

# Byggtekniska åtgärder för energieffektivisering av kulturhistorisk värdefull byggnad

*En fallstudie av Gamla rådhuset i kvarteret Stadsvapnet 6, Piteå*

Ronald Cruz  
2014

Civilingenjörsexamen  
Arkitektur

Luleå tekniska universitet  
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

# Byggtekniska åtgärder för energieffektivisering av kulturhistorisk värdefull byggnad

---

En fallstudie av Gamla rådhuset i kvarteret  
Stadsvapnet 6, Piteå

Ronald Cruz

2014-05-20

## FÖRORD

Denna rapport är ett examensarbete om 30 hp för utbildningsprogrammet Civilingenjör Arkitektur vid Institutionen för Samhällsbyggnad och naturresurser vid Luleå tekniska universitet (LTU).

Studien utgör en del av Energimyndighetens forskningsprogram Spara och Bevara, och är baserad på att energieffektivera kulturhistoriska byggnader i kallt klimat utan att förvanska det kulturhistoriska värdet. Undersökningen genomfördes under höstterminen 2013 i samarbete med Luleå tekniska universitet.

Jag vill ge ett stort tack till mina handledare Tomas Örn, doktorand vid LTU och Sofia Lidelöw, universitetslektor vid LTU för all tillhandahållt stöd och vägledning under projektets gång.

Jag vill även tacka Halldo Lundgren, energiingenjör vid Piteå kommun och Helena Ferm, Arkivarie vid Piteå Kommun för all hjälp under datainventeringen av fallstudiebyggnaden. Jag vill tacka Tomas Kyhlström, vid EQUA Solutions AB och Farshid Shadram, doktorand vid LTU för all hjälp och inläring av beräkningsprogrammet IDA ICE.

Vidare vill jag även rikta ett stort tack till Johannes Räftegård, kulturmiljöutvecklare vid Piteå kommun, Ylva Sardén, klimat- och energisamordnare vid Länsstyrelsen i Norrbottens län och Paul Wilund, arkitekt och byggnadsantikvarie vid Sveriges Praktiserande Byggnadsantikvarier (SPBA) för all tid, hjälp och råd som erbjöds.

Sist men inte minst vill jag rikta ett stort tack till min opponent Janet Valkama Lindholm för all hjälp och rekommendation i samband med examensarbetet.

Luleå, maj 2014

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ronald Cruz', with a long horizontal stroke extending to the right.

Ronald Cruz

## SAMMANFATTNING

Dagens fokus och strävan mot en bättre energiprestanda gäller för samtliga byggnader, både i nya och äldre bebyggelser. Kulturmiljöer med gamla byggnader är en del av vårt kulturarv och skildrar om förflutna tiders liv och sociala tillvaro samt hur samhället utvecklades från förr i tiden. På grund av detta finns en ambition att bevara kulturhistorisk värdefulla byggnader. Däremot har dessa äldre byggnader oftast låg energiprestanda och är i behov av energieffektivisering. Åtgärder för energieffektivisering måste ske omsorgsfullt för att kulturvärdet inte ska förvanskas.

Syftet med detta examensarbete är att bidra med en ökad förståelse för hur kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan energieffektiviseras genom byggtekniska åtgärder. I examensarbetet har en fallstudiebyggnad studerats. Med ett energisimuleringsprogram beräknades fallstudiebyggnadens årliga energianvändning. Utifrån genomförd beräkning har förslag på byggtekniska energieffektiviseringsåtgärder simulerats för att se hur mycket byggnadens energiprestanda kan förbättras. En expertpanel med yrkesverksamma förvaltningsaktörer gav sina utlåtanden om de föreslagna åtgärderna i förhållande till gällande byggnadsminnesförklaring för byggnaden. Utlåtanden fungerade som riktlinjer för att byggnadens kulturhistoriska värde inte ska förvanskas eller gå helt förlorad. Dessutom bidrar detta till examensarbetets realistiska förankring till hur genomförbar förslagsåtgärderna är.

Resultatet visar att fallstudiebyggnaden kan energieffektiviseras med byggtekniska åtgärder. De rekommenderade energieffektiviseringsåtgärderna som är baserad på expertpanelens utlåtande implementerades i energisimuleringsprogrammet. Enligt utförd energisimulering kan åtgärderna leda till nästan 20 procent i energibesparing jämfört med den nuvarande årliga energianvändningen. De av expertpanelens rekommenderade åtgärder som bidrog mest till energibesparing var montering av energiglas på befintliga fönsterytor och tilläggsisolering av källaren. Från expertpanelens utlåtanden kan slutsatsen dras att det förekommer skillnader i deras rekommendationer. Detta är på grund av hur värderingsmetoderna tolkas och prioriteras. Dessa skillnader i åsikter innebär olika potential att genomföra energieffektivisering genom byggtekniska åtgärder. Expertpanelens mest medgörliga förhållningssätt i jämförelse med den mest stringenta, skilde sig energibesparingspotentialen med 17%. Fallstudiebyggnadens uppmätta energianvändning idag uppfyller Boverkets krav. Med betydligt hårdare kriterier inför framtiden måste energieffektivisering ske vare sig dessa är byggtekniska åtgärder eller inte. Med examensarbetets resultat kan resultaten, diskussionen och slutsats fungera som underlag för en eventuell energieffektivisering i framtiden.

## Abstract

With today's focus and efforts towards a better and more sustainable energy performance, this requirements application is extended to all buildings, both new and old settlements. Cultural sites with old buildings are a part of our heritage. They depict on distant lifestyles as well as social existence of the past. They also represent society and how it has evolved from the old days. These historical factors contribute to the inclination of preserving culturally significant buildings. However, cultural heritage buildings usually have insufficient sustainable energy performance and are in need of energy efficiency measures. These measures must be done carefully to avoid jeopardizing the buildings cultural value.

The purpose of this thesis is to contribute to a better understanding of how cultural heritage buildings can obtain an efficient energy performance through construction related measures. A case study was examined for this thesis. The implementation of an energy software programme enabled the calculation of the case study building's yearly energy performance. Based on the results of the calculation, a series of energy efficiency measures were proposed which were also implemented through the energy simulation programme. It was for the purpose of investigating how much the building's energy performance can be enhanced. In order to increase the reliability of the contents in this thesis, a panel with professional management experts was consulted to get feedback on the proposed energyefficiency measures. The statements made by the expert panel were in correlation to the actual cultural heritage declaration documents of the building. Including the statements made by an expert panel, would serve as guidelines for the preservation of the building's cultural heritage value.

The results show that the case study building can be energy efficient through construction related measures. The recommended energy efficiency measures stated by the expert panel were conducted through the energy simulation programme. According to the simulation results, the recommended measures could reduce the buildings energy performance use by almost 20 % in regards to the current yearly energy use. Mounting an energy glass on an existing window along with additional insulation on the basement's innerwalls, were the most suitable measures which contributed to enhancing the case study buildings energy performance according to the expertpanel. The statements made by the expertpanel, concludes that there are differences in their recommendations. This is due to how the evaluation methods are being interpreted and prioritized. The different opinions causes different potentials for implementing energyefficiency through building technical measures. The expertpanel's most lenient approach in comparison to to the most stringent, differs by 17 % in terms of energy saving potential. The yearly energy consumption of the case study building conforms to Boverket's (the Swedish National Board of Housing, Building and Planning)criteria for the time being. However, the criterias for sustainable energy performance will be raised in the upcoming future. Enhancing the energy performance has to be implemented one way or the other, regardless of construction related measures or not. With the results of this thesis, the findings, discussion and conclusion can serve as a basis for possible energy efficiency measures in the future.

## Innehållsförteckning

FÖRORD .....	
SAMMANFATTNING .....	
Abstract .....	
1. INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Avgränsningar .....	2
2. METODBESKRIVNING .....	3
2.1 Forskningsupplägg och strategi.....	3
2.2 Genomförande .....	4
2.2.1 Litteraturstudie.....	4
2.2.2 Val och karakterisering av fallstudiebyggnad.....	4
2.2.3 Energisimulering.....	5
2.2.4 Expertpanelen .....	5
2.3 Validitet och reliabilitet .....	6
2.3.1 Val och karakterisering av fallstudiebyggnad.....	6
2.3.2 Energisimulering.....	6
2.3.3 Expertpanel .....	7
3. TEORI .....	8
3.1 Varför bevara kulturhistoriska miljöer och byggnader?.....	8
3.2 Värdering av kulturhistoriska byggnader .....	8
3.2.1 Värderingsmetod.....	9
3.2.2 Restaureringsprinciper .....	10
3.2.3 Vald värderingsmetod i översikt.....	12
3.3 Lagar och regler vid energieffektivisering och bevaring av kulturhistoriska värden .....	12
3.3.1 Energihushållning .....	12
3.3.2 Dagens energikrav på byggnader .....	13
3.3.3 Kulturhistoriskt skydd.....	14
3.4 Byggnadens energiprestanda .....	17
3.4.1 Lågenergihus .....	17
3.4.2 Byggtekniska förutsättningar för ett lågenergihus.....	18
3.4.3 Energisimulering av byggnaden .....	20
3.4.4 Energisimuleringsprogram .....	24

4. FALLSTUDIE AV KULTURHISTORISK BYGGNAD .....	28
4.1 Byggnadens historiska sammanhang .....	28
4.2 Byggnadsbeskrivning .....	29
4.2 Byggnadens kulturhistoriska värde .....	33
5. RESULTAT.....	35
5.1 Energisimulering av Gamla rådhuset.....	35
5.1.1 Klimat.....	35
5.1.2 Sammanställning av konstruktionsbyggheter.....	37
5.1.3 Internlaster .....	43
5.1.4 HVAC system .....	44
5.1.5 Simuleringsresultat.....	45
5.1.6 Känslighetsanalys .....	46
5.3 Förslag på energibesparande åtgärder .....	49
5.2.1 Byggnadstekniska åtgärder som påverkar klimatskalets värmeskydd.....	49
5.2.2 Energieffektivisering och bevarande av kulturhistoriska värden .....	54
5.2.3 Expertpanelens utlåtande .....	55
5.2.4 Energisimulering med byggtkniska åtgärder i förhållande till kulturhistorisk värde .....	57
6. DISKUSSION OCH SLUTSATS .....	59
6.1 Energieffektivisering genom byggtkniska åtgärder.....	59
6.1.1 Övriga energieffektiviseringsåtgärder .....	60
6.2 Energieffektivisering med hänsyn till kulturhistoriska värden.....	60
6.3 Undersökningsansats .....	62
6.4 Fortsatta studier .....	62
REFERENSLISTA.....	63
BILAGOR .....	70
Bilaga 1: Sammanställd datainventering av Gamla rådhuset.....	70
Bilaga 2: Uppmätt totala årsenergianvändning i Gamla rådhuset .....	76
Bilaga 3: Beräknad totala årsenergianvändning i Gamla rådhuset .....	79
Bilaga 4: Levererad total energianvändning till varje byggtknisk energieffektiviseringsförslag .....	90
Bilaga 5: Resultat från känslighetsanalysen .....	99
Bilaga 6: Levererad total energianvändning: Expertpanelens rekommendation .....	107
Bilaga 7: Remissförfarandet till förvaltningsaktörerna .....	111
Bilaga 8: Expertpanelens svar från remissförfarandet.....	124
Bilaga 9: Luftflödesprotokoll för Gamla rådhuset.....	131







# 1. INLEDNING

I kapitlet som följer introduceras bakgrunden, problemformuleringen och syftet med rapporten. Avgränsningarna och motivationen behandlas också i kapitlet.

## 1.1 Bakgrund

Klimatfrågan och debatten kring detta är under stor fokus idag. Med den ökande globala uppvärmningen måste människan begränsa sina utsläpp av klimatgaser som ger upphov till detta. En klokare hushållning av energianvändningen behövs också eftersom prognosen för jordens energianvändning samt energipriser bedöms att öka framtiden (Dudley 2013). Som det ser ut idag står bebyggelsen för 40 % av Sveriges slutliga energianvändning och det finns en strävan efter energieffektivisering i befintliga och nyproducerade byggnader (Energimyndigheten 2012).

För att uppnå en hållbar energianvändning i byggsektorn har åtgärder vidtagits och en av dessa är EU-direktivet (Boverket 2010a). I Sverige har det införts en lag om energideklarationer, utfört ändringar i det svenska byggregelverket och gjort informationsarbete genom energirådgivare och energikontor. EU-direktivet strävar efter att främja en förbättrad energiprestanda hos byggnader. Detta sker parallellt med hänsynstagande till kriterierna för inomhusklimat och kostnadseffektivitet. (Boverket 2010b)

Satsningar på att spara energi har trätt i kraft sedan energikrisen under 1970-talet. Detta kom däremot till priset av att många kulturhistoriskt värdefulla byggnader förvanskades och förstördes. Byggnadens originella arkitektur och egenskaper förbisågs helt och hållet. Problem som fuktskador och mögel uppkom i samband med felaktiga utföranden av energieffektiviseringsåtgärder. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

Byggnader idag som betecknas med kulturhistorisk värde har oftast låg energiprestanda. För att dessa byggnader ska hållbart bevaras bör energieffektiviserande åtgärder utföras utan att det kulturhistoriska värdet förvanskas. Energieffektiva åtgärder måste tillämpas på ett sätt utan att "bygga sönder" det kulturhistoriska arvet. Dessa risker kan visa sig genom montering av tilläggsisolering med bristande hänsyn eller att byte av dörrar och fönster är gestaltat olika än vad det var från början. Byggnader som uppfördes under mitten 1800-talet saknar det hänsynstagande till en energianvändning som finns idag. För att bevara kulturhistoriska byggnader är dessa i behov av renovering för att uppnå dagenskrav på låg energianvändning (Boverket 2003).

I norra Sverige finns många kulturhistoriska byggnader av trä som byggdes mellan 1800-1900 talet. Med kallare klimat i jämförelse med södra Sverige, medför högre krav för att uppnå effektiv energianvändning vid uppvärmning av byggnader som ställs idag. Forskning av energieffektivisering som utförs för byggnader i södra Sverige är inte direkt överförbar för byggnader i norra landets kallare klimat. Större skillnader mellan uppvärmningskostnaderna förekommer för den äldre bebyggelsen jämfört med nya byggnader. (Nilsson et al. 2013: 3)

## 1.2 Syfte

Syftet är att bidra med en ökad förståelse för hur kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan energieffektiviseras genom byggtekniska åtgärder. I praktiken är detta en utmaning då tillämpningen av byggtekniska åtgärder kan påverka det kulturhistoriska värdet. Detta diskuteras vidare i kapitel 5.2.2.

Examensarbetets mål är att undersöka hur olika byggtekniska energieffektiviseringsåtgärder kan påverka en byggnads kulturhistoriska värde. Vidare undersöks hur olika förhållningssätt kan påverka energieffektiviseringspotentialen med avseende på bevarandet av kulturhistorisk värde. Undersökningen är baserad på en fallstudie av en byggnad med ett definierat kulturhistoriskt värde.

### 1.3 Avgränsningar

Den valda undersökningsansatsen är en fallstudie av museet i Stadsvapnet 6, f.d. rådhuset i Piteå stad. Ur ett bevarandeperspektiv förhåller detta sig till befintlig och redan utförd definition av de kulturhistoriska värdena för Gamla rådhuset. Dessa definitioner finns tillgängliga i länsstyrelsens beslutsdokument och arbetshandlingar för aktuell fallstudiebyggnad. Studien beaktar energianvändningen i driftfasen. Mängd energi vid tillverkning och transport av material och produkter till ombyggnation undersöks inte, samt kostnadsberäkningar för att utföra renoveringsåtgärder. Examensarbetet riktar sig in på att främst undersöka möjliga byggtekniska åtgärder för energieffektivisering. Övriga besparingsåtgärder beskrivs övergripande.

Energikrav avser kontorsverksamhet för klimatzon I och är geografiskt avgränsad med tillämpbarhet för norra delar av Sverige.

Avgränsning	Motivering
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gamla rådhuset i Piteå</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Deklarerad kulturhistorisk värdefull byggnad</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevaring av Gamla rådhusets kulturhistoriska värden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Byggnadsminnesförklaringen av Gamla rådhuset har redan etablerat föreskrifter som skall följas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energianvändningen under driftfas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Är intressant för att undersöka energieffektiva åtgärder som kan ge besparingar i förhållande till uppmätta energianvändning</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enbart byggtekniska åtgärder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dessa har störst påverkan på byggnadens utseende</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Livscykel analys och livscykel kostnader bortses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projektet skulle bli för omfattande och det skulle vara brist med tid att få med i rapporten</li> </ul>

## 2. METODBESKRIVNING

Kapitlet beskriver hur studien genomfördes där metodens validitet och reliabilitet tas till hänsyn.

### 2.1 Forskningsupplägg och strategi

Genomförandet av studien beskrivs genom ett antal moment för att systematisk generera fram vilka byggtkniska åtgärder som är applicerbara för Gamla rådhuset. Med en överskådlig tabell underlättas helhetsuppfattningen av tillvägagångsättet för examensarbetet. Detta bidrar även till en förståelse av vilka moment som är väsentlig för slutbedömning av ett energieffektiviserad Gamla rådhuset. Vald undersökningsansats beskrivs i översikt med tabellen nedan (se Tabell 1)

Tabell 1: Vald undersökningsansats

<b><i>Moment</i></b>	<b><i>Syfte</i></b>	<b><i>Metod</i></b>
<b>1) Val och karakterisering av fallstudiebyggnad</b>	Identifiera byggnad, Erhålla kännedom av byggnadens utformning och egenskaper	<ul style="list-style-type: none"><li>• Litteraturstudie om träbyggnadsteknik 1800-1900</li><li>• Genomgång av arkivmaterial om fallstudiebyggnadens historik och utformning</li><li>• Okulär besiktning/ granskning av fallstudiebyggnad</li><li>• Modellering av byggnaden i ArchiCad</li></ul>
<b>2) Energisimulering av fallstudiebyggnad</b>	Beräkna nuvarande energianvändning  Applicera energibesparande åtgärder och utföra ny beräkning av energianvändning	<ul style="list-style-type: none"><li>• Litteraturstudie om energisimulering</li><li>• Energisimulering av fallstudieobjekt i IDA ICE med inmatning av mätdata och beräkning av nuvarande energianvändning och energisimulering av alternativa åtgärder</li></ul>
<b>3) Val av byggtkniska åtgärder för energieffektivisering med hänsyn till kulturhistorisk värde</b>	Identifiera byggtkniska åtgärder för energieffektivisering av fallstudiebyggnad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Litteraturstudie om kulturhistoriska värderings- och restaureringsprinciper</li><li>• Litteraturstudie om lagar och regler</li><li>• Litteraturstudie om energihushållning och lågenergihuskoncept</li></ul>
<b>4) Analys av åtgärdernas påverkan på kulturhistorisk värde</b>	Undersöka hur olika energieffektiviserings-åtgärder kan påverka fallstudiebyggnadens kulturhistoriska värde i förhållande till gällande byggnadsminnes-	<ul style="list-style-type: none"><li>• Litteraturstudie om hur byggtkniska åtgärder för energieffektivisering kan påverka det kulturhistoriska värdet</li><li>• Rådfråga expertpanel med representanter för förvaltningsaktörer:</li></ul>

	förklaring	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Länsstyrelsen</li> <li>2. Kommunen</li> <li>3. SPBA</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analys av expertpanelens förhållningssätt till kulturhistoriska värderings- och restaureringsprinciper</li> </ul>
<b>5) Analys av värderingens påverkan på energieffektiviseringspotentialen</b>	Undersöka hur expertpanelens förhållningssätt till fallstudiebyggnadens byggnadsminnesförklaring påverkar potentialen för energieffektivisering	Energisimulering av expertpanelens rekommenderade energieffektiviseringsåtgärder i IDA ICE

## 2.2 Genomförande

Scenarier för energieffektivisering av en kulturhistoriskt värdefull byggnad har byggts upp och är baserade på följande:

### 2.2.1 Litteraturstudie

Informationssökning av både byggtekniska förutsättningar för energieffektiva byggnader och kulturhistorisk värdering har skett utifrån nyutgivna källor. Det referensmaterial som används i examensarbetet är delvis hämtade från böcker som är inriktad mot energihushållning, byggfysik, lågenergihus och kulturhistoriska byggnader. Dessa böcker hittades genom LTU bibliotekets söktjänst. Andra böcker och broschyrer om kulturhistoriska värden, värdering- och restaureringsprinciper tillhandahölls av handledare. Övrig litteratur hittades genom internet söktjänsterna google och google scholar med sökord som Kulturhistoriska värden, byggtekniska åtgärder, energieffektivisering, energisimulering, IDA ICE, Piteå Kommun och Gamla rådhuset i Piteå. Lagar och skydd som gäller energianvändning och bevaring av kulturhistoriska värden söktes i internet databaserna hos boverket, energimyndighetens och Sveriges rikets lagar.

### 2.2.2 Val och karakterisering av fallstudiebyggnad

Genom att besöka Gamla rådhuset hämtades data in genom en okulär granskning av byggnaden. Från vindsvåning till källarplan inspekterades ställen av intresse (exempelvis takfoten där isbildningar bildas, landgången i vindplanet och sessionssalen) och fotograferades för senare granskning. Även uppgifter om uppvärmningssystem, tappvarmvattenberedning, elanvändning, ventilation och antal personer i byggnad hämtades in. Det som inte kunde täckas av den okulära besiktningen kompletterades med genomgång av arkivmaterial där ritningar och tekniska beskrivningar studerades. Med insamlad data som utgångspunkt genererades en 3D-modell av Gamla rådhuset i ArchiCad. Datainventering och litteraturstudie gjordes för att uppnå verkliga förutsättningar vid simulering av Gamla rådhusets årliga energianvändning.

### 2.2.3 Energisimulering

Beräkningsprogrammet som användes för att simulera fallstudiebyggnadens energianvändning är IDA Indoor Climate and Energy (ICE). En beskrivning av IDA ICE finns i avsnitt 3.3.6 Energisimulering av byggnaden.

Den 3D-modell som genereras i ArchiCad importerades till IDA ICE programmet. 3D-modellen består av klimatskärmen med rumsindelningen som zoner. Byggnadsdelarnas komposition tillsammans med materialegenskaper specificerades i IDA ICE för att beräkna U-värden för klimatskärmens komponenter. Inställningarna justerades för att efterlikna verkliga förhållandena som råder inuti och utanför Gamla rådhuset. Därefter beräknades fallstudiebyggnadens årliga energianvändning. Den beräknade energianvändningen jämfördes med den uppmätta energianvändningen för att undersöka eventuella avvikelser.

Med beräknade mätvärden som utgångspunkt energi simuleras förslag på byggtekniska åtgärder var för sig för att få fram energibesparingspotentialerna. Dessa genererade energibesparingsvärden upplyser hur lönsam varje byggteknisk åtgärd är ur en energihushållningssynpunkt.

Rekommenderade förslag på energieffektiviseringar från förvaltningsaktörer simulerades också med hjälp av beräkningsprogrammet IDA ICE. Energisimuleringsresultaten baserade på dessa rekommendationer sammanfattas enskilt från varandra för att se hur resultaten skiljer sig åt. Utifrån detta sker en ställningstagande där förvaltningsaktörernas omdöme kombineras till vad som anses vara bäst lämpad för energieffektiviseringen av Gamla rådhuset.

Användning av energisimuleringsprogrammet innebär att osäkerhetsfaktorer behöver beaktas och detta beskrivs enligt avsnittet 3.3.5 Energisimulering av byggnaden.

### 2.2.4 Expertpanelen

För att öka reliabiliteten för tillämpbara förslag på byggtekniska åtgärder med avseende på kulturhistorisk värde användes en expertpanel bestående av tre yrkesverksamma representanter för förvaltningsaktörer. Dessa är Länsstyrelsen i Norrbotten, Kommunen i Piteå Stad, Sveriges Praktiserande Byggnadsantikvarier (SPBA). Urvalet av förvaltningsaktör är baserad på deras ansvarsområden och sakkunnighet inom den kulturhistoriska aspekten. Länsstyrelsens roll som tillsynsansvarig innebär att de beslutar i samtliga ärenden gällande vård, förvaltning och ombyggnation av kulturhistoriska byggnader (Boverket 2006). Piteå kommun ansvarar för kulturmiljövården, hur den bebyggda miljön i Piteå ska utvecklas och bevaras samt tillgodose riksintressena i översiktsplanerna (Malmdal 2012). Med Sveriges praktiserande byggnadsantikvarier är deras roll att tillföra kunskap om de kulturhistoriska värdena och hur dessa uttrycks i den aktuella fallstudiebyggnaden (SPBA 2014). Urvalet av personer har skett utifrån att organisationen själv har valt vilka personer som kan svara på det skickade remissförfarandet. Kontakt med expertpanelen har skett via mail där de har ombetts att göra utlåtanden om vad de anser om de föreslagna byggtekniska åtgärderna, och vilka kombinationer av åtgärderna som de anser vara möjliga att utföra med hänsyn till gällande byggnadsminnesförklaring. Det frågas också om det finns alternativa åtgärder som skulle vara tillämpbara. Expertpanelen frågas också hur de har valt att förhålla sig till befintliga lagar om bevaring av kulturhistoriska värden i kulturminneslagen och plan- och bygglagen. Det underlag som expertpanelen fått ta del av bifogas i Bilaga 7 och expertpanelens utlåtanden i sin helhet i Bilaga 8.

Underlaget som expertpanelen fick ta del av beskriver kortfattat examensarbetet omfång. Med inledning, metodbeskrivning och teori får expertpanelen veta förutsättningarna för de föreslagna byggtekniska åtgärderna. Detta fungerar även som riktlinjer för utformningen av deras svar och rekommendation till frågorna. Det enda som har utelämnats från dokumentet är det allmänna förhållningssättet mellan energieffektiviseringsåtgärder och hur det kulturhistoriska värdet påverkas av detta. Detta har erhållits från litteraturstudier. Syftet med att tillfråga expertpanelen är att få svar där förvaltningsaktörernas utlåtanden baserar sig på deras första intryck från frågorna ställda ovan.

## **2.3 Validitet och reliabilitet**

### **2.3.1 Val och karakterisering av fallstudiebyggnad**

För att stärka validiteten på insamlingen av data om fallstudiebyggnaden har denna triangulerats fram. Genom triangulering av indata från flera källor eller med olika insamlingsmetoder syftar detta tillvägagångssätt att intyga informationen (Yin 2007). Detta sker genom arkivmaterialsinventering, okulära besiktningar på fallstudiebyggnaden och indata från litteratur som beskriver tidstypisk byggnadsteknik.

Arkivmaterialsinventering utgörs av tekniska beskrivningar och ritningar som har uppdaterats genom tiden. Information som anses representativ har utgått från de senaste uppdaterade versionerna. Informationen erhållen från okulära besiktningar användes som komplettering för uppgifterna som saknades i både tekniska beskrivningar och ritningar. Data som fortfarande saknas kunde kompletteras och säkerställas genom litteratur. Denna litteratur är baserat på Gamla rådhusets byggnadstyp och beskriver i detalj hur stolpverk hus med liggande timmerstomme konstruerades och hur byggnadsdelarna är uppbyggda.

Under arkivmaterialsinventeringen var mycket av informationen minst 30 år gamla. Senaste uppdatering av rådhusets tekniska beskrivning är daterade från 1980-talet. Därför finns en betydande risk att det har under tidens gång skett små renoveringar utan att dokumentation har bokförts som talar om dessa händelser. Befintliga material och tjocklekar kan vara annorlunda än vad som angivits i handlingarna. Dessutom stämmer vissa mått inte med varandra vid jämförelse av mätningar som gjordes på plats och ritningarnas mått. Okulära besiktningar kan endast tillämpas på ytor som kan ses med ögat. Detta är en begränsning då det endast upptäcks större defekter och att materialen som granskas kan misstas för någonting annat än vad dem egentligen är.

### **2.3.2 Energisimulering**

Mätvärden för uppmätt energiprestanda från befintligt värmesystem, tappvarmvatten, elanvändning och ventilationsflöde är kvantitativt tillförlitliga då dessa avläses direkt från mätare. Det kan hända att mätaren vid en viss tidpunkt var defekt men den har då åtgärdats omgående vid upptäckt, intygar drift och underhåll personalen i fallstudiebyggnad.

En parameter som medför svårigheter vid energisimulering är bruksaktiviteten samt hur mycket personvärme som genereras i den aktuella byggnaden. Till detta användes schablonvärden från Boverket, och förinställningar på energisimuleringsprogrammet. Boverket har tillgängliga sammanställningar på brukarrelaterade indata som har bedömts vara representativ för projektet (Boverket 2007). Antal besökande på fallstudiebyggnad registrerades av en besöksräknare monterad vid ingången. Totala antal besökare varje månad divideras med två då besöksräknaren läser av varje individ som passerar vare sig de är på väg in eller ut ur byggnaden. Om personräknaren ger en

realistisk bild av hur många personer vistas i Gamla rådhuset kan ifrågasättas. Personräknaren kan inte kontrollera exakt hur länge en besökare vistas på plats, då den endast registrerar antal personer som passerar förbi sensorn vid ingången. Verksamhetens öppettider används som grov uppskattning för besökarnas vistelsetid.

### **2.3.3 Expertpanel**

Detta ger en realistisk förankring för vilka möjligheter som finns vid eventuella beslut om fallstudiebyggnaden ska energieffektiviseras i framtiden.

Metoden att använda sig av en expertpanel från förvaltningsaktörerna kan ifrågasättas. Det är inte möjligt att veta hur mycket av materialen som har lästs eller om frågorna har förståtts rätt. En alternativ metod för att erhålla åsikter och rekommendationer är genom intervjuer. Detta kan innebära förtydligande av vad som var oklart och ett potentiellt rikare material med uttryck och värderingar som komplement.



### 3. TEORI

Kapitlet presenterar teorin som användes för att besvara problemformuleringen.

#### 3.1 Varför bevara kulturhistoriska miljöer och byggnader?

Vårt kulturarv består dels av uppförda byggnader från en förfluten tid. Byggnaderna skildrar hur livsstilen såg ut förr i tiden, hur olika verksamheter bedrevs och var samhället var på väg att utvecklas. Det skildras även gångna tiders kunskap över teknik, hantverkeri och material. Ett fotspår av identitet som kan ge ledtrådar och svar till varför gestaltungsformer ser ut så dem gör idag och erhålla en uppfattning av tidiga sociala villkor som rådde. Vare sig dessa är positiva eller negativa inslag i vår kulturhistoria, är det väldigt viktigt att vi lär och bevara denna mångfald. (Unnerbäck 2002)

#### 3.2 Värdering av kulturhistoriska byggnader

Varje kulturhistoriskt föremål har speciella egenskaper och förutsättningar där alltför övergripande principer för byggnadsvård är mindre tillämpliga. Däremot behöver värderingsmetodens ställningstagande för ett bebyggelsevårdsprojekt förankras i en stabil kunskapsgrund för att inte framstå som hållningslös. (Robertsson 2002)

Det finns många värderingsmetoder att välja mellan vars teorier är grundade i olika förhållningssätt till ett kulturhistoriskt objekt. De olika förhållningssätten kan ha sin utgångspunkt i (Örn & Nilsson 2013: 219):

- Det vetenskapliga eller visuella
- Byggnads- eller landskapsaspekten
- Historiska dokumentationer

Förhållningssätten behöver beaktas vid diskussion av värderingsmetoderna samt teorierna som stödjer dessa. Dock förklarar författarna Tomas Örn (Doktorand, Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet) och Kristina L. Nilsson (Professor, Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet) i Cultural Heritage Preservation, EWCHP-2013 följande:

*“Regardless of what part or factor of space (visual or scientific), scale (building or landscape), or empirical material (historical records or inventories) used, the different methods are applied in much the same way and can be described in chronological steps. The way of using the methods correlates to doctrines such as international charters and conservation principles (Whitbourn 2008: 123-130). In fact they are products of the same process, which also includes development of legislation focused on protection of built heritage such as the Swedish planning and building act (SFS 2010:00)”. (Örn & Nilsson 2013: 219)*

I detta examensarbete valdes en värderingsmetod för att kunna förstå och analysera expertpanelens svar samt för att kunna tolka de befintliga definitionerna byggnadens kulturhistoriska värden. Värderingsmetoden är hämtad från Axel Unnerbäck's litteratur om Kulturhistorisk värdering av bebyggelse (Unnerbäck 2002:21).

### 3.2.1 Värderingsmetod

Värderingssystemet används för att definiera det kulturhistoriska värdet hos en byggnad samtidigt som de mest essentiella kriterierna för värdering sorteras i olika grupper. Huvudmotivet för det kulturhistoriska värderingssystemet är en medvetenhet om varför och i vilket syfte ett objekt bevaras i bevarandeprocessen. (Unnerbäck 2002:21)

Unnerbäck menar att:

*"... alla berörda i bevarande bevarandeprocessens olika led skall bli medvetna om varför och i vilket syfte ett objekt bevaras, och därmed också få ett bättre underlag att fatta rimliga beslut inom sitt eget område. Värderingen görs i tre steg: identifikation, bearbetning och sammanfattande värdering".* (Unnerbäck 2002:21)

#### Identifikation

Identifikation är det första steget där en eller flera grundmotiv letas fram för att ett objekt ska bevaras. Motiven kan även variera i styrka och delas in i två grupper (Unnerbäck 2002:21):

- Dokumentvärde  
Byggnadens historia och roll i samhället används som kriterier för att bevara och bedöms utifrån egenskaper som anses vara objektivt. Unnerbäck förklarar vidare att:

*"Det är således fråga om vad man brukar kalla "objektiva" egenskaper, men det är viktigt att understryka att uppgifter av denna typ ändå är mer eller mindre beroende av bedömarens kunskap och inriktning. Det är ett kunskapsunderlag som kan ändras över tiden".*

- Upplevelsevärde (estetiska, upplevelsemässiga och socialt engagerande egenskaper)  
Denna grupp avser exempelvis arkitektoniskt och konstnärligt värde, patina (slitage genom tidsåldrande), miljövärde, kontinuitetsvärde m.m. som bedömningsgrunder. Upplevelsen är subjektiv och bedömning av detta värde kräver diskussioner i en större grupp av bedömare.

#### Bearbetning

Den grundläggande värderingen bearbetas generellt och inkluderar en kompletterande omdöme som är baserad på kriterier som är generella eller förstärkande. Dessa kriterier är kvalitet, autenticitet och pedagogiskt värde. Efteråt sorteras bedömningsgrunderna med representativitet och sällsynthet som utgångspunkt och sker på lokal, regional eller nationell nivå. Sorteringen är oftast avgörande för en slutgiltig bedömning av en byggnads bevaring och bidrar till villkoren för framtida vård:

*"Den unika byggnadens speciella kvaliteter får inte förvanskas; det typiska i den representativa byggnaden eller byggnadsmiljön får inte utplånas"* (Unnerbäck 2002:22)

Ett annat viktigt villkor för framtida vård är varsamhet är en grundförutsättning för god byggnadsvård. Det är ett förhållningssätt som innebär att den kulturhistoriska bebyggelsemiljön ska respekteras. Varsamhet handlar om empati till utformning, noggrann eftertanke innan ändringar utförs och hänsyn till människors känslor och åsikter som berörs av det kulturhistoriska objektet. (Robertsson 2002)

## **Sammanfattande värdering**

Efter stegen identifikation och bearbetning är sista etappen sammanfattande kulturhistorisk värdering. Dess innehåll ska bestå av huvudmotiv, särskilda grundmotiv som kan variera i styrka, förstärkande och övergripande motiv. Det ska framgå vilket eller vilka av dessa som väger mest för att fungera som instruktioner för hur en kulturhistorisk byggnad ska hanteras i framtiden. (Unnerbäck 2002)

Efter utvärderingsprocessen kan byggnaden av intresse antingen bli förklarad som en byggnad med kulturhistorisk värde eller inte. Detta beror på hur starka och övertygande motiven är för att det utvärderade byggnaden ska klassificeras som kulturhistorisk. Dessa är K-märkta och skyddas enligt lag (Kulturminneslagen, Plan- och Bygglagen och Miljöbalken), vilket oftast innebär att dessa får varken rivas eller ändras på ett sätt som påverkar det kulturhistoriska värdet negativt. Byggnadsminnesförklaringen bestäms av länsstyrelsen och anger hur den kulturhistoriska byggnaden ska förvaltas genom vård och underhåll. Det anges också vilka typ av ändringar som får tillåtas. (Boverket 2006)

### **3.2.2 Restaureringsprinciper**

I följande avsnitt presenteras hur en förvaltningsplan och dess ändringar ska förhålla sig till historien vid åtgärder som kan påverka det kulturhistoriska värdet.

#### **En byggnads olika tidsskikt speglar dess historia**

En byggnad kan ha fått olika tillskott under tidens gång, i form av ytskikt, inredning, ny rumsindelning, nya muröppningar, till- och påbyggnader, konstnärlig utsmyckningar för att nämna några. Alla tillkomster representerar olika tidsskikt och bör tas till hänsyn vid ändringsåtgärder. Om möjligt ska det hellre väljas ändringsmetoder som skyddar tidsskikten än som förstör dem. Vid situationer där tidsskikt måste tas bort bör det först dokumenteras. Tidsskikt som utgörs av inredning, snickerier, konstnärlig utsmyckning eller liknande, bör om möjligt rivas försiktigt och sparas. Detta ska även vara möjligt för ett senare återställande. (Robertsson 2002:86-90)

#### **Restaurering och Reversibilitet**

Att restaurera innebär återställning av ett objekts ursprungliga skick och är av innebörd liktydigt med en strävan att uppnå stilenhetlighet. För att uppnå arkitektonisk helhet, behövs en arkitekt som kan samspela olika tidsskikt med nya funktionella tillägg. Dessutom är arkitektens uppgift att regissera den historiska berättelse och upplevelse som byggnaden är tänkt förmedla, under förutsättningarna att alla krav på autenticitet bevaras. Borttagning av ett tidsskikt bör först beaktas där skiktets värde bör tas till ställning i relation till vad som uppnås genom borttagandet. Vid eventuella restaureringar måste kunskapsunderlaget ifrågasättas. Här beaktas hur säker kunskapen för att kunna utföra en trovärdig restaurering, om det finns tillräckligt mycket kvar av det tidsskikt man tänker återgå till och hur stor del av arbetet kommer att innebära rekonstruktion av förlorade delar. Dock kan strävan efter stilenhetlighet ifrågasättas då anledningen för att välja bort vissa tiders tillskott inte är tillräckligt starka. (Robertsson 2005:90-93)

Restaureringsåtgärder som är tillfälliga ska även erbjuda möjligheten till att ett objekt kan återgå till sitt ursprungliga tillstånd precis före behandling (Robertsson, 2002:70). Här är det viktigt att undvika material som kan bli svår att hantera att det vid borttagning riskerar objektet (Smith 1988:205).

Reversibilitet är ett förhållningssätt och ska användas för att påverkning av den ursprungliga byggnadens substans ska ske så lite som möjligt samt lätt att avlägsna (Robertsson 2002:68).

En sak att även ha i åtanke är att reversibilitet ger en illusion av att något kan göras ogjort, vilket kan leda till brist på ansvar. Principerna för reversibilitet är riktlinjer vid applicering, utan att glömma faktumet att reversibilitet egentligen är omöjlig att förverkliga. (Oddy & Carroll 1999:45)

### **Konservering**

I Sverige används detta begrepp för åtgärder som strävar efter att hindra nedbrytning av material på grund av ålder eller yttre faktorer. Detta kan ske genom imiterande komplement, korrigerande målning av skadade partier, bistående reparation på skadade delar. Reparation av det ursprungliga materialet bör ske så länge det går med komplement och med återanvändning av bevarade delar. Utbyte av ursprungsmaterial sker sekundärt. (Robertsson 2002:95-98)

### **Autenticitet**

Autenticitet är en byggnads eller en miljöns förmåga att förmedla upplevelsen att den är sann och äkta, att den ursprungliga idén med anläggningen är tydligt uppfattbar. Intryck i form av spår från hur byggnaden byggdes och dess miljö som ger känsla för verksamheten som bedrevs på plats är andra faktorer som bidrar till autenticitet. Utnötning av ytor från åldrande och slitage kallas för patina och främjar ett objekts historiska förankring. Vid restaurerings- och konserveringsinsats är att bevara upplevelsen av byggnadsmiljöns autenticitet av stor prioritering. Eftersom originalmaterialet är bärare av autenticitet bör detta i så stor utsträckning som möjligt sparas på plats. (Robertsson 2002:98-99)

Enligt Muños Viñas som redovisar en mer kritisk syn av nämnd restaureringsprincip, menar att ett objekts autenticitet i förhållande till dess ursprungliga skick är ett subjektivt val. Även om det inte var ett subjektivt val, kan tillämpningen av ett objektivet förhållningssätt till ett föremål starkt ifrågasättas. Detta sker under förutsättningarna att objektet är uppskattat för dess subjektiva värderingar. (Muños Viñas 2005:106)

Muños Viñas förtydligar autenticitetens kritiska syn med ett exempel som ägde rum i mitten av nittonhundratalet i National Gallery i London och blev känd som "cleaning controversy". Det var en öppen debatt om rengöringsmetoder av gamla målningar, konstekniker och målningarnas autntiska tillstånd. Debatten blev en fejd mellan kemister och konsthistoriken. Kemisten hävdade att rengöringsmetoden av lackeringar som hade mörknat med tiden var vetenskapligt utarbetat och verifierat för att undvika borttagning färgskikten. Konsthistorikerna svarade med stöd av historiska forskningar att färgade hartsbaserade lackeringar tillämpades avsiktligt av målarna. Lackeringen kan ha påverkats av samma rengöringsmedel som används för att ta bort det som har mörknat i skyddslacket. (Muños Viñas 2005:106)

## Rekonstruktion

Rekonstruktionsåtgärder bortser ett objekts autenticitet och det som återskapas sker under omständigheterna att det är bortom reparation. Rekonstruktion kan ske genom användning av nytt material tillsammans med delar av originella fallna bevarade delar. Däremot är anvisningarna för hur man ska förhålla sig till rekonstruktion inte klara. Motiven för genomförandet av återskapning måste redas ut, och bli granskade innan åtgärden slutförs. (Robertsson 2002:99-102)

### 3.2.3 Vald värderingsmetod i översikt

För att klassificera vilka byggnader och byggnadsmiljöer som ska bevaras av kulturhistoriska anledningar, genomförs en utvärderingsprocess som kort sammanfattas i 3 steg:

1. **Identifikations- och målsättningskede**

I detta steg sker en kulturhistorisk värdering och samtliga anledningar identifieras för bevarandet av en byggnad. Här rangordnas motiven efter vilka som anses som mest viktiga och mindre viktiga. Efter att ha granskat den ambitionsnivå för bevaring av en byggnad, etableras en kulturhistorisk målbestämning.

