

CHALMERS



Energieffektivisering av Lundby gamla kyrka

Framtagning av underhållsplan och energieffektiviserande åtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

PAULINA KARLSSON & EMMA ROMILD

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2014

Examensarbete 2014:82

EXAMENSARBETE 2014:82

Energieffektivisering av Lundby gamla kyrka

Framtagning av underhållsplan och energieffektiviserande åtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

PAULINA KARLSSON & EMMA ROMILD

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2014

Energieffektivisering av Lundby gamla kyrka
Framtagning av underhållsplan och energieffektiviserande åtgärder
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

PAULINA KARLSSON & EMMA ROMILD

© PAULINA KARLSSON & EMMA ROMILD, 2014

Examensarbete / Institutionen för Bygg- och Miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2014:82

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Karlsson, F. (2014) Lundby gamla kyrka [fotografi].

Chalmers reproservice
Göteborg 2014

Energieffektivisering av Lundby gamla kyrka

Framtagning av underhållsplan och energieffektiviserande åtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

PAULINA KARLSSON & EMMA ROMILD

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Kyrkan har sedan 1000-talet haft en stor betydelse i det svenska samhället, men på senare år har medlemsantalet minskat. För att bevara kyrkans många kulturhistoriskt värdefulla byggnader är det viktigt att satsa på energieffektivisering, bland annat för att minska underhållskostnader. Vid ändringar av kulturhistoriska byggnader måste byggnadsvård tas i beaktning och Länsstyrelsen ska godkänna ändringar av kyrkobyggnader uppförda innan år 1940. Syftet med arbetet är att utforska vilka metoder som finns för att bevara och energieffektivisera gamla kyrkobyggnader i samband med det kontinuerliga underhållet. Målet är att arbetet ska gynna en liberal församling som är öppen för alla. Kyrkans storlek, läge och popularitet var andra aspekter som påverkat valet av kyrka. Efter intervjuer och litteraturstudier har en drift- och underhållsplan upprättas för Lundby gamla kyrka från 1300-talet. Resultatet visar att det är viktigt att anpassa alla åtgärder med hänsyn till varje kyrkas förutsättningar. Förhoppningen är att vissa metoder ska kunna implementeras även på andra kyrkor. Under arbetets gång har vikten av en fullständig och uppdaterad underhållsplan framkommit. Energieffektivisering och underhåll är angeläget för att bevara byggnader på ett hållbart sätt.

Nyckelord: Energieffektivisering, kyrka, Lundby gamla kyrka, underhållsplan, byggnadsvård, kulturminneslagen.

Improved energy efficiency of Lundby gamla kyrka
Development of maintenance plan and measures of energy efficiency
Diploma Thesis in the Engineering Programme
Building and Civil Engineering
PAULINA KARLSSON & EMMA ROMILD
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Since the 1100 century the church has had a great impact of the Swedish society, but in recent years the number of members has decreased. It is important to invest in energy efficiency to preserve cultural and historical buildings in the organization and reduce maintenance costs. When restoring historical buildings, building conservation is important to take into consideration and the County Board needs to approve all changes of church buildings built before the year of 1940. The purpose of the thesis is to explore methods to preserve old buildings and work with energy efficiency related to the ongoing maintenance. The goal is to work to benefit a liberal church that is open to everyone. The size, location and popularity were other aspects that affected the choice of church. After conducting interviews and literature studies, an operation and maintenance plan was established for Lundby gamla kyrka, which was stated in the 1300 century. The result shows that it is important to align all actions with respect to the conditions of each church. The hope is that some of the methods can be implemented in other churches. During the work, the importance of an updated comprehensive maintenance plan emerged. Energy efficiency and maintenance are important to preserve buildings in a sustainable manner.

Key words: Energy efficiency, church, Lundby gamla kyrka, maintenance plan, building preservation, cultural heritage.

