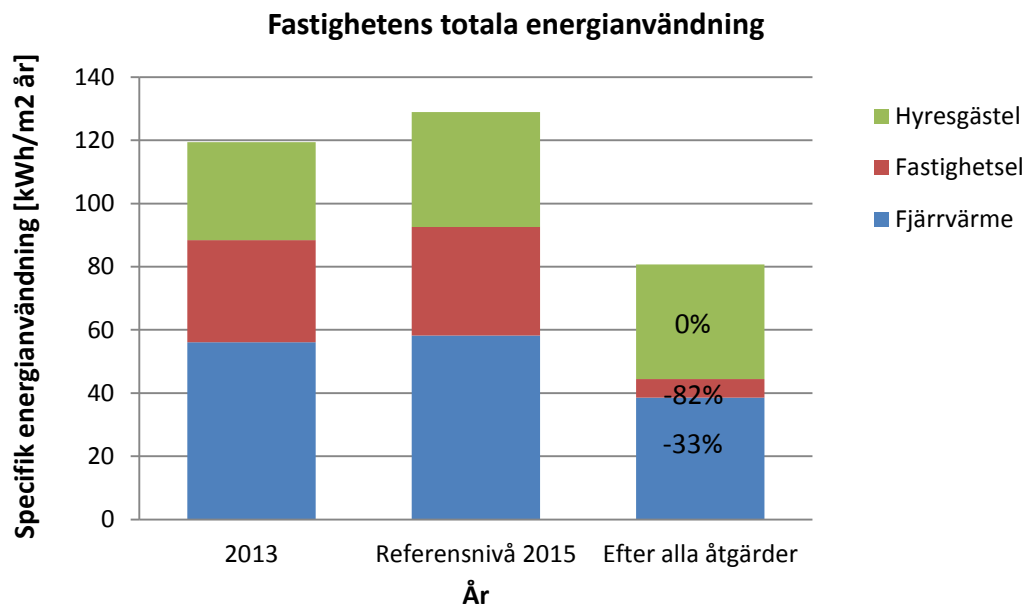
Följande uppskattningar har gjorts för beräkning av framtida energianvändning före åtgärder:

- I Hus A och B kommer ca 3300 m<sup>2</sup> att vara uthyrda totalt. Det skiljer sig inte från uppskattad användning för år 2013. Lokalerna på plan 4 kommer att fortsätta vara outhyrda.
- I Hus C ca 3200 m<sup>2</sup> kommer att vara uthyrda totalt. Ca 100 personer kommer att jobba på ca 1250 m<sup>2</sup> i lokaler som är outhyrda idag, uppskattad närvarograd 0.7.
- Ventilationsflödena i Hus C kommer att ökas för att anpassa till nya hyresgäster. Det grundläggande alternativet för hyresgästanpassningen är installation av ett nytt större aggregat med vätskeburen värmeåtervinning, med temperaturverkningsgrad på ca 50 %. Egenskaper för nytt aggregat: Flöde 6,2 m<sup>3</sup>/s; SFP= 2.0 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- I Hus D kommer ca 5600 m<sup>2</sup> att vara uthyrda totalt. De lokaler på plan 1 och 2 som hyrdes av Dorma kommer att bli uthyrda till nya hyresgäster. Samma användningsprofiler har uppskattats som tidigare.
- Medelinomhustemperaturer i Hus A, B och C är: +21°C dag och +20,5°C nattid.