2. **Analysskede**

Utifrån den kulturhistoriska målbestämningen sammanförs bedömning av förutsättningar och villkor för bevaring. Detta blir utgångspunkten som framtida beslut och åtgärder kommer baseras på.

3. **Program- och åtgärdsskede**

Här sker ställningstagandet till hantering av byggnaden.

## 3.3 Lagar och regler vid energieffektivisering och bevaring av kulturhistoriska värden

Föreskrifterna som beskrivs i följande avsnitt avser att ge en övergripande bild för vad som gäller vid genomförande av examensarbete

### 3.3.1 Energihushållning

Boverkets byggregler (BBR) styr nivån på byggnaders energiprestanda vid nybyggnation och ändringar av befintliga byggnader i Sverige. Dessa byggregler är minimikrav och dess uppgift är att reglera och begränsa oacceptabla förhållanden och ohälsa undviks. Energihushållning i Boverkets byggregler, avsnitt 9. I BBR 2009 är Sverige indelat i tre klimatzoner. Detta är för att bättre kunna anpassa kravnivåerna utifrån de olika förhållandena som råder i de olika delarna av landet. (Boverket 2011)

I boverkets byggregler, BBR kapitel 9:9 som behandlar krav på energihushållning står följande:

*”Byggnader ska vara utformade så att energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning och effektiv elanvändning. Regler om ändring av byggnader finns också i avsnitt 1:22.”* (Boverket 2011)

*”Kraven på energihushållning ska tillämpas så att de övriga tekniska egenskapskraven kan tillgodoses och så att byggnadens kulturvärden inte skadas och att de arkitektoniska och estetiska värdena kan tas tillvara.”* (Boverket 2011)

*”Ändring av byggnader får inte medföra att energieffektiviteten försämras, om det inte finns synnerliga skäl. Dock får energieffektiviteten försämras om byggnaden efter ändring ändå uppfyller kraven i avsnitt 9:2- 9:6. (BFS 2011:26).” (Boverket 2011)*

Under allmänt råd för kulturhistoriska byggnader står följande:

*”Exempel på särskilda förhållanden där mer elenergi och högre eleffekt kan vara motiverat är om kravet på specifik energianvändning inte är möjligt att uppfylla av kulturhistoriskt motiverade begränsningar.” (Boverket 2011)*

*”Regler för luftkvalitet, ventilation, ljusförhållanden, termisk komfort och fuktsäkerhet finns i avsnitt 6. Regler till skydd för byggnadens kulturvärden finns i 8 kap. 13 och 17 §§ PBL (2010:900). (BFS 2011:26).” (Boverket 2011)*

*”Vid utvändig tilläggsisolering bör det övervägas hur detta påverkar byggnadens karaktär, detaljer såsom dörr- och fönsteromfattningar, samt relationen mellan fasad och takfot respektive sockel. T.ex. kan fönstren behöva flyttas ut för att bibehålla husets karaktär. Vid invändig tilläggsisolering behöver konsekvenserna för byggnadens invändiga kulturvärden klarläggas.” (Boverket 2011)*

*”Fönster: Fönstren är ofta av stor betydelse för hur byggnaden upplevs och dess kulturvärden. Skäl för avsteg från kravet på högsta U-värde kan vara om fönstren tillverkats speciellt för att tillgodose byggnadens estetiska värden eller kulturvärden. Ursprungliga fönster bör endast bytas om de kan ersättas av fönster som med avseende på material, proportioner, indelning och profilering är väl anpassade till husets karaktär. Fönster kan också ha så betydande kulturvärden att de inte bör bytas om det inte finns synnerliga skäl. Istället bör andra åtgärder vidtas för att öka värmemotståndet.” (Boverket 2011)*

*”Ytterdörr: Dörrar är ofta av stor betydelse för hur byggnaden upplevs och dess kulturvärden. Skäl för avsteg från kravet på högsta U-värde kan vara om dörren har tillverkats speciellt för att tillgodose byggnadens estetiska värden eller kulturvärden. Ursprungliga dörrar bör endast bytas om de kan ersättas av sådana är väl anpassade till husets karaktär. Dörrar kan också ha så betydande kulturvärden att de inte bör bytas om det inte finns synnerliga skäl. De kan t.ex. vara hantverksmässigt utförda eller vara speciellt ritade för en viss byggnad. Istället bör andra åtgärder vidtas för att öka värmemotståndet.” (Boverket 2011)*

### **3.3.2 Dagens energikrav på byggnader**

Boverkets Byggregler redovisar minimikraven för en byggnads energibehov och behandlas i avsnitt 9 om energihushållning. En byggnads energianvändning mäts i kWh/m<sup>2</sup> och är energianvändningen under ett normalår per uppvärmd golvyta i kvadratmeter. Syftet med energikraven är att begränsa energianvändningen genom sänkta värmeförluster och effektiv värme-, kyl- och elanvändning. Tabellen (se Tabell 2) nedan visar kravet för energibehovet i hela Sverige som delas in i tre klimatzoner (Norra Sverige, Mellansverige och Sydsverige). Den visar även BBRs vision om förbättrade energikrav den kommande åren, se Tabell 2. (Boverket 2011)

Tabell 2: BBRs vision om energikraven (Byggindustrin, 2010)

Energitak i Boverkets byggregler, BBR		Norra Sverige (kWh/kvm/år)	Mellansverige (kWh/kvm/år)	Sydsverige (kWh/kvm/år)
2008	bostäder	150	130	110
	eluppvärmda bostäder	95	75	55
	kontor och övriga lokaler	140	120	100
2011	bostäder	130	110	90
	eluppvärmda bostäder	95	75	55
	kontor och övriga lokaler	120	100	80
2015	bostäder	100	90	70
	kontor och övriga lokaler	100	80	60
2019	bostäder	90	70	50
	kontor och övriga lokaler	80	60	40

### 3.3.3 Kulturhistoriskt skydd

#### Kulturmiljölagen (KML)

Kulturmiljölagen utgör en central lag för kulturvård och omfattar föreskrifter om en nationell angelägenhet att skydda kulturhistoriska värdefulla byggnader. Alla ärenden gällande vår av kulturella bebyggelser och miljöer går genom och sköts av länsstyrelsen. (Dahlberg 2012)

#### Byggnadsminnen (3 kap. KML)

Byggnadsminnen utgör det tredje kapitlet i kulturminneslagen och föreskriver om laglig skydd för kulturmiljöer och bebyggelse. Dess syfte är att bevara viktiga historiska inslag för att dra lärdom om hur vårt samhälle har utvecklats genom tiderna. Detta säkerställer även människors rätt att ta del av det gemensamma kulturarvet. Väcka fråga av byggnadsminnesförklaring hos länsstyrelsen kan utföras av vem som helst. Fastställande av byggnadsminnesförklaring medför bestämmelser som bevarar det kulturhistoriska värdet för angiven byggnad eller bebyggelse. Vid eventuella vård eller ändringar av en byggnad med byggnadsminnesförklaring, ansöker en fastighetsägare om tillstånd hos länsstyrelsen. Åtgärder som inte strider mot skyddsbestämmelserna får göras utan tillstånd från länsstyrelsen enligt kulturmiljölagen (Sveriges riksdag 2013) men kan kräva bygglov eller bygganmälan hos kommunen enligt plan- och bygglagen (Sveriges riksdag 2014). Tillståndet kan antingen avslås eller godkännas beroende på om åtgärderna strider mot skyddsbestämmelserna eller är inom ramarna av dessa. (Malmdal 2012)

För att en byggnad ska byggnadsminnesförklaras krävs följande enligt 3 kap. 4§ KML: (Sveriges riksdag 2013)

- Ansökan om en byggnad bör förklaras för byggnadsminne som kan göras av vem som helst eller av länsstyrelsen som ansöker på egen handlingskraft.
- Dokumentation med hög detaljeringsnivå om vilken fastighet byggnaden ligger placerad på, fastighetens ägare och beskrivning av byggnaden.
- Byggnaden måste nå upp till kvalificeringsgränsen som i lagtexten uttrycks:

*"... synnerligen högt kulturhistoriskt värde eller som ingår i ett bebyggelseområde med ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde får förklaras för byggnadsminne av länsstyrelsen".*

- En bedömning av vad som åberopas för att byggnaden bör klassificeras som byggnadsminne.

### **Plan- och bygglagen (PBL)**

Plan- och bygglagen innehåller bestämmelser om planläggning av mark, vatten och om vatten. Denna lag syftar på att människans frihet ska tas till hänsyn i samband med att samhället utvecklas med goda, jämlika och hållbara sociala levnadsförhållanden i nuläget och i framtiden. (Sveriges riksdag 2014)

Förvanskning av särskilt kulturhistoriskt värdefull bebyggelse är förbjudet. Här gäller även varsamhetskravet som tillvaratar den kulturhistoriska bebyggelsens utmärkande drag och kvaliteter under förvaltningstiden.

#### Viktiga paragrafer för bevarandet av kulturhistoriskt värdefulla byggnader:

8 kap. 13 § Förbud mot förvanskning

*"En byggnad som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt får inte förvanskas."*

8 kap. 17 § Varsamhetskrav

*"Ändring av en byggnad och flyttning av en byggnad ska utföras varsamt så att man tar hänsyn till byggnadens karaktärsdrag och tar till vara byggnadens tekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden"*

Förvanskningsförbud tillåter förändringar som respekterar viktiga egenskaper eller karaktärsdrag hos en byggnad. Förvanskning av ett kulturhistoriskt objekt anses ha skett när

1. Väsentlig egenskap går helt förlorad (RÅ 1991)
2. En åtgärd som medför att byggnadens autentiska identitet inte behålls (RÅ 1997)
3. Att utförda ändringar inte är anpassad till en byggnads arkitektoniska helhet eller kulturmiljö (RÅ 1998)



För säkerställning av att förvanskingsförbudet har uppfyllts efter en genomförd åtgärd, relateras detta till en byggnads ursprungliga skick innan förändring har ägt rum. Det är därför viktigt med dokumentation innan ändringarna sker. (Boverket 2006)

Både varsamhetskravet och förvanskingsförbudet garanteras genom att utforma en kontrollplan i ändringsskedet. I planen finns förslag i form av allmänna råd som är ett underlag för Boverkets fortsatta arbete. Kontrollplanen inkluderar även bestämmelser från detaljplanen, konsekvensbeskrivningen och bygglov för långtgående möjligheter att skydda kulturvärden. (Kunskapsbanken 2014)

Varsamhetskravet berör samtliga byggnader med karaktärsbärande uttryck, nya såsom gamla och även byggnader med kulturhistoriska värden. Detta krav avser att bevara karaktären i omgivningen som byggnaden befinner sig i. Sättet att genomföra ändringar av en byggnad påverkas av varsamhetskravet och präglar alla ändringsåtgärder. (Boverket 2006)

### **Miljöbalken (MB), Riksintresse för kulturmiljövården (3 kap. 6 § MB)**

Målet med miljöbalken är att främja en hållbar utveckling där nuvarande och kommande generationer garanteras en hälsobringande och bra miljö. Detta grundar sig på naturens skyddsvärde som måste förvaltas och ansvaras i enlighet med rätten att förändra och bruka naturen. Enligt tredje kapitlet, paragraf 6 i miljöbalken föreskrivs:

*”Mark- och vattenområden samt fysisk miljö i övrigt som har betydelse från allmän synpunkt på grund av deras naturvärden eller kulturvärden eller med hänsyn till friluftslivet skall så långt möjligt skyddas mot åtgärder som kan påtagligt skada natur- eller kulturmiljön.”*

(Sveriges riksdag 2013a)

År 1987 införde Miljöbalken hushållningsbestämmelser om riksintressen med syftet:

*”... att främja en hållbar utveckling genom att hushålla med långsiktiga och för landet väsentliga värden som inte kan tänkas bli tillräckligt beaktande utan stöd av en lag”.*

(Riksintresse 2014)

Genom införda hushållningsbestämmelser fick kulturhistoriskt värdefulla miljöer lagstöd varvid urvalet av ca 1650 områden av riksintresse för kulturmiljövård har antagits. Dessa områden utpekades med egenskaper som ger en övergripande bild av hur samhällets kulturhistorik har utvecklats. Förändringsåtgärder tillåts i olika former samt omfång och varierar beroende på vilken riksintressant kulturmiljö det gäller. (Riksintresse 2014)

## 3.4 Byggnadens energiprestanda

Förståelseramen för Gamla rådhusets energiprestanda understöds av lågenergihuskonceptet, vilka byggtkniska förutsättningar som finns för ett lågenergihus, energibalans och verktyg för att beräkna detta.

### 3.4.1 Lågenergihus

Lågenergihus är ett allmänt samlingsbegrepp för byggnader som använder mindre energi än hus byggda enligt praxis eller enligt vad byggnormen kräver (Wall, 2008). Begreppet syftar på att en byggnad skall skapas för behovet av tillförd energi under drift ska vara så lågt som möjligt. Det kan även innebära en strävan att använda förnybar energi (Ekohus, 2010). Kriterierna för ett lågenergihus kan åstadkommas genom ett klimatskal som är välisolerat, lufttätt och fri från köldbryggor. Att en konstruktion är köldbryggfri innebär att anslutningar som leder värme från den varma insidan och ut till den kalla är lika välisolerad som utgör klimatskalets byggkomponenter (Peterson, 2009).

En lämplig metod att projektera lågenergihus är genom att följa Kyoto-pyramidens fem delar och arbeta i riktningen från botten till toppen (se Figur 1). Ordningen börjar med att minimera värmebehovet och följs av att även minimera elbehovet. Vidare gäller det att utnyttja solenergin och att utöva kontroll av energianvändningen genom att visa och reglera. Till sist väljs en lämplig energikälla.



Figur 1: Kyoto-pyramiden (Rockwool 2013)

Kyoto-pyramidens anvisningar kan även användas till strategin för att energioptimera en byggnad (Ekohus 2010):

1. Minska energiförluster – genom ett ventilationssystem med värmeåtervinning och under förutsättningarna av att klimatskalet tätas till för att åtgärda luftläckagen och att befintliga byggnadsdelar tilläggsisoleras.
2. Minska elanvändning – av belysning och elförbrukande utrustningar genom att ta hänsyn till deras energiförbrukning. Att använda miljömärkta utrustningar och energisnål belysning med sensorer.

3. Utnyttja solenergi – genom att undersöka möjligheterna för att montera solfångare antingen på befintlig byggnad eller som fristående på fastigheten.
4. Kontroll av energianvändningen – genom att vara medveten om den faktiska energiåtgången för byggnaden och därifrån planera åtgärder för driftoptimering.
5. Välja effektiv energiförsörjning – genom att studera vilken värmesystem som lämpar sig ett bättre val än det befintliga systemet. Dessa kan exempelvis vara fjärrvärme, biobränsle eller värmepump.

### 3.4.2 Byggtekniska förutsättningar för ett lågenergihus

#### Välisolerat klimatskal

En byggnads ytterhölje består av ytterväggarna, taket, golvet, fönster och ytterdörrar. Detta kallas för en byggnads klimatskal och innesluter utrymmet som anses vara uppvärmd. Lågenergihus har ett klimatskal som är så pass bra isolerad att den bara kräver minimal uppvärmning. (Energimyndigheten 2013)

Detta sker med hjälp av material med god isoleringsförmåga och kan kvalitétsmässigt anpassas beroende på en byggnads förutsättningar (Pokorny, Zelger, Torghele, 2009). Med ett välisolerat klimatskal tar det lång tid innan temperaturskillnaden minskar och bromsar värmetransporten genom väggar, golv och tak. Eftersom värme stiger uppåt är det viktigast att taket isoleras väl då detta utgör en stor yta av byggnaden. (EnergiSystem 2014)

Till dagens energieffektiva fönster har dessa två eller tre glas som är hopfogade i en isolerruta. För att minska värmeförlusten ännu mer innehåller dessa fönster ädelgas som bevarar värmen betydligt bättre än vanliga fönster. Dessutom är fönster karmarna isolerade och köldbryggsoptimerad. Med minskat värmebehov kan fönsterbyte däremot påverka en byggnads arkitektoniska utseende. Som alternativ lösning kan det ursprungliga fönstret behållas under förutsättningarna med montering av extra energiglas eller isolerruta. (Energimyndigheten 2011)

#### Köldbryggsfria anslutningar

Köldbryggor definieras som lokala förändringar i klimatskärmens enhetliga uppbyggnad som medför ökat värmeflöde i dessa delar i förhållande till övriga. Värmeförlusterna förstärks på grund av att värmeflödena är flerdimensionella. Lokal förändringarna uppstår när det förekommer delar med ändrade tjocklekar i klimatskalet, när genomföringar med material har högre värmeledningsförmåga och när det bildas ökade ytor mot den kalla utsidan (t.ex. hörn och anslutning mellan vägg, golv och tak). (Petersson 2009)

Köldbryggor måste beaktas vare sig det är ett lågenergihus eller vanlig byggnad eftersom detta kan leda till kondensation och eventuellt fuktskador i konstruktionsdelarna. Dessutom ökar energianvändningen i samband med värmeförlusterna. Köldbryggornas negativa inverkan kan undvikas att skapa ett heltäckande isoleringsskikt som omsluter hela klimatskärmen. (Pokorny, Zelger & Torghele 2009)

#### Lufttätethet

I ett lågenergihus ska lufttätetheten vara så hög som möjligt. Dessa otätheter förekommer vid anslutningar av byggnadsdelar som t.ex. vid fönster, dörrar, golvvinklar, mellanbjälklag och

takvinklar. Ett sätt att minska värmeförlusterna är drevning och tätning av fönster, dörrar och andra genomföringar samt håltagningar. Detta gynnar en byggnads ventilationssystem med värmeåtervinning genom minskade ventilationsförluster och förbättrad luftkvalité i kombination med mindre risk för fuktskador. Dessutom minskas energiförbrukningen eftersom den uppvärmda luften behålls kvar i byggnaden. Oönskade drag och nedkylda ytor som uppstår från luftrörelser elimineras och bidrar till en byggnads termiska komfort. En lufttät klimatskärm bidrar till en förbättrad ljudisolering och hindrar utomhus ljud från att komma in. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

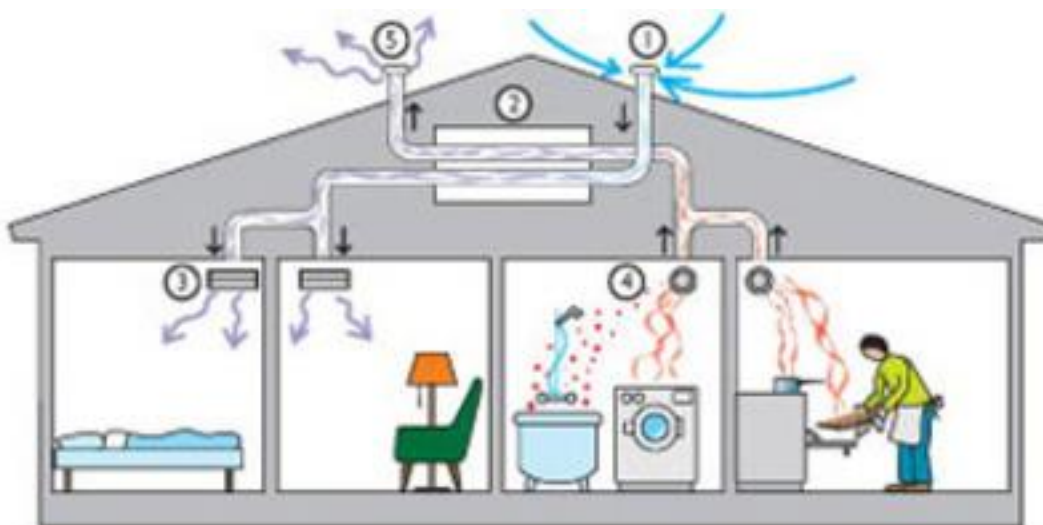
För att säkerställa en byggnads lufttätethet med ett lågenergihus, provtrycks byggnaden. I Sverige finns inga kravvärden på klimatskärmens lufttätethet. Det som föreskrivs är att klimatskärmens ska vara så tät att kraven som ställs på energianvändning uppfylls. Klimatskärmens täthet avgörs från fall till fall av en byggherre eller projektör. (Boverket 2012a)

### Ventilationssystem med värmeåtervinning

Konceptet av ett lågenergihus har låga uppvärmningskrav och kan enbart nås med värmeåtervinningen från frånluften inuti en byggnad. Den befintliga byggnaden ska redan ha ett välisolerat och lufttät klimatskal för att detta ska vara möjligt. (Pokorny, Zelger & Torghelle 2009)

Figuren nedan (se Figur 2) visar en principiell skiss till hur FTX-systemet fungerar med siffror som beskriver etapperna. Uteluft ska höjdmässigt tas in så högt som möjligt i byggnaden då den är som renast (Etapp 1). Med en värmeväxlare överförs värmen från frånluften till den kalla intagna värmeluften (Etapp 2). Ventilationen sker genom ett kanalsystem av tilluftsfläkt och frånluftsfläkt. Undertryck skapas genom ett högre tryck på tilluften än frånluft i ventilationsaggregatet. Detta förhindrar inläkning av frånluft i tilluften för att minska risken för fuktskador. (Warfvinge & Dahlblom 2010)

Utrymmen som sovrum och vardagsrum förses med tilluft (Etapp 3) medan frånluft tas från kök, bad- och dusch utrymmen, klädskåp och tvättrum (Etapp 4). Efter att frånluften har fått sin värme överlämnad till tilluften i värmeväxlaren, ventileras den ut ur huset (Etapp 5). (Reinerdahl 2011).



Figur 2: Hur FTX-system fungerar (Reinerdahl 2011)

Fördelar och nackdelar med FTX-system (Warfvinge & Dahlblom 2010):

## Fördelar

- Återvinning av värme från frånluften
- Regleringsmöjligheten av luftväxlingen är stor
- Filtrering av uteluft
- Möjlighet till dragfri tillförsel av ventilationsluft

## Nackdelar

- Aggregatets fläktar kräver el
- Finns risk för oljud och buller från fläkt och rumsdon
- Utrymmeskrävande, kanalsystem tillsammans med fläktrum tar plats
- Underhållsbehovet ökar

## Termisk komfort

En god termisk komfort innebär att människan som helhet är nöjd med den termiska miljön och önskar varken att få det kallare eller varmare. Detta beror på lufttemperatur, strålningstemperaturen från omgivande ytor, lufthastighet, luftfuktighet, en persons fysiska aktivitetsnivå och värmemotstånd från kläder. Vidare kan upplevelsen av termisk komfort vara subjektiv där en individs ålder, kön, hälsa och psykologiska faktorer påverkar vad som anses vara ett bekvämt klimat. Med undersökningar där människor testades med olika klimatförutsättningar konkluderades att majoriteten av människorna har i stort sett samma värdering av den termiska komforten. Utifrån detta har kriterier etablerats för vad människan upplever som god termisk komfort. (Karlsson & Ståhl 2012)

För att kunna uppleva god termisk komfort i ett lågenergihus förutsätter detta ett välisolerat och lufttät klimatskal som är fri från köldbryggor och ett ventilationssystem med återvinning. Temperaturen inuti ett lågenergihus blir i största allmänhet samma som inneluftens temperatur. (Petersson 2009)

Allmänt råd från BBR, Kap.6 beskriver riktlinjer för att uppnå termisk komfort (Boverket 2012b):

- Den lägsta operativa temperaturen i vistelsezonen beräknas bli 18 °C i bostads- och arbetsrum och 20 °C i hygienrum
- Den riktiga operativa temperaturens differenser vid olika punkter i rummets vistelsezon beräknas bli högst 5 K
- Yttemperaturen på golvet under vistelsezonen beräknas bli lägst 16 °C och kan begränsas till högst 26 °C.
- Lufthastigheten i ett rums vistelsezon bör inte överstiga 0,15 m/s under uppvärmningssäsongen.
- Lufthastigheten i vistelsezonen från ventilationssystemet bör inte överstiga 0,25 m/s under övrig tid på året.

### 3.4.3 Energisimulering av byggnaden

#### Energiberäkning

En byggnads energianvändning kan simuleras baserat på energibalansberäkningar. För att erhålla tillförlitligt resultat behövs korrekt indata och att erfarenheten hos utförarna är stor. Energiberäkningar baseras på fysiska lagar gällande termodynamik och energi. Att beräkna detta manuellt för en byggnad är oftast mycket komplext och tidskrävande. Av dessa anledningar används vanligen ett beräkningsprogram för att energiberäkna byggnader. (Petersson 2009)

## Energibalans

$$Q_{energi} = Q_{värme} + W \quad [3.5.3:1]$$
$$= Q_t + Q_v + Q_{if} + Q_{tvv} + Q_{dr} + (W_f + W_h - Q_{vä}) - Q_{tillskott}$$

Där:

$Q_{energi}$ : Energiebehov av ett bostadshus vid normalårsbruk

$Q_{värme}$ : Värmebehov av ett bostadshus vid normalårsbruk

$W$ : elbehov vid normalårsbruk. Detta utgörs av fastighetsel  $W_f$  och hushållsel  $W_h$

$Q_t$ : Transmissionsförluster

$Q_v$ : Ventilationsförluster

$Q_{if}$ : Infiltrationsförluster

$Q_{tvv}$ : Värmebehov för tappvarmvatten

$Q_{dr}$ : Distributions och reglerförluster inne i byggnad

$Q_{vä}$ : Värmetillskott från värmepumpar

$Q_{tillskott}$ : Passiv värme från personer, apparater och solinstrålning

(Petersson 2009)

### Transmissionsförluster inkl. köldbryggor

Transmissionsförlusterna i energibalansen avser värmen som sker i riktning ut genom klimatskalet. Termen används för dimensionering av en byggnads värmeisolering som en maximal transmissionsförlust (Petersson, 2009). Transmissionsförlusternas värde kan fås genom formeln:

$$Q_t = \sum U * A + (\psi * l) \quad [3.5.3:2]$$

Där:

$U$ : U-värde för yta

$A$ : Area för omslutande yta

$\psi$ : Köldbryggans värmeledningsförmåga

$l$ : Köldbryggans längd

(Petersson 2009)

## Ventilationsförluster

Av hälsosamma och komfortskäl behövs ventilation i byggnader. Dock medför detta värmeförluster i form av att tilluft som kommer utifrån byggnaden värms upp för att sedan ventileras ut. Med andra ord är det värmen som krävs uppvärmning av luft i den önskade ventilationen. (Petersson, 2009) Ventilationsförlusten med luftläckage beräknas fram genom:

$$Q_v = \rho * c * q_{vent} * (1 - v) * d + \rho * c * q_{läckage} \quad [3.5.3:3]$$

Där:

$\rho$ : luftens densitet (1,2 kg/m<sup>3</sup>)

$c$ : luftens värmekapacitet (1000 j/kg, °C)

$q_{vent}$ : uteluftsflöde (m<sup>3</sup>/s)

$v$ : verkningsgrad för ventilationens värmeåtervinning

$d$ : relativ drifttid för ventilationsaggregat vid konstant drift

$q_{läckage}$ : läckageluftflöde, m<sup>3</sup>/s

(Petersson 2009)

## Luftläckageförluster

Luftläckageförluster avser värmen som behövs för uppvärmning av luften som läcker ut ur klimatskärmen. Beräkning av luftläckageförluster är komplicerat då detta påverkas av många faktorer. En förenklad ekvation kan användas genom (Arvehammar Jönsson, 2010):

$$q_{läckage} = 0,05 * k_{läck} * A \quad [3.5.3.4]$$

Där:

$k_{läck}$ : mäts enligt standarden SS-EN 138229 (SIS, 2000)

$A$ : area för ytan

## Tappvarmvatten uppvärmning

Denna uppvärmning avser energi för beredning av tappvarmvattenanvändningen i en byggnad. Eftersom värmeenergin som krävs för att värma upp tappvarmvatten varierar detta kraftigt. Detta beror till största delen av att det är svårt att bedöma brukarnas vanor och beteenden. Ett schablonvärde för ett typiskt energibehov för uppvärmning av tappvarmvatten ligger mellan 2000-5000 kWh/år och bostad. (Petersson 2009)

## Värmetillskott

I energibalansen sker ett värmetillskott som kommer från:

- Ventilationssystemets värmeväxlare. (Petersson 2009)
- Solinstrålningen och tas till vara med hjälp av solfångare och solceller. Halva uppvärmningsbehovet kan täckas med solenergin för beredning av tappvarmvatten. (Petersson 2009)
- Spillvärme från produktion, reglering och distribution av värme- och tappvarmvatten (Petersson, 2009)
- Värme som genereras av personer varierar mellan 50-100 W per person och beror på ålder och aktivitetsnivå (Petersson 2009).
- Värme som alstras från elutrustningar och belysning. Dessa utgör ca 70-80 % av omvandlad hushållsel som räknas in som värmetillskott (Petersson 2009).
- Tappvarmvatten med ca 20 % tillgodogjord värme (Petersson 2009).



### 3.4.4 Energisimuleringsprogram

Det finns många olika beräkningsprogram för energisimuleringar. Exempel på beräkningsprogram anges i Tabell 3 nedan tillsammans med en kort beskrivning om respektive program.

Tabell 3: Alternativa energisimuleringsprogram (Bergsten 2001)

	<b>BSim2000</b>	<b>BV<sup>2</sup></b>	<b>VIP+</b>	<b>IDA ICE</b>
<b>Utvecklare</b>	Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark	CIT Energy Management	Skanska	EQUA
<b>Generellt simuleringsprogram för en byggnads energianvändning och effektbehov</b>	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Unika egenskaper</b>	Beräknar även fram: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termiskt klimat</li> <li>• Dagsljus</li> <li>• Belysningsnivåer</li> <li>• Värme- och masstransport</li> </ul> Kan importera CAD format	Beräknar även fram: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Byggnadens/ zonen's inomhus-temperaturer</li> </ul> Visualisering i ett varaktighetsdiagram	Jämför beräkningar med referenshus enligt BBR 94  Kan i viss mån användas för beräkningar av olika typer av byggnader	Beräknar även fram: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termiskt inomhusklimat</li> <li>• CO<sup>2</sup>-halter och fuktbalanser i rumsluft</li> <li>• Värme- och masstransport</li> </ul> Skapar egna beräkningsmodeller för speciella komponenter  Kan importera CAD format
<b>Användningsområde</b>	Projektering av komplexa byggnader (höga krav på energieffektivitet eller dagsljus-insläpp), undervisning, forskning och utveckling	Främst inom ny- eller ombyggnation, förvaltning av kommersiella byggnader och bostäder, undervisning. I viss utsträckning inom forskning och utveckling	Inom bostäder	Främst inom ny- eller ombyggnation, förvaltning av kommersiella byggnader och bostäder. Används inom forskning och utveckling i företag och universitet
<b>Övrigt</b>			Kan inte användas för dimensionering av värme- eller kylsystem	Ett komplext program som kräver en erfaren användare

## **IDA Indoor Climate and Energy**

Programmen simulerar energi och inneklimat genom helårs- och flerzonsberäkningar för att studera energianvändning, termisk komfort och luftkvalitet. IDA ICE programmet är baserat på modellering som styrs av ekvationer, variabler och parametrar. Modelleringsspråket är Modelica och medför möjligheten att utbyta och återanvända modeller och modellbibliotek som är objekt- och komponentorienterad i komplexa system. Programmet löser problem genom att det automatiskt anpassar sig till problemets natur. Genom att justera tolerans parametrarna, kan numeriska fel elimineras och verkliga utslag från ekvationerna erhålls. (EQUA Simulation AB 2013)

IDA ICE applikationen används inom exempelvis ny- eller ombyggnation av kommersiella byggnader. Den används även för forskning- och utvecklingsändamål i företag, högskolor och universitet. Någoting att ha i åtanke är att programmet kan upplevas komplext och kräver en erfaren användare. (Bergsten 2001)

### **Osäkerheter**

Trots att avancerade energisimuleringsprogram har komplexa detaljinställningar kan stora skillnader uppstå mellan den uppmätta och beräknade energianvändningen. Åtskilliga källor kan ligga till grund för detta och resultaten som erhålls kan inte bedömas som helsäkra. En anledning för osäkerhet kan vara otillräcklig kunskap av beräkningsprogrammet vilket orsakar felanvändning och att funktioner missas. Osäkerhet kan även uppstå när användaren väljer att förenkla verkligheten alltför mycket vid anpassning till en indata- och programstruktur. (Bergsten 2010a)

Den enskilt största orsaken till osäkerhet i energisimuleringarna bedöms vara inmatning av felaktig data. Indata som är brukarrelaterade är svåra att uppskatta. Däri ingår bland annat förbrukning av tappvatten och el samt, personvanor och beteende i byggnaden. (Bergsten 2010b)

Utöver detta kan det finnas begränsningar i beräkningsprogrammet. Med förenklade valideringsmodeller som endast beaktar grundläggande faktorer kan större avvikelser uppstå från referensvärdena. (Carlsson 2012)

### **Indata för energisimulering**

Nedan följer en översikt av de indata som är väsentliga för att kunna genomföra en energisimulering på en byggnad med IDA ICE. Med varje parameter följer en kort beskrivning som talar om vad de innebär.

#### **Byggnadens lokalisering**

Byggnadstekniska egenskaper är inte det enda som påverkar en byggnads energianvändning. Det sker även genom planeringen för byggnaden och dess placering. Andra påverkande faktorer har mer eller mindre relevans för energianvändningen. Dessa inkluderas i energisimuleringen och är:

- Läget
- Lokalklimatet
- Mikroklimatet
- Orienteringen
- Soltillgängligheten

- Säsongsvariationerna
- Vegetationen
- Vinden
- Byggnadens form

### **Klimatdata och byggnadens geografiska läge**

Med klimatdata beaktas hur belastningar i formen av värme, strålning, vind och lufttrycksvariationer, nederbörd i form av regn och snö samt luftfukt påverkar en byggnad. Dessa angivna faktorer kan oftast samverka och ge större inverkan än vad de enskilt skulle tillföra. Klimatet i Sverige redovisas huvudsakligen av sju orter med klimatdatastatistik som anses vara representativa lägen och klimat i landet. Dessa orter är Kiruna, Umeå, Östersund, Västerås, Kalmar, Göteborg och Malmö.

För mer specifika beräkningar och bedömningar av en särskild plats finns Meteonorm. Detta är en global meteorologisk databas som innehåller ett brett urval av tillgängliga klimatfiler.

### **Vindprofil**

Vinden påverkar en byggnad och dess energihushållning med luftströmningar som skapas med skiftande övertryck och undertryck över tak och fasadytor. Skillnader i lufttryck är anledningen till luftläckage genom klimatskalet som vidare bidrar till ventilationen och luftomsättningen. (Petersson 2009)

### **Solavskärmning**

En byggnads värmebalans påverkas av solinstrålningen genom den tillförda solenergin. Förutom fönsterytor som vetter mot sydväst och söder, kan tak och fasader påverka inomhusklimatet med förändrade värmeflöden. (Petersson 2009)

Förekomsten av solavskärmningar måste därför tas till hänsyn då dessa kan påverka en byggnads energianvändning. Solavskärmningar kan vara i form av träd som ligger i närheten av en byggnad, eller omkringliggande byggnader i en tät bebyggd miljö.

### **Klimatskal**

Klimatskalet innehåller främst konstruktionselement som ytterväggar, golv och tak. Detta kompletteras med innerväggar och inre bjälklag. För varje konstruktionselement definieras vilka lager av byggnadsmaterial som förekommer. Värmekonduktivitet, specifika värmekapacitet och densitet anges är egenskaper som kan antingen väljas från en databas eller manuellt definieras för var och en av de använda byggnadsmaterialen. U-värdet för respektive byggnadsdel erhålls automatiskt och inkluderas under energi simuleringen.

Fönsterytor och dess egenskaper kan bestämmas genom att ange dess konstruktion eller fönstertyp, dess U-värde och glasets solenergitransmittans. Dörrar definieras genom att ange vad för material som ingår i dess konstruktion liksom nämnda konstruktionselement.

För övrigt måste kölbryggor med dess anslutningar beaktas tillsammans med byggnadens infiltration i form av luftomsättning och tryckkoefficienter. Inställningar för grundegenskaper skildrar hur materialet som förekommer utanför klimatskalet påverkar byggnadens energianvändning.

## **Installationssystem**

En byggnads energianvändning påverkas av vilka installationer som finns inuti. Dessa anges i HVAC (heating, ventilation and air conditioning) systems och reglerar uppvärmningen, nedkylningen och luftväxlingen i en byggnads inneklimat.

## **Internlaster**

### *Belysning*

Inuti en byggnad förekommer ljuskällor som bidrar till energianvändningen samt avger värme i varierande utsträckning. Antalet belysningsenheter, schema för hur länge dessa är igång och dess effekt är variabler som tas till hänsyn för energisimuleringen.

### *Personer*

Närvaron av antalet personer i en byggnad i samband med vistelsetiden måste beaktas under en energisimulering. Beroende på en människas aktivitetsnivå och klädsel avges en mängd energi och koldioxid. Detta kan beräknas fram för varje närvarande person i byggnaden. Aktivitetsnivån är angiven i met (metabolic activity), där 1 met representerar 58,2 W per m<sup>2</sup> kroppsytan. I energisimulering med IDA ICE har kroppsytan definierats som 1,8 m<sup>2</sup> vilket motsvarar en genomsnittlig vuxen. Genom att kombinera 1 met med den definierade kroppsytan erhålls mängden energi för vad en sittande person i vila antas avge, vilket är 108 W. (EQUA Simulation AB 2009)

Den upplevda termiska komforten påverkas av hur mycket kläder en person har. Dessutom påverkas även hur mycket värme en människa avger beroende på dess klädsel. Mängden kläder för varje person är angiven i clo (clothing), där 1 clo är ekvivalent med ett värmemotstånd på 0,155 m<sup>2</sup>K/W eller en person med byxor, långärmad tröja och t-shirt. (EQUA Simulation AB 2009).

### *Utrustning*

I en byggnad förekommer elförbrukande utrustningar som avger värme under drift. Antalet elutrustningar med avgiven mängd värme per enhet och ett schema för hur länge elutrustningar är igång är viktiga att beakta för en energisimulering. Exempel på elförbrukande utrustningar är datorer, kopieringsmaskiner, hushållsmaskiner, vitvaror m.m.

## 4. FALLSTUDIE AV KULTURHISTORISK BYGGNAD

Kapitlet beskriver fallstudiebyggnaden, dess historik och kulturhistoriska värde.

I Piteå kommun finns ett urval av kulturområden som riktar sig särskilt mot centralmaktens intressen och utgörs av marknadsplatser, gränsmarkeringar, bebyggelsemönster och de äldsta städernas stadsplaner. En fågelvy av Piteå stad under 1800-talet visas i figuren nedan i form av en miniatyrmodell (se Figur 3).