Innehåll

SAMMANDRAG	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Metod	2
1.4 Avgränsningar	2
2 KYRKOR	3
2.1 Svenska kyrkan – förvaltningen	3
2.2 Byggnadssätt på 1300-talet	3
2.3 Lundby gamla kyrka	4
3 ENERGIEFFEKTIVISERING	7
3.1 Arbetsgång	7
3.1.1 Kontroll av inomhusklimat	7
3.1.2 Kontroll av täthetsförhållanden	8
3.1.3 Energieffektivisering påbörjas	9
3.2 Metoder	9
3.2.1 Använda bättre	9
3.2.2 Klimatskal	10
3.2.3 Byte av ventilationssystem	12
3.2.4 Byte av värme- och elsystem	13
3.3 Befintliga energieffektiviseringsåtgärder	16
4 UNDERHÅLLSPLAN	17
4.1 Befintlig underhållsplan	18
5 RESULTAT	19
5.1 Val av energieffektiviseringsmetoder	19
5.2 Upprättande av underhållsplan	20
6 ANALYS	22
6.1 Paket 1	22

6.2	Paket 2	22
6.3	Paket 3	23
6.4	Övriga åtgärder	23
7	DISKUSSION OCH SLUTSATS	24
	REFERENSER	27

Förord

Detta examensarbete har utförts vid Byggingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola. Hela utbildningen omfattar 180 högskolepoäng varav examensarbetet 15. Projektet har utförts i samarbete med teknikkonsultföretaget WSP. Vi vill tacka våra handledare Karina Bergh, projektledare/säljkoordinator på WSP och Caroline Ingelhammar, tekniklektor vid institutionen för Bygg- och Miljöteknik på Chalmers tekniska högskola. Arbetet har varit mycket givande och vi känner att det kompletterat vår utbildning. Det har varit intressant att få en inblick i hur arbete med äldre byggnader fungerar och möten med personer inom branschen har varit särskilt inspirerande. Vi tackar alla som tagit sig tid till våra frågor.

Göteborg juni 2014

Paulina Karlsson & Emma Romild

1 Inledning

Genom åren har åtgärder vidtagits för att energieffektivisera Sveriges kyrkor. Lundby gamla kyrka, från 1300-talet, är en av många kyrkor som i perioder stått oanvänd och riskerat rivning. Då detta har kommit på tal har dock församlingen istället valt att restaurera kyrkan och idag används den flitigt för vigslar, begravningar och dop. För att verksamheten skall bestå är det viktigt att energieffektivisera för att minska kostnader och hela tiden vårda och underhålla kyrkan på ett byggnadsvårdsmässigt sätt.

1.1 Bakgrund

Sedan vikingatiden har människor i Västeuropa varit kristna men i Norden var asatron den dominerande religionen fram till 1000-talet. Den behölls ända till kung Olof Skötkonung gick över till den kristna tron och folket var tvungna att konvertera med honom (Lennartsson, 2009). Kyrkan har sedan dess haft en stor betydelse i det svenska samhället, som samlingspunkt och läroverk. I nästan varje by byggdes en kyrka, oftast på den fornordiska religionens tempel och offerplatser (Gräslund, 2001). Kyrkobyggnaderna uppfördes noggrant och står kvar många hundra år senare. Varje byggnad berättar om det förgångna, bygdens utveckling och den tidens arkitektur (Raihle, 1975). Kyrkorna står kvar men traditioner ändras. I dagens Sverige är det inte lika självklart för alla att besöka en kyrka. År 2012 valde 54 500 personer att gå ur Svenska kyrkan samtidigt som knappa 7 600 nya medlemmar anslöt sig (Tonström, 2013). Eftersom de som inte är medlemmar i Svenska kyrkan inte heller betalar någon kyrkoskatt medför medlemstappet att kyrkan får mindre pengar att röra sig med (Svenska kyrkan, 2014). Trots det vikande medlemsantalet, vilket medför att många kyrkor står tomma, så är det viktigt att se till att kyrkorna finns kvar. Kyrkan är viktig ur ett historiskt perspektiv med arkiv som saknar motstycke i andra institutioner. För att bevara de historiska byggnaderna är det viktigt att så tidigt som möjligt satsa på till exempel energieffektivisering av det gedigna fastighetsbeståndet. Förutom att pengar då sparas går det också väl ihop med klimatplanen för Sveriges kristna råd (SKR) som antogs i augusti 2007. SKR vill att församlingarna ska minska sin klimatpåverkan och främja förnybara energikällor. Rådet verkar även för att miljöansvaret regelbundet tas upp i predikan, böner och församlingsundervisning (Broström, 2008).

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att utforska vilka metoder som finns för att bevara gamla kyrkobyggnader och ta reda på vilka möjligheter som finns att energieffektivisera en kyrka från 1300-talet.