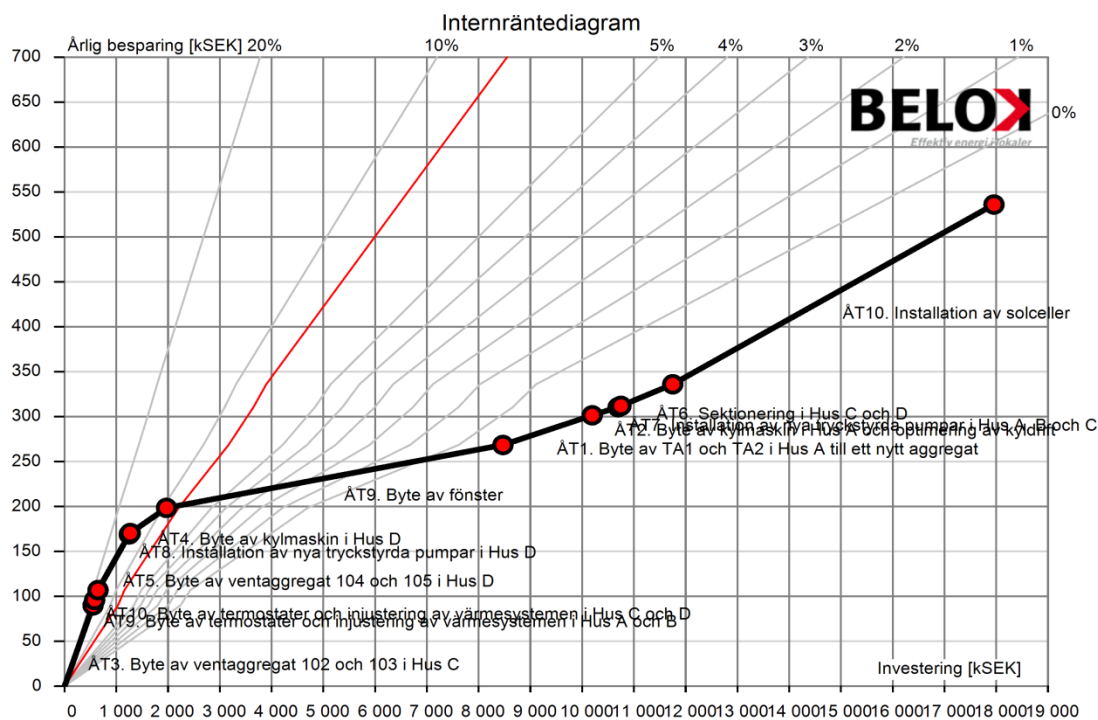


## Bilaga 2. Sammanställning av åtgärder

Sammanställning av alla identifierade åtgärder visas i figurer B2.1-2.2 och tabell B2.1 nedan. Tabeller B2.2-2.5 visar sammanställning av olika åtgärds paket.



**Figur B2.1.** Energianvändning före och efter alla identifierade åtgärder. Som referensvärden för energibesparing har den beräknade referensnivån använts.



**Figur B2.2.** Lönsamheten för ett åtgärds paket med alla åtgärder. Lönsamhetskravet är 8 % real kalkylränta och energipriserna antas stiga med 2 % utöver inflationen. Internräntan för åtgärds paketet är ca -1 %.

**Tabell B2.1.** Sammanställning av alla identifierade åtgärder listade efter lönsamhetsordning. Besparing med solceller har beräknats enligt den nya energibehovet (efter alla åtgärder).

Åtgärd nr	Åtgärdsbeskrivning	Värmebesparing		Elbesparing		Övrig besparing kr/år	Total besparin kr/år	Investering kSEK	Kalkyltid År
		MWh/år	kkr/år	MWh/år	kkr/år				
3	Byte av ventaggregat 102 och 103 i Hus C	108	87	7	3	0	90	550	20
9	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus A och B	10	6	0	0	0	6	32	10
10	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus C och D	21	11	0	0	0	11	65	10
5	Byte av ventaggregat 104 och 105 i Hus D	28	30	42	32	0	62	602	20
8	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus D	0	0	2	1	0	1,5	21	15
4	Byte av kylmaskin i Hus D och optimering av kylsystemens pumpdrift	0	0	30	28	0	28	700	20
7	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus A, B och C	0	0	2	1	0	1	55	15
11	Byte av fönster	90	55	20	15	0	70	6500	30
1	Byte av TA1 och TA2 i Hus A till ett nytt aggregat	13	13	25	20	0	33	1725	20
2	Byte av kylmaskin i Hus A och optimering av kylsystemets pumpdrift	0	0	7	9	0	9	500	20
6	Sektionering i Hus C och D	16	16	10	8	0	24	1000	15
12	Installation av solceller	0	0	270	224	-24	200	6206	25
	<b>Totalt</b>	<b>286</b>	<b>217</b>	<b>415</b>	<b>343</b>		<b>536</b>	<b>17956</b>	

**Tabell B2.2.** Sammanställning av alla åtgärder i *Åtgärds paket 1*, listade efter lönsamhetsordning.

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

**Tabell B2.3.** Sammanställning av alla åtgärder i *Åtgärds paket 2*, listade efter lönsamhetsordning.

Åtgärds nr	Åtgärdsbeskrivning	Värmebesparing		Elbesparing		Övrig besparing	Total besparing	Inves-tering	Kalkyltid
		MWh/år	kSEK/år	MWh/år	kSEK/år				
3	Byte av ventaggregat 102 och 103 i Hus C	108	87	7	3	0	90	550	20
9	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus A och B	10	6	0	0	0	6	31,6	10
10	Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus C och D	21	11	0	0	0	11	65,4	10
5	Byte av ventaggregat 104 och 105 i Hus D	28	30	42	32	0	62	602	20
8	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus D	0	0	2	1	0	1	21	15
4	Byte av kylmaskin i Hus D och optimering av kylsystemens pumpdrift	0	0	30	28	0	28	700	20
7	Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus A, B och C	0	0	2	1	0	1	55	15
	<b>Totalt</b>	<b>167</b>	<b>134</b>	<b>83</b>	<b>66</b>		<b>200</b>	<b>2025</b>	