Figur 3: En modell av Piteå stad under 1800-talet

### 4.1 Byggnadens historiska sammanhang

År 1666 stod Öjebyns centrala delar i lågor och brann. Med branden blev frågan aktuell om var den nya staden skulle etableras. Piteåborgarna kom överens om att återuppbyggnaden skulle stationeras på Häggholmen som var lämplig för bebyggande. Förslaget accepterades av regeringen och projektet om en ny stad startades. (Kulturmiljöprogrammet 2010)

Statens planerade rutnätsplaner var typiska för 1600-talets städer och Piteå kom att bli en av de äldsta planerade rutnätsstäderna i Norrbotten. Piteås nya stadsplan tog form och med en långsam inflyttning och återuppbyggnaden av staden, påbörjades konstruktionen av kyrkan och rådhuset först på 1670-talet. Idag växer Piteå stad med en strävan att bevara delar av den ursprungliga rutnätsplanen från 1600-talet. Det utmärkande kvadrat torgrummet med slutna hörn är ett av de få som har bevarats i Sverige. (Kulturmiljöprogrammet 2010)

Rådhuset har uppförts tre gånger på samma plats vid torget. Det första rådhuset byggdes efter inflyttningen från Öjebyn men brändes ner av ryska styrkor år 1721. Det andra brändes också ner år 1806. Det beslöts att ett nytt rådhus skulle byggas och är det tredje och nuvarande byggnaden i Rådhusorget. Stadens rådhus skulle egentligen byggas i sten men protesterades av piteborna som hellre ville ha konstruktionen upptimrad. Bygget sattes igång 1829 och var färdigställt i trä 1837 men saknade ytterpanel och fasad utsmyckningar. I ett brandförsäkringsbrev år 1862 gav detta intyg på utseendet som rådhuset har idag. År 1922 tillbyggdes rådhuset mot nordost och fungerade i många år som polisstation med expedition och arrest-lokaler. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

Rådhusetverksamheten upphörde och blev efteråt centrum för stadens förvaltning. Innan kommunhuset uppfördes år 1970, höll fullmäktige sina sammanträden här. Kommunhuset byggdes klart och stadens förvaltning flyttades från rådhuset. Därefter har byggnaden fungerat som bibliotek

och turistinformation fram till år 1979. Sedan dess har Pitebygdens Fornminnesförening fått tillgång till rådhuset där det numera bedrivs en museiverksamhet. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

## 4.2 Byggnadsbeskrivning

Gamla rådhuset är en liggande timmerstomme konstruktion och består av två våningar, källar- och vindsplan. Byggnaden har en regional träarkitektur som var inspirerad av den klassicistiska byggnadsstilen som byggdes på finska sidan av Bottenviken under 1800-talet (Piteå Museum 2002). Taket är av typen sadeltak och är klädd med falsad skivtäckning som är målad i svart. På taket finns ett öppet torn med två klockor och en flaggstång där båda kan kommas åt genom vindsvåningen. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

På framsidan av byggnaden finns en frontespis som är ett framträdande mittparti av Gamla rådhusets huvudfasad, och ett torn (se Figur 4 och 5). Hängrännor och stuprör är placerade i byggnadens kanter och är diskret målade för att dessa ska smälta samman med byggnadsstilens helhet. Med korspostfönster ockuperar dessa fönsterytor en stor del av byggnadens fasad. På vindsvåningen förekommer två lunettfönster. Byggnaden vilar på en granitsockel som utgör väggarna till källarvåningen och har fönster som monterades ett senare datum. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

Fasaden är präglad av bred liggande enkelfasspontpanel med bred fog samt gul färgsättning och kompletteras med vit målade och panelklädda hörnpilastrar. På huvudfasadens mittparti finns fyra träpilastrar som vilar på en sockel som fortsätter ner på bägge sidor om huvudingången med samma panelutseende som resten av fasaden. Huvudingången kompletteras överljus samt speglar och är nyttillverkad från år 1992. Det finns en stentrappa mot huvudingången och torget utanför stenlagt är också med asfalterade gator. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)



Figur 4: Framsidan av Gamla rådhuset



Figur 5: Baksidan av Gamla rådhuset

Figurerna nedan (se Figur 6 och 7) visar på att tillbyggnaden som byggdes år 1922 har samma panel- och fönster utseende som Gamla rådhuset. På grund av det nyuppförda vinkelhuset från år 1980 skymms detta från Rådhusstorget. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

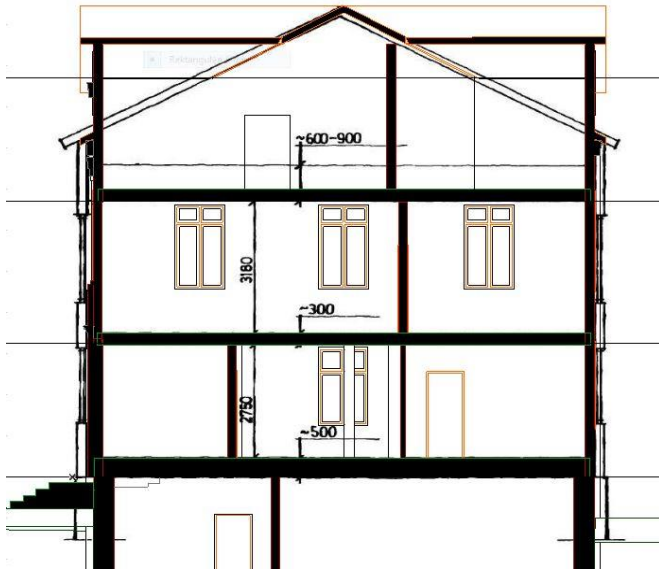


Figur 6: Påbyggnadens anslutning mot Gamla rådhuset

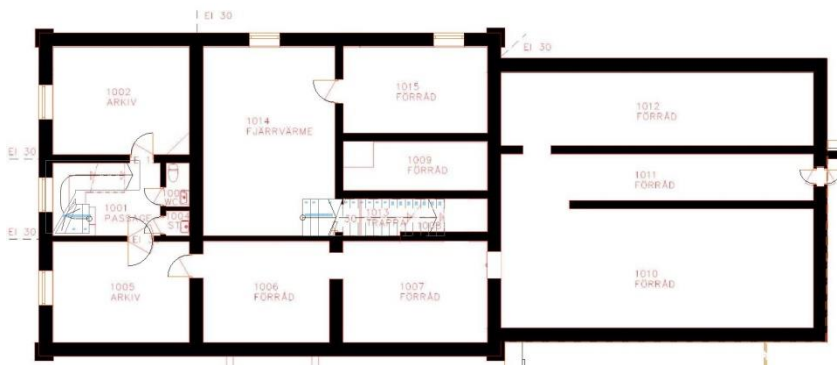


Figur 7: Påbyggnadens baksida

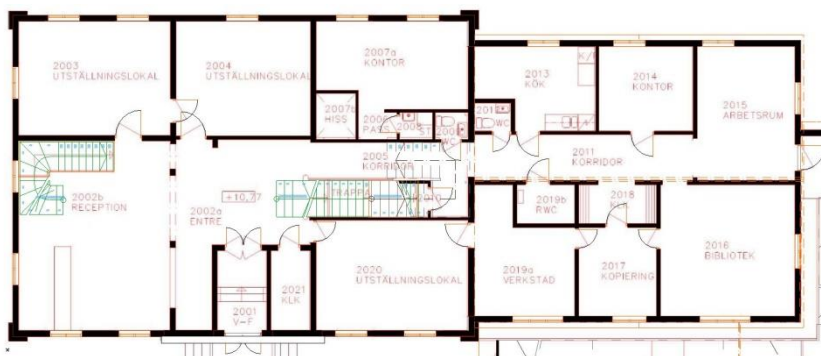
I figurerna som följer visas Gamla rådhusets sektionsritning och planskisser. Dessa är dock inte skalenliga. Dessa ritningar tillhandahölls av Piteå kommun som arkivmaterial och är de senast uppdaterade versionerna från 1986. Figurerna 8 till 12 är illustrerade ritningar är inte skalenliga.



Figur 8: Sektionsritning

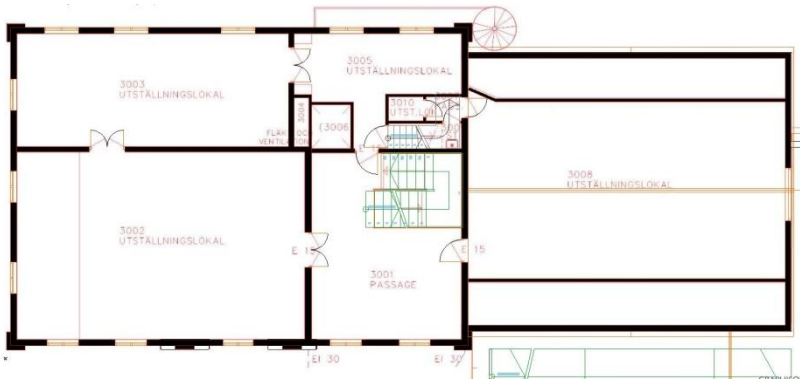


Figur 9: Källarplan

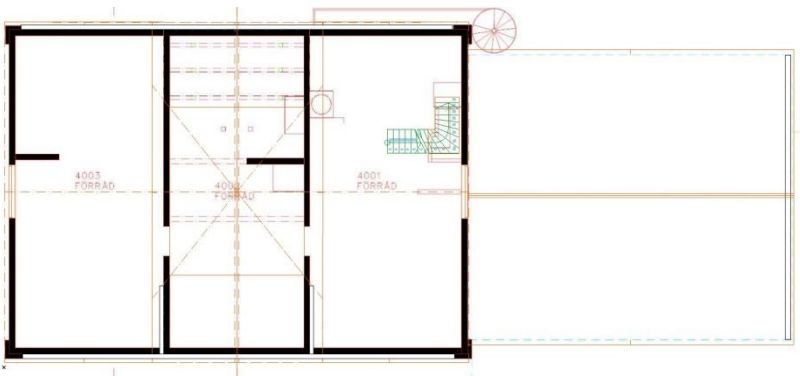


Figur 10: Entréplan





Figur 11: Våningsplan 2



Figur 12: Vindsplan

På Gamla rådhusets övervåning finns en sal som kom att kallas för sessionssalen. Som utmärkande karaktärsdrag finns marmoreringsmålningar på dess väggar av liggande timmer. Figurerna 13 och 14 nedan demonsterar detta.



Figur 13: Vägg mot fasad med marmoreringsmålning



Figur 14: Innervägg med marmoreringsmålning på liggstimmerstomme

Både trapphuset och den s.k. "lilla sessionssalen" har en väggbeklädnad med marmoreringsmålning. Källarvåningen som hade funktionen av ett skyddsrum under andra världskriget är numera ett brandsäkert arkiv utrymme. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

## 4.2 Byggnadens kulturhistoriska värde

Den tredje mars år 1994 kom ett beslut från Länsstyrelsen i Norrbotten om att Gamla rådhuset är numera byggnadsminnesförklarad. Ett utdrag av beslutet lyder:

***”Beslut om byggnadsminnesförklaring av f d Rådhuset, kv Stadsvapnet 1, Rådhusorget, Piteå kn, Norrbotten***

**LÄNSSTYRELSENS BESLUT:**

*Länsstyrelsen förklarar med stöd av 3 kap, 1 § kulturminneslagen (SFS 1988:950), f d Rådhuset, kv Stadsvapnet 1, Rådhusorget, Piteå kn och sn, för byggnadsminne.*

**SKYDDSFÖRESKRIFTER:**

*Länsstyrelsen meddelar i enlighet med 3 kap 2 § nämnda lag följande skyddsföreskrifter:*

*Skyddade delar:*

- *Byggnaden får inte rivas eller flyttas.*
- *Byggnaden får till sitt yttre inte byggas om eller på annat sätt förändras.*
- *I byggnadens inre får ingrepp inte göras i stomme eller planlösning.*
- *Sessionssalen skall bevaras i nuvarande utförande.*

**Underhåll**

*Byggnaden skall underhållas så att den inte förfaller. Vård- och underhållsarbeten skall utföras med traditionella byggnadsmetoder och färger på ett sådant sätt att det kulturhistoriska värdet inte minskar. Samråd i vård- och underhållsfrågor skall ske med länsstyrelsen eller den länsstyrelsen anvisar.*

**Övrigt**

*Om det av särskilda skäl är nödvändigt att ändra byggnadsminnet i strid med dessa skyddsföreskrifter skall ansökan om tillstånd för detta inges till Länsstyrelsen i Norrbottens län, länsantikvarien, som enligt Kulturminneslagen (SFS 1988:950) får lämna tillstånd om så prövas lämpligt.”*

(Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

Med stöd av teoriavsnitten 3.1 och 3.2 är det möjligt att använda värderingsmetoden med identifikation, bearbetning och sammanfattad värdering som grund för byggnadsminnesförklaringen. För Gamla rådhuset består den sammanfattade värderingen av huvud- och övergripande motiv som beskrivs nedan. Dessa motiv utgör underlag för Gamla rådhusets kulturhistoriska värdering och hur byggnaden ska skötas i framtiden.

### **Motiven för kulturhistoriskt värde med värdebeskrivning**

I följande punkter redovisas motiven för Gamla rådhusets beslut om byggnadsminnesförklaring:

**Grundmotiv (hämtad ur byggnadsminnesförklaringen):**

- Gamla rådhusets arkitektoniska helhet tillsammans med marmoreringsmålningarna på ovanvåningen, väggbeklädnaden i trapphuset och den s.k. ”lilla sessionssalen” är inslag som skildras i föregående byggnadsbeskrivning. Dessa inslag utgör motiv för att huset anses som kulturhistorisk värdefull. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

- Ett annat grundmotiv som förespråkar Gamla rådhusets kulturhistoriska värde är att det utgör en central byggnad i stadens historia och anses ofta som symbol för hela Piteå stad. (B Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)
- Det Gamla rådhuset byggdes upp en tredje gång på samma plats mellan åren 1829 till 1837. Konstruktionen blev klar en aning efteråt på grund av den sena tillkomsten av panel och utsmyckningar. Dessa utgör några utav motiven som talar för att byggnaden är kulturhistoriskt värdefull. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)
- Till ett av motiven räknas källarvåningen som i nuläget är ett brandsäkert arkiv, men tillkom som skyddsrum under andra världskriget. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)
- Byggnadens utseende sedd utifrån som består av liggande timmerstomme, granitsockel, det öppna tornet med två klockor som sitter på sadeltaket med svartmålad falsad skivtäckning, frontespis med tornuret, korspost- och lunettfönstren, bred liggande enkelfasspontpanel med bred fog, panelklädda hörnpilastrarna, stentrappan och dörren med överljus. Dessa byggkomponenter utgör motiv som bidrar till Gamla rådhusets kulturhistorisk värde. (Länsstyrelsen i Norrbotten 1994)

#### Övergripande motiv:

- Riksintressets motiv och uttryck till kulturhistorisk värde syftar till att Piteå stad i nuläget har lyckats bevara delar av 1600-talets rutnätsplan. Med välbevarade kulturhistoriska trähusbyggnader som omsluter Rådhusorget bidrar dessa till karaktären av småskalig trästad. Den kvadratiske Rådhusorget med dess slutna hörn som omsluter torgutrymmet är ett av Sveriges tre bevarande 1600-tals torg. Förutom den förindustriella och småskaliga trästadskaraktären, förstärks motiven för kulturhistorisk värde genom Gamla rådhuset panelarkitektur i empirestil med dess klassicistiska dekorationer. (RAÄ 1997)

Motiv från detaljplanen över Kv. Stadsvapnet saknas och fanns inte tillgänglig i stadsfullmäktiges och Byggnadsnämndens beslut samt bilagor som rör ärendet enligt Centralarkivet i Piteå.

Med avseende på skyddsföreskrifter och underhåll som beskrivs i Gamla rådhusets byggnadsminnesförklaring har följande restaureringsprinciper tillämpats:

- **En byggnads olika tidsskikt speglar dess historia:**
  - Gamla rådhuset har fått olika tillskott sen den byggdes. Detta har skett i form av påbyggnaden av polisstation år 1922 och ett skyddsrum i källarvåningen under andra världskriget tillsammans med nya rumsindelningar och inredning.
- **Autenticitet:**
  - Gamla rådhusets förmåga att förmedla äkthet ligger i att dess yttre inte får ändras och att inga ingrepp får utföras i både planlösning och stomme. Många möbler och inredningar som tillverkades i slutet av 1800-talet har bevarats. Dessa är placerade på flera ställen i Gamla rådhuset och främjar upplevelsevärde från förflutna tider. Autenticiteten har beaktats särskilt i Sessionssalen, med marmoreringsmålningarna samt tavlor på innerväggarna, se figur 18 och 19.

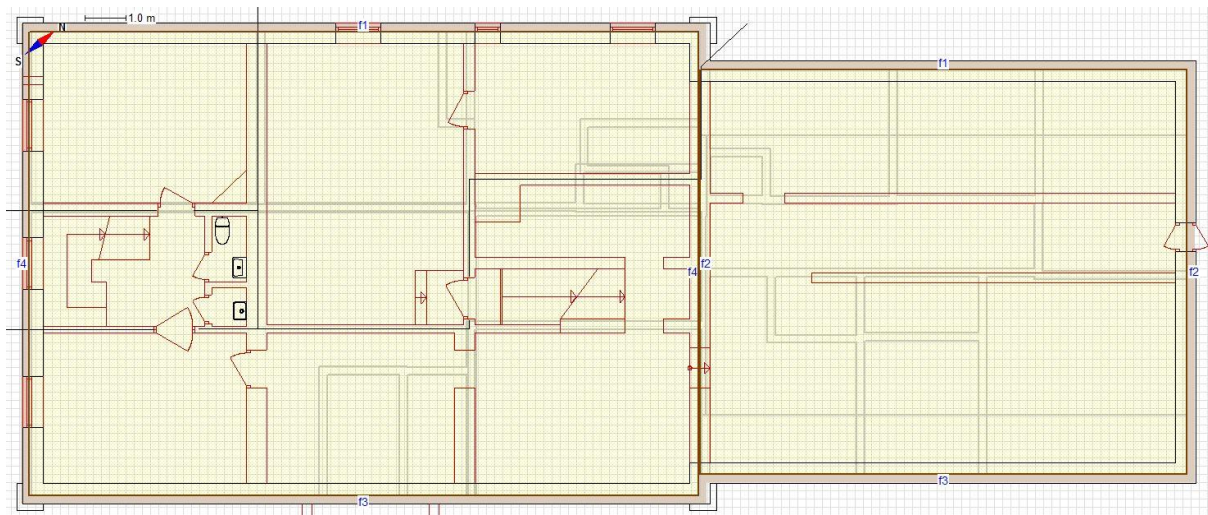
## 5. RESULTAT

### 5.1 Energisimulering av Gamla rådhuset

Inför utformningen av Gamla rådhuset i beräkningsprogrammet IDA ICE användes ritningar tillsammans med sammanställda dokumentation från rådata inventeringen. Med bestämda siffror på energianvändning användes dessa som riktlinje för att erhålla en lämplig energianalys för fallbyggnaden.

För att underlätta utformning av IDA ICE modell importerades samtliga planskisser i form av DWG-filer till programmet.

Modellen av fallbyggnaden byggs upp genom att först rita en s.k. byggnadskropp (Building Body) som representerar byggnadens klimatskal (se Figur 15). Byggnadskroppen är begränsad till de inre ytorna av vägg, golv samt tak och ritades enligt figuren nedan.



Figur 15: Utformat klimatskal i IDA ICE sedd från planritningsfunktion

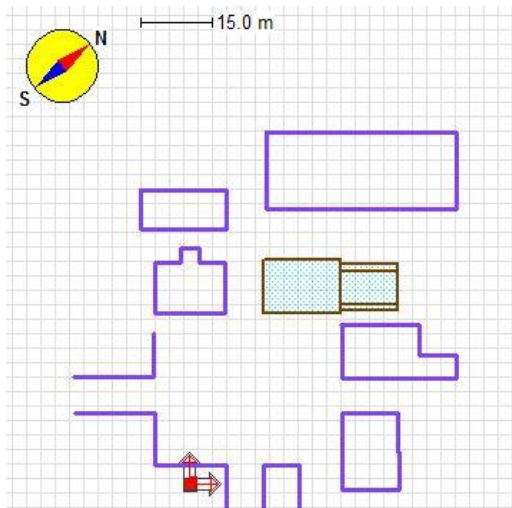
Eftersom Gamla rådhuset består av en huvudbyggnad och en påbyggnad ritades två byggnadskroppar in i modellen. Med värden från ritningar justerades modellens höjd genom inmatning av siffror i koordinatsystemets z-led.

#### 5.1.1 Klimat

Klimatprofilen är inställd på hämtad klimatfil: Luleå Hour

Vindprofilen väljs som "Default Urban" då byggnaden ligger beläget i centrala Piteå med andra omkringliggande bebyggelser.

Fallstudiebyggnadens skuggning och orientering ställs in i korrelation med aktuell kompassriktning för beaktandet av solens positionering under ett årsperiod (se Figur 16 och 17). Vidare ritas skuggande byggnader och objekt in som beskrivs enligt figurerna nedan.



Figur 16: Inställning av Fallstudiebyggnadens skuggning och orientering




Figur 17: Skuggning i höjded justerades i förhållande till fallstudiebyggnaden

### 5.1.2 Sammanställning av konstruktionsbygdelar


I tabellerna 4 till 12 redovisas uppbyggnad och värmetekniska egenskaper för klimatskalets olika byggnadsdelar. Se Bilaga 1 för en detaljerad sammanställning av Gamla rådhusets tekniska beskrivningar.

#### Ytterväggar och innerväggar

Tabell 4: Värderna för ytterväggens konstruktion hos entréplan och plan 2

Inne	Konstruktionsskikt	Tjocklek [m]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
	Gipsskiva	0,013	0,22	900	800	
	Ångspärr					
	Isoleringsskikt	0,12	0,044	52	853	$\lambda = 45/600 * 0,14 + 555/600 * 0,036 = 0,0438$
	<i>Mineralull</i>	<i>0,12</i>	<i>0,037</i>	<i>16</i>	<i>800</i>	
	<i>Träreglar</i>	<i>0,12</i>	<i>0,14</i>	<i>500</i>	<i>1500</i>	
	Ligg-Timmestomme	0,22	0,14	500	1500	
	Luftspalt	0,022				med luftningsläkt
	Panel med profilhyvlad ribb	0,022	0,14	500	1500	
Total tjocklek		0,35 m				
Beräknat U-värde		0,22 W/m <sup>2</sup> °C				

Tabell 5: Värderna för ytterväggens konstruktion i källarplan

Inne	Konstruktionsskikt	Tjocklek [m]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
	Puts (Serponit)	0,07	0,8	1800	790	
	Betong	0,2	1,7	2300	900	
	Granitsockel	0,3	3,0	2700	800	
	Total tjocklek		0,57 m			
Beräknat U-värde		1,56 W/m <sup>2</sup> °C				

Tabell 6: Värden för innerväggens konstruktion i våningsplan


Konstruktionsskikt	Tjocklek [m]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
Gipsskiva	0,013	0,22	900	800	
Träregelverk	0,18	0,0105	500	1500	$\lambda = 45/600 * 0,14 = 0,0105$
Gipsskiva	0,013	0,22	900	800	
Total tjocklek	0,21 m				
Beräknat U-värde:	0,07 W/m <sup>2</sup> °C				

Tabell 7: Värden för innerväggar i källarplan


Konstruktionsskikt	Tjocklek [m]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
Betong	0,3	1,7	2300	900	
Total tjocklek	0,3 m				
Beräknat U-värde:	1,67 W/m <sup>2</sup> °C				

## Tak

Tabell 8: Värden för takbjälklagets konstruktion

Inne	Konstruktionsskikt	Tjocklek [m]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
		Träpanel	0,022	0,14	500	1500
Ångspärr						
Isoleringskikt		0,15	0,044	52	853	$\lambda = 45/600 * 0,14 + 555/600 * 0,036 = 0,0438$
<i>Mineralull</i>		<i>0,15</i>	<i>0,037</i>	<i>95</i>	<i>800</i>	
<i>Träreglar</i>		<i>0,15</i>	<i>0,14</i>	<i>500</i>	<i>1500</i>	
Golvspånskiva		0,022	0,14	500	1500	
Mineral lösull		0,35	0,042	27	800	
Tjocklek:		0,54 m				
Beräknat U-värde:		0,08 W/m <sup>2</sup> °C				

Tabell 9: Värden för yttertakets konstruktion för påbyggnad

Inne	Konstruktionsskikt	Tjocklek [mm]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
		Träpanel	0,022	0,14	500	1500
Ångspärr						
Isoleringskikt		0,07	0,044	52	853	$\lambda = 45/600 * 0,14 + 555/600 * 0,036 = 0,0438$
<i>Mineralull</i>			0,037	95	800	
<i>Träregel</i>			0,14	500	1500	
Isoleringskikt med timmer		0,1	0,047	52	853	$\lambda = 125/1200 * 0,14 + 1075/1200 * 0,037 = 0,047$
<i>Timmer</i>			0,14	500	1500	
<i>Mineralull</i>			0,037	95	800	
Vindpapp						
Panel		0,022	0,14	500	1500	
Luftspalt						
Pannplåt (Al)						
Ute						
Total tjocklek		0,21 m				
Beräknat U-värde:		0,24 W/m <sup>2</sup> °C				

### Golv och bjälklag

Tabell 10: Värden för källargolvets konstruktion

Konstruktionsskikt (insida → utsida)	Tjocklek [mm]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
Golvbeklädnad	0,001	0,18	1100	920	
Betong	0,1	1,7	2300	900	
Grusfyllning	0,1	2	2000	1000	
Total tjocklek		0,2 m			
Beräknat U-värde:		0,08 W/m <sup>2</sup> °C			



Tabell 11: Värden för bjälklagets konstruktion i entréplan

Konstruktionsskikt (insida → utsida)	Tjocklek [mm]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
Golvbeklädnad	0,001	0,18	1100	920	
Betong	0,3	1,7	2300	900	
Total tjocklek	0,3 m				
Beräknat U-värde:	2,71 W/m <sup>2</sup> °C				

Tabell 12: Värden för bjälklagets konstruktion i våning 1

Konstruktionsskikt (insida → utsida)	Tjocklek [mm]	$\lambda$ Konduktivitet [W/m*K]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifik värmekapacitet [J/kg*K]	Övrig info
Golvspånskiva	0,045	0,14	500	1500	
Träbjälklag	0,25	0,0105	500	1500	
Gipsskiva	0,013	0,22	900	800	
Total tjocklek	0,31 m				
Beräknat U-värde:	1 W/m <sup>2</sup> °C				

### Fönster och invändiga öppningar

Samtliga fönster och dörr är anpassade efter vad som beskrivs i ritningar i form av storlek och placering.

Inställningarna för fönster är en standard fönster modell som finns att välja i IDA ICE och stämmer överens med befintliga fönster i fallstudiebyggnaden gällande U-värde. Glaskonstruktionen väljs till "2 pane glazing, clear, 4-12-4 (example)" där U-värdet är 2,8 W/m<sup>2</sup>°C med en dagsljustransmittans på (G) 0,76 och solenergitransmittans på (T) 0,7.

Innerdörrarnas U-värde antogs till 2,9 W/m<sup>2</sup>°C (Rehn, 2013)

### Ytterdörr

Ytterdörren är nyttillverkad från 1992 och antas ha U-värdet 2,0 W/m<sup>2</sup>°C (Energimyndigheten, 2008)

### Zoninställningar

Fallstudiebyggnaden är indelade i zoner baserad på antal existerande rum. Som ett museum bedrivs här en kontorsverksamhet och innefattar allmänna besök under specifika öppettider. Med indelade zoner beaktas olika innerväggar i beräkningsprogrammet.

Entréplanet och övre våningen förutsätts ha samma innetemperatur då dessa utrymmen består av personalens kontor och muséets utställningar. Här förväntas större delen av byggnadens verksamhet där både personal och besökare tillbringar det mesta av tiden. Inomhustemperaturen för dessa zoner mättes till 19,8°C.

Källarplanet används för lager ändamål och är utrymmen som personalen tillbringar lite tid i. Den termiska komforten förväntas vara lägre än ovanstående plan med en inomhustemperatur på 17°C.

### **Infiltration**

Med vinddriven flöde som vald inställning är lufttätheten satt till 0,5 ACH(Air Changes per Hour) eller oms/h vid 50 Pa tryckdifferens.

Inställningarna för tryckkoefficienterna fylls på automatiskt och sker genom att trycka på Auto fill tabben under Pressure Coefficients. Här väljs AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre) som "Semi-exposed" eftersom byggnaden ligger beläget i ett torg med omkringliggande bebyggelse.

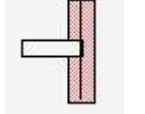
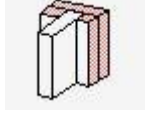
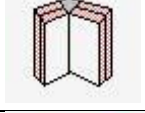


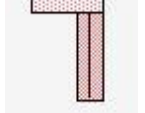
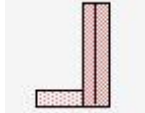
### **Systemdistributionsförluster**

Det sker extra energiförluster i byggnaden i form av varmvattenanvändningen. Dessa värden inkluderas i energisimuleringen och antogs vara 64 liter/m<sup>2</sup> per år. Dessa siffror är baserat på genomsnittlig antal besökare tillsammans med personal och per år.

## Köldbryggor

I beräkningsprogrammet finns valet att även ställa in byggnadens köldbryggor. Med en principiell tabell (se Tabell 13) skildras inställningar för köldbryggor enligt nedan såsom i programmet.

Tabell 13: Inställningar för köldbryggor och dess anslutningar i IDA ICE

	Ingen	Bra	Typisk	Dålig	Väldigt dålig	Anslutning	W/mK
			x			Yttervägg/ Mellanbjälklag	0,04
				x		Yttervägg/ Innervägg	0,04
			x			Yttervägg/ Yttervägg	0,06
					x	Fönsteromkrets	0,05
					x	Dörromkrets	0,05
			x			Tak/ Yttervägg	0,06
					x	Grundplatta/ Yttervägg	0,1

## Grundens egenskaper

Egenskaperna för omslutande mark kring byggnaden kan ställas in i programmet.

Där valdes "Ground Model" till ISO-13370 som är en standard för beräkning av U-värden för byggnadsdelar mot mark. Vidare är marklagret under källargolv (Ground layers under basement slab) valt till Default ground with insulation. Här valdes inställning för markisolering bort och inkluderar endast jordlagret. Samma inställningar sattes för markskikten utanför källarvägg (Ground layers outside basement walls).

**Personvärme**

Genomsnittligt antal besökare i Gamla rådhuset uppgår till 62 personer varje dag, inklusive personal. Detta är baserat på personindata från 2012 (se Bilaga 1). Antalet personer är fördelade främst över zonerna i entréplan och våning 1. Vidare fördelas antal personer i utrymmen utefter var dessa är mest sannolikt att vistas i. Rummen med utställningar tillsammans med sessionsalen har exempelvis en genomsnittlig 6-8 besökare medan kontorsrummen har 1-2 personer.

Personnärvaron sker enligt verksamhetens öppettider:

Tidsintervall Året runt	Närvaro
Mån	stängt
Tis-Fred	9 till 16
Lördagar	11 till 15

Fördelade besökare och personal i samtliga zoner har sin aktivitetsnivå satt till 1,2 MET (Metabolic Equivalent). Aktivitetsnivån motsvarar en stående person i vila, vilket är en representativ inställning att välja då detta gäller museiverksamhet.

Klädsel för besökare och personal är satt till standardvärden som anges i programmet. Dessa värden är  $0,85 \pm 0,25$  clo (mått som beskriver värmemotståndet för klädsel), vilket innebär en klädsel av byxor med en kortärmad eller långärmad tröja.

**Belysningsvärme**

IDA ICE har en inställning som automatiskt anger antalet belysningsenheter per rum/zon och sker utifrån hur stor golvytan är. Effekten för varje belysningsenhet är baserad på schablonvärden i IDA ICE, vilket är 60 W. För att kontrollera att antalet belysningsanordningar stämde överens med byggnaden, användes Gamla rådhusets elritningar med information om eluttag för belysning.

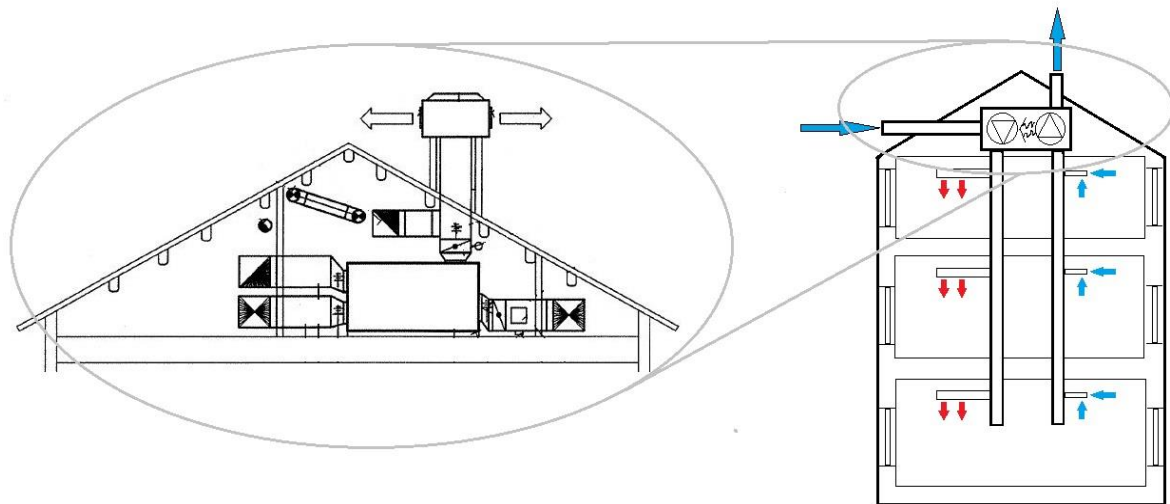
Belysningen aktiverades enligt verksamhetens öppettider:

Tidsintervall Året runt	Närvaro
Mån	stängt
Tis-Fred	9 till 16
Lördagar	11 till 15

## 5.1.4 HVAC system

### Ventilationssystem

Byggnaden har TF(Till- och Frånluft) -ventilation med värmeåtervinning (FTX-system NOVA-05-MRA). I fallstudiebyggnaden är ventilationsaggregatet placerat i vindsvåningen (se Figur 18) med motorfabrikattypen Danfoss FCM 322. Aggregatets betydelse tas hänsyn vid främst för dess elkonsumtion vid drift av fläkt. Indata från FTX-systemet matas in i energisimuleringsprogrammet och beskrivs mer i detalj i Tabell 14 nedan.



Figur 18: Gamla rådhusets FTX-system

Tabell 14: FTX-systemets värden

<b>Ventilationssystem</b>	NOVA-05-MRA
<b>Drifttid för aggregat</b>	Alltid på
<b>Verkningsgrad [%]</b>	76 %
<b>Fläkeffekt Tilluft [kW]</b>	2,2
<b>Fläkeffekt Frånluft [kW]</b>	2,2
<b>Flöde Tilluft [m3/s]</b>	1,26
<b>Flöde Frånluft [m3/s]</b>	1,07
<b>SFP Tilluft [kW/(m3/s)]</b>	1,75
<b>SFP Frånluft [kW/(m3/s)]</b>	2,06

Med befintligt luftflödesprotokoll av byggnaden från 2000-06-06 matades uppmätta värden på tilluft- och frånluftsflöden in i samtliga zoner (entré, utställningsrummen, kontorsrum, WC, kök, arbetsrum, bibliotek, kopieringsrum och klädkammare) i beräkningsmodellen. Dessa mätvärden finns att granska i Bilaga 9.

### Uppvärmningssystem

Gamla rådhuset i Piteå värms upp genom fjärrvärme vars aggregat ligger beläget i källarplan. Från ett lokalt centralt värmeverk värms vattnet upp och distribueras till fastighetens fjärrvärmecentral. Transport av det varma vattnet sker via ett system av välisolerade undertryck och är mellan 70°C 120°C. I fjärrvärmecentralen finns en värmeväxlare som använder fjärrvärmevattnet för cirkulation i byggnadens vattenburna värmedistribueringsystem i både radiatorer och kranar.

Med radiatorer som värmesystem är dessa inställda på att alltid vara igång i beräkningsprogrammet. Värmepannainställningar är satt på att prestera konstant och att dess energibärare är vald till district dvs. fjärrvärme.

### 5.1.5 Simuleringsresultat

Utifrån redovisad indata har energisimulering utförts för att beräkna effekt- och energibehovet för fallstudiebyggnaden över ett år.

Hur detaljerade resultaten från simuleringen är och vad dessa består av går att bestämma genom att välja vilka objekt som är av intresse. Objekten är en variation av temperaturer, luftflöden, totala uppvärmning/kylning, vindhastighet, värmekälla detaljer, inomhus luft kvalitet, dagsljus beteende och levererad energibehov för att nämna några. I aktuell studie har endast ett resultat varit av intresse:

Förbrukad årsenergi. Detta skildrar byggnadens totala värme- och elanvändningen under ett år.

Kompleta rapporter och diagram med simuleringsresultat finns bifogade i Bilaga 3.

#### Översikt över simuleringsresultat

Fallstudiebyggnad	Värmeanvändning [kWh/m <sup>2</sup> ]	Elanvändning [kWh/m <sup>2</sup> ]	Total Energiåtgång [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gamla rådhusmuséet	<b>91</b>	<b>31</b>	<b>122</b>

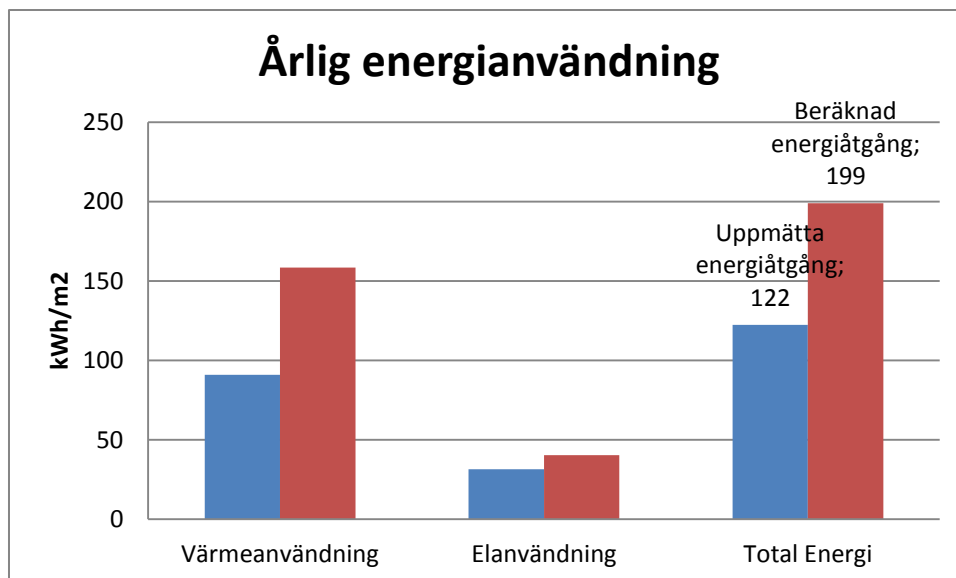
Se Bilaga 2 för en detaljerad sammanställning av den uppmätta energianvändningen.

#### Beräknad energianvändning

Fallstudiebyggnad	Värmeanvändning [kWh/m <sup>2</sup> ]	Elanvändning [kWh/m <sup>2</sup> ]	Total Energiåtgång [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gamla rådhusmuséet	<b>159</b>	<b>40</b>	<b>199</b>

Se Bilaga 3 för en detaljerad sammanställning av den beräknade energianvändningen.

Se Figur 19 för hur den uppmätta energianvändningen förhåller sig till den beräknade energianvändningen.



Figur 19: Den uppmätta och beräknade årliga energianvändningen

Avvikelsen mellan faktisk och beräknad energiåtgång är 39 %. Medan skillnaden i elanvändning ligger på 9 kWh/m<sup>2</sup>, är detta relativt liten jämfört med skillnaden i värmeanvändningen som ligger på 77 kWh/m<sup>2</sup>.

### 5.1.6 Känslighetsanalys

Med en avvikelse på 39 % mellan beräknad och uppmätt energianvändning undersöks faktorer som kan ligga till grund för detta. Varje faktor granskas var för sig för att se om det uppstår skillnader i beräknad energianvändning.

#### Personvärme och tappvarmvattenanvändning

Gamla rådhuset är ett museum där besökare ständigt går ut och in i byggnaden. Inställningarna för personvärme i föregående energisimulering kan vara en av de potentiella anledningarna till avvikelsen. Det är svårt att förutsätta beteendet för människorna som vistas i byggnaden och hur mycket dessa varierar i antal. Andra faktorer som hur mycket dessa är klädda, deras ämnesomsättning, åldersgrupp och hur länge varje besök varar försvårar bedömningen för alstrat värmestillskott. Här minskas det uppskattade värdet av antal människor byggnaden från 52, ner till antalet hos personalen, vilket är 5-9 människor.

Då antalet människor som vistas i byggnaden minskar, minskar också tappvarmvatten användningen inte representativ. För tappvarmvatteninställningen, antas personalen ständigt vara på plats under öppettiderna och när det är stängt vilket är mer motiverat för den verkliga tappvarmvatten användningen.

I inställningarna för extra energi och förluster (Extra energy and losses) sänktes den genomsnittliga tappvarmvattenanvändningen från 64 l/m<sup>2</sup> ner till 12,8 l/m<sup>2</sup> (80 % minskning).

Med ovan gjorda ändringar ökade den årliga energianvändningen från 199 kWh/m<sup>2</sup> till 200 kWh/m<sup>2</sup>. Efter att ha exkluderat en stor del av vistande personer i byggnaden visar detta ökad energianvändning. Detta är på grund av extra värmestillskott från människor som saknas för att erhålla behaglig innetemperatur på 20°C.

## **Luftläckage**

Lufttätheten i den första energisimuleringen baserades på en default-inställning för halvexponerade byggnader i urbana förhållanden. För att undersöka om detta är en faktor med hög påverkan på den årliga användningen sattes luftomsättningen per timme först till ett lågt värde, 0,2 oms/h och sedan till ett högt värde, 3,0 oms/h, för att undersöka hur energianvändningen förändras.

0,2 oms/h - 198 kWh/m<sup>2</sup>

3,0 oms/h - 206 kWh/m<sup>2</sup>

## **Belysningsvärme**

Schema för ljus användningen har skett i grova drag då det är svårt att avgöra vilka lampor som är aktiverade under en viss period. Första energisimuleringen förutsätter att samtliga lampor i byggnaden alltid är igång under öppettiderna. Med schablonvärde från Energimyndighetens hemsida för att välja rätt ljus utförs en känslighetsanalys där samtliga glödlampor är 40 W respektive 200 W (Energimyndigheten, 2013a).

40 W glödlampor – 195 kWh/m<sup>2</sup>

200 W glödlampor – 205 kWh/m<sup>2</sup>

## **Elförbrukande utrustning**

Övriga energiförbrukande enheter som t.ex. vitvaror, datorer och skrivare inkluderades inte i den första energisimuleringen. Här antas vitvaror som kyl och frys vara igång konstant medan övriga elutrustningar antas vara igång under öppettiderna.

Inkluderad elförbrukande utrustningar – 202 kWh/m<sup>2</sup>

## **Inomhustemperatur**

Inomhustemperaturen justeras i olika nivåer för att undersöka hur stor påverkan den har för den årliga energianvändningen. Temperaturerna 15°C och 25°C testas för att klargöra om detta kan ligga till grund för avvikelser mellan uppmätt och beräknad energianvändning.

Inomhustemperatur 15°C – 163 kWh/m<sup>2</sup>

Inomhustemperatur 25°C – 272 kWh/m<sup>2</sup>



### Sammanfattat resultat från känslighetsanalys

Parameter	Avvikelse från ursprungliga beräknad värde
Personvärme och tappvarmvattenanvändning	+1 %
Luftläckage: 0,2 oms/h	-1 %
3,0 oms/h	+3 %
Belysningsvärme: 40 W	-2 %
200 W	+3 %
Energiförbrukande utrustningar	+1 %
Reglering av innetemperatur: 15°C	- 18 %
25°C	+27 %

Enligt känslighetsanalysen är antaganden avseende inomhustemperaturen i byggnaden den parameter som påverkar den beräknade energianvändningen mest.

I de fortsatta beräkningarna behålls de första inställningarna med inomhustemperaturen som förblir 19,8 °C. Detta var värdet som uppmättes under den okulära besiktningen av Gamla rådhuset vilket stödjer antagandet att behålla de första inställningarna

En annan anledning som kan påverka är den använda klimatfilen som är avsedd för Luleå/Kallax området. Detta är troligtvis en mindre viktig faktor på grund av att Luleå och Piteå är geografiskt närliggande varandra.