Kyrkan skyddas av kulturminneslagen och därför får endast förändringar som varken berövar den dess karaktär eller fördärvar de inventarier som förvaras där utföras. Förhoppningen är att de metoder och åtgärder som tas fram inte enbart ska gå att applicera på vald kyrka utan även fungera som riktlinjer för andra kyrkor runt om i landet. Lundby gamla kyrka valdes som utgångspunkt för att göra en drift- och

underhållsplan. Det finns flera faktorer som påverkade valet av kyrka. En önskan var att arbeta med en gammal kyrka med gedigen historia som skulle bli en utmaning att effektivisera på grund av strikt lagstiftning. Arbetet skulle gynna en liberal församling som är öppen för alla och kyrkans storlek, läge samt popularitet var dessutom avgörande. De åtgärder som föreslås ska även kunna bidra till energieffektivisering av byggnaden.

1.3 Metod

När kyrkan valts gjordes till en början litteraturstudier om den aktuella kyrkan och de byggnadssätt som användes då den uppfördes. Efter det gjordes även litteraturstudier om byggnadsvård, energieffektivisering och underhållsarbete samt ett flertal intervjuer för att få bättre kunskap om vad som fick göras och vilka metoder som skulle kunna fungera för just den valda kyrkan. En okulär underhållsbesiktning av kyrkan genomfördes och en underhållsplan upprättades efter handledning av Karina Bergh på WSP, som har erfarenhet av underhållsplanering.

För att komma fram till vilka energieffektiviseringsmetoder som fungerar för just Lundby gamla kyrka har personer med anknytning till kyrkan intervjuats. Kyrkan har tillgång till två fastighetsingenjörer som är anställda av Göteborgs kyrkliga samfällighet och de intervjuades kring de tekniska frågorna rörande kyrkan. För att få veta mer om kyrkans energiförbrukning och ekonomi kontaktades församlingens klockare. Även kyrkans vaktmästare och kyrkovårdar har kontaktats och intervjuats för att ge en inblick i hur kyrkan används. En antikvarie kontaktades eftersom det är viktigt att ta hänsyn till antikvariska värden vid hantering av gamla byggnader. Dessutom intervjuades vaktmästare i andra kyrkor för att få en större inblick i hur kyrkorna underhålls. Energieffektiviseringsfrågor har diskuterats med två anställda vid Lokalförvaltningen i Göteborgs kommun.

1.4 Avgränsningar

Fokus har lagts på en specifik kyrka uppförd runt 1300-talet. En underhållsplan som endast behandlar byggnaden har uppförts. Lösa inventarier brukar vanligtvis behandlas i egna planer. Detta är en undersökande rapport där byggnadsteknik och installationer analyseras, beräkningar har endast gjorts i underhållsplanen. Vid arbetet med underhållsplanen har åtgärderna analyseras med hänsyn till byggnadsvård och energieffektivitet. De åtgärder som föreslås kan påverka akustiken i kyrkan, det har dock inte undersökts i den här studien.

2 Kyrkor

2.1 Svenska kyrkan – förvaltningen

Svenska kyrkan har som främsta uppgift att utträta ceremonier, men de har också ett av Sveriges största kulturarv med cirka 3 700 kyrkobyggnader att förvalta (Redaktionen, 2012) och är den enskilt största ägaren av kulturhistoriska byggnader med 20 000 byggnader i sin ägo (Broström, 2008). Det finns 1 823 församlingar i Svenska kyrkan. I en församling ingår ofta flera kyrkor och det är församlingens uppgift att förvalta dem. I kyrkoförordningen står det att: ”Kyrkobyggnaderna ska hållas tillgängliga för allmänheten, samt kyrkorna och deras inventarier ska underhållas så att de kan tjäna sitt ändamål (Kulturmiljöförordning, 1988).” För att klara denna uppgift kan församlingarna, sedan kyrkans utträde ur staten 1996, söka bidrag från staten för att bevara och underhålla kulturminnesmärkta byggnader. Alla byggnader uppförda innan år 2000 är skyddade av kulturminneslagen. Kulturminneslagens 4:e kapitel: ”Alla kyrkobyggnaders ska vårdas och underhållas så att deras kulturhistoriska värde inte minskas och deras utseende och karaktär inte förvanskas.” För att upprätthålla detta ska kyrkan alltid föra en dialog med länsstyrelsen när en förändring av en byggnad ska göras och dessutom få tillstånd av länsstyrelsen för förändring av kyrkor som uppförts innan år 1940.

Länsstyrelsen ansvarar för kulturminnen i länet och Riksantikvarieämbetet har det övergripande ansvaret för hela landet (Kulturminneslag, 1988). När en ändring väl ska göras är det viktigt att det görs med traditionella material lika de befintliga. I gamla kyrkor är det ofta kalkbruk, kalkfärg och linoljefärg som bör användas istället för material som till exempel cementbruk och alkydfärger (Lind, 2014). Används dessa nyare konstgjorda färger och material är det risk att byggnaden skadas på lång sikt vilket ger större kostnader för församlingarna (Broström, 2008).

2.2 Byggnadssätt på 1300-talet

Kyrkobyggnandet var medeltidens stora arkitektoniska uppgift. Även borgar, stadshus och andra profana byggnader uppfördes av de stora arkitekterna, men det var i kyrkorna som det gick att se stilutveckling, speciellt i landskyrkorna. Mycket pengar fanns att tillgå under medeltidens början och många kyrkor byggdes, de största i städerna. Efter ett tag sinade dock de ekonomiska resurserna och flera av de stora kyrkorna fick förenklas eller stå halvfärdiga. I landskyrkorna, som från början var enkelt planerade, kunde den ursprungliga planen fullföljas och därmed är det där som en samlad byggnadstradition går att finna. (Lundberg, 1940).

De material som användes var natursten och trä, vilka även är några av de äldsta byggnadsmaterialen. I rikare bygder uppfördes vissa kyrkor i sten även om de flesta byggdes i trä. Flera träkyrkor ersattes senare av stenkyrkor och under utgrävningar vid dem har rester av träväggarna hittats. Vilken stentyp som användes berodde på vilken typ som fanns att tillgå i trakten. De vanligaste stensorterna var gråsten, kalksten och sandsten. (Ambrosiani, 1904).

Kyrkorna som byggdes under medeltidens början, cirka år 800-1200, var av romansk stil. Frankrike var ledande i kyrkobyggandet. De franska bygg- och murmästarna behärskade katedralbyggandet så pass bra att de med tiden kunde bygga högre och mer detaljrikt. Den romanska stilen utvecklades till den gotiska och spreds via Tyskland och England till Skandinavien (Ullén, 1996). Den gotiska stilen innebar slankare pelare och upplösta väggar som gjorde att konstruktörerna kunde minska murverkets tyngd. Den inre arkitekturen var ungefär densamma som i romanska kyrkor men kyrkorummet blev nu rymligare och ljusare (Lindgren, 1996). Det som kanske kännetecknar gotiken mest är de spetsbågiga öppningarna som bidrog till att krafternas riktning blev brantare och trycket mindre från bågen, jämfört med romanikens rundade bågar. (Ullén, 1996).



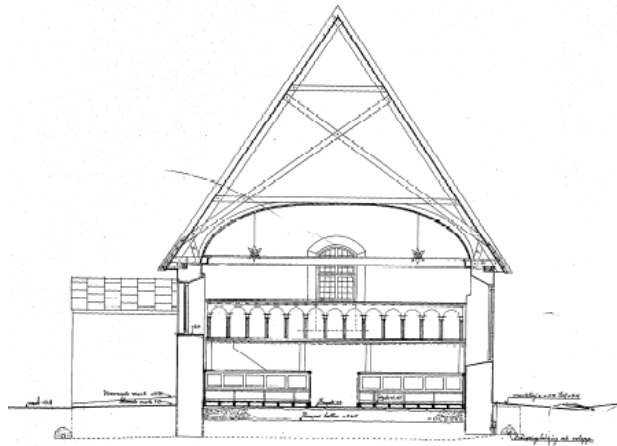
Figur 1 Spetsbågigt fönster på Lundby gamla kyrka (Romild, 2014).

I slutet av 1200-talet kom gotiken till Sverige. År 1234 brann mittskeppens trätak ner i både Lunds domkyrka och Varnhems klosterkyrka och ersattes med gotiska ribbkryssvalv. De var de första kyrkorna i Sverige där den nya stilen tillämpades och byggnadshytta som utförde arbetena var därefter inblandade i många kyrkbyggen i södra Sverige. (Svanberg, 1996). En byggnadshytta var arbetsorganisationen av byggmästare, stenhuggare och andra hantverkare som reste runt och byggde katedraler under medeltiden (Nationalencyklopedin, 2014). Gotiseringen i Sverige tog sig dock olika uttryck. Den rena gotiken kan idag ses i de stora kloster- och kyrkobyggnaderna men på landsbygden i sockenkyrkorna är stilen blandad. Landsbygdskyrkorna är mindre än stadskyrkorna och av enklare slag med lokala och regionala variationer (Ullén, 1996).