För en mer detaljerad sammanställning av känslighetsanalysen se Bilaga 5.

### 5.3 Förslag på energibesparande åtgärder

I detta delavsnitt presenteras ett urval av möjliga byggtekniska åtgärder för energieffektivisering av fallstudiebyggnaden. För att få en generell bild om hur dessa åtgärder påverkar det kulturhistoriska värdet användes litteraturstudier om ämnet. Detta jämförs sedan med förvaltningsaktörernas åsikter och rekommendationer om förslagsåtgärderna. En detaljerad sammanställning av resultaten från energisimuleringen baserad på förslag på energibesparande åtgärder finns i Bilaga 4.

#### 5.2.1 Byggnadstekniska åtgärder som påverkar klimatskalets värmeskydd

##### Tilläggsisolering av fallstudiebyggnad

Ett sätt att reducera värmeförluster är att öka konstruktionens isoleringsförmåga tillsammans med god lufttäthet. Byggnadsdelar som berörs av tilläggsisolering är ytor som tak, väggar samt golv och omfattar det uppvärmda utrymmet. Det finns många värmeisoleringsmaterial att välja mellan och de har varierande egenskaper i densitet och värmeledningsförmåga. Tjockleken efter åtgärd är tagna utifrån standardmått från aktuella lågenergihusprojekt.

##### **Tilläggsisolering av vindsbjälklag**

Det finns för närvarande en landgång som ligger förgrenat genom lagret av minerallösull. En möjlighet är att landgången höjs så att utrymmet kan fyllas med minerallösull. Vidare kan isoleringsskiktets tjocklek ökas ytterligare för att optimera klimatskalet.

Optimering av byggnadsdel:	Vindbjälklag
Åtgärd:	Öka tjockleken på isolering med 250 mm
Tjocklek innan åtgärd:	350 mm
Tjocklek efter åtgärd:	600 mm

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 198 kWh/m<sup>2</sup>) ca 0,4 %

##### **Invändig tilläggsisolering av ytterväggar**

Tilläggsisolering av yttervägg för den aktuella fallstudiebyggnaden, kan göras invändigt. Detta appliceras främst på k-märkta byggnader eftersom tilläggsisolering utåt skulle medföra ändrat utseende av byggnaden. Med invändig isolering är det viktigt att ta hänsyn till att åtgärden kommer att påverka utrymmet inuti klimatskalet genom att ytor blir mindre. Fuktaspekten bör även uppmärksammas då risken för kondens vid fönsterytorna ökar, tillsammans med att utvändigt vägg blir kallare och ökar känsligheten för fukt. Dessutom blir det svårare att åtgärda köldbryggorna. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

Invändig tilläggsisolering är möjlig förutom i sessionssalen på plan två. Vid implementerad åtgärd fördärvas den karaktäristiska dekormålningarna längs med väggarna vilket kommer att direkt strida mot byggnadsminnesförklaringens skyddsföreskrifter.

Optimering av byggnadsdel:	Yttervägg
Åtgärd:	Invändig tilläggsisolering Öka tjockleken på isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	120 mm
Tjocklek efter åtgärd:	190 mm

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 196 kWh/m<sup>2</sup>) ca 2 %

### Utvändig tilläggsisolering av ytterväggar

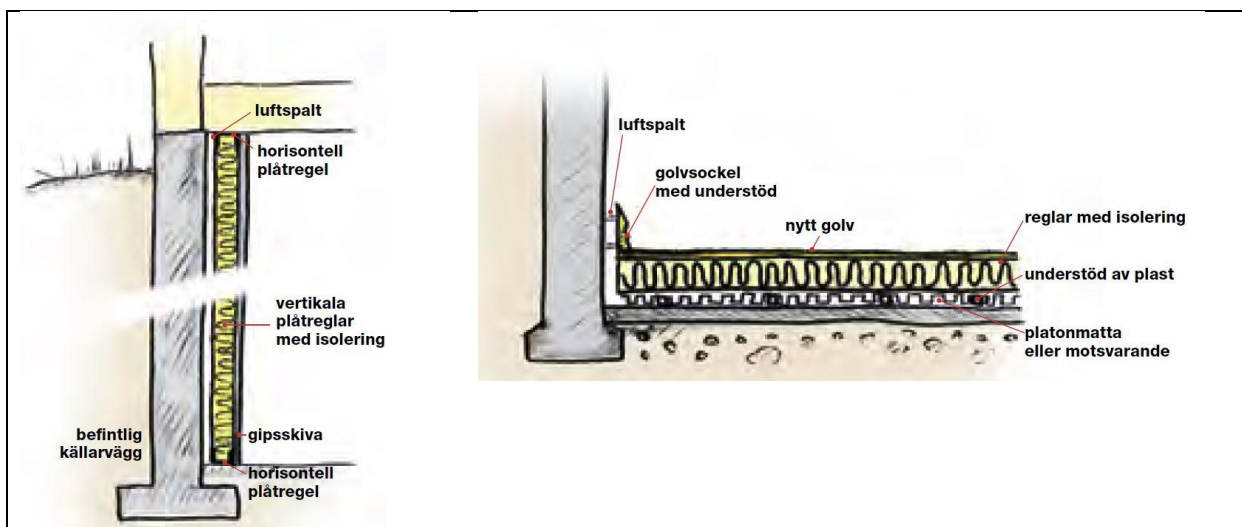
Den ursprungliga väggkonstruktionen blir inte bara varmare och torrare med utvändig isolering. Den blir även mer lufttät vilket kan minska värmeförlusterna från luftläckage. Dessutom bryts köldbryggor och bidrar till den termiska komforten. Hänsyn måste tas till att djupare liggande fönster medför begränsat insläpp av dagsljus. Här är det viktigt att tilläggsisoleringen utförs efter noggrann projektering och produktion där man strävar efter att bevara den arkitektoniska helheten. Kringarbeten av tak, fönster och dörrar kan även komma att anpassas utifrån den nya energieffektiverade fasaden. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011).

Optimering av byggnadsdel:	Yttervägg
Åtgärd:	Utvändig tilläggsisolering Öka tjockleken på isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	120 mm
Tjocklek efter åtgärd:	300 mm

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 193 kWh/m<sup>2</sup>) ca 3 %

### Tilläggsisolering av källare

Källaren utgör den nedre delen av klimatskalet som är minst isolerad i jämförelse med övriga byggnadsdelar i Gamla rådhuset. Precis som invändig tilläggsisolering av fasad beskriven ovan, kan samma åtgärd appliceras för både vägg och golv för källare, se figur 25 nedan. Här är det viktigt att detta utförs efter noggrann projektering och produktion för att undvika mögel- och fuktskador. En metod att tilläggsisolera källare beskrivs i Figur 20 nedan.



Figur 20: Teknisk lösning vid tilläggsisolering av källare (Andersson, Fant & Landfors 2009)

Optimering av byggnadsdel:	Källarvägg
Åtgärd:	Montering av isolering med tjocklek 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	0 mm
Tjocklek efter åtgärd:	70 mm

Optimering av byggnadsdel:	Källargolv
Åtgärd:	Montering av cellplast med tjocklek 45 mm
Tjocklek innan åtgärd:	0 mm
Tjocklek efter åtgärd:	45 mm

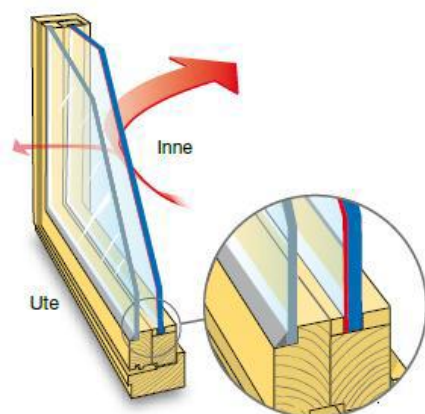
Procentuell energibesparing: (198,9 kWh/m<sup>2</sup> → 179,6 kWh/m<sup>2</sup>) ca 9,7 %

## Fönster och ytterdörrar

### Åtgärder för fönster

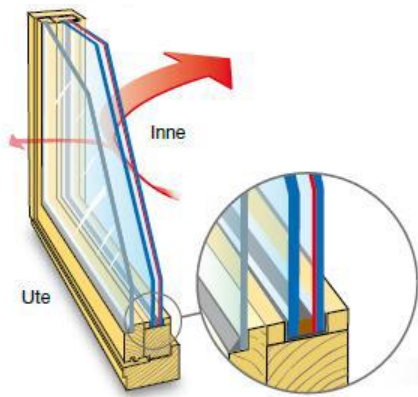
Gamla rådhusets samtliga fönster är 2-glasfönster med ett U-värde på 2,8 W/m<sup>2</sup>°C. Ett fönster idag har ett U-värde som ligger mellan 0,9-1,2 W/m<sup>2</sup>°C och gäller vid utbyte av hela fönster. Den åtgärd som kan anses vara mest lämplig vad gäller aktuell fallstudiebyggnad är antingen montering av energiglas eller isolerruta.

Montering av energiglas (se Figur 21) innebär bevarande av ursprungsfönstret med 2-glas utformning. Befintliga innerglas eller ytterglas ersätts genom montering av en extrabåge av energiglas. Energiglas är tunt och är belagd med ett hårt oxidskikt som reflekterar värmestrålning, vilket innebär en 50 procent minskning av värmeförlust. Genom tillägg av energiglas bevaras även estetiken vilket är väsentlig för byggnader med byggnadsminnesförklaring. I aktuellt fall sänks U-värdet från 2,8 W/m<sup>2</sup>°C till 1,8 W/m<sup>2</sup>°C. (Energimyndigheten 2007).



Figur 21: En principiell figur för montering av energiglas på insidan av befintligt fönster(Energimyndigheten 2011)

Ett annat alternativ för ett energieffektiviserat är att det befintliga 2-glas fönstret omvandlas till ett 3-glas fönster (se Figur22). Detta fönster har en innerbåge med 2-glas isolerruta. Egenskapen av en bättre isoleringsförmåga finns i utrymmet mellan de två glasen som är fylld med ädelgas. U-värdet på aktuell fallstudiebyggnad kommer att med denna åtgärd att sänkas från 2,8 W/m<sup>2</sup>°C till 1,0 -1,8 W/m<sup>2</sup>°C (Ekelin, Landfors & Andersson 2012).



Figur 22: En principiell figur som visar hur 2-glas isolerruta bevarar värmestrålningen (Energimyndigheten, 2011)

I samband med utvändigt tilläggsisolering av yttervägg kan fönsterbyte till lågenergifönster vara lämpligt som åtgärd. Byggnadens utseende förändras med utvändigt tilläggsisolering och fönster hamnar längre in i fasaden än vad det var från början. En lösning för att behålla ursprunglig utseende sedd utifrån är nya monterade lågenergifönster placerade längst ut i fasaden.

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Montering av energiglas
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,8 W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 186 kWh/m<sup>2</sup>) ca 6 %

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Montering av 3-glas ruta med 2-glas isolerruta
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,3 (1,0 -1,8) W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 182 kWh/m<sup>2</sup>) ca 9 %

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Fönsterbyte med 3-glas lågenergifönster
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,0 W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 177 kWh/m<sup>2</sup>) ca 11 %

## Åtgärd för ytterdörr

Ytterdörrarna som finns i Gamla rådhuset är gamla och har ett U-värde på 2,9 W/m<sup>2</sup>°C, vilket intygas av ett inregleringsdokumentation utförd av Rehn Värmeoptimering AB. Bra ytterdörrar ska kunna stänga ute kyla, regn och snö eftersom dessa utgör en viktig del i husets klimatskal (Din uppvärmning, energimyndigheten 2014). Standarddörrar idag med trästomme och ett litet fönster har en värmeledningsförmåga från 0,8 till 1,5 W/m<sup>2</sup>°C (Energimyndigheten 2008).

Optimering av byggnadsdel:	Ytterdörr
Åtgärd:	Byta ut ytterdörr
U-värde innan åtgärd:	2,9 W/ m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	0,8 W/ m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 199 kWh/m<sup>2</sup>) ca 1 %

## Åtgärd för köldbryggor

Köldbryggor i byggnaden medför värmeförluster och kan åtgärdas genom isolering och att skarvar drevas och tätas. Alternativt kan isolering även blåsas in i hålrum. Med genomtänkt projektering och utförliga konstruktionslösningar samt metod, kan samtliga köldbryggor elimineras.

Optimering av	Köldbryggor	
Åtgärd	Eliminering av köldbryggor	
Värmeledningsförmåga innan åtgärd:		
	Anslutning	W/mK
	Yttervägg/ Mellanbjälklag	0,04
	Yttervägg/ nnervägg	0,04
	Yttervägg/ Yttervägg	0,06
	Fönsteromkrets	0,05
	Dörromkrets	0,05
	Tak/ Yttervägg	0,06
	Grundplatta/ Yttervägg	0,1
Värmeledningsförmåga efter åtgärd:		
	Anslutning	W/mK
	Yttervägg/ Mellanbjälklag	0
	Yttervägg/ nnervägg	0
	Yttervägg/ Yttervägg	0
	Fönsteromkrets	0
	Dörromkrets	0
	Tak/ Yttervägg	0
	Grundplatta/ Yttervägg	0

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 193 kWh/m<sup>2</sup>) ca 3 %

### 5.2.2 Energieffektivisering och bevarande av kulturhistoriska värden

I följande avsnitt presenteras allmän befintlig kunskap om energieffektivisering och hållbara byggtekniska åtgärder av kulturhistoriska byggnader. Avsikten är att belysa den kulturhistoriska aspekten i relation till presenterade byggtekniska åtgärder ovan.

Som underlag för följande text användes rapporten "Hållbar och varsam renovering och energieffektivisering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader – en förstudie" av Fredrik Ståhl, Magdalena Lundh och Peter Ylmén (2011).

#### **Tilläggsisolering av klimatskalet**

Tilläggsisolering av Gamla rådhuset kommer att bidra till att värmeförlusterna minskar. Däremot är det extra utrymme som kommer att behövas för en sådan åtgärd vilket leder till ändringar i utformningen. Utvändigt tilläggsisolering påverkar en byggnads estetiska utseende medan invändigt tilläggsisolering begränsar brukbar yta inuti byggnaden. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

En åtgärd som inte ändrar byggnadens är tilläggsisolering av vindbjälkslaget. Tilläggsisoleringen sker genom att spruta och fördela lös mineralull över det befintliga isoleringsskiktet på vindplanet. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

Byggnadens panelarkitektur med klassicistiska dekorationer är en av egenskaperna som karaktäriserar Gamla rådhuset. Utvändigt tilläggsisolering påverkar denna egenskap i högre grad än invändigt tilläggsisolering. Till fördel av bättre ett bättre klimatskal är det även viktigt att inte skada väggmålningar, väggdekor eller andra interiöra historiskt intressanta detaljer. För att den ursprungliga stommen inte ska förvanskas, är det viktigt med att kontrollera känsligheten för skador samt risken för kondensbildning innan invändigt tilläggsisolering appliceras. Rätt monteringsmetod och underhåll krävs för att öka väggens långsiktiga beständighet. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

#### **Byte av fönster och dörr**

Eftersom fönstret präglar en stor del av en byggnads utseende är dessa av stor betydelse för en byggnads kulturhistoriska värde. Därför är det viktigt att originella fönster ska behållas så långt det går då dessa har ett bevarandevärde. Åtgärdade äldre fönster når upp till ett bra U-värde tillsammans med att dessa redan ursprungligen har en högre kvalitet, längre livslängd och ofta bättre termiska egenskaper än förväntat. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

En granskning av samtliga fönster i fallstudiebyggnaden tyder på att dessa är i bra skick och fått bra underhåll. Ett fönsterbyte är egentligen bara lämpligt när fönstren är i så pass dålig skick att det skulle vara lönlöst att reparera eller underhålla dessa. Dessutom är det en stor och kostsam åtgärd att utföra. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

Vid behov av byte är det viktigt att välja fönster med snickeridetalljer som passar i ursprunglig fasad annars kan nya fönster verka klumpiga. Det är den arkitektoniska helheten som är viktig och nytt fönsterutseende är inte det primära som ska beaktas. Under förutsättningarna att byggnadens ursprungliga karaktär bevaras är det accepterbart med små förändringar i fönsterutseendet. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

En möjlig åtgärd för fönstren i fallstudiebyggnaden är tillägg av energiglas eller isolerrutor på befintligt fönster. Eftersom dessa görs på insidan av fönstret påverkas inte fasadens utseende. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

Liksom fönstrets estetiska roll i en byggnads utseende, utgör även ytterdörrar en framträdande betydelse för det kulturhistoriska värdet. Detta har antagits från bedömningen av hur fönsterutbyte förhåller sig till kulturhistoriskt värde. Vid utbyte av ytterdörr gäller det att det nya dörrutseendet passar in i byggnaden. Huvudsaken är att den energieffektiverade dörren utseendemässigt behåller så mycket som möjligt av Gamla rådhusets karaktär. (Ståhl, Lundh & Ylmén 2011)

### 5.2.3 Expertpanelens utlåtande

I avsnittet som följer nedan presenteras utlåtanden från representanter från SPBA (Sveriges Praktiserande Byggnadsantikvarier), Piteå Kommun och Länsstyrelsen i Norrbotten. Underlaget som expertpanelen uttalar sig om finns bifogat som Bilaga 7. Expertpanelens fullständiga utlåtande finns återgivna i Bilaga 8.

#### **SPBA - Paul Wilund av Wilund Arkitekter och Antikvarier AB**

Paul Wilund menar att Gamla rådhuset i Piteå är ett byggnadsminne och skall som sådant bevaras i evinnerliga tider. Byggnaden skildrar samhällets historia och det bör alla kunna ta del av. Wilund menar därför:

*"... att de energieffektiviseringsåtgärder som föreslås måste vara vägda på guldväg och de måste vara väl grundade i en väl utförd analys av vilka delar av byggnaden som kan tåla en påverkan och vilka som inte kan det. Hur man kan smyga in åtgärder som inte förvanskar byggnaden, och framför allt vad man inte kan göra"*

Enligt Wilund är de föreslagna byggtekniska åtgärderna troligen inte genomförbara på Gamla rådhuset förutom tilläggsisolering av vinden. Åtgärden för att tilläggsisolera källaren är möjlig utifrån en noggrann analys av källarens konstruktion och verkan.

Vidare menar Wilund att komma på åtgärder som verkligen går att genomföra, kräver fantasi och klurighet utöver det vanliga. Det gäller att hitta bästa möjliga teknik och varsamhet för att åtstadkoma ett antal åtgärder som inte syns och som inte märks och som inte skadar byggnaden. Det ska även kunna tas bort (reversibilitet). Varken fasader eller fönster får röras och att byta glas är otänkbart. Huset måste skötas och vårdas med traditionella byggnadsmetoder och färger.

Som möjliga energieffektiviseringsåtgärder föreslår Wilund att ett avancerat trådlöst klimatsystem skulle kunna vara möjligt och styrs efter användning eller över tid. Det bör även observeras om att sänka temperaturen i vissa delar av museet. Är det museimagasin i vissa delar av byggnaden så kanske det går att styra klimatet med hygrostat istället för termostat. Wilund föreslår andra möjligheter till energieffektivisering som utförandet av varsamma kompletteringar av klimatskalet på vissa platser, att lösa innanfönster i källaren t.ex. Eventuellt kan tätningar av trapphusdörren mot vinden utföras, eller gömma en solpanel i trädgården, öka energiåtervinningen på ventilationen eller installera ett bergvärmesystem.

Wilund menar slutligen att valmöjligheten att inte energieffektivisera bör även beaktas:



*"Eller är det kanske så att man måste konstatera att, nej, det går inte att göra så mycket utan att förvanska byggnadsmindet, så vi måste låta bli. Huset är ju ett museiföremål".*

#### **Piteå Kommun – Johannes Räftegård, Kulturmiljöutvecklare, Fysisk planering, Samhällsbyggnad**

I sitt utlåtande menar Räftegård att byggtekniska åtgärder för energieffektivisering av kulturhistoriska värdefulla byggnader är ett viktigt problemområde då många ägare till dessa är ofta i behov av att bättre isolera sina byggnader. Han talar även om en återkommande problematik med avvägningarna mellan boendemiljö och kulturhistoriskt bevarande samt att det kräver även mycket kunskap om olika sätt att energibespara från ägaren, entreprenörer och kommunala tjänstemän.

Så länge som Räftegård har jobbat i kommunen, menar han att inga förslag på ingrepp i Rådhusbyggnaden har inkommit. Räftegård förklarar vidare att det ofta händer att förändringar i bebyggelsen i den omgivande miljön prövar kommunens och fastighetsägarnas hantering av det kulturhistoriska värdet hos miljön som helhet. Det handlar om förtätning av staden med frågor om nya byggnaders/påbyggnaders höjd, volym, placering i kvarteren, gestaltning etc. Av den anledningen menar Räftegård att:

*"... det för närvarande inte hunnits med möjligheten att detalj inventera Rådhuset. Detta innebär att det finns bristande kunskap om vilka delar av byggnaden som är i originalutförande, exakt vilka invändiga renoveringar som skett, osv. På grund av detta blir följande rekommendationer i detta fall en aning generella".*

Vidare anser Räftegård att det bör finnas större möjligheter till invändiga åtgärder för tillbyggnaden som uppfördes 1922, eftersom den inte har samma byggnadshistoriska värde jämfört med den ursprungliga byggnaden. Enligt Räftegård är det svårt att bedöma hur genomförbar invändig tilläggsisolering är för Gamla rådhuset. Detta är på grund av bristfällig information om invändiga ändringar som har skett tidigare. Utsikterna är bättre om det tidigare har skett invändiga ingrepp i större utsträckning, i jämförelse med ett bevarat originalutförande. För att annars bevara Gamla rådhusets kulturhistoriska värde är invändig tilläggsisolering inte aktuellt i sessionsalen. Inga förändringar bör heller ske i samband med fasad och yttertak, vilket är viktigt för karaktären i området.

Räftegård menar att invändig montering av energiglas kan vara en möjlig och bra åtgärd under reversibla förutsättningar. Utbyte av hela fönster är inte genomförbar eftersom:

*"... originalfönster både är karaktärgivande för byggnaden och har ett byggteknikhistoriskt värde. Fler och fler fastighetsägare byter fönstren på sina äldre trähus, vilket innebär att de fönster som man lyckats bevara blir ännu viktigare".*

#### **Länsstyrelsen i Norrbotten – Ylva Sardén, Klimat- och energisamordnare**

Sardén stärker sina rekommendationer med råd och anvisningar från länsstyrelsens Kulturmiljöenhet och de som arbetar med byggnadsmindesförklaringar. Detta bidrar till en klarare uppfattning om vilka åtgärder som anses möjliga att genomföra med hänsyn till det beslutet av Gamla rådhusets byggnadsmindesförklaring.

Enligt Sardén är tilläggsisolering av vindsbjälklag möjlig då denna åtgärd har genomförts sedan tidigare. Sardén upplyser om att det är viktigt att säkerställa god takfotsventilation om denna åtgärd ska utföras. Dessutom ska detta ske under förutsättningarna av att man bygger bort dagens problem med istappsbildning undernock.

Sardén anser även att tilläggsisolering av källarens golv och väggar är en bra energibesparingsåtgärd:

*”Dels skulle det inte påverka byggnaden och upplevelsen av den nämnvärt och dels skulle en sådan åtgärd vara i stort sett helt reversibel. Om åtgärden genomförs med stor hänsyn till risken för fuktproblem bör detta vara en åtgärd som ger en relativt stor energibesparing utan att vara särskilt tekniskt komplicerad”.*

Vidare anser Sardén att de mest realistiska åtgärderna att genomföra, med hänsyn till hur byggnadsminnesförklaringen är formulerad, är montering av energiglas i kombination med tilläggsisolering av källarens golv och väggar.

Däremot bedömer Sardén att invändig och utvändigt tilläggsisolering av ytterväggar inte är gångbart. Detta gäller även för fönsteråtgärderna av att montera ett 3-glas fönster med 2-glas isolerruta, samt ett fönsterbyte med 3-glas lågenergifönster. Dessa nämnda energieffektiviseringsåtgärder anses inte vara lämpliga för Gamla rådhuset, utifrån villkoren i byggnadsminnesförklaringen.

Som möjliga energieffektiviseringsåtgärder föreslår Sardén slutligen:

*”... att man såg över möjligheten att installera en eller flera luft-luftvärmepumpar. Installationen av dessa gör en minimal åverkan på byggnaden och är i princip helt reversibel”.*

#### 5.2.4 Energisimulering med byggtekniska åtgärder i förhållande till kulturhistorisk värde

Energisimulering av fallstudiebyggnaden sker utifrån förvaltningsaktörernas olika rekommendationer om föreslagna byggtekniska åtgärder i förhållande till byggnadsminnesförklaringen.

Valda åtgärder för byggteknisk energieffektivisering enligt: SPBA

<b>Optimering av:</b>	Gamla rådhuset
<b>Åtgärd:</b>	➤ Tilläggsisolering av vindsbjälklag
<b>Beräknad energianvändning innan åtgärd:</b>	199 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Beräknad energianvändning efter åtgärd:</b>	198 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Kommentar:</b>	Isolerskiktet ökar med 250 mm

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 198) ca 0,4 %

Valda åtgärder för byggteknisk energieffektivisering enligt: Kommunen

<b>Optimering av:</b>	Gamla rådhuset
<b>Åtgärd:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Delvis tilläggsisolering av innerväggar</li> <li>➤ Montering av energiglas</li> </ul>
<b>Beräknad energianvändning innan åtgärd:</b>	199 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Beräknad energianvändning efter åtgärd:</b>	183 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Kommentar:</b>	Delvis tilläggsisolering omfattar Gamla rådhusets påbyggnad, hela entréplanet, halva plan två invändiga väggar. Dekormålningarna i sessionsalen och utrymmet till trapphuset blir utan tilläggsisolering. Det sker med en ökning i isoleringsskiktet med 70 mm

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 183 kWh/m<sup>2</sup>) ca 8 %

Valda åtgärder för byggteknisk energieffektivisering enligt: Länsstyrelsen i Norrbotten

<b>Optimering av:</b>	Gamla rådhuset
<b>Åtgärd:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tilläggsisolering av källare</li> <li>➤ Montering av energiglas</li> </ul>
<b>Beräknad energianvändning innan åtgärd:</b>	199 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Beräknad energianvändning efter åtgärd:</b>	167 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Kommentar:</b>	Isolering av källare sker med utförlig analys av källarens konstruktion och hur detta kan påverkas efter tillämpad åtgärd. Noggrann projektering av tilläggsisolering är viktig och ska utföras med möjligheten till källarens ursprungliga utformning.

Procentuell energibesparing: (199 kWh/m<sup>2</sup> → 167kWh/m<sup>2</sup>) ca 17 %

Med olika utgångspunkt förekommer både skillnader och likheter i förvaltningsaktörernas utlåtanden. Nedan sammanfattas samtliga energibesparingar och visar hur tolkning av byggnadsminnesförklaringen påverkar energieffektiviseringspotentialen.

<b>Förvaltningsaktör</b>	<b>Procentuella Energibesparing</b>
<b>SPBA</b>	0,4 %
<b>Piteå Kommun</b>	8 %
<b>Länsstyrelsen i Norrbotten</b>	17%

Se Bilaga 6 för sammanställning av resultaten från energisimuleringen utifrån expertpanelens utlåtande.

## 6. DISKUSSION OCH SLUTSATS

### 6.1 Energieffektivisering genom byggtekniska åtgärder

Syftet med energisimuleringen i detta examensarbete har varit att undersöka de byggnadstekniska möjligheterna för att minska energianvändningen i fallstudiebyggnaden. Den beräknade energianvändningen avviker från den uppmätta energianvändningen för Gamla rådhuset. Det kan därför ifrågasättas simuleringarna är baserade på verkliga förutsättningar.

Utförda simuleringar med IDA ICE kan inte anges med hög säkerhet på grund av genomförda antaganden avseende av byggnadens area, klimatskalets och källarens utformning, samt övriga förenklingar och uppskattningar. Osäkerhet förekommer vid inmatning av brukarrelaterade variabler där antaganden har gjorts för hur personer som vistas i byggnaden förbrukar tappvatten och el. En känslighetsanalys genomfördes för att klargöra vilka osäkerhetsfaktorer som påverkar den beräknade energianvändningen mest. Resultaten som presenteras i avsnitt 5.1.6. visar att antaganden avseende antal personer som vistas i byggnaden, tappvarmvattenanvändningen, belysningsvärmerna och elförbrukande utrustningar inte gav några väsentliga påverkningar på den årliga energianvändningen. Den faktor som påverkade energianvändningen mest var den antagna inomhustemperaturen. Energinvändningen för uppvärmningen via fjärrvärmerna är betydligt mindre i den uppmätta jämfört med den beräknade energianvändningen. Med detta kan slutsatsen dras att inomhustemperaturen samtliga zoner i byggnaden är genomsnittligen lägre än 20°C. Detta kan ha bidragit till att den beräknade energianvändningen blev högre än den uppmätta. Enligt kapitel 3.4.2 kan den termiska komforten vara flexibel till lägre temperaturer och kan begränsas till utrymmen som används mest av personal och besökare.

Resultatet av energisimuleringen som presenteras i kapitel 5.1.5 ger en översiktlig helårsbild av energianvändningen i Gamla rådhuset. Enligt kapitel 3.4.3 är transmissionsförluster en del av det totala uppvärmningsbehovet av ett hus. I detta fall är värmetransmissionen genom fönster och källare de förlustposterna med störst energieffektiviseringspotentialer relativt sett i procent, vilket framgår i resultaten från kapitel 5.3. Kännedomen om dessa och hur stora dessa energieffektiviseringspotentialer är underlättar för eventuella framtida beslut om vilka byggtekniska energioptimeringar som är mest lämpliga. De som ansvarar för museet kan utifrån prioritera inom vilka delposter vidare utredning bör göras och hur åtgärdsförslagen bör se ut för att kunna minska värmeförlusterna. Om det sker en framtida uppföljning av Gamla rådhusets källare, gällande energieffektivisering, kan utförliga analyser och granskningar av både källargolv och vägg utföras för tilläggsisolering. Detta gäller under förutsättning att man utför åtgärden på rätt sätt som inte förvanskar byggnadens kulturhistoriska värde.

Under granskning av Gamla rådhuset undersöktes enkla åtgärder för vidare energibesparing. På källarplan finns fönster som enkelt kan täckas för med isoleringsmaterial då personalen ändå tillbringar så lite tid där. Det finns även en utrymningsdörr beläget i den nordöstra källarfasaden som är i behov av tätning och isolering. För att reducera ytterligare värmeförluster i värmeledningar kan vissa av dessa exponerade rör isoleras. På vindsplan där ventilationssystemet ligger installerad, förekommer delar av ventilationsledningarna med avsaknad isolering. Dessa delar bör täckas för och eventuellt öka tjockleken på det befintliga isoleringsskiktet som omsluter samtliga ventilationsledningar.

Luftläckage i museets klimatskal misstänks ligga bakom stora värmeförluster och intygades av Gamla rådhusets personal att det fanns kalldrag på vissa ställen i byggnaden. Detta kan återkopplas till kapitel 3.4.3 där luftläckaget bidrar till infiltrationsförluster som är en del av en byggnads värmebehov i energibalansen. Luftläckaget kan åtgärdas med tätning av springor i väggar, omslutningar, dörrar och fönster och kan ske utan större påverkan på Gamla rådhusets kulturhistoriska värde. Exempelvis kan tätning av trapphusdörren mot vinden utföras.

### **6.1.1 Övriga energieffektiviseringsåtgärder**

Genom individuell mätning av tappvarmvatten kan fastighetsägaren uppmana och rekommendera reduktion av tappvarmvatten förbrukningen (Olsson, 2003). Detta kan exempelvis förmedlas genom iögonfallande och upplysande affischer för både personal och besökare. De som ansvarar för museet och dess drift har en stor möjlighet att påverka genom att engagera och motivera personal och besökare att vilja spara energi för att åstadkomma en lönsammare drift av Gamla rådhuset. Resultatmässigt uppnås en förbättrad energianvändningsbeteende som även besökare kan komma att använda i sina hushåll.

Elförbrukningen kan också minskas genom installation av tidsur, ljussensor, rörelsedetektor, energieffektiva armaturer (eventuellt med elektroniska högfrekventa don) och med regelbundet underhåll av belysningsanläggning (El-Eff Region 2009). Dessa åtgärder i samband med energimärkta vitvaror i köket skulle kunna öka energibesparingen.

Under sommaren kan man ta vara på solens energi genom solfångare och solceller för egenproduktion av varmvatten och el. Dessa åtgärder minskar behovet av att köpa in el, men minskar inte byggnadens energibehov. (Vattenfall AB 2014a & b).

## **6.2 Energieffektivisering med hänsyn till kulturhistoriska värden**

Enligt kapitel 3.2 tyder detta på att energieffektivisering av kulturhistoriska byggnader är komplext med tanke på de åtskilliga riktlinjer och principer som måste beaktas. Med stor betoning på varsamhet, bibehållning av autenticitet samt att förvanskningförbudet fullföljs, eftersträvas den bästa lämpliga teknik för att byggtkniska åtgärder inte förvanskar en byggnads estetiska värde, vilket kopplas till teorin i kapitel 3.3.3. Dessutom är det även viktigt att dessa åtgärder ska kunna möjliggöra reversibilitet.

Expertpanelen som i detta examensarbete bestod av Piteå kommun, Sveriges Praktiserande Byggnadsantikvarier (SPBA) och länsstyrelsen i Norrbotten gav i stort sett likadana rekommendationer gällande energieffektiviseringsåtgärderna. De förhöll sig till skyddsföreskrifterna i beslutet om Gamla rådhuset och gav sina åsikter om vilka byggtkniska åtgärder som var möjliga och vilka som inte var gångbara. Förvanskning i expertpanelens mening är när ändringar utförs på ett sådant sätt att byggnadens estetiska utseende inte behålls eller att en viktig egenskap går förlorad. Medan expertpanelen har en gemensam uppfattning om restaureringsprinciperna i teorikapitlet 3.2.2 med restaurering, reversibilitet och konservering, avviker deras uppfattning om autenticitet en aning med utgångspunkt från deras uppfattning om förvanskning. Åtgärder som innebar tilläggsisolering av källare och andra delar av byggnaden där liknande åtgärd redan har tillämpats, skiljer sig från autenticitetsprincipen som betonar att bibehållande av ursprungligt material är väsentligt. Detta kan återkopplas till Muños Viñas kritiska syn om autenticitet enligt kapitel 3.2.2 som beskriver att ett objekts autenticitet i förhållande till dess ursprungliga skick är ett subjektivt val.

I frågan om invändig och utvändig tilläggsisolering var expertpanelen inte helt enig. Både SPBA och länsstyrelsen anser att energieffektiviseringsåtgärderna är direkt otänkbara då dessa stred direkt mot reversibilitet och autenticitet enligt teorin i kapitel 3.2.2. Kommunen hade dock avvikande meningar om en möjlig invändig tilläggsisolering i delar av byggnaden och påbyggnaden där liknande åtgärder redan har tillämpats och ingreppen har skett i stor utsträckning. Dess mening åberopar restaureringsprincipen om byggnadens olika tidsskikt speglar dess historia och gränsar försiktigt omkring rekonstruktion enligt teorin i kapitel 3.1.2. Energieffektivisering av källare var accepterad hos länsstyrelsen eftersom ingen förvanskning sker från denna åtgärd. Dock var SPBA förbehållsam över åtgärden och menade att en förundersökning av befintlig konstruktion krävdes för att undvika framtida fuktskador av den ursprungliga källaren. SPBA har i detta fall restaurering och reversibilitet som utgångspunkt enligt teorin i kapitel 3.1.2. Tilläggsisolering av takbjälklaget var också accepterad av SPBA och Länsstyrelsen, men de ifrågasatte om det var ekonomiskt försvarbart med tanke på att energibesparingspotentialen var marginell. Angående fönsteråtgärderna var kommunen och länsstyrelsen positivt inställda till montering av energiglas på befintliga fönster, trots att det medför relativa dyra kostnader. SPBA ansåg att ingen av de föreslagna fönsteråtgärderna var lämpliga eftersom dessa stred mot plan- och bygglagen, kulturminneslagen och miljöbalken i kapitel 3.3.3 om kulturskydd.

Från expertpanelens utlåtanden kan slutsatsen dras att det förekommer skillnader i deras rekommendationer. En tänkbar anledning till varför det förekommer skiljande åsikter är hur värderingsmetoderna av restaurering och reversibilitet, konservering, autenticitet och rekonstruktion tolkas och prioriteras. Ett förhållningssätt till detta är liknelsen till hur en arkitekt regisserar en byggnads historiska berättelse vilket beror på vad som förmedlas. Där kan exempelvis borttagning av tidsskikt eller nya funktionella tillägg vara ändringar som kan ifrågasättas av andra restaurerare och arkitekter. Även med tydliga anvisningar och bestämmelser som beskriver hur man ska förhålla sig till bevaring av kulturhistoriska värden, går det inte att förbise att det förekommer skillnader i värderingsbedömningen. Detta grundar sig i olika förhållningssätt till värderings- och restaureringsprinciperna som skildras i kapitel 3.2. Vidare kan skillnader i bedömning av påverkan på värdena förklaras genom ett bildligt uttryck med kapitel 3.2 teorin som underlag. Uttrycket syftar på att dessa restaureringsprinciper sträcker sig över ett spektrum där autenticitet och rekonstruktion representerar ändelserna. Vissa restaurerare och förvaltare menar att det är viktigare att ett kulturhistoriskt objekt faller sönder med tiden för autenticitetens skull. Andra anser att ett kulturhistoriskt objekt ska bevaras till priset av att original komponenter byts ut helt och bortser från ett objekts autenticitet. Ur detta kan skillnader i åsikt och rekommendation förekomma beroende på var ställningstaganden har sin utgångspunkt från i restaureringsspektrumet.

Under omständigheterna att Gamla rådhuset blir bortom reparation och underhåll blir frågan om en rekonstruktion aktuell. Utifrån teorin om rekonstruktion i kapitel 3.2 finns sannolikheten att åtgärden kan tillämpas. Hur stor denna sannolikhet är däremot oklart och anvisningarna för rekonstruktion måste granskas med stor omsorg innan den genomförs. Materialen och byggnadsmetoden för att återuppföra byggnaden i sitt originalförfarande är möjlig med ritningarna och bilder som finns tillgängliga. Den stora utmaningen ligger i återskapning av marmoreringsmålningarna i ovanvåningen på grund av dess särskilda utseende. Med utförlig dokumentation och kunniga experter inom området ökas dock utsikterna för en rekonstruktion av Gamla rådhuset.

### 6.3 Undersökningsansats

Metodens tillförlitlighet skulle kunna stärkas genom mer utförlig definition av indata som bl.a. schablonsvärden. Detta avser särskilt brukarrelaterade indata som är svåra att uppskatta.

Valet av expertpanel som alternativ till intervjuer var ett medvetet. Fördelarna som intervjuer medför är ett förtydligande av deras åsikter. Genom att hålla intervjuer kan ett rikare material säkerställas genom följdfrågor, hur deras uttryck var när frågor ställdes och mer om deras värderingar kring ämnet. Vid remissförfarandet är det osäkert hur mycket av materialet som har lästs eller om frågorna har förståtts rätt. Utlåtandet från respondenterna kan då bli alltför generella eller missvisande. Däremot är expertpanelens rekommendationer baserat på det första intrycket vilket var det som avsiktligt ville uppnås här. Det första intrycket kan medföra ett brett spektrum av tolkningar och förhållningssätt till det aktuella ämnet, utöver att frågorna besvaras. Detta kan i sin tur främja ledtrådar till innovationstankar av hur nytänkande byggtekniska energieffektiviseringsåtgärder kan utformas.

### 6.4 Fortsatta studier

Av tidsmässiga skäl har kostnader för byggtekniska åtgärder inte beaktats i detta examensarbete. Investeringskostnader tillsammans med livscykelkostnadsanalys är viktiga att beakta eftersom de kan vara avgörande vid beslut om renoveringar ska utföras eller inte. Med lufttäthetsmätning och termografering kan luftläckage och köldbryggor identifieras och åtgärdas. Detta kunde inte genomföras inom ramen för detta examensarbete men det skulle även ge ett underlag för säkrare energisimuleringar.

För att göra säkrare uppskattningar av tillskott från personvärme skulle parameterstudie kunna göras för att undersöka var besökarna väljer att umgås och hur länge dessa vistas på olika ställen i museet. Med detta kan värmekällorna sektioneras där man undviker att värma upp hela byggnaden utan fokuserar på platserna med frekventa besök. Detta skulle ge en lägre temperatur i de delar av museet som inte används, men med bibehållen komfort för besökarna och personalen.

Hur är energianvändningen för omkringliggande fastigheter? Man bör möjligtvis undersöka vilka energieffektiviseringsåtgärder som är lämpliga i ett större sammanhang för att energibesparingspotentialen ska ha ett mer framträdande värde.

För ett rikare källunderlag kan metoden förbättras med en utökad expertpanel. Studien kan utvidgas vidare för att få en bättre förståelse av byggnadsminnesförklaringen och förhållningssätt till restaureringsprinciperna. Exempel på förvaltningsaktörer av intresse är till exempel fastighetsägaren och byggvårdare vars expertis baserar sig på hustyper som liknar de studerade byggnaden. Utlåtanden från en expertpanel kan även kompletteras genom att föra intervjuer där svar från respondenterna kan ge insikt till deras tankesätt.

## REFERENSLISTA

Andersson, C, Fant, K & Landfors K 2009, *Att tilläggsisolera hus – fakta, fördelar och fallgropar*, Skrift framtagen inom ramen för projektet ”Isolerhandbok för småhusägare”, Kommunförbundet Stockholms Län (KSL)

<http://213.115.22.116/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/BroscHyrer&id=1dfed97728e34e66926adb71a9504a12>

(Hämtad 2014-01-26)

Arvehammar, T & Jönsson, I 2010, *Effektiv beräkning av energiåtgärder, Modell för ekonomisk och energiteknisk analys av befintliga kontorsbyggnader*, Examensarbete, Lund

[http://www.byfy.lth.se/fileadmin/byfy/files/TVBH-5000pdf/TVBH-5062\\_TVBP-5391web.pdf](http://www.byfy.lth.se/fileadmin/byfy/files/TVBH-5000pdf/TVBH-5062_TVBP-5391web.pdf)

(Hämtad 2014-02-10)

Bergsten, B 2001, *Energiberäkningsprogram för byggnader- en jämförelse utifrån funktions- och användaraspekter*, Effektiv

[http://www.effektiv.org/pdf\\_filer/Rapport%202001-03.pdf](http://www.effektiv.org/pdf_filer/Rapport%202001-03.pdf)

(Hämtad 2013-10-15)

Bergsten, B 2010, *Energiberäkningar, roulette eller vetenskap? Del 1*, Energi och Miljö

<http://www.energi-miljo.se/2010/10/energiberakningar-%E2%80%93-rena-rama-rouletten-eller-exakt-vetenskap/>

(Hämtad 2014-02-21)

Bergsten, B 2010, *Energiberäkningar, roulette eller vetenskap? Del 2*, Energi och Miljö

<http://www.energi-miljo.se/2010/10/energiberakningar-roulette-eller-vetenskap-del-2/>

(Hämtad 2014-02-21)

Boman, C & Knutsson, M 2013, *Miljökonsekvensbeskrivning Kulturhistorisk miljö för Stadsvapnet 7 m.fl.*, BA konsult, Piteå

[http://195.196.144.107/piteainter/Plandok\\_pagaende/D2042\\_04\\_milj%C3%B6konsekvensbeskrivning.pdf](http://195.196.144.107/piteainter/Plandok_pagaende/D2042_04_milj%C3%B6konsekvensbeskrivning.pdf)

(Hämtad 2014-02-21)

Boverket 2003, *Bättre koll på underhåll*, 1:1 uppl. Karlskrona, Sverige

ISBN: 91-7147-785-3

[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2003/battre\\_koll\\_pa\\_underhall.pdf](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2003/battre_koll_pa_underhall.pdf)

(Hämtad 2013-10-15)

Boverket 2006, *Allmänna råd om ändring av byggnad, BÄR*, 4.2 uppl. Karlskrona, Sverige

ISBN: 91-7147-984-8

[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/allmanna\\_rad\\_om\\_andring\\_av\\_byggnad\\_BAR.pdf](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/allmanna_rad_om_andring_av_byggnad_BAR.pdf)

(Hämtad 2014-02-04)

Boverket 2007, *Indata för energiberäkningar i kontor och småhus, En sammanställning av brukarrelaterad indata för elanvändning, personvärme och tappvarmvatten*

ISBN: 978-91-85751-65-5

[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/Indata\\_for\\_energiberakning\\_i\\_kon](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/Indata_for_energiberakning_i_kon)



tor\_och\_smahus.pdf  
(Hämtad 2014-05-12)

Boverket 2010a, *Boverket, Lag & rätt, Boverkets författningssamling, Rättsfall, Lagsystem för planering och byggande, EU, Rättsakter inom EU*  
<http://www.boverket.se/Lag-ratt/Lagsystem-for-planering-och-byggande/EU/>  
(Hämtad 2014-05-12)

Boverket 2010b, *EU-direktivet om byggnaders energiprestanda – konsekvenser och behov av förändringar i det svenska regelverket*, Karlskrona, Sverige  
<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/EU-direktiv-om-byggnadernas-energi-prestanda.pdf>  
ISBN pdf: 978-91-86559-34-2  
(Hämtad 2014-02-21)

Boverket 2011, *Boverkets Författningssamling, Energihushållning, kap 9, BFS 2011:26, BBR 19*  
<http://www.boverket.se/Global/bygga-o-forvalta-ny/dokument/regler-om-byggande/boverkets-byggregler-bbr/bbr-19/bfs-2011-26-9.pdf>  
(Hämtad 2014-02-09)

Boverket 2012a, *Boverket, Myndigheten för samhällsplanering, byggande och boende, Frågor och svar, Plan- och bygglagen, PBL, Varför finns inga krav på klimatskärmens lufttäthet i avsnitt 9:21 och 9:31?*  
<http://www.boverket.se/Kontakta-oss/Fragor-och-svar/Boverkets-byggregler-BBR/Om-avsnitt-9-i-BBR/Energikrav/Varfor-finns-inga-kravvarden-pa-klimatskarmens-lufttathet-i-avsnitt-921-och-931/>  
(Hämtad 2014-04-14)

Boverket 2012b, *Boverkets byggregler, BBR, kap. 6 Hygien, hälsa och miljö, Termisk komfort*,  
[http://www.boverket.se/Global/Bygga\\_o\\_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/BBR\\_19/Avsnitt/6-Hygien-halsa-och-miljo.pdf](http://www.boverket.se/Global/Bygga_o_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/BBR_19/Avsnitt/6-Hygien-halsa-och-miljo.pdf)  
(Hämtad 2014-02-10)

Byggindustrin 2010, *Energi och miljö, Inga nollenergihus när EU skärper kraven*  
[http://www.byggindustrin.com/energi-miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven\\_\\_8266](http://www.byggindustrin.com/energi-miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven__8266)  
(Hämtad 2014-02-10)

Carlsson, J 2012, *Osäkerhet i energisimuleringar av flerbostadshus, Analys av fem nybyggnationer*, Examensarbete, Uppsala Universitet, Teknisk- naturvetenskaplig fakultet  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:489163/FULLTEXT01.pdf>  
(Hämtad 2014-02-21)

Dahlberg, M 2012, *Kulturmiljölagen, Riksantikvarieämbetet, Laga och stöd, KML*  
<http://www.raa.se/lagar-och-stod/kml-kulturminneslagen/>  
(Hämtad 2014-01-22)

Dudley B, 2013, *BP Energy Outlook 2030*, Presentation  
<http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical->

review/BP\_World\_Energy\_Outlook\_booklet\_2013.pdf  
(Hämtad 2014-02-21)

Ekohus 2010, *Vad är Ekohus? Lågenergihus*  
<http://ekohus.net/index.php/2010/08/vad-ar-ekohus/>  
(Hämtad 2014-02-10)

Ekelin, S, Landfors, K & Andersson, C 2012, *BRF Energieffektiv – Handbok för bostadsrättföreningar*, 4 uppl. Energikontoret region Stockholm.  
[http://www.energimyndigheten.se/Global/Hush%C3%A5ll/BRF\\_handboken\\_2011.pdf](http://www.energimyndigheten.se/Global/Hush%C3%A5ll/BRF_handboken_2011.pdf)  
(Hämtad 2014-01-26)

El-Eff Region 2009, *Effektiv energi, En guide till effektivare elanvändning i industrin*, Broschyr, EU-projektet "El-Eff Region", Västra Götalandsregionen  
[http://www.efficient-electricity.info/fileadmin/efficient\\_electricity/WP\\_4/Effektiv\\_energi\\_KanEnergi.pdf](http://www.efficient-electricity.info/fileadmin/efficient_electricity/WP_4/Effektiv_energi_KanEnergi.pdf)  
(Hämtad 2014-01-22)

Energimyndigheten 2007, *Fönster*, Broschyr  
<https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=2832>  
(Hämtad 2014-01-26)

Energimyndigheten 2008, *Pressmeddelanden 2008, Ytterdörrar testade*  
<https://www.energimyndigheten.se/Press/Pressmeddelanden/Pressmeddelanden-2008/Ytterdörrar-testade/>  
(Hämtad 2014-01-26)

Energimyndigheten 2011, *Fönsterrenovering med energiglas*, Broschyr, Glasbransch föreningen  
[http://www.helsingborg.se/ImageVaultFiles/id\\_27863/cf\\_2/fonsterrenovering.PDF](http://www.helsingborg.se/ImageVaultFiles/id_27863/cf_2/fonsterrenovering.PDF)  
(Hämtad 2014-02-10)

Energimyndigheten 2012, *Forskning, Bebyggelse*  
<http://www.energimyndigheten.se/Forskning/Byggforskning/>  
(Hämtad 2014-02-21)

Energimyndigheten 2013, *Hushåll, När du ska bygga nytt hus, Klimatskal*  
<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Bygga-nytt-hus/Klimatskal/>  
(Hämtad 2014-02-10)

Energimyndigheten 2013, *Lampguiden: Välj rätt ljus*, Vägledning vid lampköp  
<https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=2778>  
(Hämtad 2014-04-01)

Energisystem 2014, *Tellus, Energianalys, Klimatskalet*  
<http://tellusenergi.se/klimatskalet/>  
(Hämtad 2014-02-10)

EQUA Simulation AB 2009, *IDA Indoor Climate and Energy 4.0, Getting Started*, Manual  
Sverige: EQUA simulation AB

<http://www.equa.se/deliv/ICE4GettingStartedEng.pdf>  
(Hämtad 2014-02-10)

Karlsson, H & Ståhl, F 2012, *Termisk komfort i lågenergihus och passivhus*, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, CERBOF Rapport  
ISBN 978-91-87017-29-2  
[http://www.cerbof.se/documents/Projekt/Rapporter/Slutrapport\\_CERBOF\\_86.pdf](http://www.cerbof.se/documents/Projekt/Rapporter/Slutrapport_CERBOF_86.pdf)  
(Hämtad 2014-02-10)

Länsstyrelsen i Norrbotten, 1994, *Beslut om byggnadsminnesförklaring av f d Rådhuset, kv Stadsvapnet 1, Rådhusorget, Piteå kn*, Länsstyrelsen i Norrbotten, Dnr 221-6518-93  
<http://www.bebyggelseregistret.raa.se/bbr2/show/bilaga/showDokument.raa?dokumentId=21000001714720&thumbnail=false>  
(Hämtad 2014-02-10)

Kulturmiljöprogrammet 2010, *Norrbottens kulturmiljöprogram 201-2020*, Länsstyrelsen i Norrbotten  
<http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/om%20lansstyrelsen/Kulturmiljoprogram%20Pite%C3%A5.pdf>  
(Hämtad 2014-02-21)

Kunskapsbanken 2014, *PBL kunskapsbanken, Boverkets vägledning för plan- och bygglagen, Kulturvärden, Kulturvärden i plan- och bygglagen, Kontroll av kulturvärden*  
<http://www.boverket.se/Vagledning/PBL-kunskapsbanken/Teman/Kulturmiljo-Q-boken/Kulturvarden-Plan---och-bygglagen/Lov-byggande-och-kulturvarden/Kontroll-av-kulturvarden/>  
(Hämtad 2014-02-21)

Malmdal, J 2012, *Riksantikvarieämbetet, Lagar och ansvar*  
<http://www.raa.se/hitta-information/bebyggelseregistret/lagar-och-ansvar/>  
(Hämtad 2014-02-09)

Muños Viñas, S 2005, *Contemporary Theory of Conservation*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann  
ISBN13: 9780750662246

Nilsson, K, Lidelöv, S, Örn, T & Broström, T 2013, *Ansökan om stöd, Energimyndigheten, Smart energieffektivisering av kulturhistoriska byggnader i kallt klimat, s. 3*. Opublicerad dokumentation. Luleå tekniska universitet, Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser/ Forskargruppen i arkitektur.

Nordling, L & Reppen, L 2000, *Byggvägledning. 15, Ombyggnad: varsamhet vid ändring: en handbok i anslutning till Boverkets allmänna råd om ändring av byggnad. Solna: Svensk byggtjänst, Sverige*

Oddy, A & Carroll, S 1999, *Reversibility – does it exist? s. 45*, British Museum, London  
ISBN: 0861591356 9780861591350

Olsson, D 2003, *Tappvarmvatten i flerbostadshus*, Rapport, Effektiv, SPF, Borås  
[http://www.effektiv.org/pdf\\_filer/Tappvarmvatten.pdf](http://www.effektiv.org/pdf_filer/Tappvarmvatten.pdf)  
(Hämtad 2014-02-10)

Petersson, BÅ 2009, *Tillämpad byggnadsfysik, 4.2 uppl.* Studentlitteratur AB, Lund  
ISBN 978-91-44-05817-7

Piteå Museum 2002, *Om Piteå Museum, Om vårt rådhus*  
<http://www.piteamuseum.nu/>  
(Hämtad 2014-02-21)

Pokorny, W, Zelger, T & Torghele, K 2009, *Details for Passive Homes*. IBO, Australian Institute for  
Healthy and Ecological Building  
ISBN-10: 3211297634

Reinerdahl, B 2011, *Energimyndigheten, Hushåll, Varmvatten och ventilation, Ventilation, FTX-system*  
<https://www.energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Ventilation/FTX-system/>  
(Hämtad 2014-02-10)

Riksintresse 2009, *Riksintressen, Norrbotten, Riksantikvarieämbetet*  
[http://www.raa.se/publicerat/varia2009\\_45.pdf](http://www.raa.se/publicerat/varia2009_45.pdf)  
(Hämtad 2014-04-15)

RAÄ 2014, *Kulturmiljövårdens riksintressen enligt 3 kap. 6 § miljöbalken*, Handbok,  
Riksantikvarieämbetet  
<http://raa.se/app/uploads/2014/07/Handbok-riksintressen-140623.pdf>  
(Hämtad 2014-07-25)

Robertsson, S 2002, *Fem pelare: en vägledning för god byggnadsvård*, s.68, 70, 86-90, 90-93,95-98,  
98-99, 99-102, Riksantikvarieämbetets förlag, Stockholm  
<http://www.raa.se/publicerat/9789172096097.pdf>  
(Hämtad 2014-02-07)

Rockwool 2013, *Plusenergihus skonar både miljö och plånbok*  
<http://www.rockwool.se/inspiration/villa+%C3%A5karp/plusenergihus+skonar+b%C3%A5de+milj%C3%B6+och+pl%C3%A5nbok>  
(Hämtad 2014-02-10)

RÅ 1991, *Regeringsrättens årsbok, ref. 103.*  
<http://www.boverket.se/Global/Vagledning/Kunskapsbanken/FAQ/R%C3%85%201991%20ref%20103.pdf>  
(Hämtad 2014-04-10)

RÅ 1997, *Regeringsrättens årsbok, ref. 77.*  
<http://www.boverket.se/Global/Vagledning/Kunskapsbanken/FAQ/Regeringsr%C3%A4tten%201997%20ref%2077.pdf>  
(Hämtad 2014-04-10)

RÅ 1998, *Regeringsrättens årsbok, ref. 17.*

<http://www.boverket.se/Global/Vagledning/Kunskapsbanken/FAQ/Regeringsr%C3%A4tten%201998%20ref%2017.pdf>

(Hämtad 2014-04-10)

SIS 2000, *Byggnaders termiska egenskaper, bestämning av byggnaders lufttäthet,*

*Tryckprovningssmetod* (ISO 9972:1996, modifierad)

Artikelnummer: STD-29541

Smith, R.D 1988, *Reversibility: a questionable philosophy, Restaurator Volume 9, Issue 4, s. 205,*

*International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*

ISSN (Online): 1865-8431

ISSN (Print): 0034-5806

SPBA 2014, *Sveriges praktiserande byggnadsantikvarier, Om oss*

<http://www.spba.se/index.php?m=1>

(Hämtad 2014-02-26)

Ståhl, F, Lundh, M & Ylmén, P 2011, *Hållbar och varsam renovering och energieffektivisering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader – en förstudie*, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås

[www.sparaochbevara.se/get\\_file.php?id=16](http://www.sparaochbevara.se/get_file.php?id=16)

(Hämtad 2013-11-16)

Sveriges riksdag 2013, *Kulturmiljölag (1988:950)*, Svensk författningssamling, Sveriges Riksdag

[http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Lag-1988950-om-kulturminnen\\_sfs-1988-950/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Lag-1988950-om-kulturminnen_sfs-1988-950/)

(Hämtad 2014-04-10)

Sveriges riksdag 2013a, *Lag (1998:808) om Riksintresse för kulturmiljövården,*

Svenskförfattningssamling (SFS)

[http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Miljobalk-1998808\\_sfs-1998-808/?bet=1998:808](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Miljobalk-1998808_sfs-1998-808/?bet=1998:808)

(Hämtad 2014-02-21)

Sveriges riksdag 2013b, *Lag (2006:985) om energideklaration för byggnader,*

Svenskförfattningssamling (SFS)

[http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/sfs\\_sfs-2006-985/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/sfs_sfs-2006-985/)

(Hämtad 2014-02-21)

Sveriges riksdag 2014, *Plan- och bygglag (2010:900)*, Svensk författningssamling (SFS)

[http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Plan--och-bygglag-2010900\\_sfs-2010-900/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900/)

(Hämtad 2014-08-26)

Unnerbäck 2002, *Kulturhistorisk värdering av bebyggelse, s.21-22*, Riksantikvarieämbetets förlag, Stockholm

<http://samla.raa.se/xmlui/handle/raa/292>

(Hämtad 2014-02-08)

Vattenfall AB 2014a, *Producera din egen el med solceller, Privat, Produkt & priser, Energismarta produkter*

<http://www.vattenfall.se/sv/solceller.htm>

(Hämtad från 2013-11-08)

Vattenfall AB 2014b, *Producera ditt eget varmvatten med solfångare, Privat, Produkt & priser, Energismarta produkter*

<http://www.vattenfall.se/sv/solfangare.htm>

(Hämtad från 2013-11-08)

Warfvinge, C & Dahlblom, B 2010, *Projektering av VVS-installationer*, 1,3 uppl. Studentlitteratur AB, Lund

ISBN 978-91-44-05561-9

Wall, M 2008, *Lågenergihus, en flora av begrepp*, VVS-Forum

<http://www.cerbof.se/sa/node.asp?node=153>

(Hämtad 2014-02-08)

Yin, R 2013, *Case Study Research: Design and Method*.5 uppl., Sage Publications, London

ISBN: 1452242569

Örn, T & Nilsson, K 2013, *Identifying Cultural Building Values: Methodology Review for Energy Efficiency Alterations*. Felix Verlag editrice, Milano

[http://pure.ltu.se/portal/sv/publications/identifying-cultural-building-values\(1d80d14e-6344-4638-ad04-dfc1bd0438f1\).html](http://pure.ltu.se/portal/sv/publications/identifying-cultural-building-values(1d80d14e-6344-4638-ad04-dfc1bd0438f1).html)

(Hämtad 2014-04-09)

## BILAGOR

### Bilaga 1: Sammanställd datainventering av Gamla rådhuset

#### En sammanställd teknisk beskrivning av Gamla rådhuset

\*Eftersom det fanns en del uppgifter som saknades i den tekniska beskrivningen inventerades endast information som fanns tillgängligt.

*Inhämtat från Teknisk Beskrivning 1984-10-31*

#### **Yttervägg, kortsida (utifrån räknat):**

Bef. Vägg tilläggsisolering på insida med 120 min. ull samt bekläds m. 13 gipsskiva.

#### **Övriga innerväggar:**

Bef. Timmervägg bekläds med 13 gipsskiva

#### **Mellanbjälklag:**

Bef. Bjlk, påsalning 22 golvspånskiva

#### **Översta bjälklaget:**

22 Panel, Plastfolie, 300 min. ull

#### **Yttertak:**

Takstol: Svensk takstol av trä

Taklutning, grader ca 30°

Typ, material, dimension: Högben, Stödben, Hanbjälke 100x125 c/c ca 1200 mm

#### **Underlagstak:**

Röte

#### **Takbeläggning:**

Pannplåt med S.149 takmassa

#### **Yttertak över uppvärmt utrymme:**

22 panel, p-folie, 70 salning, 70 min. ull, 100x125 bjälke, 100 min. ull, masonite, luftspalt, bef. Tak

#### **Fönster:**

3 glas

#### **Värmefördelning:**

Pumpcirkulation

#### **Värmetillförsel:**

Radiatorer

#### **Material i varmvattenledning, Material i kallvattenledning:**

Koppar

**Material i servisledning:**

PVC

**Ventilation:**

Mekanisk ventilation

*Inhämtat från Teknisk Beskrivning 1989-02-27*

**Övriga innerväggar:**

13+13 Gipsskivor

45+95 Träreglar

13+13 Gipsskivor

*Inhämtat från Teknisk Beskrivning 1981-03-31*

K-värde vid stomtjocklek 63 mm: 0,70 W/m<sup>2</sup>°C. (1.0 W°°C)

Lufttäthet 0,35 kbm pr. Kvm. Vid 50 Pa (högsta tillåtna 1,7 kbm pr dörrkvm)

*Inhämtat från Teknisk Beskrivning 1981-03-19*

**Fasadbeklädnad, Stommaterial:**

Trä

**Yttertaksbeläggning:**

Papp

**Taklutning, grader:**

14 resp. 18

**Grundläggningssätt:**

Betongplintar på tjälfri nivå

**Dränering:**

Erfordras ej

**Våningsväggar:**

Yttervägg, långsida (utifrån räknat)

22 panel, 22 profilhyvrad

ribb, regelkonstruktion beklädnad

Yttervägg, kortsida (utifrån räknat)

Lika yttervägg lånsidig

**Bjälklag:**

Bottenbjälklag

Över kryputrymme:

37 tryckimpre. Trä 45x145 åsar

**Översta bjälklaget:**

Takkonstruktion



**Trappor:**

Invändiga  
ramp. 37 tryckimp. Furu

**Yttertak:**

Takstol:  
Taklutning, grader  
14 resp. 18  
45x145 åsar, taklag, plyfa

**Underlagstak:**

Underlagspapp

**Takbeläggning:**

Dubbeltäckning papp

**Fönster:**

2 glas

*Arbetsbeskrivning av Stadsvapnet 6 Rådhuset 1985-01-21*

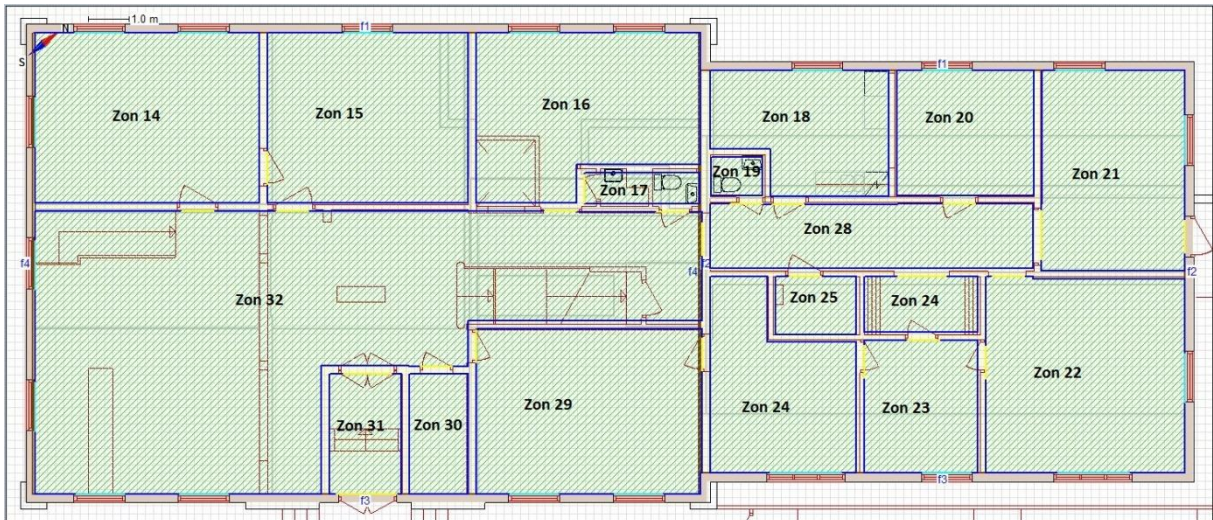
Golv	Golvet förlägges till samma höjd som i trapplan genom uppregling. Spånskiva med linoleum.
Golvsockel	Fabriksbehandlad i typ o färg Passande golvbeläggning
Väggar	3 mm board, 45x120 reglar 120 mm mu, 13 mm gipsskiva, underbehandling, glasfiberväv, 2 ggr strykning.  Galvyttervägg 45x45 reglar, 45 mm mu, plast, 13 mm gipsskiva, underbehandling, glasfiberväv, 2 ggr strykning  Bef innervägg 13 mm gipsskiva, underbehandling, glasfiberväv, 2 strykningar
Tak	Lutande del: 3 mm board för luftspalt, regling, 300 mm mu, plast 22 mm råspont, 13 mm gipsskiva, underbehandling, 2 ggr strykning.  Plan del: Vindskydd, regling, 300 mm mu plast, 22 mm råspont, 13 mm gipsskiva, underbehandling, 2 ggr strykning.
Taklist	Insättes mellan vägg och tak varvid hänsyn tas till vinkel. Målning före uppsättning
Dörrar	1 st dörr vid wc demonteras och monteras inåtgående. Kompletteras med fabriksbeh foder och målningsbehandlas dörr. Ny dörr lika befintlig levereras och monteras. Foder och beslag ingår.
Fönster	Alternativt utbytes befintligt glas i fönster till termoglas eller insättes nytt innerfönster med termoglas.

	Fönster rengöres och målas. Foder och fönsterbänk kompletteras
--	---

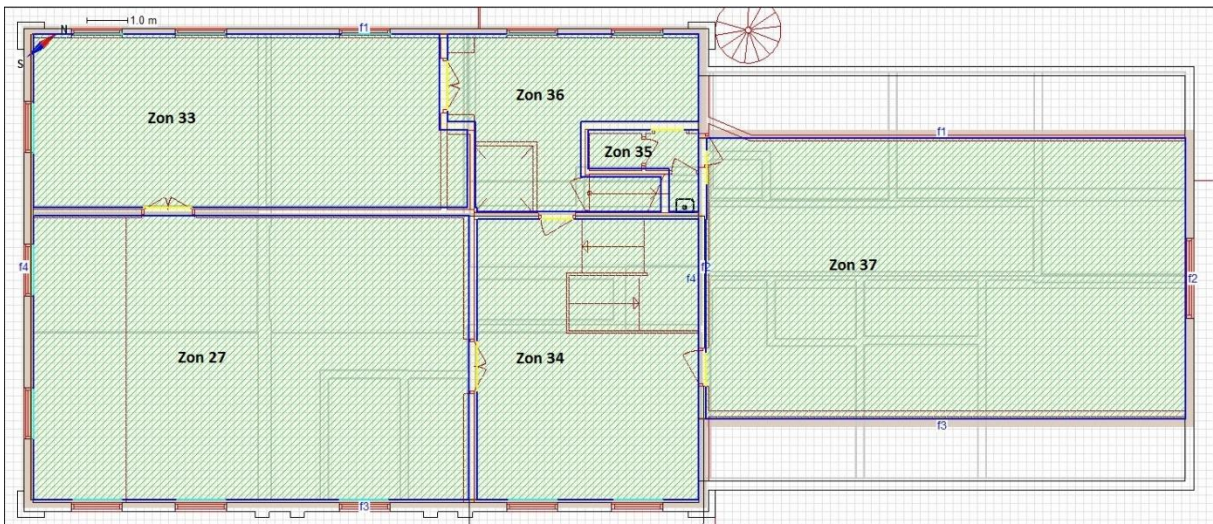
### Gamla rådhusets Luftflödeprotokoll

Plan 2	m <sup>2</sup>	h	m <sup>3</sup>	Tilluft	Frånluft	Tilluft/m <sup>3</sup> *h	Frånluft/ m <sup>3</sup> *h	Tilluft l/s	Frånluft l/s
Zon 14	22,83	2,75	62,78	320,00		5,10	0,00	1,42	0,00
Zon 15	20,48	2,75	56,32	325,00		5,77	0,00	1,60	0,00
Zon 16	20,03	2,75	55,08	190,00	64,00	3,45	1,16	0,96	0,32
Zon 17	2,172	2,75	5,97		102,00	0,00	17,08	0,00	4,74
Zon 18	11,8	2,75	32,45	175,00	220,00	5,39	6,78	1,50	1,88
Zon 19	1,202	2,75	3,31		100,00	0,00	30,25	0,00	8,40
Zon 20	10,33	2,75	28,41	100,00		3,52	0,00	0,98	0,00
Zon 21	17,27	2,75	47,49	120,00		2,53	0,00	0,70	0,00
Zon 22	23,27	2,75	63,99	210,00		3,28	0,00	0,91	0,00
Zon 23	9,036	2,75	24,85	100,00	100,00	4,02	4,02	1,12	1,12
Zon 25	3,814	2,75	10,49		382,00	0,00	36,42	0,00	10,12
Zon 26	2,814	2,75	7,74		100,00	0,00	12,92	0,00	3,59
Zon 28	12,59	2,75	34,62			0,00	0,00	0,00	0,00
Zon 29	22,36	2,75	61,49	307,00	310,00	4,99	5,04	1,39	1,40
Zon 30	4,268	2,75	11,74		82,00	0,00	6,99	0,00	1,94
Zon 31	5,164	2,75	14,20		402,00	0,00	28,31	0,00	7,86
Zon 32	77,71	2,75	213,70	266,00		1,24	0,00	0,35	0,00
zon 24	13,72	2,75	37,73	160,00	166,00	4,24	4,40	1,18	1,22
Plan 3	m <sup>2</sup>	h	m <sup>3</sup>	Tilluft	Frånluft	Tilluft/m <sup>3</sup> *h	Frånluft/ m <sup>3</sup> *h	Tilluft l/s	Frånluft l/s
Zon 27	73,26	3,18	232,97	720,00	720,00	3,09	3,09	0,86	0,86
Zon 33	43,07	3,18	136,96	400,00		2,92	0,00	0,81	0,00
Zon 34	36,83	3,18	117,12		222,00	0,00	1,90	0,00	0,53
Zon 35	3,31	3,18	10,53	100,00	100,00	9,50	9,50	2,64	2,64
Zon 36	20,27	3,18	64,46		100,00	0,00	1,55	0,00	0,43
Zon 37	79,75	3,18	253,61	650,00	650,00	2,56	2,56	0,71	0,71

Ritning över plan 1



Ritning över plan 2



## Gamla rådhusets antal besökare genom åren

Månad	2004	2005	2006	2007	2008	Månad	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Januari</i>	1395	887	900	ca 900	896	<i>Januari</i>	755	813	752	801	983
<i>Februari</i>	1752	939	854	714	967	<i>Februari</i>	1435	938	983	1137	1116
<i>Mars</i>	1248	1060	1129	1280	1454	<i>Mars</i>	1047	882	1049	1417	955
<i>April</i>	1838	1060	866	823	935	<i>April</i>	1014	944	779	1136	1218
<i>Maj</i>	1245	1340	1142	1135	1036	<i>Maj</i>	1427	1038	894	949	1347
<i>Juni</i>	1727	1482	2305	1242	950	<i>Juni</i>	1545	1109	1054	1172	1277
<i>Juli</i>	2274	1623	1857	1891	2665	<i>Juli</i>	2860	1429	1800	1374	2265
<i>Augusti</i>	1527	1301	1336	795	1175	<i>Augusti</i>	1180	893	992	964	1599
<i>September</i>	1177	1058	925	773	883	<i>September</i>	1473	1340	947	1208	
<i>Oktober</i>	1315	839	1261	957	1162	<i>Oktober</i>	1181	1351	848	1273	
<i>November</i>	1461	2192	2129	1427	1298	<i>November</i>	1517	1378	1761	1930	
<i>December</i>	1339	1190	835	1135	1050	<i>December</i>	1397	1479	2118	1395	
<b><i>Totalt</i></b>	<b><u>18298</u></b>	<b><u>14971</u></b>	<b><u>15539</u></b>	<b><u>13072</u></b>	<b><u>14471</u></b>	<b><i>Totalt</i></b>	<b><u>16831</u></b>	<b><u>13594</u></b>	<b><u>13975</u></b>	<b><u>14756</u></b>	

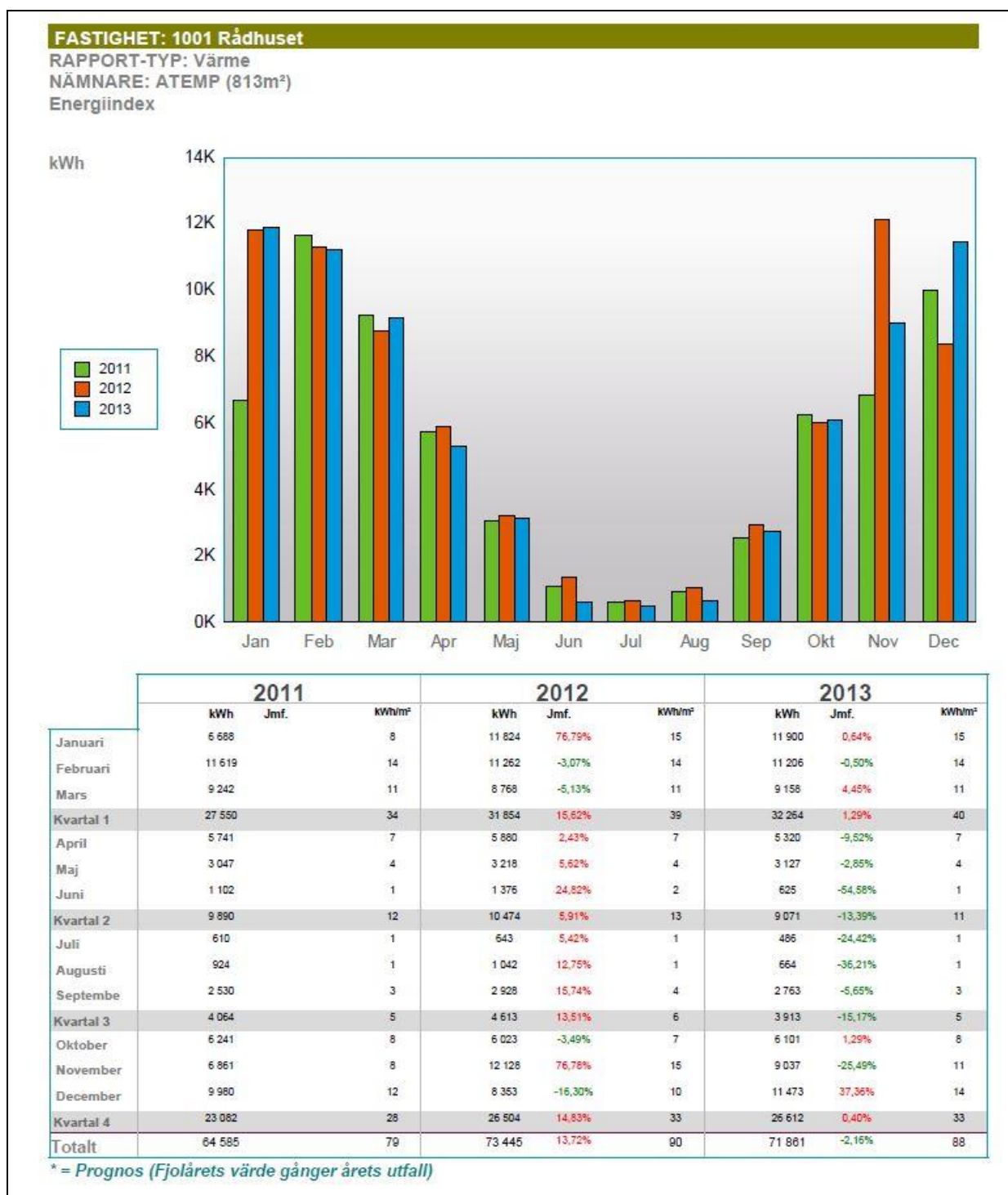
Beräknad genomsnittlig besökare per dag vardag: 57 personer

Beräknad genomsnittlig besökare per dag vardag med personalen inkluderad: 62 personer

Dessa personer är genomsnittligen fördelad över zonerna som är mest besökt.

## Bilaga 2: Uppmätt totala årsenergianvändning i Gamla rådhuset

Följande förbrukningssammanställningar tillhandahölls av Piteå kommun.

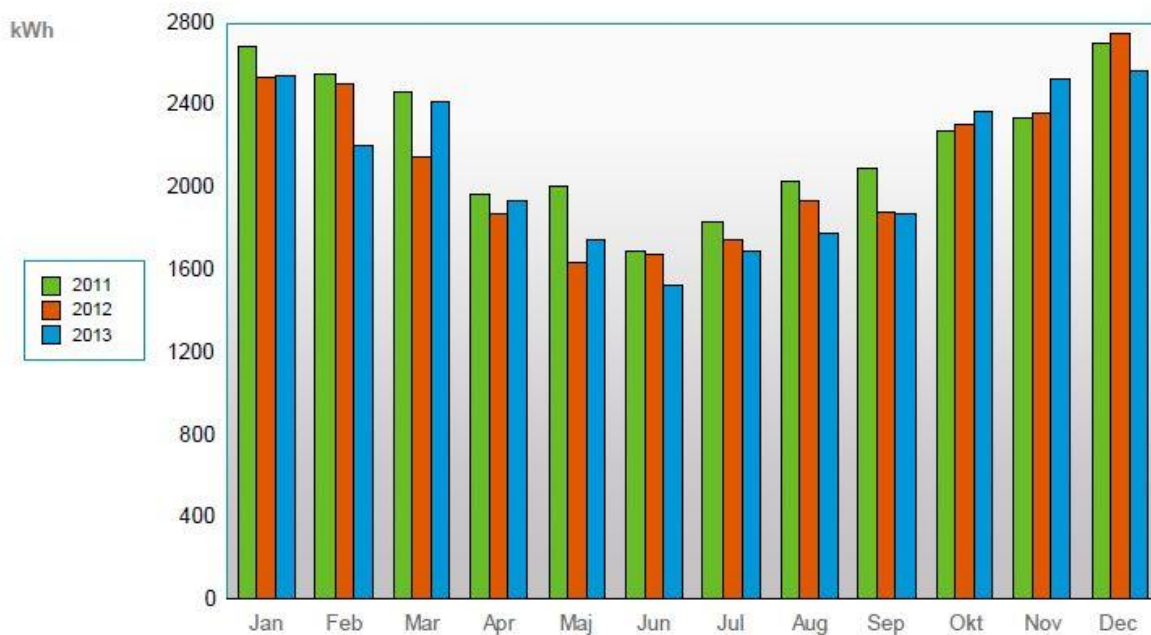


**FASTIGHET: 1001 Rådhuset**

RAPPORT-TYP: Fastighetsel

 NÄMNARE: LOA (815m<sup>2</sup>)

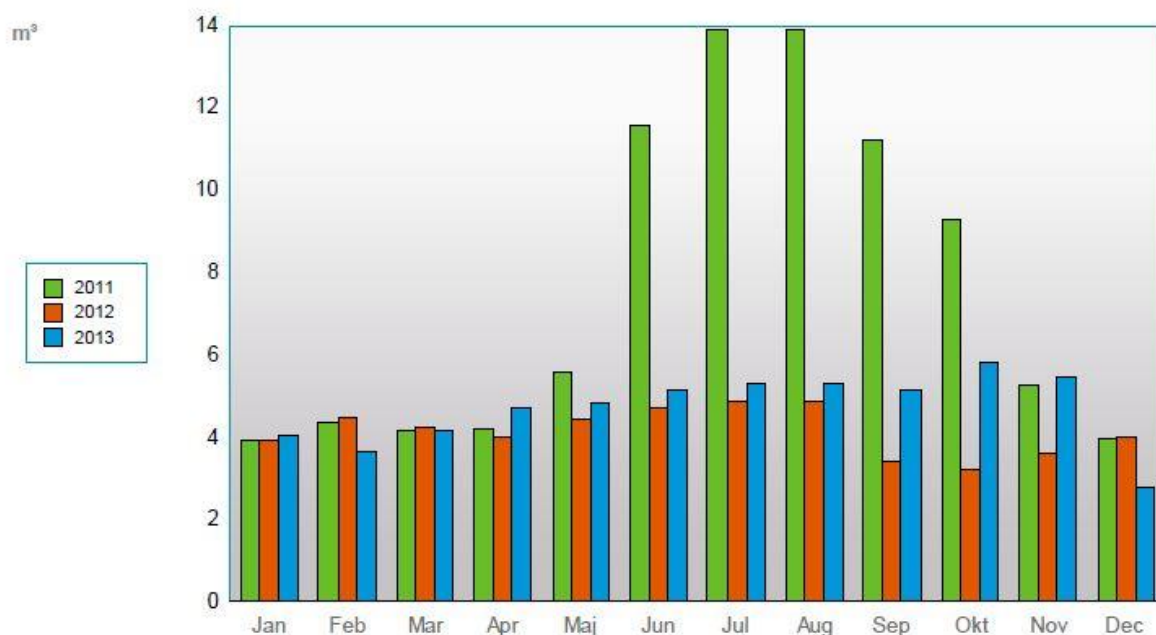
Tidskorrigerad



	2011			2012			2013		
	kWh	Jmf.	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	Jmf.	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	Jmf.	kWh/m <sup>2</sup>
Januari	2 679		3	2 534	-5,41%	3	2 547	0,51%	3
Februari	2 552		3	2 503	-1,92%	3	2 206	-11,87%	3
Mars	2 469		3	2 156	-12,68%	3	2 410	11,78%	3
<b>Kvartal 1</b>	<b>7 700</b>		<b>9</b>	<b>7 193</b>	<b>-6,58%</b>	<b>9</b>	<b>7 163</b>	<b>-0,42%</b>	<b>9</b>
April	1 965		2	1 870	-4,83%	2	1 935	3,48%	2
Maj	2 002		2	1 637	-18,23%	2	1 745	6,60%	2
Juni	1 693		2	1 669	-1,42%	2	1 526	-8,57%	2
<b>Kvartal 2</b>	<b>5 660</b>		<b>7</b>	<b>5 176</b>	<b>-8,55%</b>	<b>6</b>	<b>5 206</b>	<b>0,58%</b>	<b>6</b>
Juli	1 834		2	1 747	-4,74%	2	1 692	-3,15%	2
Augusti	2 029		2	1 933	-4,73%	2	1 774	-8,23%	2
Septembe	2 093		3	1 881	-10,13%	2	1 873	-0,43%	2
<b>Kvartal 3</b>	<b>5 956</b>		<b>7</b>	<b>5 561</b>	<b>-6,63%</b>	<b>7</b>	<b>5 339</b>	<b>-3,99%</b>	<b>7</b>
Oktober	2 278		3	2 307	1,27%	3	2 374	2,90%	3
November	2 336		3	2 363	1,16%	3	2 526	6,90%	3
December	2 697		3	2 745	1,78%	3	2 566	-6,52%	3
<b>Kvartal 4</b>	<b>7 311</b>		<b>9</b>	<b>7 415</b>	<b>1,42%</b>	<b>9</b>	<b>7 466</b>	<b>0,69%</b>	<b>9</b>
<b>Totalt</b>	<b>26 627</b>		<b>33</b>	<b>25 345</b>	<b>-4,81%</b>	<b>31</b>	<b>25 174</b>	<b>-0,67%</b>	<b>31</b>

\* = Prognos (Fjollårets värde gånger årets utfall)

**FASTIGHET: 1001 Rådhuset**

 RAPPORT-TYP: Vatten  
 NÄMNBARE: LOA (815m<sup>2</sup>)  
 Tidskorrigerad


	2011			2012			2013		
	m <sup>3</sup>	Jmf.	lmF	m <sup>3</sup>	Jmf.	lmF	m <sup>3</sup>	Jmf.	lmF
Januari	3,92		5	3,90	-0,50%	5	4,04	3,58%	5
Februari	4,38		5	4,47	2,14%	5	3,65	-18,27%	4
Mars	4,16		5	4,22	1,42%	5	4,12	-2,24%	5
<b>Kvartal 1</b>	<b>12,45</b>		<b>15</b>	<b>12,59</b>	<b>1,07%</b>	<b>15</b>	<b>11,82</b>	<b>-6,13%</b>	<b>14</b>
April	4,18		5	3,99	-4,42%	5	4,69	17,35%	6
Maj	5,56		7	4,43	-20,41%	5	4,84	9,37%	6
Juni	11,57		14	4,72	-59,18%	6	5,16	9,36%	6
<b>Kvartal 2</b>	<b>21,31</b>		<b>26</b>	<b>13,14</b>	<b>-38,32%</b>	<b>16</b>	<b>14,70</b>	<b>11,79%</b>	<b>18</b>
Juli	13,90		17	4,89	-64,78%	6	5,34	9,02%	7
Augusti	13,90		17	4,89	-64,78%	6	5,34	9,02%	7
Septembe	11,20		14	3,42	-69,48%	4	5,16	51,11%	6
<b>Kvartal 3</b>	<b>38,99</b>		<b>48</b>	<b>13,21</b>	<b>-66,13%</b>	<b>16</b>	<b>15,84</b>	<b>19,91%</b>	<b>19</b>
Oktober	9,30		11	3,21	-65,44%	4	5,78	79,81%	7
November	5,27		6	3,64	-30,99%	4	5,43	49,25%	7
December	3,98		5	4,02	0,99%	5	2,79	-30,45%	3
<b>Kvartal 4</b>	<b>18,55</b>		<b>23</b>	<b>10,87</b>	<b>-41,41%</b>	<b>13</b>	<b>14,00</b>	<b>28,84%</b>	<b>17</b>
<b>Totalt</b>	<b>91,30</b>		<b>112</b>	<b>49,81</b>	<b>-45,45%</b>	<b>61</b>	<b>56,35</b>	<b>13,13%</b>	<b>69</b>

\* = Prognos (Fjölårets värde gånger årets utfall)

Mätvärden av Gamla Rådhusets energianvändning sammanställdes och användes till rapporten. Sammanfattad energianvändningen var tillhandahållen av Piteå Kommuns Halldo Lundgren och är från 2012.