2.3 Lundby gamla kyrka

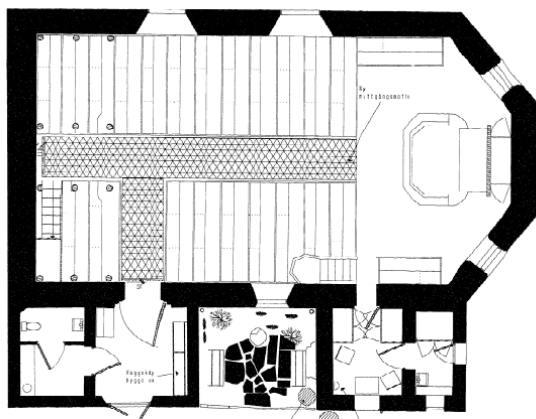
Ett exempel på en landsbygdskyrka är Lundby gamla kyrka som uppfördes i Lundby socken på 1300-talet. Detta område på Hisingen i Göteborg hade cirka 50 år tidigare tillhört Norge (Sidén, 2002). Området heter idag Kyrkbyn och kyrkan tillhör numera Lundby församling som innefattar sex kyrkor av mycket varierande karaktär och byggnadsstil (Svenska kyrkan, 2014). Lundby gamla kyrka är en av Göteborgs mest populära kyrkor och används dagligen för vigslar, dop och begravningar. Det är en öppen och liberal församling som förespråkar att alla ska få komma till kyrkan precis

som de är. Kyrkan ingår i Göteborgs bevarandeprogram då den anses vara en av västkustens främsta gotiska kyrkor. Lundby gamla kyrka byggdes med inslag av den tidstypiska gotiska stilen med spetsbågiga fönster- och dörröppningar och kryssvalv i takkonstruktionen. Troligt är dock att det fanns en föregångare till den nuvarande kyrkan då Lundby socken kristnades redan på 1000-talet. Den tidigare kyrkan tros ha varit en mindre träkyrka i romansk stil, eftersom något som förmodas vara en grundsten till en sådan byggnad hittades vid en renovering år 1934. Under samma renovering hittades dessutom en annan grundsten som tros ha hört till ett tidigare altare. Argumenten om en tidigare kyrka på platsen styrks ytterligare av att kyrkans dopfunt är från 1200-talet.



Figur 2 Kyrkan i genomskärning. Här syns takkonstruktionen med de gotiska ribbkryssvalven (Stadsbyggnadskontorets arkiv, 2014).

Lundby gamla kyrka är en kalkputsad stenkyrka som består av ett långhus som kompletterats med ett vapenhus och en sakristia längs den södra fasaden samt avslutas med ett polygonalt kor i öster. Taket består av träbalkar utformade i kryssvalv vilket ger ett brant sadeltak. Kyrkan är liten jämfört med de övriga kyrkorna i församlingen, till exempel är kyrkorummet cirka 14x8 meter vilket ger en area på 112 m².



Figur 3 Plan över Lundby gamla kyrka (Stadsbyggnadskontorets arkiv, 2014).

I kyrkorummet ligger ett stengolv som kompletterats med ett golv av trä i bänkraderna. Väggarna är, liksom kyrkans utsida, av vitkalkad sten och kryssvalven har dolts av ett välvt innertak i trä. I kyrkorummet finns även en orgelläktare i trä som

inhyser diverse instrument, däribland kyrkans orgel.



Figur 4 Orgelläktare i kyrkorum (Romild, 2014).

Eftersom orgelläktaren medgav begränsat utrymme gjordes valet, då orgeln byggdes om 1968, att bygga in bland annat pedalverket i det stora fönstret på kyrkans västra gavel. Fönstret, som troligtvis uppförts under 1700-talet, sattes igen och isolerades med mineralull för att skydda orgeln mot fukt och kyla.



Figur 5 Fönstret på kyrkans västra gavel syns fortfarande utvändigt (Karlsson, 2014).