Objekt	Benämning	Byggår:	Area [m <sup>2</sup> ]	Värme		EL		Vatten		Tot:		VA
				Fjv [kWh]	EL [kWh]	VA [m <sup>3</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[L/m <sup>2</sup> ]		
1001	<b>Gamla Rådhuset</b>	1829	813	74 000	25 500	52	91,0	31,4	<b>122,4</b>	64,0		

### Bilaga 3: Beräknad totala årsenergianvändning i Gamla rådhuset

**IDA Indoor Climate and Energy** vers. 4.51

License: IDA40:ED179/K6M8R (educational license)

Simulated by Ronald Cruz

Date 2014-01-29 21:53:48 [1503]



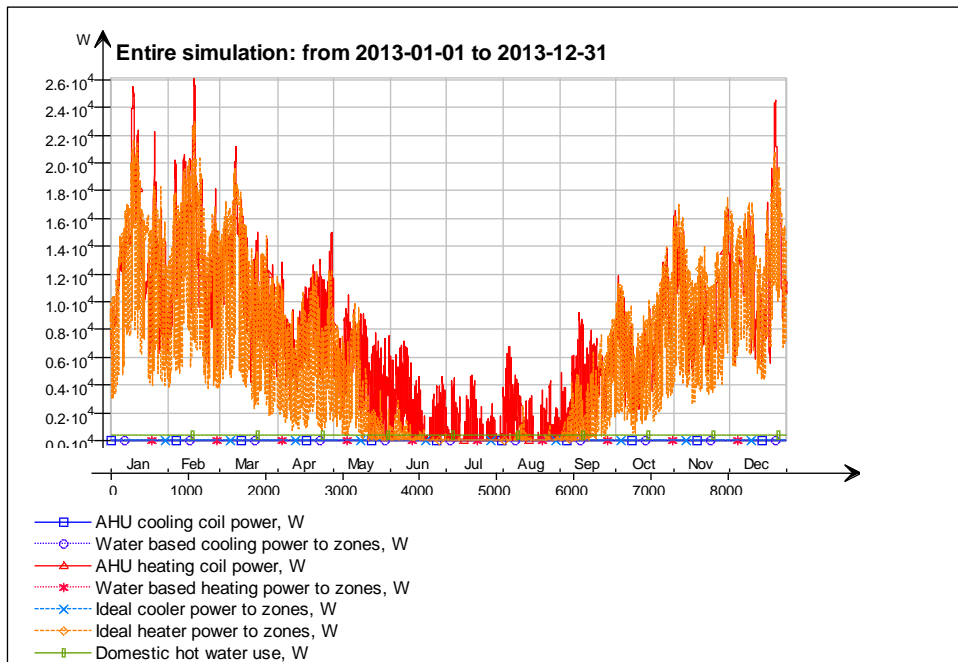
#### *Project Data*

Project name	Prel. Klar IDA ICE Rådhuset
Customer	
Description	
Location	Piteå
Climate	Climate file Kallax/Lulea
Simulation type	Whole-year energy simulation
Simulation period	2013-01-01 - 2013-12-31



## Simulation results

### Total heating and cooling



## Delivered Energy Report

### Building Comfort Reference

Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	21 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	6 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	9 %

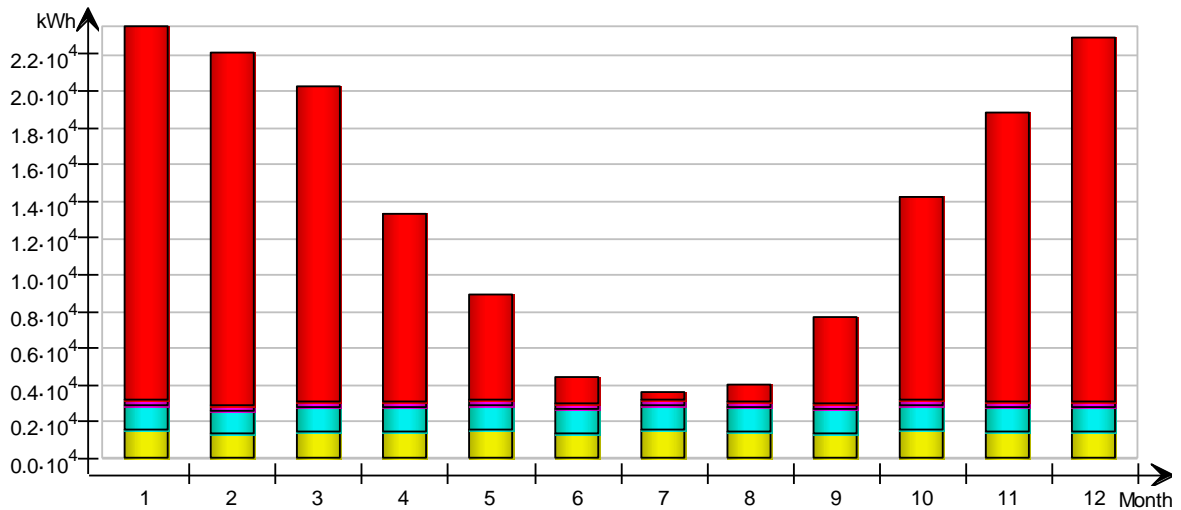
### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
■	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
■	Electric cooling	0	0.0	0.0
■	HVAC aux	15999	19.5	1.84
	Total, Facility electric	33212	40.4	

	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
	District heating	126826	154.4	50.88
	Total, Facility district	126826	154.4	
	Total	163435	198.9	

\*heating value

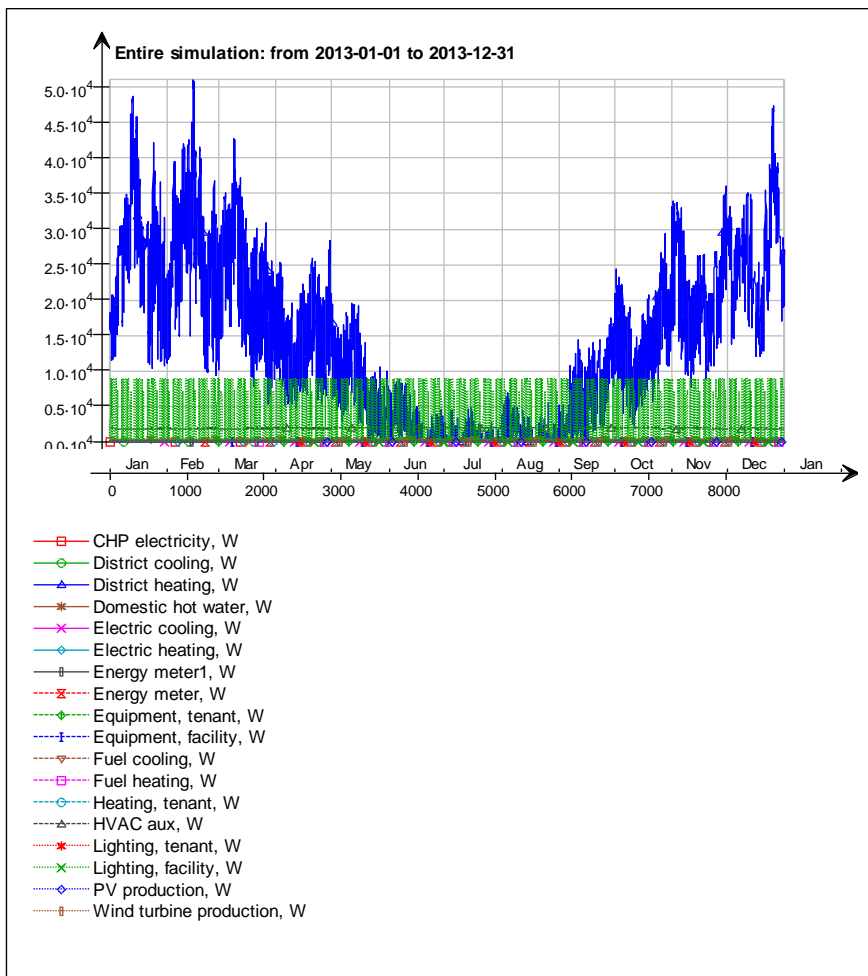
### Monthly Delivered Energy



Month	Facility electric			Facility fuel (heating value)	Facility district
	Lighting, facility	Electric cooling	HVAC aux	Domestic hot water	District heating
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
1	1500.0	0.0	1352.0	288.5	20371.0
2	1320.0	0.0	1221.0	260.6	19266.0
3	1408.0	0.0	1353.0	288.5	17212.0
4	1440.0	0.0	1313.0	279.2	10236.0
5	1500.0	0.0	1361.0	288.5	5695.0
6	1348.0	0.0	1321.0	279.2	1473.0
7	1500.0	0.0	1368.0	288.5	394.2
8	1469.0	0.0	1367.0	288.5	918.3

9	1380.0	0.0	1319.0	279.2	4666.0
10	1500.0	0.0	1359.0	288.5	11048.0
11	1408.0	0.0	1312.0	279.2	15746.0
12	1440.0	0.0	1353.0	288.5	19800.0
<b>Total</b>	<b>17213.0</b>	<b>0.0</b>	<b>15999.0</b>	<b>3396.9</b>	<b>126825.5</b>

## Delivered Energy



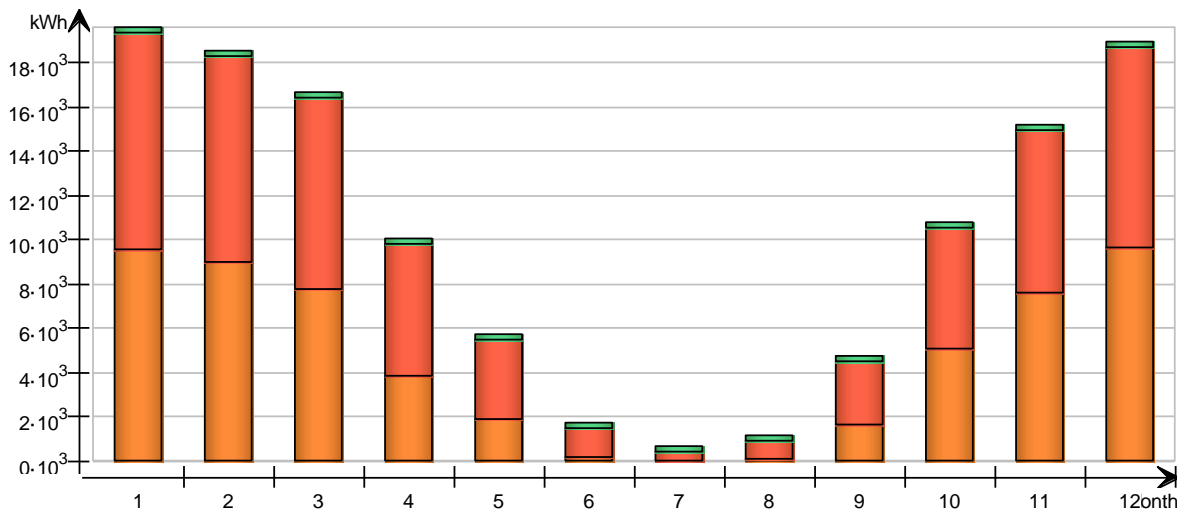
## Systems Energy

### Used energy

#### kWh (sensible and latent)

Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water

1	9536.0	0.0	9776.0	0.0	259.6
2	8939.0	0.0	9334.0	0.0	234.5
3	7739.0	0.0	8613.0	0.0	259.6
4	3860.0	0.0	5946.0	0.0	251.3
5	1902.0	0.0	3582.0	0.0	259.6
6	128.1	0.0	1331.0	0.0	251.3
7	3.0	0.0	390.9	0.0	259.6
8	63.2	0.0	848.1	0.0	259.6
9	1664.0	0.0	2817.0	0.0	251.3
10	5032.0	0.0	5456.0	0.0	259.6
11	7559.0	0.0	7348.0	0.0	251.3
12	9642.0	0.0	9087.0	0.0	259.6
Total	56067.3	0.0	64529.0	0.0	3056.9

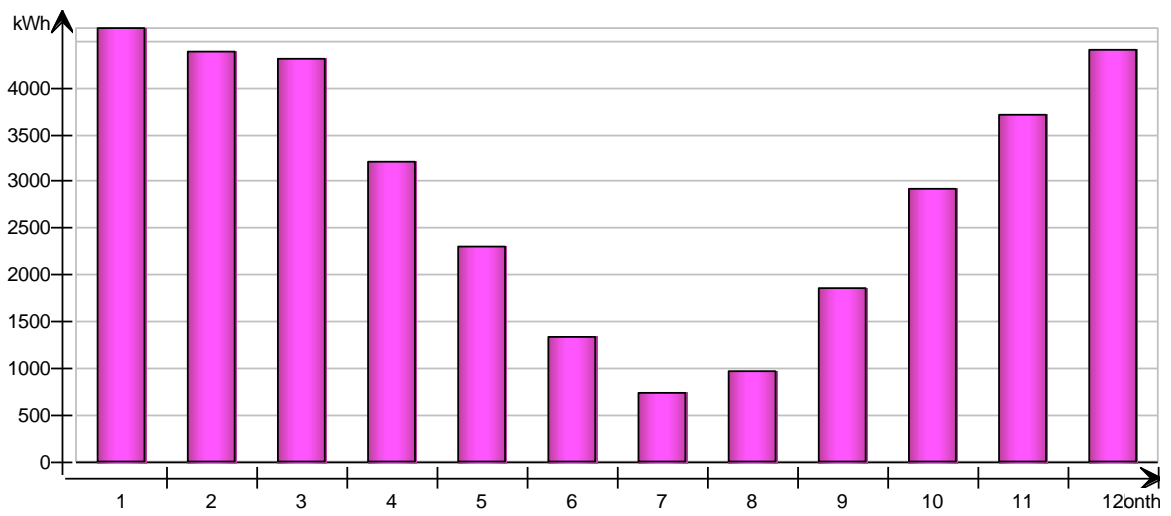


Utilized free energy

**kWh (sensible and latent)**

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	4630.0	0.0							
2	4385.0	0.0							
3	4302.0	0.0							
4	3204.0	0.0							

5	2292.0	-0.0							
6	1325.0	-0.0							
7	728.8	-0.1							
8	963.5	-0.0							
9	1859.0	-0.0							
10	2912.0	0.0							
11	3706.0	0.0							
12	4402.0	0.0							
Total	34709.3	-0.1							



### Generated electric energy

kWh

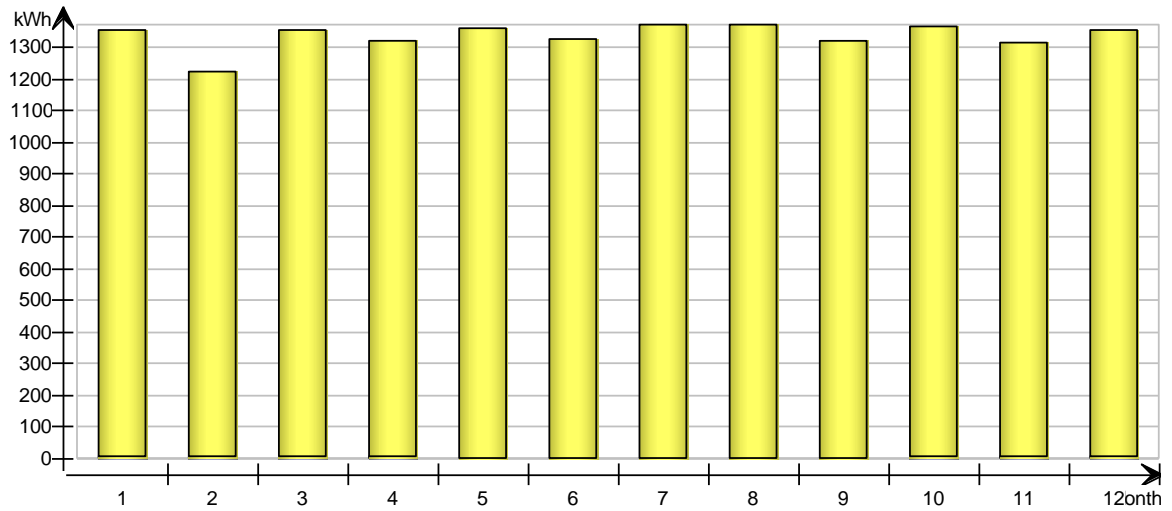
Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

**kWh**

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		1345.0	7.0
2		1214.0	6.7
3		1347.0	6.2
4		1309.0	4.3
5		1359.0	2.7
6		1320.0	1.2
7		1368.0	0.4
8		1366.0	0.9
9		1317.0	2.2
10		1355.0	4.0
11		1306.0	5.3
12		1347.0	6.5
Total		15953.0	47.3



## Input data Report

### Wind driven infiltration airflow rate

350.706 l/s at 50.000 Pa

Building envelope	Area [m <sup>2</sup> ]	U [W/(K m <sup>2</sup> )]	U*A [W/K]	% of total
External walls	594.55	0.42	251.47	33.36
Roof	257.27	0.13	33.53	4.45
External floor	284.39	0.69	195.68	25.96
Windows	83.51	2.81	234.66	31.13
External doors	4.60	0.28	1.31	0.17
Thermal bridges			37.27	4.94
Sum <sup>1</sup> /Weighted average <sup>2</sup>	1224.32 <sup>1</sup>	0.62 <sup>2</sup>	753.92 <sup>1</sup>	100.00

Thermal bridges	Area or Length	Avg. Heat conductivity	Sum [W/K]
External wall - Internal slab	295.22 m	0.020 W/(K m)	5.904
External wall - Internal wall	165.54 m	0.020 W/(K m)	3.311
External wall - External wall	46.64 m	0.060 W/(K m)	2.798
Window perimeter	229.10 m	0.050 W/(K m)	11.455
External door perimeter	12.60 m	0.050 W/(K m)	0.630
Roof - External wall	91.26 m	0.060 W/(K m)	5.476
External slab - External wall	76.97 m	0.100 W/(K m)	7.697
Balcony floor-External walls	0.00 m	0.000 W/(K m)	0.000
External slab - Internal wall	176.84 m	0.000 W/(K m)	0.000
Roof - Internal wall	109.75 m	0.000 W/(K m)	0.000
External walls - Inner corners	5.95 m	0.000 W/(K m)	0.000
Total envelope	1223.55 m <sup>2</sup>	0.000 W/(K m <sup>2</sup> )	0.000
Extra losses	-	-	0.000
Sum	-	-	37.271

Windows	Area [m <sup>2</sup> ]	U Glass [W/(K m <sup>2</sup> )]	U Frame [W/(K m <sup>2</sup> )]	U Total [W/(K m <sup>2</sup> )]	U*A [W/K]	Shading factor g
NE	4.56	2.90	2.00	2.81	12.81	0.76
SE	30.05	2.90	2.00	2.81	84.44	0.76
SW	16.81	2.90	2.00	2.81	47.24	0.76
NW	32.09	2.90	2.00	2.81	90.17	0.76
Sum <sup>1</sup> /Weighted average <sup>2</sup>	83.51 <sup>1</sup>	2.90 <sup>2</sup>	2.00 <sup>2</sup>	2.81 <sup>2</sup>	234.66 <sup>1</sup>	0.76 <sup>2</sup>

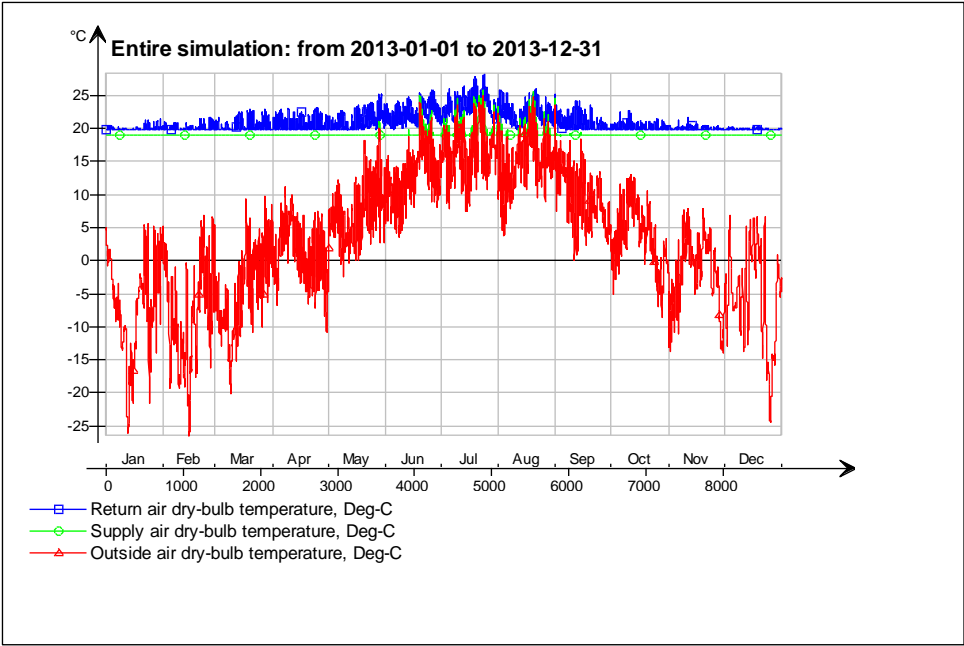
Air handling unit	Pressure head supply/exhaust [Pa/Pa]	Fan efficiency supply/exhaust [-/-]	System SFP [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	Heat exchanger temp. ratio/min exhaust temp. [-/°C]
AHU	1050.00/1236.00	0.60/0.60	1.75/2.06	0.76/1.00

DHW use	L/m2 floor area and year	Sum, [l/s]
	64.000	0.002

## Air Handling Unit

### AHU temperatures

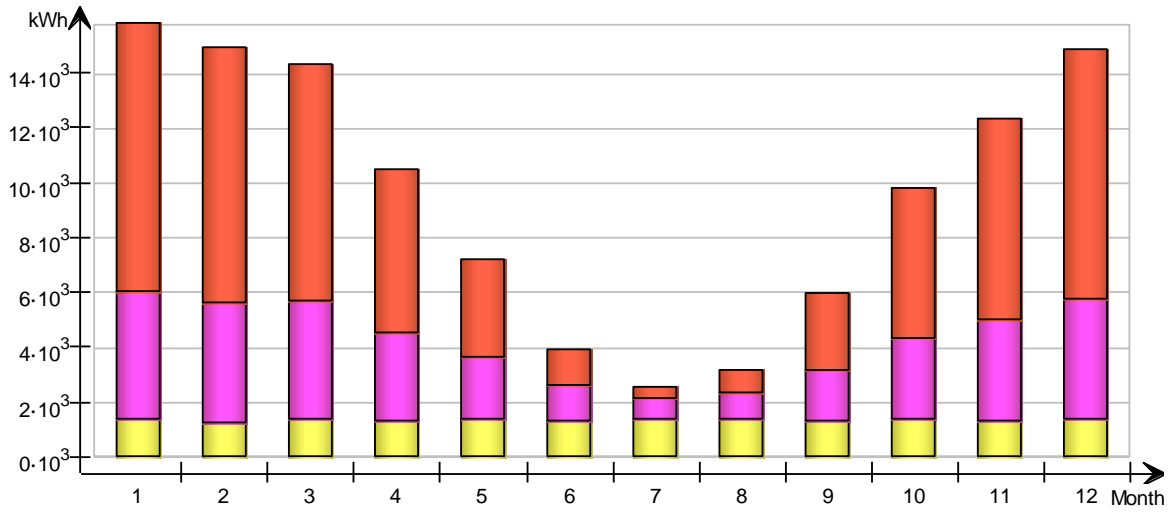




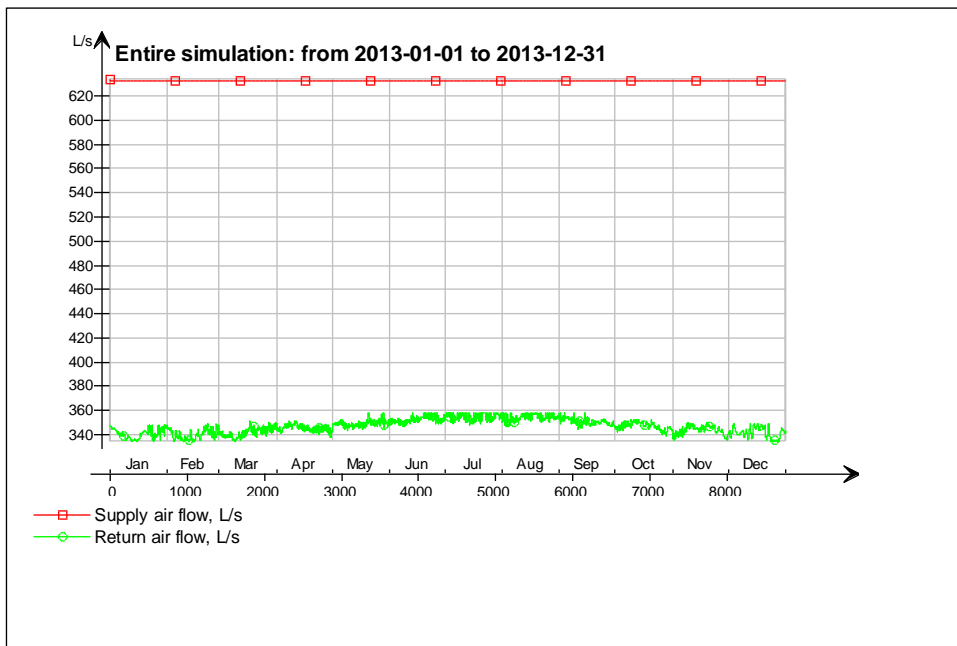
Energy report for "Air Handling Unit"

**kWh (sensible and latent)**

Month	Heating	Cooling	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Humidification	Fans
1	9776.0	0.0	4630.0	0.0	0.0	1345.0
2	9334.0	0.0	4385.0	0.0	0.0	1214.0
3	8613.0	0.0	4302.0	0.0	0.0	1347.0
4	5946.0	0.0	3204.0	0.0	0.0	1309.0
5	3582.0	0.0	2292.0	0.0	0.0	1359.0
6	1331.0	0.0	1325.0	0.0	0.0	1320.0
7	390.9	0.0	728.8	0.1	0.0	1368.0
8	848.1	0.0	963.5	0.0	0.0	1366.0
9	2817.0	0.0	1859.0	0.0	0.0	1317.0
10	5456.0	0.0	2912.0	0.0	0.0	1355.0
11	7348.0	0.0	3706.0	0.0	0.0	1306.0
12	9087.0	0.0	4402.0	0.0	0.0	1347.0
<b>Total</b>	<b>64529.0</b>	<b>0.0</b>	<b>34709.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>15953.0</b>



### AHU air flows



## Bilaga 4: Levererad total energianvändning till varje byggteknisk energieffektiviseringsförslag

Nedan följer endast den sammaställda energibesparingen för varje byggteknisk åtgärd

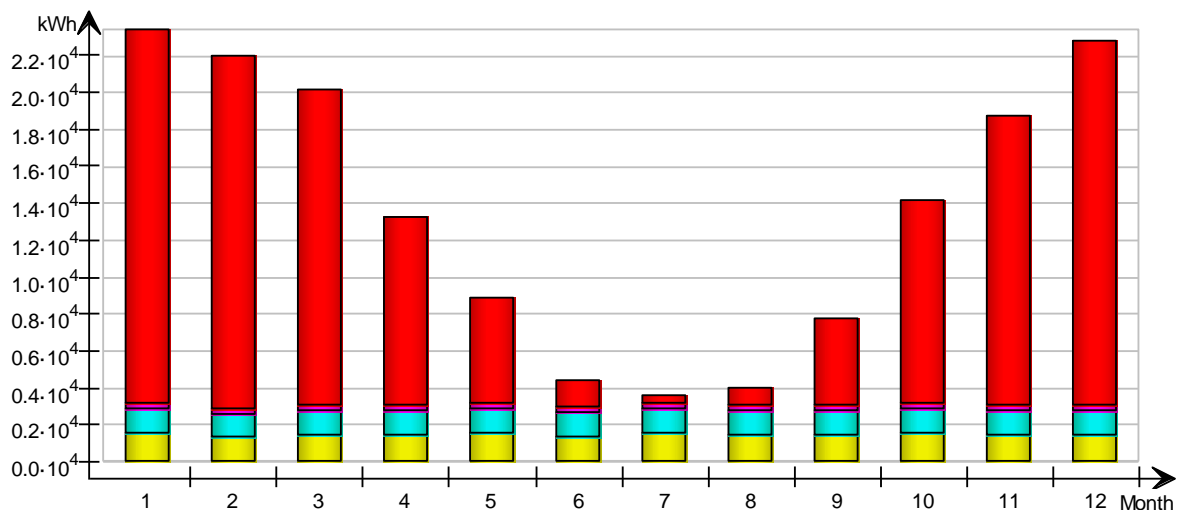
### Tilläggsisolering av vindsbjälklag

#### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15999	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33212</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	126195	153.6	50.72
	<b>Total, Facility district</b>	<b>126195</b>	<b>153.6</b>	
	<b>Total</b>	<b>162804</b>	<b>198.2</b>	

\*heating value

#### Monthly Delivered Energy



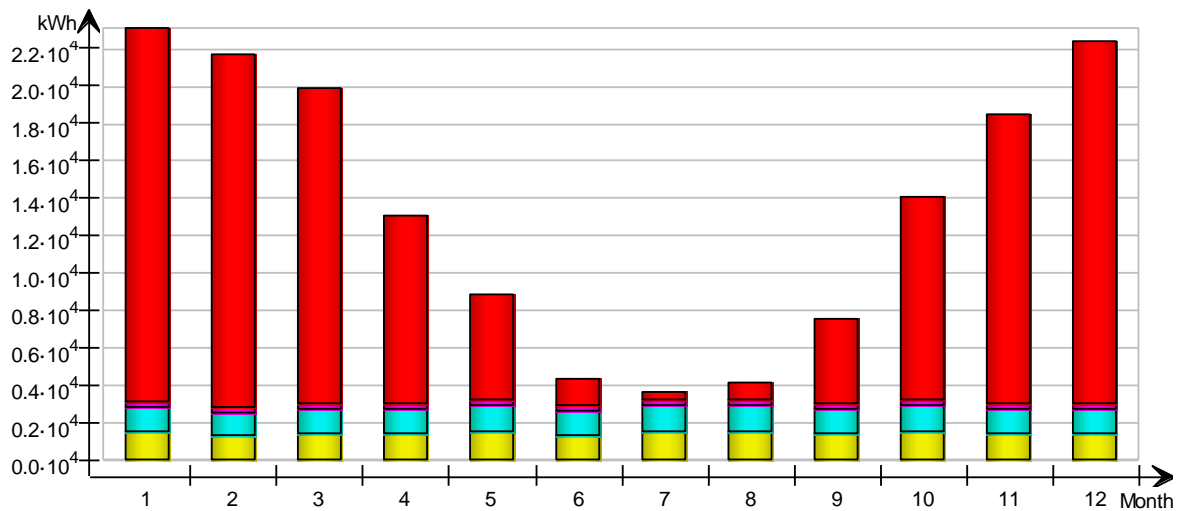
# Invändig tilläggsisolering av ytterväggar

## Delivered Energy Overview

	Delivered energy		Demand
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span> Lighting, facility	17214	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span> Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span> HVAC aux	15999	19.5	1.84
Total, Facility electric	33213	40.4	
<span style="color: magenta;">■</span> Domestic hot water	3397	4.1	0.39
Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span> District heating	124071	151.0	50.14
Total, Facility district	124071	151.0	
Total	160681	195.6	

\*heating value

## Monthly Delivered Energy



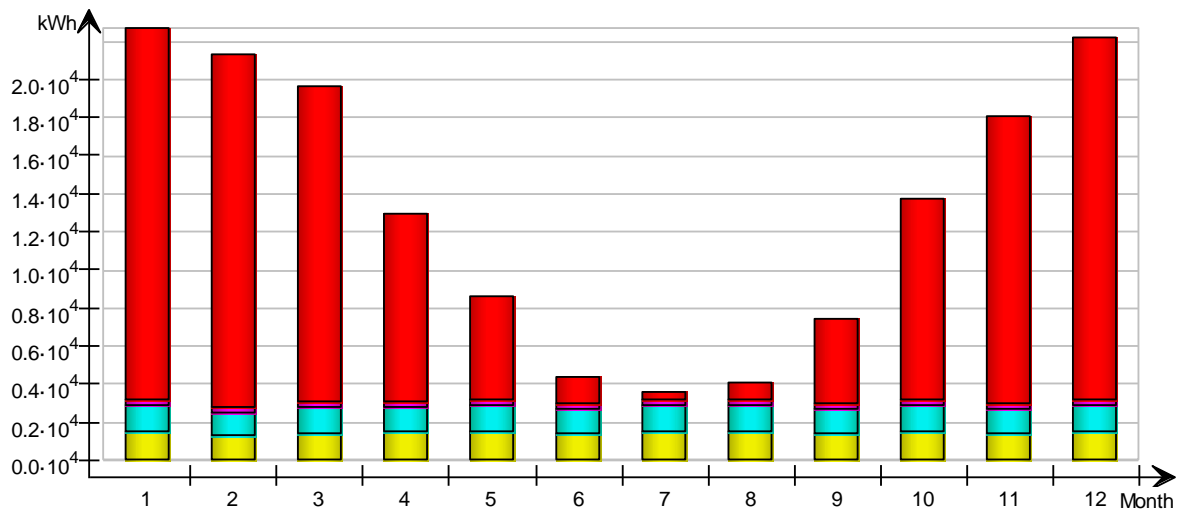
# Utvändig tilläggsisolering av ytterväggar

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: magenta;">■</span>	HVAC aux	15998	19.5	1.85
	Total, Facility electric	33211	40.4	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	121660	148.1	49.47
	Total, Facility district	121660	148.1	
	Total	158268	192.6	

\*heating value

## Monthly Delivered Energy



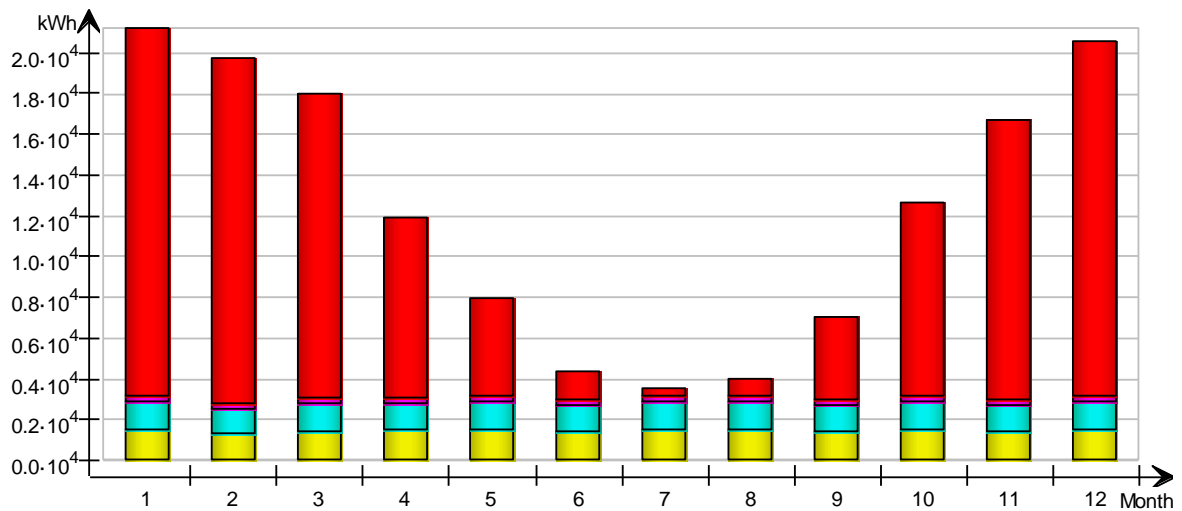
# Tilläggsisolering av källare

## Delivered Energy Overview

	Delivered energy		Demand
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span> Lighting, facility	17213	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span> Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: magenta;">■</span> HVAC aux	15999	19.5	1.84
<b>Total, Facility electric</b>	<b>33212</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span> Domestic hot water	3397	4.1	0.39
<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span> District heating	110912	135.0	47.35
<b>Total, Facility district</b>	<b>110912</b>	<b>135.0</b>	
<b>Total</b>	<b>147521</b>	<b>179.6</b>	

\*heating value

## Monthly Delivered Energy



# Nya och förbättrade fönster

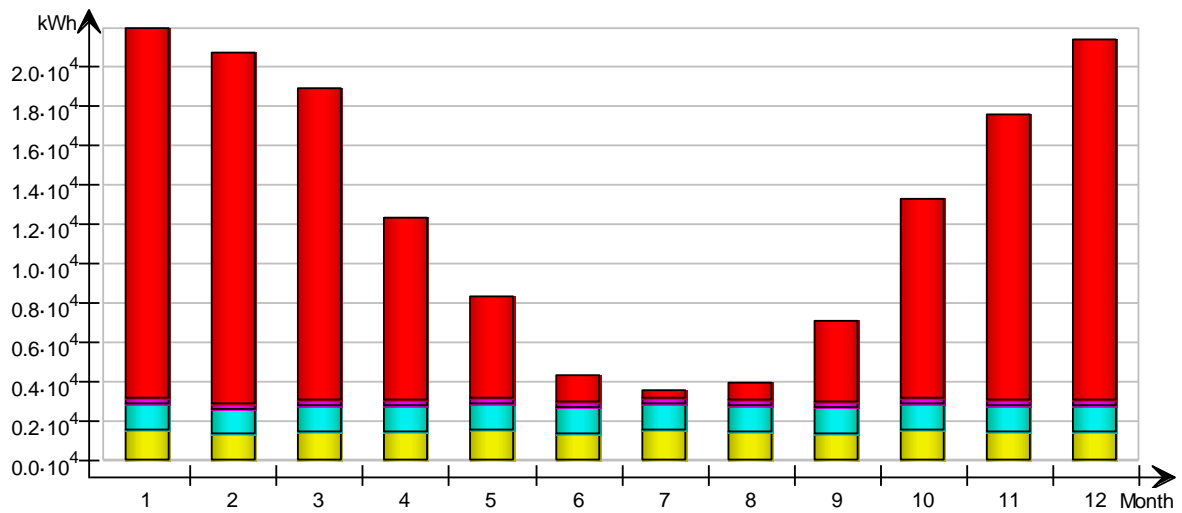
## Montering av energiglas

### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17212	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15998	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33210</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	116271	141.5	46.97
	<b>Total, Facility district</b>	<b>116271</b>	<b>141.5</b>	
	<b>Total</b>	<b>152878</b>	<b>186.1</b>	

\*heating value

### Monthly Delivered Energy



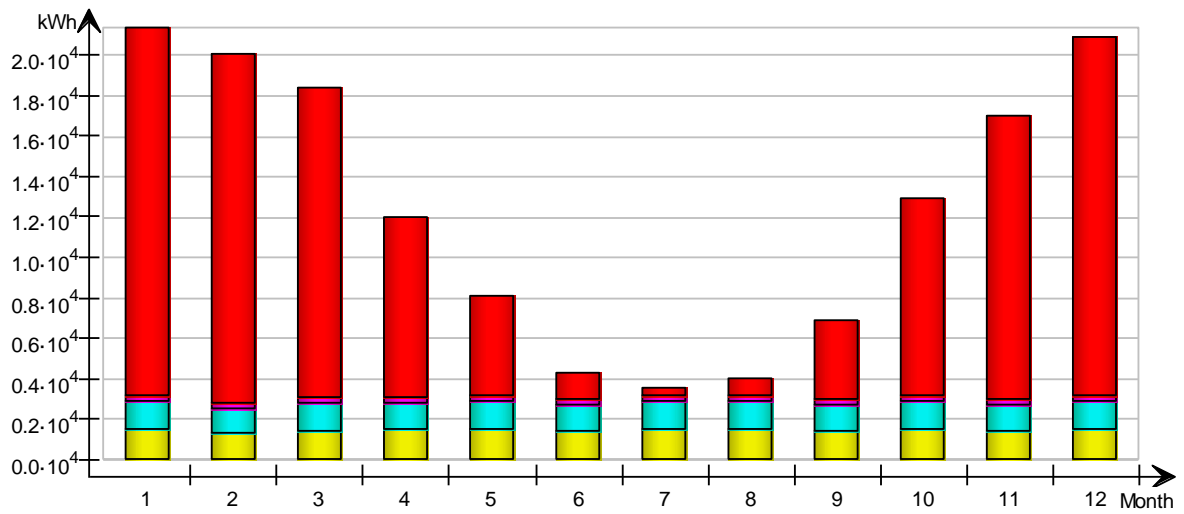
## Montering av innerbåge med isolerruta

### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15998	19.5	1.85
	Total, Facility electric	33211	40.4	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	112503	136.9	45.49
	Total, Facility district	112503	136.9	
	Total	149111	181.5	

\*heating value

### Monthly Delivered Energy





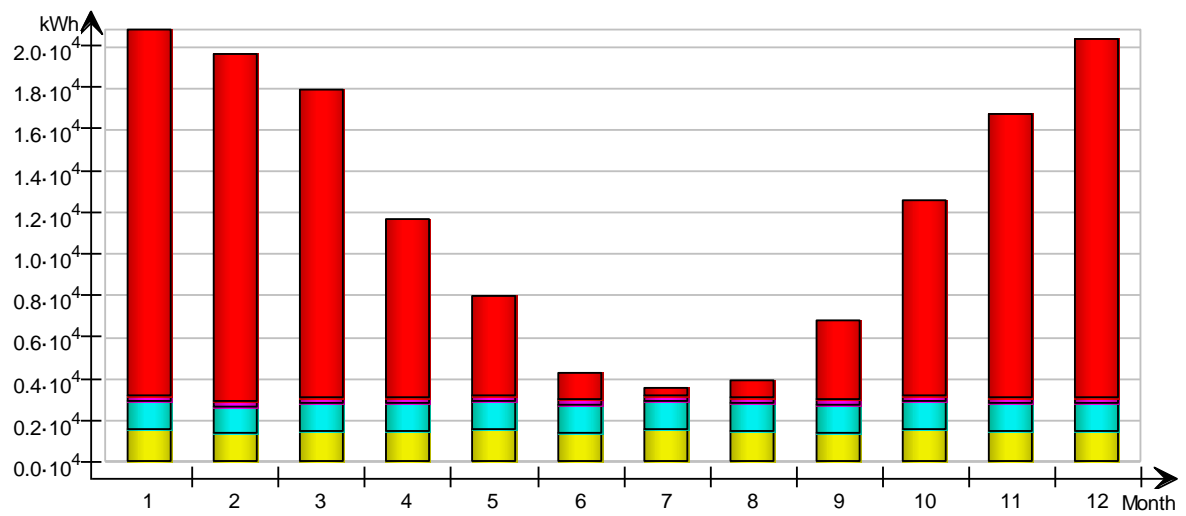
## Fönsterbyte

### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17212	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15997	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33209</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	108784	132.4	44.17
	<b>Total, Facility district</b>	<b>108784</b>	<b>132.4</b>	
	<b>Total</b>	<b>145390</b>	<b>177.0</b>	

\*heating value

### Monthly Delivered Energy



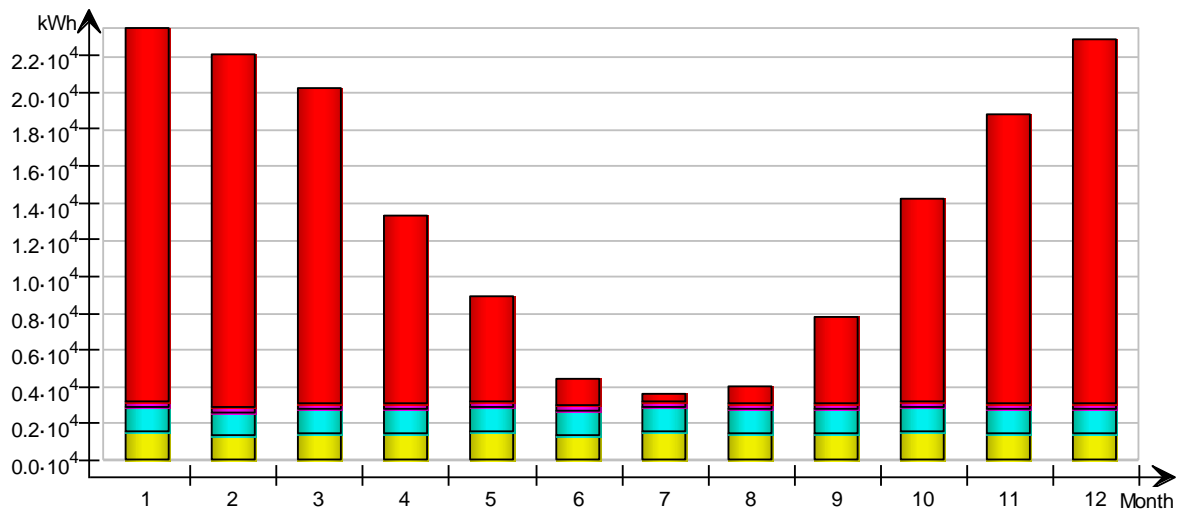
# Åtgärd för ytterdörr

## Delivered Energy Overview

	Delivered energy		Demand
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span> Lighting, facility	17213	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span> Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span> HVAC aux	15999	19.5	1.84
<b>Total, Facility electric</b>	<b>33212</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span> Domestic hot water	3397	4.1	0.39
<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span> District heating	126691	154.2	50.97
<b>Total, Facility district</b>	<b>126691</b>	<b>154.2</b>	
<b>Total</b>	<b>163300</b>	<b>198.8</b>	

\*heating value

## Monthly Delivered Energy



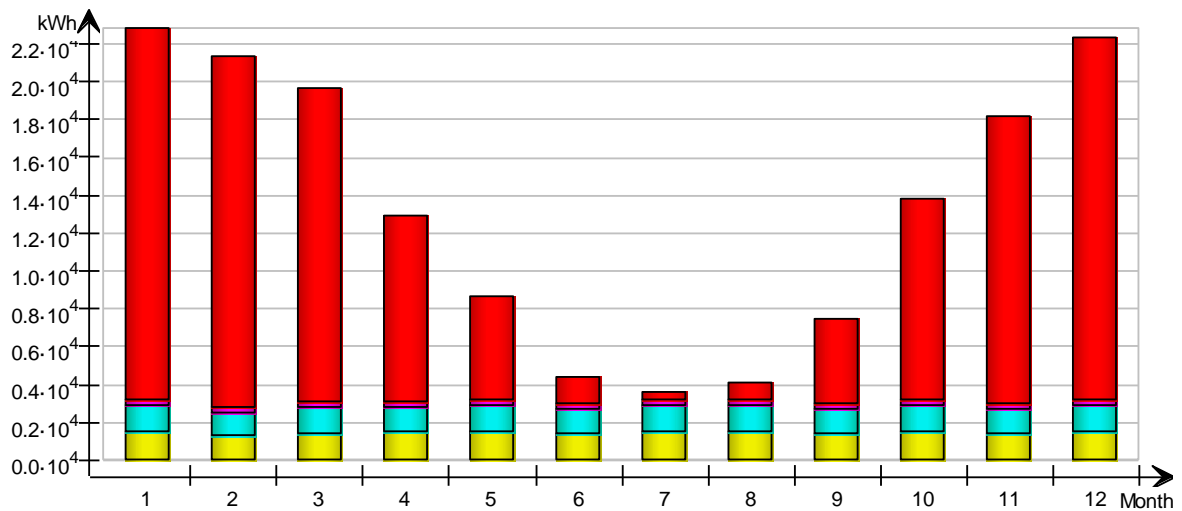
# Åtgärd för köldbryggor

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17214	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: magenta;">■</span>	HVAC aux	15999	19.5	1.84
	Total, Facility electric	33213	40.4	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	122084	148.6	49.31
	Total, Facility district	122084	148.6	
	Total	158694	193.2	

\*heating value

## Monthly Delivered Energy



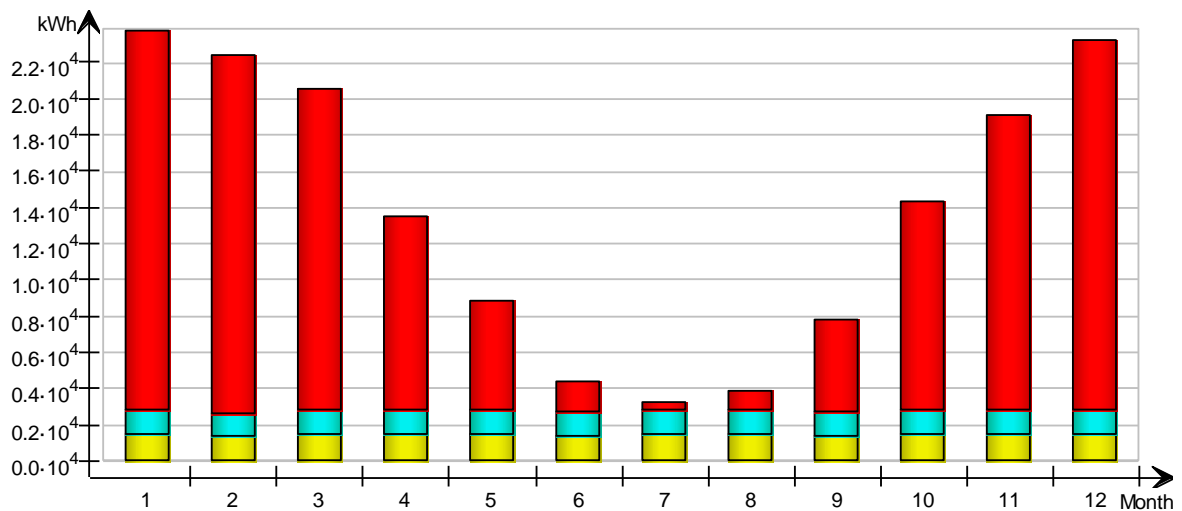
## Bilaga 5: Resultat från känslighetsanalysen

### Justerat vistande personer och tappvarmvattenanvändning

#### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17214	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	16003	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33217</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	131440	160.0	51.35
	<b>Total, Facility district</b>	<b>131440</b>	<b>160.0</b>	
	<b>Total</b>	<b>164657</b>	<b>200.4</b>	

#### Monthly Delivered Energy

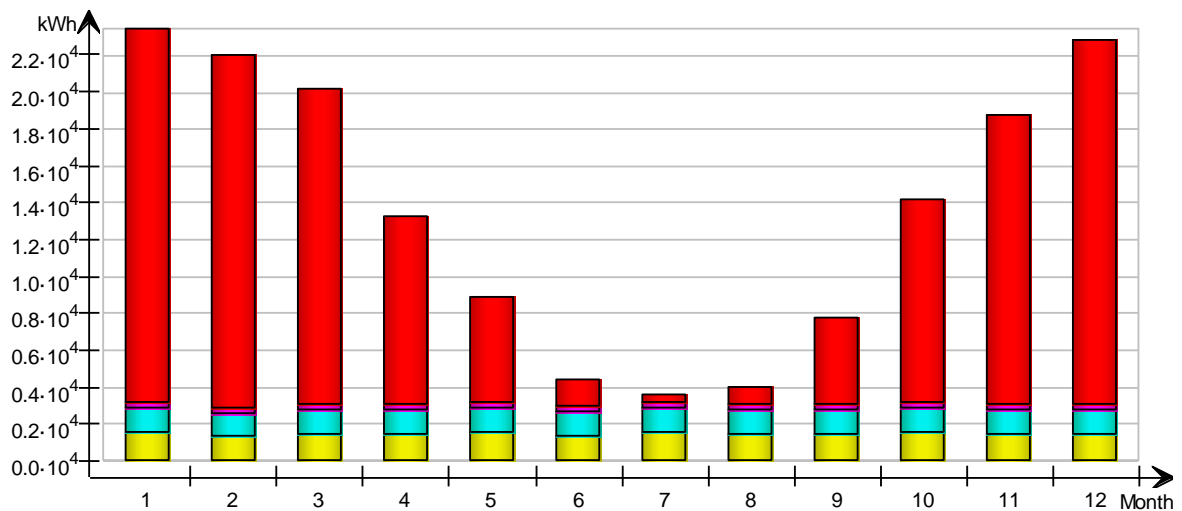


## Luftläckage: 0,2 oms/h

### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17211	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15999	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33210</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	126211	153.6	50.15
	<b>Total, Facility district</b>	<b>126211</b>	<b>153.6</b>	
	<b>Total</b>	<b>162818</b>	<b>198.2</b>	

### Monthly Delivered Energy

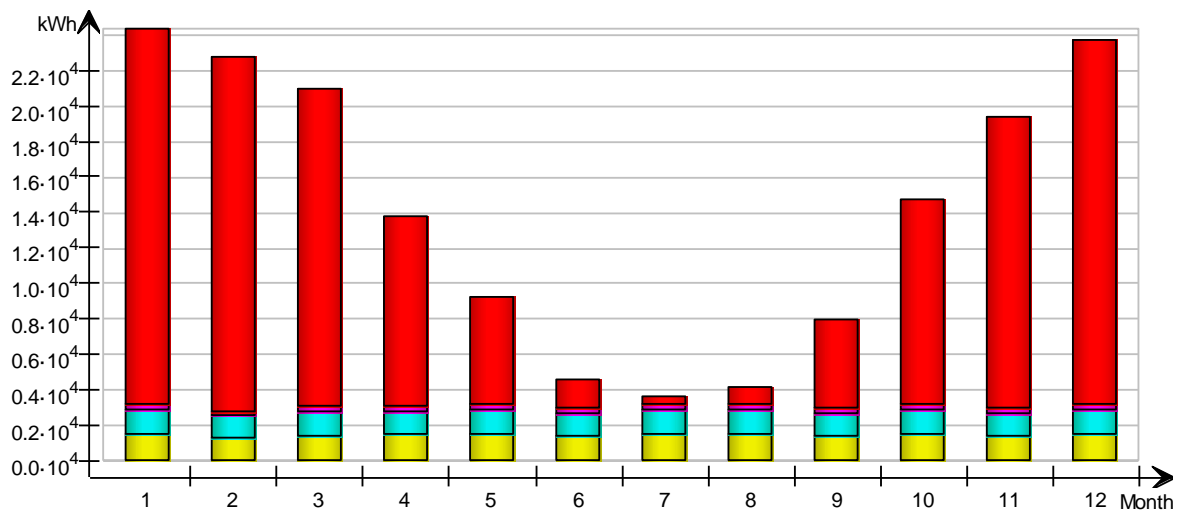


# Luftlackage: 3,0 oms/h

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
■	Lighting, facility	17216	21.0	8.86
■	Electric cooling	0	0.0	0.0
■	HVAC aux	16000	19.5	1.85
	Total, Facility electric	33216	40.4	
■	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
■	District heating	132222	160.9	57.28
	Total, Facility district	132222	160.9	
	Total	168835	205.5	

## Monthly Delivered Energy

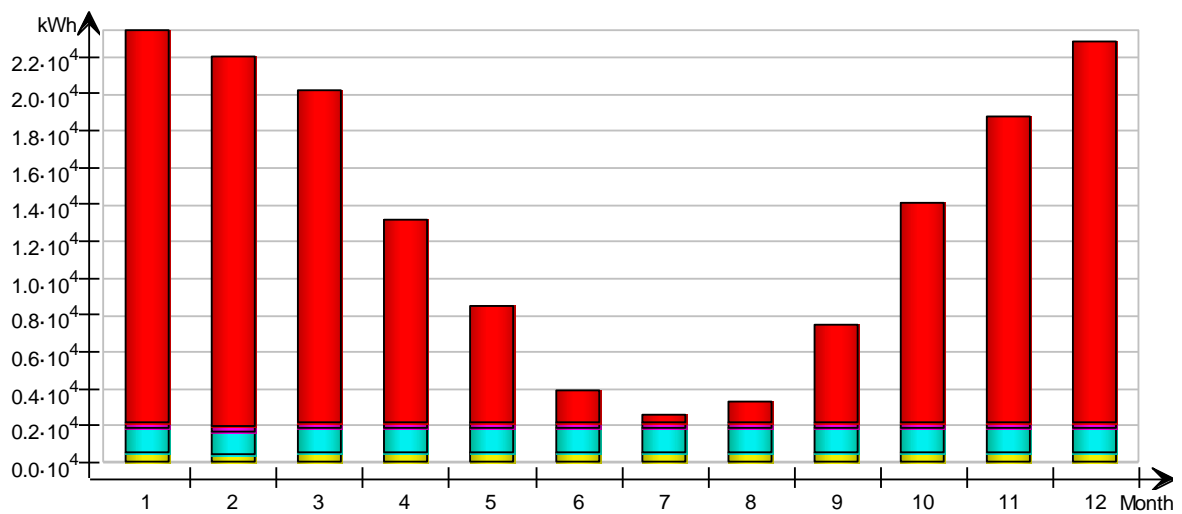


# Belysningsvärme: 40 W

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	5914	7.2	3.07
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: magenta;">■</span>	HVAC aux	16003	19.5	1.85
	Total, Facility electric	21917	26.7	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	134477	163.7	51.49
	Total, Facility district	134477	163.7	
	Total	159791	194.5	

## Monthly Delivered Energy

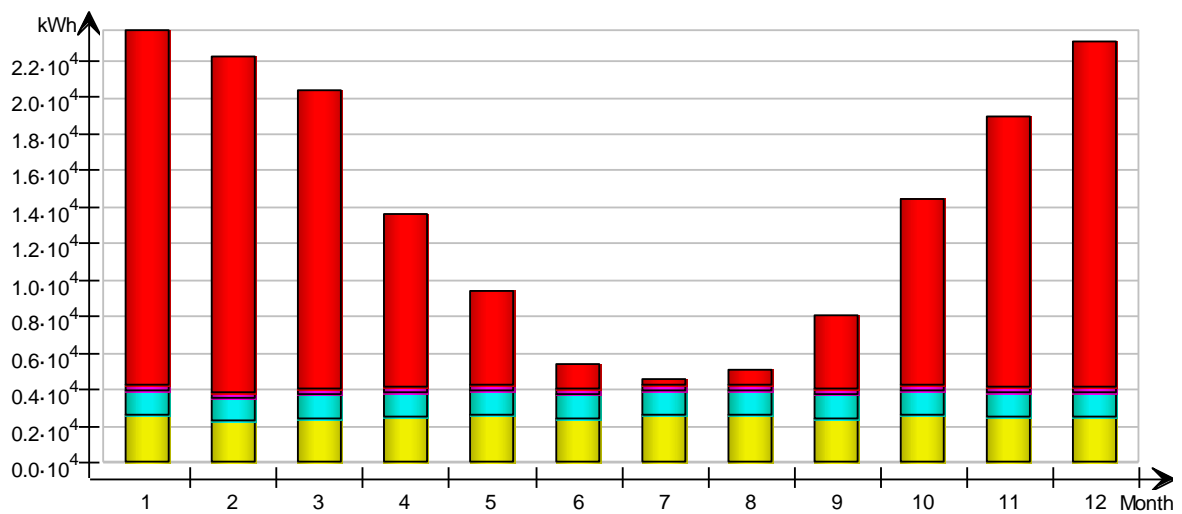


## Belysningsvärme: 200 W

### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	29570	36.0	15.34
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15997	19.5	1.84
	Total, Facility electric	45567	55.5	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	119238	145.1	50.31
	Total, Facility district	119238	145.1	
	Total	168202	204.7	

### Monthly Delivered Energy



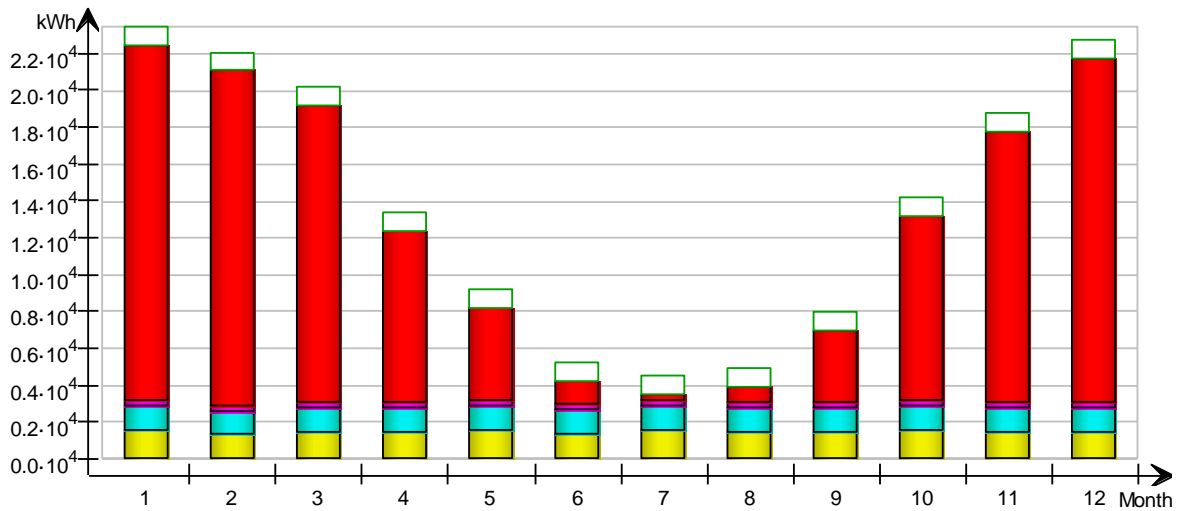


# Energiförbrukande utrustningar

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
■	Lighting, facility	17216	21.0	8.86
■	Electric cooling	0	0.0	0.0
■	HVAC aux	15997	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33213</b>	<b>40.4</b>	
■	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
■	District heating	117351	142.8	49.44
	<b>Total, Facility district</b>	<b>117351</b>	<b>142.8</b>	
	<b>Total</b>	<b>153961</b>	<b>187.4</b>	
□	Equipment, tenant	12359	15.0	2.47
	<b>Total, Tenant electric</b>	<b>12359</b>	<b>15.0</b>	
	<b>Grand total</b>	<b>166320</b>	<b>202.4</b>	

## Monthly Delivered Energy

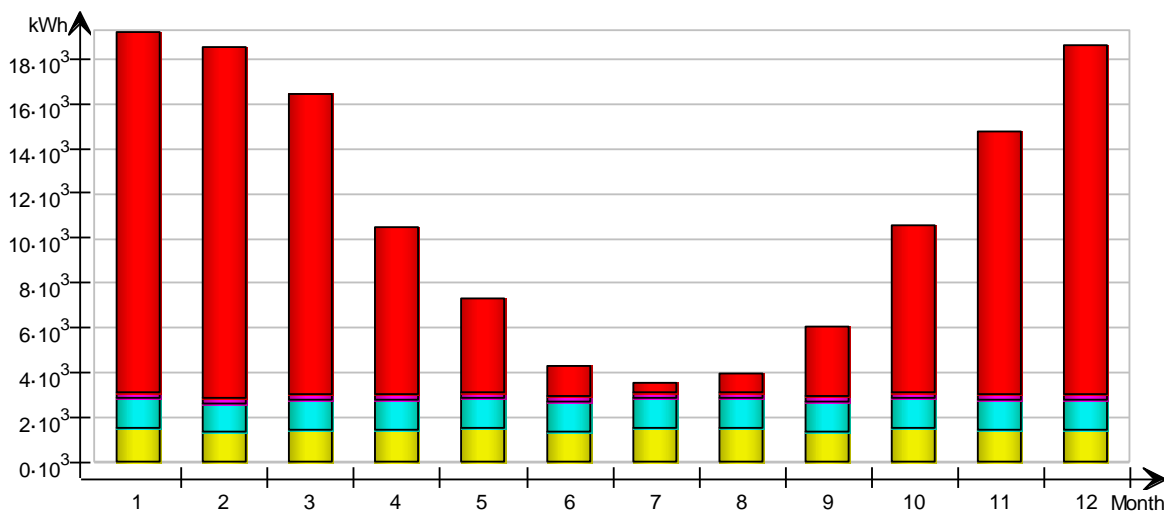


## Reglering av innetemperatur: 15 och 25°C

### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17214	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: magenta;">■</span>	HVAC aux	16034	19.5	1.84
	Total, Facility electric	33248	40.5	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	97426	118.6	44.59
	Total, Facility district	97426	118.6	
	Total	134071	163.2	

### Monthly Delivered Energy

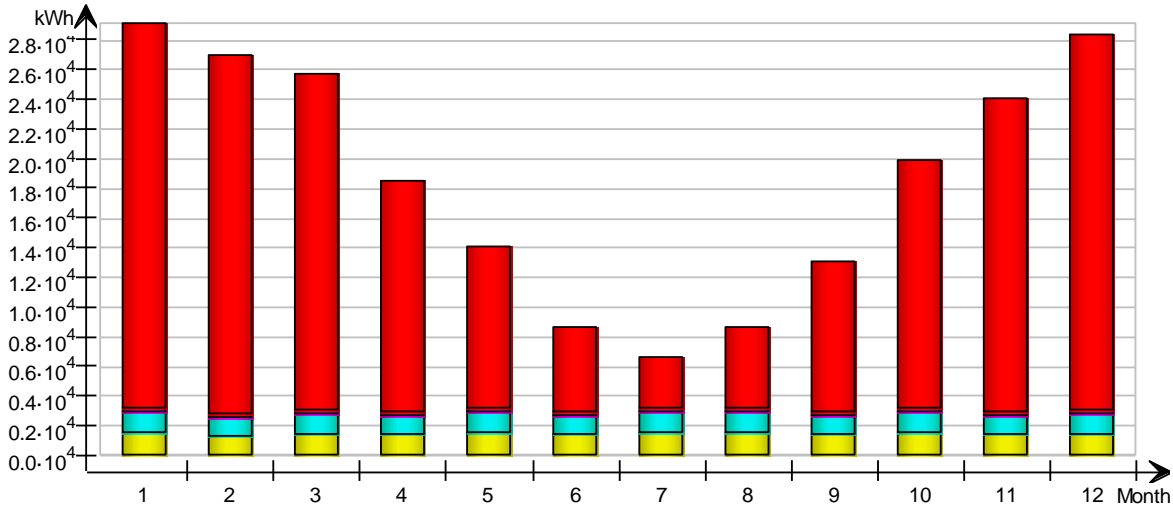


# Reglering av innetemperatur: 25°C

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
■	Lighting, facility	17216	21.0	8.86
■	Electric cooling	0	0.0	0.0
■	HVAC aux	15952	19.4	1.84
	Total, Facility electric	33168	40.4	
■	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
■	District heating	187119	227.8	57.21
	Total, Facility district	187119	227.8	
	Total	223684	272.3	

## Monthly Delivered Energy



## Bilaga 6: Levererad total energianvändning: Expertpanelens rekommendation

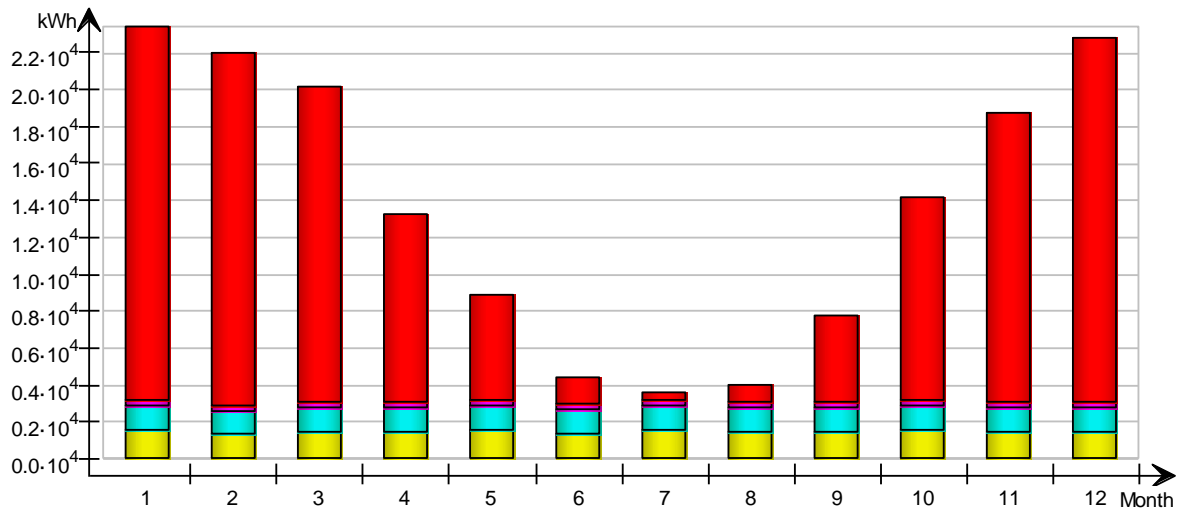
### Energieffektivisering enligt SPBA

#### Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15999	19.5	1.84
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>33212</b>	<b>40.4</b>	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	<b>Total, Facility fuel*</b>	<b>3397</b>	<b>4.1</b>	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	126195	153.6	50.72
	<b>Total, Facility district</b>	<b>126195</b>	<b>153.6</b>	
	<b>Total</b>	<b>162804</b>	<b>198.2</b>	






\*heating value

#### Monthly Delivered Energy








## Energieeffektivisering enligt Piteå Kommun

### Delivered Energy Overview

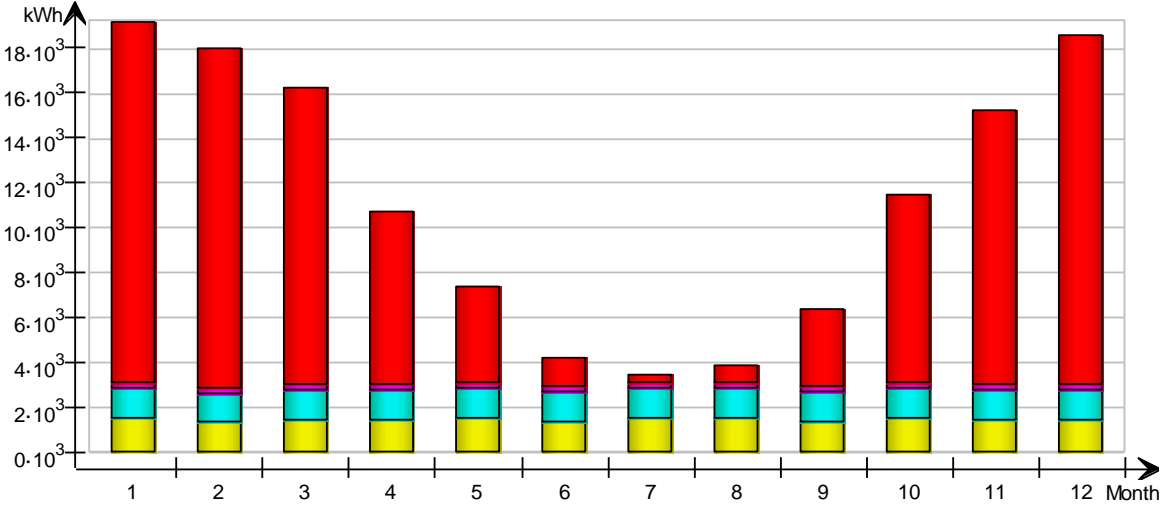
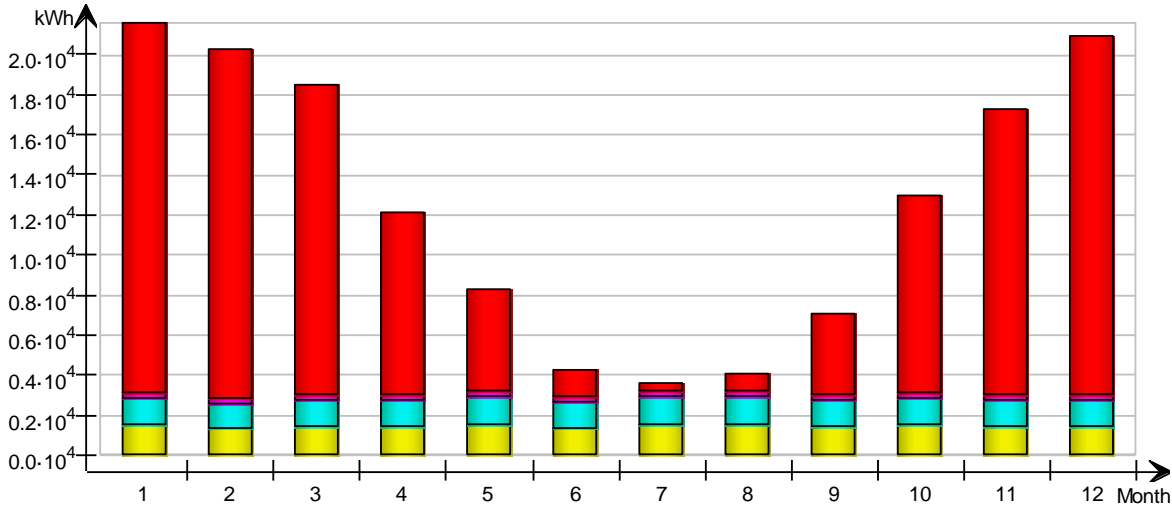
		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
	Electric cooling	0	0.0	0.0
	HVAC aux	15998	19.5	1.84
	Total, Facility electric	33211	40.4	
	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
	District heating	114077	138.9	46.3
	Total, Facility district	114077	138.9	
	Total	150685	183.4	

\*heating value

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
	Lighting, facility	17213	20.9	8.86
	Electric cooling	0	0.0	0.0
	HVAC aux	15997	19.5	1.84
	Total, Facility electric	33210	40.4	
	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
	District heating	98346	119.7	42.64
	Total, Facility district	98346	119.7	
	Total	134953	164.3	

\*heating value

# Monthly Delivered Energy



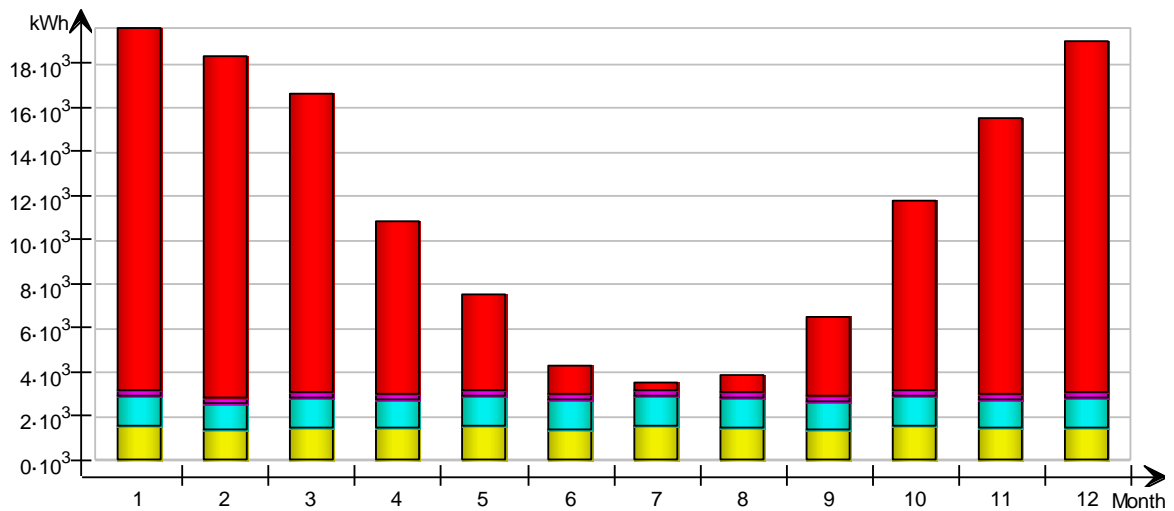
# Energieeffektivisering enligt Länsstyrelsen

## Delivered Energy Overview

		Delivered energy		Demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
<span style="color: yellow;">■</span>	Lighting, facility	17212	20.9	8.86
<span style="color: cyan;">■</span>	Electric cooling	0	0.0	0.0
<span style="color: cyan;">■</span>	HVAC aux	15998	19.5	1.84
	Total, Facility electric	33210	40.4	
<span style="color: magenta;">■</span>	Domestic hot water	3397	4.1	0.39
	Total, Facility fuel*	3397	4.1	
<span style="color: red;">■</span>	District heating	100476	122.3	43.36
	Total, Facility district	100476	122.3	
	Total	137083	166.9	

\*heating value

## Monthly Delivered Energy



2014

# Byggtekniska åtgärder för energieffektivisering av kulturhistorisk värdefull byggnad

En fallstudie av Gamla rådhuset i  
kvarteret Stadsvapnet 6, Piteå

Ronald Cruz  
LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET  
2014-05-20





## 1. Bakgrund

Byggnader som betecknas med kulturhistorisk värde har ofta låg energiprestanda. För att dessa byggnader ska hållbart bevaras måste energieffektiviserande åtgärder utföras utan att det kulturhistoriska värdet förvanskas. Energieffektiva åtgärder måste tillämpas på ett sätt utan att ”bygga sönder” det kulturhistoriska arvet. Dessa risker kan visa sig genom montering av tilläggsisolering med bristande hänsyn eller att byte av dörrar och fönster är gestaltat olika än vad det var från början. Byggnader som uppfördes under mitten 1800-talet saknar det hänsynstagande för hållbarhet som finns idag. För bevaringsändamål är byggnaderna i behov av renovering för att uppnå dagenskrav på låg energianvändning (Boverket A, 2003).

I norra Sverige finns många kulturhistoriska byggnader av trä som byggdes mellan 1800-1900 talet. Med kallare klimat i jämförelse med södra Sverige, medför högre krav för att uppnå effektiv energianvändning vid uppvärmning av byggnader som ställs idag. Forskning av energieffektivisering som utförs för byggnader i södra Sverige är inte direkt överförbar för byggnader i norra landets kallare klimat. Större skillnader mellan uppvärmningskostnaderna förekommer för den äldre bebyggelsen jämfört med nya byggnader. (Spara och Bevara, 2013)

## 2. Problemdiskussion

Vilka byggtekniska renoveringsåtgärder krävs för att en kulturhistorisk byggnad skall byggas om till ett låg energi hus, utan att negativt påverka det kulturhistoriska värdet?

## 3. Syfte

Syftet är att kunna visa vilka energieffektiviserande åtgärder som finns för en kulturhistorisk byggnad. Resultaten vägs även mot hur det kulturhistoriska värdet kommer att påverkas skulle ombyggnation äga rum.

Examensarbetets mål är att utvecklade rekommendationer och förslag ska kunna implementeras på aktuell byggnad. Energibesparande åtgärder utvecklas med förutsättningarna av att det ska generera optimala resultat i aspekterna av energi och kulturhistoriskvärde.

## 4. Avgränsningar

Aspekter som skall undersökas i projektet är endast energieffektiviseringen av museet i Stadsvapnet 6, f.d. rådhuset i Piteå stad. Ändamålen för att bevara förhåller sig till befintlig och redan utförd definition av det kulturhistoriska värdet. Dessa definitioner finns tillgängliga i länsstyrelsens beslutsdokument, arbetshandlingar och medborgarförslag för beaktad fallstudiebyggnad. Studien beaktar energianvändningen under driftfas. Mängd energi vid tillverkning och transport av material och produkter till ombyggnation undersöks inte, samt kostnadsberäkningar för att utföra renoveringsåtgärder. Examensarbetet riktar sig in på att främst undersöka möjliga byggtekniska åtgärder för energieffektivisering. Övriga besparingsåtgärder granskas överskådligt och noteras.

## 5. Teori

### 5.1 Lagar och regler för bevaring av kulturhistorisk värde

#### 5.1.1 Energihushållning

Bygghuset byggregler (BBR) styr nivån på byggnaders energiprestanda för majoriteten av nya byggnader i Sverige. Dessa byggregler är minimikrav och dess uppgift är att reglera och begränsa oacceptabla förhållanden och ohälsa undviks. Energihushållning i Boverkets byggregler, avsnitt 9. I BBR 2009 är Sverige indelat i tre klimatzoner. Detta är för att bättre kunna anpassa kravnivåerna utifrån de olika förhållandena som råder i de olika delarna av landet.

I boverkets byggregler, BBR kapitel 9:9 som behandlar krav på energihushållning står följande:

”Byggnader ska vara utformade så att energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning och effektiv elanvändning. Regler om ändring av byggnader finns också i avsnitt 1:22.

Kraven på energihushållning ska tillämpas så att de övriga tekniska egenskapskraven kan tillgodoses och så att byggnadens kulturvärden inte skadas och att de arkitektoniska och estetiska värdena kan tas tillvara.(BFS 2011:26)

### 5.1.2 Kulturhistoriskt skydd

#### **Kulturminneslagen (KML)**

Lagen innehåller bland annat bestämmelser för skydd av värdefulla byggnader liksom fornlämningar, fornfynd, kyrkliga kulturminnen och vissa kulturföremål.

”Det är en nationell angelägenhet att skydda och vårda vår kulturmiljö. Ansvaret för detta delas av alla.”

Så inleds Kulturminneslagen (SFS nr 1988:950) som är den centrala lagen för kulturvården. Här anges att länsstyrelsen har tillsyn över kulturminnesvården i landet. Enskilda byggnadsminnen omfattas av tredje kapitlet i Kulturminneslagen och kyrkliga byggnadsminnen omfattas av fjärde kapitlet.

#### **Byggnadsminnen (3kap. KML)**

Byggnadsminnen är byggnader eller anläggningar som, i enlighet med Kulturminneslagens tredje kapitel, genom sitt ”kulturhistoriska värde är synnerligen märkliga eller som ingår i ett synnerligen märkligt bebyggelseområde”. Syftet är att trygga människors rätt till en viktig del av det gemensamma kulturarvet.

Ett byggnadsminne kan bestå av en enskild byggnad eller ett område med ett stort antal byggnader. Det kulturhistoriska värdet bedöms utifrån flera aspekter, exempelvis byggnadens arkitektur, material, konstruktion och placering i miljön, men även utifrån historik eller byggnadens sociala eller symboliska betydelse. Bredden på urvalet är viktig; ett byggnadsminne kan vara allt från en medeltida borg till en biograf från 1950-talet.

Vem som helst kan väcka fråga hos länsstyrelsen om en byggnadsminnesförklaring, men länsstyrelsen kan också väcka fråga på eget initiativ. Bedömningen görs både ur regionalt och nationellt perspektiv.

Länsstyrelsen beslutar om en enskilt ägd byggnad eller anläggning ska bli byggnadsminne. För att reglera hur det kulturhistoriska värdet ska tas tillvara fastställs skyddsbestämmelser eller föreskrifter för varje byggnadsminne. Länsstyrelsen har tillsynsansvar och prövar om tillstånd kan ges till åtgärder

som strider mot skyddsbestämmelserna. Den som äger ett byggnadsminne har möjlighet att söka bidrag för de antikvariska överkostnader som kan uppstå, till exempel vid en restaurering. Enskilda byggnadsminnen omfattas av tredje kapitlet i Kulturminneslagen.

### **Plan- och bygglagen (PBL) Direkt avskrivet**

Byggandet styrs av plan- och bygglagen och tillhörande förordning. Lagen är ett instrument för sammanvägning av allmänna och enskilda intressen.

Enligt Plan- och bygglagen är det förbjudet att förvanska särskilt kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. För all bebyggelse gäller även varsamhetskravet som innebär att bebyggelsens "särart" och "karaktärsdrag" ska tillvaratas vid ändring eller underhåll. Plan- och bygglagen gäller alltid, både exteriört och interiört, även om åtgärderna inte kräver bygglov. Fastighetsägaren eller byggherren är ansvarig för att lagen följs.

Den tidigare plan- och bygglagen (PBL) kom för över 20 år sedan och under denna tid har samhället förändrats. Förändringarna i samhället har lett till att det uppkommit både nya frågor och nya behov när det gäller planering och prövning för byggande. Riksdagen beslutade därför att anta en ny plan- och bygglag (Propositionen 2009/10: 170 "En enklare plan- och bygglag"). Den nya lagen gäller från den 2 maj 2011

#### Viktiga paragrafer för bevarandet av kulturhistoriskt värdefulla byggnader:

Det viktigaste verktyget för att skydda kulturhistoriskt värdefulla byggnader med Plan- och bygglagen har det tredje kapitlet varit, vilket nu ersätts med det åttonde kapitlet i den nya författningen PBL (2010:900).

#### 13 § Förbud mot förvanskning (Tidigare PBL 3:12, Lag (1994:852))

En byggnad som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt får inte förvanskas.

Första stycket ska tillämpas också på

1. anläggningar som är bygglovspliktiga enligt föreskrifter som har meddelats med stöd av 16 kap. 7 §,
2. tomter i de avseenden som omfattas av skyddsbestämmelser i en detaljplan eller i områdesbestämmelser,
3. allmänna platser, och
4. bebyggelseområden.

#### 14 § Underhåll och varsamhet (Tidigare PBL 3:13 Lag (1994:852)).

Ett byggnadsverk ska hållas i vårdat skick och underhållas så att dess utformning och de tekniska egenskaper som avses i 4 § i huvudsak bevaras. Underhållet ska anpassas till omgivningens karaktär och byggnadsverkets värde från historisk, kulturhistorisk, miljömässig och konstnärlig synpunkt.

Om byggnadsverket är särskilt värdefullt från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt, ska det underhållas så att de särskilda värdena bevaras.

En anordning för ett syfte som avses i 4 § 2–4, 6 eller 8, ska hållas i sådant skick att den alltid fyller sitt ändamål.

17 § (Tidigare PBL 3:10 Lag (1998:805)).

Ändring av en byggnad och flyttning av en byggnad ska utföras varsamt så att man tar hänsyn till byggnadens karaktärsdrag och tar till vara byggnadens tekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden.

## 5.2 Byggnadens energiprestanda

### **Beräkningsprogram**

IDA Indoor Climate and Energy (ICE) är ett beräkningsprogram som används av många stora företag för att studera inomhusklimatet och energibehovet för enskilda zoner eller hela byggnader. Första versionen släpptes 1998 och skapades av ett företag som då hette Brisdata, numera Equa Simulation AB.

Simuleringsprogrammet bygger på ekvationsbaserad modellering och använder sig av modelleringsspråket Modelica. Detta är ett objektorienterat, multidomäns modelleringsspråk för komponentorienterad modellering av komplexa system. (EQUA Simulation AB, 2013)

Programmets användningsområde är främst inom t.ex. ny-ombyggnation av kommersiella byggnader. Programmets struktur och komplexitet gör dock att det kräver en erfaren användare. IDA ICE används även för forskning och utveckling i företag och på högskolor och universitet. (Bergsten B, 2001)

## 5.3 Fallstudie av kulturhistorisk byggnad

Se bifogad fil om Piteå Gamla Rådhus för gällande skyddsföreskrifter och historik.

## 6. Metod

Tabell 1: Översiktlig studieupplägg

<b>Moment</b>	<b>Syfte</b>	<b>Metod</b>
1. Val och karakterisering av fallstudiebyggnad	Identifiera byggnad, Erhålla kännedom av byggnadens utformning och egenskaper	Okulär besiktning/ granskning  Modellering i ArchiCad  Inventering av arkivmaterial
2. Energisimulering av fallstudiebyggnad <ul style="list-style-type: none"><li>• Inmatning av mätdata</li><li>• Nuvarande energiåtgång</li><li>• Åtgärdad energiåtgång</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Att beräkna den nuvarande energiåtgången</li><li>• Applicering av energibesparande åtgärder och utföra nyberäkning av detta</li></ul>	Energisimulering av fallstudieobjekt i IDA ICE  Analys
3. Analys av åtgärdernas påverkan på kulturhistorisk värde och förvaltning	Ta reda på hur olika energieffektiviseringsåtgärderna påverkar det kulturhistoriska värdet	Litteraturstudie  Intervju/ rådfråga <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Länsstyrelsen</li><li>❖ Kommunen</li><li>❖ SPBA</li></ul>

## 6. Förslag på Energibesparande åtgärder

### 6.1 Byggnadstekniska åtgärder som påverkar klimatskalet

#### Tilläggsisolering av fallstudiebyggnad

Ett sätt att reducera värmeförluster är att öka konstruktionens isoleringsförmåga tillsammans med god lufttäthet. Byggnadsdelar som berörs av tilläggsisolering är ytor som tak, väggar samt golv och omfattar det uppvärmda utrymmet. Det finns många värmeisoleringsmaterial att välja mellan och de har varierande egenskaper i densitet och värmeledningsförmåga. Tjockleken efter åtgärd är tagna utifrån standardmått från aktuella lågenergihus projekt.

##### **Tilläggsisolering av vindbjälklag**

Det finns för närvarande en landgång som ligger förgrenat genom lagret av mineral lösull. En möjlighet är att landgången höjs så att utrymmet kan fyllas med mineral lösull. Vidare kan isoleringsskiktets tjocklek ökas ytterligare för att optimera klimatskalet.

Optimering av byggnadsdel:	Vindbjälklag
Åtgärd:	Öka tjockleken på isolering med 250 mm
Tjocklek innan åtgärd:	350 mm
Tjocklek efter åtgärd:	600 mm

Procentuell energibesparing: ca 1 %

##### **Invändig tilläggsisolering av ytterväggar**

Tilläggsisolering av yttervägg för den aktuella fallstudiebyggnaden, kan göras invändigt. Detta appliceras främst på k-märkta byggnader eftersom tilläggsisolering utåt skulle medföra ändrat utseende av byggnaden. Med invändig isolering är det viktigt att ta hänsyn till att åtgärden kommer att påverka utrymmet inuti klimatskalet genom att ytor blir mindre. Fuktaspekten bör även uppmärksammas mer då risken för kondens vid fönsterytorna ökar, tillsammans med att utvändigt vägg blir kallare och ökar känsligheten för fukt. Dessutom blir det svårare att åtgärda köldbryggorna. (Ståhl F, Lundh M, Ylmén P, 2011)

Det blir utebliven invändig tilläggsisolering i sessionssalen på plan två. Vid implementerad åtgärd fördärvas den karaktäristiska dekormålningarna längs med väggarna och kommer att direkt strida mot byggnadsminnesförklaringens skyddsföreskrifter.

Optimering av byggnadsdel:	Yttervägg
Åtgärd:	Invändig tilläggsisolering Öka tjockleken på isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	120 mm
Tjocklek efter åtgärd:	190 mm

Procentuell energibesparing: ca 1,8 %

##### **Utvändig tilläggsisolering av ytterväggar**

Den ursprungliga väggkonstruktionen blir inte bara varmare och torrare med utvändigt isolering. Den blir även mer lufttät och kan minska värmeförluster från luftläckage. Dessutom bryts köldbryggor och

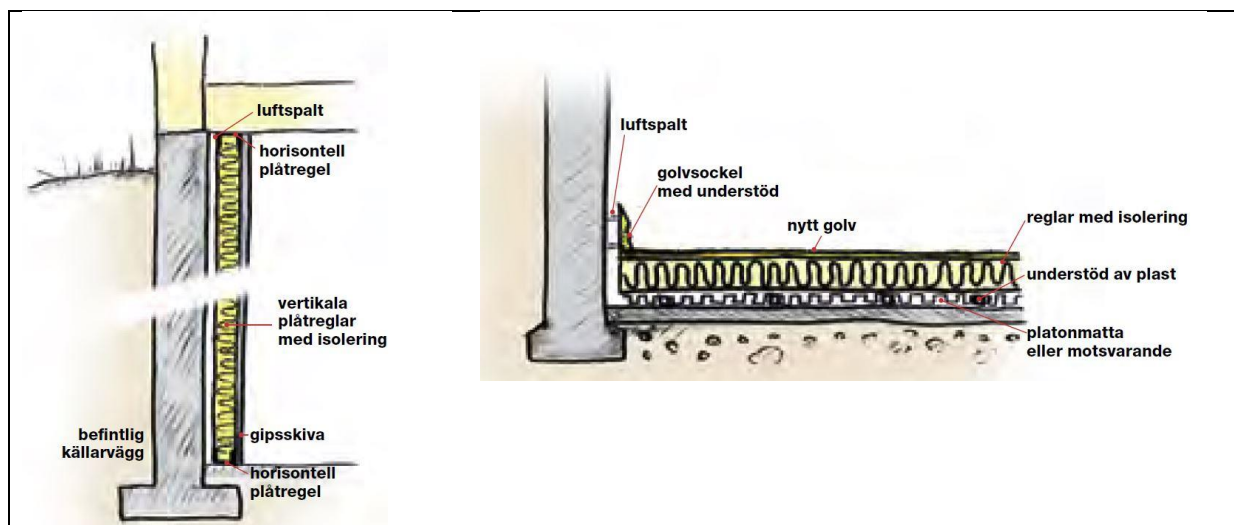
bidrar till den termiska komforten. Hänsyn måste tas till att djupare liggande fönster medför begränsat inläpp av dagsljus och att vara medveten om underhållet av den nya fasaden. Här är det viktigt att tilläggsisoleringen utförs efter noggrann projektering och produktion där man strävar efter att bevara den arkitektoniska helheten. Kringarbeten av tak, fönster och dörrar kan även komma att anpassas utifrån nya energieffektiviserade fasad. (Ståhl F, Lundh M, Ylmén P, 2011).

Optimering av byggnadsdel:	Yttervägg
Åtgärd:	Utvändig tilläggsisolering Öka tjockleken på isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	120 mm
Tjocklek efter åtgärd:	300 mm

Procentuell energibesparing: ca 2,9 %

### Tilläggsisolering av källare

Källaren utgör den nedre delen av klimatskalet som är minst isolerad i jämförelse med övriga byggnadsdelar i Piteå rådhusmuséet. Precis som invändig tilläggsisolering av fasad beskriven ovan, kan samma åtgärd appliceras för både vägg och golv för källare, se figur nedan. Här är det viktigt att dessa utförs efter noggrann projektering och produktion för att undvika mögel- och fuktskador. En metod att tilläggsisolera källare beskrivs i figuren nedan.



Figur: Teknisk lösning vid tilläggsisolering av källare (Energimyndigheten, 2009)

Optimering av byggnadsdel:	Källarvägg
Åtgärd:	Montering av Isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	0 mm
Tjocklek efter åtgärd:	70 mm

Optimering av byggnadsdel:	Källargolv
Åtgärd:	Montering av cellplast med 45 mm
Tjocklek innan åtgärd:	0 mm
Tjocklek efter åtgärd:	45 mm

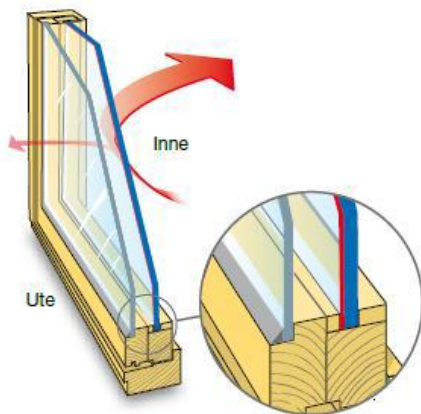
Procentuell energibesparing: ca 6 %

## Åtgärdade fönster och ytterdörr

### Nya och förbättrade fönster

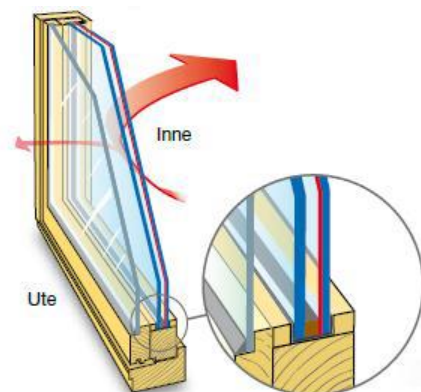
Rådhusmuséets samtliga fönster är 2-glasfönster med ett U-värde på  $2,8 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Ett fönster idag har ett U-värde som ligger mellan  $0,9\text{-}1,2 \text{ W/m}^2\text{C}$  och gäller vid utbyte av hela fönster. Den åtgärd som kan anses vara mest lämplig vad gäller aktuell fallstudiebyggnad är antingen montering av energiglas eller isolerruta.

Montering av energiglas innebär bevaring av ursprungsfönstret med 2-glas utformning. Befintliga innerglas eller ytterglas ersätts genom montering av en extrabåge av energiglas. Energiglasets är tunt och är belagd med ett hårt oxidskikt som reflekterar värmestrålning, vilket innebär en 50 procent ökning i värmebevaring. Genom tillägg av energiglas bevaras även den ursprungliga estetiken vilket är väsentlig för byggnader med byggnadsminnesförklaring. I aktuellt fall sänks U-värdet från  $2,8 \text{ W/m}^2\text{C}$  till  $1,8 \text{ W/m}^2\text{C}$ . (Energimyndigheten, 2007).



En principiell figur för enbart montering av energiglas på insidan (Fönsterrenovering med energiglas, [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se) 2014)

Ett annat alternativ för ett mer energieffektiviserat fönster sker genom att det befintliga 2-glas fönstret omvandlas till ett 3-glas fönster. Detta fönster har en innerbåge med 2-glas isolerruta. Egenskapen av en bättre isoleringsförmåga finns i utrymmet mellan de två glasen som är fylld med ädelgas. U-värdet på aktuell fallstudiebyggnad kommer att med denna åtgärd att sänkas från  $2,8 \text{ W/m}^2\text{C}$  till  $1,0\text{-}1,8 \text{ W/m}^2\text{C}$  (BRF Energieffektiv, 2006–2012).



En principiell figur som visar hur 2-glas isolerruta bevarar värmestrålningen (Fönsterrenovering med energiglas, [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se) 2014)



## Byte av fönster

I samband med utvändigt tilläggsisolering av yttervägg kan fönsterbyte till lågenergifönster vara lämpligt som åtgärd. Byggnadens utseende förändras med utvändigt tilläggsisolering och fönster hamnar längre in i fasaden än vad det var från början. En lösning för att behålla ursprunglig utseende sedd utifrån är nya monterade lågenergifönster placerade längst ut i fasaden.

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Montering av energiglas
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,8 W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 6,4 %

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Montering av 3-glas ruta med 2-glas isolerruta
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,3 (1,0 -1,8) W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 9,5 %

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Fönsterbyte med 3-glas lågenergifönster
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,0 W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 11,4 %

## Åtgärd för ytterdörr

Ytterdörrarna som finns i Piteå rådhusmuséet är gamla och har ett U-värde på 2,9 W/m<sup>2</sup>°C, vilket intygas av ett inregleringsdokumentation utförd av Rehn Värmeoptimering AB. Bra ytterdörrar ska kunna stänga ute kyla, regn och snö eftersom dessa utgör en viktig del i husets klimatskal (Din uppvärmning, energimyndigheten 2014). Standarddörrar idag med trästomme och ett litet fönster har en värmeledningsförmåga från 0,8 till 1,5 W/m<sup>2</sup>°C (Energimyndigheten, 2008).

Optimering av byggnadsdel:	Ytterdörr
Åtgärd:	Byta ut ytterdörr
U-värde innan åtgärd:	2,9 W/ m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	0,8 W/ m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 0,7 %

## 6.2 Övriga åtgärder för energibesparing

För att Gamla rådhusmuséet ska energieffektiviseras vidare presenteras nedan ytterligare förslag:

- Under granskning av Gamla rådhusmuséet upptäcktes en del mindre justeringar för vidare energibesparing. På källarplan finns fönster som enkelt kan täckas för med isoleringsmaterial då personalen ändå tillbringar så lite tid där. Det finns även en utrymningsdörr beläget i den nordöstra källarfasaden som är i behov av tätning och isolering. För att reducera ytterligare värmeförluster i värmeledningar kan vissa av dessa exponerade rör isoleras. På vindplan där

ventilationssystemet ligger installerad, förekommer delar av ventilationsledningarna som saknar isolering. Dessa delar bör täckas för och eventuellt öka tjockleken på det befintliga isoleringsskiktet som omsluter samtliga ventilationsledningar.

- Genom individuell mätning av tappvarmvatten kan fastighetsägaren uppmana och rekommendera tips för reducering av tappvarmvatten förbrukningen (Olsson, 2003). Detta kan exempelvis förmedlas genom iögonfallande och upplysande affischer för både personal och besökare. Resultatmässigt uppnås en förbättrad energiförbrukningsbeteende som även besökare kan komma att använda i sina hushåll.
- Elförbrukningen kan också förbättras genom installation av tidsur, ljussensor, rörelsedetektor, energieffektiva armaturer (eventuellt med elektroniska högfrekventa don) och med regelbundna underhåll av belysningsanläggning (El-Eff Region, 2009). Dessa åtgärder i samband med energimärkta vitvaror i köket skulle kunna öka energibesparingen.
- Under sommaren bör man ta vara på solens energi genom solfångare och solceller för egenproduktion av varmvatten och el. Dessa åtgärder minskar behovet av att köpa in el, men minskar inte byggnadens energikrav och bidrar till en bättre miljö och kräver minimalt underhåll. (Vattenfall AB 2014)

## 7. Åsikter och rekommendationer

1. Vad tycker ni om varje förslagsåtgärd?
2. Vilka möjliga kombinationer av åtgärder skulle ni vilja rekommendera och varför?
3. Finns där alternativa åtgärder som skulle vara mer eller mindre tillämpliga (t.ex. installationstekniska)?
4. Hur har ni valt att tolka lagar och regler i KML, PBL och skyddsföreskrifterna angivna i bifogat dokument?

## Referenser

Bergsten B. 2001, *Energiberäkningsprogram för byggnader*  
[http://www.effektiv.org/pdf\\_filer/Rapport%202001-03.pdf](http://www.effektiv.org/pdf_filer/Rapport%202001-03.pdf)  
(Hämtad 2013-10-15)

Boverket A, 2003. *Bättre koll på underhåll*  
[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2003/battre\\_koll\\_pa\\_underhall.pdf](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2003/battre_koll_pa_underhall.pdf)  
(Hämtad 2013-10-15)

El-Eff Region, 2009. Effektiv energi. En guide till effektivare el användning i industrin  
[http://www.efficient-electricity.info/fileadmin/efficient\\_electricity/WP\\_4/Effektiv\\_energi\\_KanEnergi.pdf](http://www.efficient-electricity.info/fileadmin/efficient_electricity/WP_4/Effektiv_energi_KanEnergi.pdf)  
(Hämtad 2014-01-26)

Energimyndigheten, 2006–2012. *BRF Energieffektiv – Handbok för bostadsrättföreningar*  
[http://www.energimyndigheten.se/Global/Hush%C3%A5ll/BRF\\_handboken\\_2011.pdf](http://www.energimyndigheten.se/Global/Hush%C3%A5ll/BRF_handboken_2011.pdf)  
(Hämtad 2014-01-26)

Energimyndigheten, 2007. *Fönster*  
<https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=2832>  
(Hämtad 2014-01-26)

Energimyndigheten, 2008. *Pressmeddelanden 2008, Ytterdörrar testade*  
<https://www.energimyndigheten.se/Press/Pressmeddelanden/Pressmeddelanden-2008/Ytterdörrar-testade/>  
(Hämtad 2014-01-26)

Energimyndigheten, 2009. Att tilläggsisolera hus – fakta, fördelar och fallgropar  
<http://213.115.22.116/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/BroscHyres&id=1dfed97728e34e66926adb71a9504a12>  
(Hämtad 2014-01-26)

EQUA Simulation AB, *IDA Indoor Climate and Energy 4.0*  
Sverige: EQUA simulation AB

Olsson, 2003. *Tappvarmvatten i flerbostadshus*  
[http://www.effektiv.org/pdf\\_filer/Tappvarmvatten.pdf](http://www.effektiv.org/pdf_filer/Tappvarmvatten.pdf)  
(Hämtad 2014-01-26)

Spara och Bevara. 2013, *Smart energieffektivisering av kulturhistoriska byggnader i kallt klimat*  
<http://www.sparaochbevara.se/index.php?page=271>  
(Hämtad 2013-10-15)

Ståhl F, Lundh M, Ylmén P, 2011. Hållbar och varsam renovering och energieffektivisering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader – en förstudie.  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Bilaga 8: Expertpanelens svar från remissförfarandet

### **SPBA - Paul Wilund av Wilund Arkitekter och Antikvarier AB**

Hej Roland

Tack för intressant läsning. Ditt examensarbete belyser den problematik som gäller avseende energiåtgärder på kulturhistoriska byggnader på ett bra sätt.

Rådhuset i Piteå är ett byggnadsminne och skall som sådant bevaras i evinnerliga tider. Byggnadsminnesförklaringen, skyddsföreskrifterna och lagstiftningen har till syfte att förhindra förändringar som kan skada eller påverka det kulturhistoriska värdet. Byggnaden är utvald för att den berättar något om vårt samhälles historia. Vi har gemensamt bestämt att detta hus är ett museiföremål som vi skall bevara för framtiden. Våra barnbarns barnbarn skall kunna ta del av i stort sett samma byggnad som du och jag kan.

Detta ger att de energieffektiviseringsåtgärder som föreslås måste vara vägda på guldväg och de måste vara väl grundade i en väl utförd analys av vilka delar av byggnaden som kan tåla en påverkan och vilka som inte kan det. Hur man kan smyga in åtgärder som inte förvanskar byggnaden, och framför allt vad man inte kan göra.

Man bör även sätta åtgärderna i ett större sammanhang. En byggnad som denna har ytterst liten påverkan på den nationella energianvändningen. Att spara procent av energiåtgång på marginalen på ett hus som detta ger troligen i praktiken ytterst lite om man lyfter blicken. Kanske är det bättre att sätta in åtgärderna på grannfastigheten istället?

Men det kan ändå vara värdefullt att göra en analys och se om det finns enkla åtgärder att göra som inte förvanskar byggnaden. Enerigeffektivisering är en av vår tids stora uppgifter.

Om man tittar på dina förslag så är de till största delen de gamla vanliga: Byta fönster, tilläggsisolerad fasaden, tilläggsisolera vind, tilläggsisolera grunden, att sätta för fönstren. Av dessa är troligen endast åtgärden på vinden som är genomförbar på det aktuella exemplet.

Källaren kan möjligen fungera, men i detta fall krävs en riktig analys av källarens konstruktion och verkan, den figur som du har med visar inte den konstruktion som detta hus har, gissar jag. På bilderna av huset är det en murad källare med en sockel av fint huggna stenkvadrar. Denna grund har ett helt annat verkningssätt än de betonggrunder som dina figurer visar.

Fasadåtgärden och fönsterbyte samt igensättning av källargluggar är direkt otänkbara. Att ändra fasaden på ett hus som detta strider mot både PBL, KML och Miljöbalken (riksintresse).

Det är svårt. Jag tror du måste tänka om helt.

Skall du hitta några åtgärder som verkligen går att genomföra så krävs det fantasi och klurighet utöver det vanliga. Du måste hitta bästa möjliga teknik och varsamhet för att åtstadkoma ett antal åtgärder som inte syns och som inte märks och som inte skadar byggnaden. Det du gör måste kunna tas bort (reversibilitet). Du får inte röra fasader eller fönster, du kan inte byta glas ens. Huset måste ju skötas och vårdas med traditionella byggnadsmetoder och färger.

Vad kan man då göra? Jag vet inte. Kanske ett avancerat trådlöst klimatsystem som styrs efter användning eller över tid? Kan man sänka temperaturen i vissa delar, är det museimagasin i vissa delar så kanske man kan styra klimatet med hygostat istället för termostat? Kan man utföra varsamma kompletteringar av klimatskalet på vissa platser, lösa innanfönster i källaren tex. Eller en tätning av trapphusdörren mot vinden? Kan man gömma en solpanel i trädgården? Kanske energiåtervinning på ventilationen? Kanske bergvärmesystem?

Eller är det kanske så att man måste konstatera att, nej, det går inte att göra så mycket utan att förvanska byggnadsminnet, så vi måste låta bli. Huset är ju ett museiföremål.

Hoppas detta hjälper dig!

Vänliga hälsningar / Paul Wilund



WILUND ARKITEKTER & ANTIKVARIER AB

NYBROGATAN 81

114 41 STOCKHOLM

08-231939

070-663 96 39

[WWW.WA2.SE](http://WWW.WA2.SE)

[KONTORET@WA2.SE](mailto:KONTORET@WA2.SE)

Hej!

Här kommer mina tankar angående utkastet till ditt examensarbete:

Först och främst tycker jag att det är ett bra och viktigt problemområde du angriper. Ägare till äldre kulturhistoriskt värdefulla trähus är ofta i behov av att bättre isolera sina byggnader. I de flesta fall vi får in handlar det om bostadshus. Vi har stött på problematiken upprepade gånger exempelvis i stadsdelen Norrmalm, och det är avvägningarna mellan kulturhistoriskt bevarande och boendemiljö är alltid lite knivig och kräver mycket kunskap om olika sätt att energibespara, både från ägaren, entreprenörer och kommunala tjänstemän. En kunskaphöjning inom området är bara av godo.

Vad gäller Rådhuset och Rådhusorget vill jag nämna att torget om den omgivande miljön också är av riksintresse för kulturmiljövården. Flera av byggnaderna kring torget är också skyddade genom olika varsamhets- och skyddsbestämmelser i detaljplan, vilket gör att de också har ett väldefinierat skydd enligt plan- och bygglagen.

Så länge jag har jobbat på kommunen har inga förslag på ingrepp i själva Rådhusbyggnaden inkommit. Däremot händer det ofta att förändringar i bebyggelsen i den omgivande miljön prövar kommunens och fastighetsägarnas hantering av det kulturhistoriska värdet hos miljön som helhet. Det handlar då i första hand om förtätning av staden med frågor om nya byggnaders/påbyggnaders höjd, volym, placering i kvarteren, gestaltning etc. Av den anledningen har jag ännu inte haft möjlighet att i detalj inventera Rådhuset i sig, vilket innebär att jag har ganska dålig koll på vilka delar av byggnaden som är i originalutförande, exakt vilka invändiga renoveringar som skett, osv. Därför blir min input i detta fallet en smula generell.

Rådhusbyggnaden är tillbyggd med en mindre del in i kvarteret 1922 som då användes av polisen. För tillbyggnaden bör det finnas större möjligheter till ingrepp, särskilt invändigt, i jämförelse med den ursprungliga byggnadsdelen, eftersom den inte har samma byggnadshistoriska värde. Däremot är den utvändigt viktig för karaktären i området, så några större förändringar i fasad eller yttertak bör inte vara aktuellt.

Generellt tror jag det är svårt att få till några yttre förändringar av Rådhuset, exempelvis tilläggsisolering av ytterväggar. Det räcker med att ytterväggarna byggs på med ett fåtal centimeter för att det ska ge en ganska stor karaktärsförändring av fasaden, särskilt om befintliga fönster ligger i fasadliv. Vad gäller invändig tilläggsisolering har jag svårt att bedöma huruvida det kan vara gångbart eller ej, eftersom jag inte har riktig koll på vilka förändringar som är gjorda invändigt sedan tidigare. Om det har skett invändiga ingrepp i stor utsträckning tidigare (rätt många äldre trähus brukar ju vara rejält förvanskade invändigt på grund av renoveringar under 60-70-talet) är nog utsikterna för invändig tilläggsisolering bättre, jämfört med om originalutförandet i stora drag är bevarat. Som du skriver är det heller inte aktuellt i sessionssalen.

Invändig montering av energiglas kan vara en möjlig och bra åtgärd, särskilt om monteringen är av icke permanent karaktär och energiglasen kan monteras och eventuellt avlägsnas utan att befintliga fönster tar stryk. Kanske kan även detta vara problematiskt i sessionssalen beroende på hur karaktäristiken och värdet av densamma definieras. Att byta hela fönster tror jag är uteslutet, eftersom originalfönster både är karaktärsgivande för byggnaden och har ett byggtknikhistoriskt

värde. Fler och fler fastighetsägare byter fönstren på sina äldre trähus, vilket innebär att de fönster som man lyckats bevara blir än viktigare.

Jag är också osäker på åldern hos de befintliga entrédörrar, men jag skulle gissa att de har varit med väldigt länge med tanke på utformningen av spegelbladen och överljusen. Det vore en stor förlust om de ersattes med modernare dörrar, så åtgärder för att minska värmeläckaget genom dörrarna bör göras med stor försiktighet. Att byta ut dem mot modernare dörrar kan knappast bli aktuellt.

Hoppas mina tankar kan vara till nytta för ditt arbete, även om de är ganska övergripande. Hör gärna av dig igen om du har fler frågor!

Om du vill skicka mig uppsatsen när den är klar tar jag gärna emot den. Hoppas på intressant läsning! ☺

Lycka till!

Med vänlig hälsning,

**Johannes Räftegård**

Kulturmiljöutvecklare, Fysisk planering, Samhällsbyggnad

---

Besöksadress: Svartuddsvägen 1  
Postadress: 941 85 Piteå  
Telefon: 0911-69 61 92  
E-post: [johannes.raftegard@pitea.se](mailto:johannes.raftegard@pitea.se)



**Piteå Kommun**



**Länstyrelsen i Norrbotten – Ylva Sardén, Klimat- och energisamordnare**

Hej!

Här kommer mina kommentarer.

Hör gärna av dig om något är oklart.

/Ylva

Tilläggsisolering av Gamla rådhuset i Piteå

1. Vad tycker ni om varje förslagsåtgärd?

Tilläggsisolering av vindbjälklag

Optimering av byggnadsdel:	Vindbjälklag
Åtgärd:	Öka tjockleken på isolering med 250 mm
Tjocklek innan åtgärd:	350 mm
Tjocklek efter åtgärd:	600 mm

Procentuell energibesparing: ca 1 %

Denna åtgärd är möjlig med hänsyn till byggnadsminnesförklaringen då det redan sedan tidigare är lagt tilläggsisolering på vindbjälklaget. Om detta ska genomföras är det viktigt att säkerställa god takfotsventilation och att se till att man bygger bort dagens problem med bildning av istappar undernock. Däremot är besparingspotentialen låg och åtgärdens återbetalningstid kan bli lång.

Invändig tilläggsisolering av ytterväggar

Optimering av byggnadsdel:	Yttervägg
Åtgärd:	Invändig tilläggsisolering Öka tjockleken på isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	120 mm
Tjocklek efter åtgärd:	190 mm

Procentuell energibesparing: ca 1,8 %

Denna åtgärd är i princip inte möjlig med tanke på hur byggnadsminnesförklaringen är formulerad. Dessutom är risken för att orsaka fuktproblem i bärande konstruktion relativt stor med tanke på köldbryggor och att det inte är möjligt att isolera hela ytterväggsytan utan bara delar.

Utvändig tilläggsisolering av ytterväggar

Optimering av byggnadsdel:	Yttervägg
Åtgärd:	Utvändig tilläggsisolering Öka tjockleken på isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	120 mm
Tjocklek efter åtgärd:	300 mm

Procentuell energibesparing: ca 2,9 %

Denna åtgärd är inte överhuvudtaget tänkbar med den bedömning av byggnadens skydd som görs idag.

Tilläggsisolering av källare

Optimering av byggnadsdel:	Källarvägg
Åtgärd:	Montering av Isolering med 70 mm
Tjocklek innan åtgärd:	0 mm
Tjocklek efter åtgärd:	70 mm

Optimering av byggnadsdel:	Källargolv
Åtgärd:	Montering av cellplast med 45 mm
Tjocklek innan åtgärd:	0 mm
Tjocklek efter åtgärd:	45 mm

Procentuell energibesparing: ca 6 %

Att isolera källaren invändigt är en bra energibesparingsåtgärd i denna byggnad. Dels skulle det inte påverka byggnaden och upplevelsen av den nämnvärt och dels skulle en sådan åtgärd vara i stort sett helt reversibel. Om åtgärden genomförs med stor hänsyn till risken för fuktproblem bör detta vara en åtgärd som ger en relativt stor energibesparing utan att vara särskilt tekniskt komplicerad.

Åtgärdade fönster och ytterdörr

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Montering av energiglas
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,8 W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 6,4 %

Detta är en realistisk åtgärd med den relativt god besparingspotential. Den är däremot relativt kostsam.

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Montering av 3-glas ruta med 2-glas isolerruta
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,3 (1,0 -1,8) W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 9,5 %

Optimering av byggnadsdel:	Fönster
Åtgärd:	Fönsterbyte med 3-glas lågenergifönster
U-värde innan åtgärd:	2,8 W/m <sup>2</sup> °C
U-värde efter åtgärd:	1,0 W/m <sup>2</sup> °C

Procentuell energibesparing: ca 11,4 %

Ingen av de andra "fönsteråtgärderna" bedöms lämpliga för denna byggnad utifrån villkoren i byggnadsminnesförklaringen.

Åtgärd för ytterdörr

Optimering av byggnadsdel:	Ytterdörr
Åtgärd:	Byta ut ytterdörr
U-värde innan åtgärd:	2,9 W/ m <sup>2</sup> C
U-värde efter åtgärd:	0,8 W/ m <sup>2</sup> C

Procentuell energibesparing: ca 0,7 %

Att byta ytterdörr kommer med all säkerhet att vara en olönsam åtgärd. Däremot skulle befintlig dörr eventuellt kunna isoleras och tätas.

2. Vilka möjliga kombinationer av åtgärder skulle ni vilja rekommendera och varför?

Jag skulle föreslå att man isolerade källaren, både väggar och golv, invändigt i kombination med att man bytte ut den invändiga fönsterrutan mot energiglas. Så som byggnadsminnesförklaringen är formulerad är detta de mest realistiska förslagen att genomföra.

3. Finns där alternativa åtgärder som skulle vara mer eller mindre tillämpbar (t.ex. installationstekniska)?

Utöver åtgärderna åvan skulle jag föreslå att man såg över möjligheten att installera en eller flera luft-luftvärmepumpar. Installationen av dessa gör en minimal åverkan på byggnaden och är i princip helt reversibel.

4. Hur har ni valt att tolka lagar och regler i KML, PBL och skyddsföreskrifterna angivna i bifogat dokument?

Jag har rådfrågat vår Kulturmiljöenhet och de som arbetar med byggnadsminnesförklaringar där för att få en uppfattning om vilka åtgärder de anser möjliga att genomföra med hänsyn till det bifogade beslutet.

Ylva Sardén

Klimat- och energisamordnare

Näringslivsavdelningen

Länsstyrelsen i Norrbottens län

971 86 Luleå

Telefon: 010-2255425

E-post: [ylva.sarden@lansstyrelsen.se](mailto:ylva.sarden@lansstyrelsen.se)

[www.lansstyrelsen.se/norrboten](http://www.lansstyrelsen.se/norrboten)

## Bilaga 9: Luftflödesprotokoll för Gamla rådhuset

Blad 1

### RM LUFTSERVICE

#### MOTOR PROTOKOLL

ANLÄGGNING Rådhuset Pitob

AGGREGAT TA / FA 1

Karfax NOVA 05

PLACERING VINDSVÄNINGEN

	DRIFTDATA TILLUFT	DRIFTDATA FRÅNLUFT
<b>MOTOR</b>		
FABRIKAT/TYP	Danfoss FCM 322	Danfoss FCM 322
VARVTAL/RM	1500	1500
EFFEKT KW	2,2	2,2
MÄRKSTRÖM A	4,7	4,7
DRIFTSTRÖM A		

#### REMDRIFT

MOTORSKIVA	Direkt drivna	Direkt drivna
BUSSNING		
FLAKTSKIVA		
BUSSNING		
KILREP		

	TILLUFT	FRÅNLUFT
	PROJ VÄRDE (PPM VÄRDE)	PROJ VÄRDE (PPM VÄRDE)
KANAL TRYCK	110	165
TOTAL TRYCK	155	200
DÖRVÄRDE (Pa)	110	165
FREKVENNS (FORS)		

Sida 1



Skriv företagsnamnet  
och t.ex. affärsidé (dubbelklicka här)

**RÄTT KVALITET** Sid 13  
**PLR KVALITET** mars 1999

**EGENKONTROLLPLAN**  
**MONTAGE VENTILATION**  
**OBJEKT: MUSEET.**  
**HUS/PLAN/DEL:**

Till ovanstående objekt används av branschen  
rekommenderade egenkontrollinstruktioner

AV-NR=AVVIKELSERAPPORT NR  
AM=ARBETSLEDARE/MONTÖR  
SIGNATURER

SAKV/KANALER	NORM.REF.	KONTROLLINSTRUKTION	DAT	AM	AV-NR
1. MÄRKNING	AMA Q	NR	26/5	L.L	
2. AGGREGAT	AMA QAB	NR	8/5	L.L	
3. FLÄKTRUM	AMA QB	NR	15/5-17/5	L.L	
4. KANALER	AMA QL	NR	13/4-24/5	L.L	
5. LJUDDÄMPARE	AMA QK	NR	13/4-24/5	L.L	
6. SPJÄLL	AMA QJ	NR	13/4-24/5	L.L	
7. LUFTDON	AMA QM	NR	9/5-17/5	L.L	
8. GALLER/HUVAR	AMA JT	NR	22/5	L.L	
9. LUFTRENARE	AMA QG	NR			
10. LUFTFUKTARE	AMA QH	NR			
11. VÄRMEVÄXLARE	AMA QF	NR	8/5	L.L	
12. FLÄKTAR	AMA QE	NR			
13. SLUTAPPARATER	AMA Q	NR			
STYR/ÖVERVAKN.	NORM.REF.	KONTROLLINSTRUKTION	DAT	AM	AV-NR
14. MATOMVANDLARE	AMA U	NR			
15. STYRFUNKTIONER	AMA U	NR			
16. STYRDON	AMA U	NR			
BRAND	NORM.REF.	KONTROLLINSTRUKTION	DAT	AM	AV-NR
17. BRAND	BBR 5:65	NR			
18. BRANDSPRIDNING	BBR 5:652	NR			
19. BRANDGAS SPRIDN	BBR 5:653	NR			
HYGIEN/HÄLSA	NORM.REF.	KONTROLLINSTRUKTION	DAT	AM	AV-NR
20. LUFT	BBR 6:2	NR			
21. VENTILATION	BBR 6:23	NR			
22. INSTALLATIONER	BBR 6:24	NR			
SLUTFÖRANDE	NORM.REF.	KONTROLLINSTRUKTION	DAT	AM	AV-NR
23. FUNK.KONTROLL	SFS 1991:1273	NR			
24. SLUTBESIKTNING	AB 92 / ABT 93	NR			
25. RELATIONSHANDL.		NR	5/5	#	
26. INJUST.PROTOK.	T32	NR	2/5	#	
27. DU-INSTRUKTION		NR	5/5	#	
28. KVAL.DOKUMENT	SS ISO 9001	NR	5/5	#	

KONTROLLERNA UTFÖRDA OCH GODKÄNDA.

DATUM: 00-06-05  
KVALITETSANSVARIG: 