Under samma tid förmodas även att de två stora segmentsbågeformade fönstren längs kyrkans norra fasad uppfördes. De tre fönstren i koret tros vara en del av kyrkans originalutförande. Även fönstret längs den södra fasaden tros vara från den ursprungliga utformningen av kyrkan och därför haft samma uttryck som de i koret. Denna fönsteröppning har ändrat form och storlek under kyrkans livstid för att 1930 återgå till ursprungsformen. Vapenhuset och sakristian är påbyggnader från 1639. Kyrkan angörs via vapenhuset och här ligger ett stengolv liknande det i kyrkorummet. Innertaket i vapenhuset är ett plant trätak med synliga bjälkar. Golvet i sakristian är ett rött tegelgolv och innertaket består av ett vitkalkat tegelvalv (Sidén, 2002). Byggnaden ventileras med hjälp av ett FT-system som sköter från- och tilluft. Detta tillsammans med självdragsventilation ser till att fukthalten och luftkvalitén i kyrkan kan hållas på rätt nivå.

3 Energieffektivisering

Det finns två metoder för att energieffektivisera, *använda bättre* eller *byta ut*. Med använda bättre avses de åtgärder som kan vidtas för att effektivisera användandet av befintlig utrustning. Att byta ut innebär att energislukande utrustningar identifieras och sedan byts ut till mer energieffektiva alternativ. Stora energieffektiviseringsåtgärder kan medföra höga investeringskostnader men de återbetalar sig i längden. Enligt råd från Energimyndigheten ökar lönsamheten och konkurrenskraften hos de företag som väljer att effektivisera sin energianvändning samtidigt som miljöpåverkan minskar. Åtgärderna bidrar dessutom till bättre komfort och arbetsmiljö i byggnaden. Som ett resultat av detta får de företag som kan påvisa förändringar i sin energikonsumtion positiv uppmärksamhet i medierna, ofta kostnadsfritt (Björkman, 2009).

3.1 Arbetsgång

Vid ett energieffektiviseringsarbete är det viktigt att först undersöka hur energianvändningen i byggnaden ser ut. Det görs via energimätare som ska kunna avläsas av flera personer för att en person inte ska sitta på all information¹. Mätning av energianvändningen ska göras kontinuerligt så att ett gott statistiskt underlag finns att tillgå för att följa upp och utvärdera resultat. Förutom att det är grunden till effektiviseringen så gör statistiken det lättare att presentera resultatet för medarbetare, församlingsmedlemmar och politiker. En kontinuerlig kontroll är också viktig för att se till att det är ett bra inomhusklimat (Broström, 2008).

3.1.1 Kontroll av inomhusklimat

Det är viktigt att inomhusklimatet varken påverkar de som vistas i byggnaden eller de inventarier som finns där i negativ mening. Det kan till exempel vara för kallt/varmt, för fuktigt/torrt eller för ljus/mörkt. Oftast är det inte så noggrant, det viktiga är att det inte är för fuktigt eftersom det då skapas miljöer där mögel kan växa. Svårigheterna uppstår då olika föremål, alla med olika behov gällande fukt, ljus och värme, ska samsas på samma plats. Föremålen har ett kulturhistoriskt värde och får inte förstöras. Det kan vara allt från känsliga textilier såsom prästernas rockor som kan mögla om det är för fuktigt, dekorativa takmålningar som kan flagna om det blir för torrt eller träföremål som kan spricka eller svälla beroende på om det är för torrt eller för fuktigt. Även människorna som vistas i lokalen ska uppleva ett komfortabelt inomhusklimat (Nilsen, 2012). Andra institutioner som hyser historiska föremål är museer och där har problemet lösts genom att olika föremål förvaras i olika montrar. På så vis kan klimatförhållandena kontrolleras separat för föremålen och för museets besökare². ”Att hålla det eftersträvade inomhusklimatet kan vara mycket energikrävande”, säger Charlotta Bylund Melin i rapporten *Spara och bevara*, utgiven av Energimyndigheten. Därför är energieffektivisering i det avseendet viktigt.

¹ Åse-Lill Törnkvist (Antikvarie, Archidea) intervjuad av författarna 2014-03-11.

² Åse-Lill Törnkvist (Antikvarie, Archidea) intervjuad av författarna 2014-03-11.

Inomhusklimatet kontrolleras på två sätt; fuktning/avfuktning och uppvärmning. Det finns många olika fuktkällor i en kyrka, till exempel människor, stearinljus och blomsterarrangemang. De kan kontrolleras genom att fukta eller avfukta. Enligt Poul Klens Larsen, forskare i byggnadsteknik vid Nationalmuseet i Köpenhamn och Högskolan på Gotland, är detta en mer effektiv metod än att värma. (Nilsen, 2012). I Europa står uppvärmningen av byggnader för cirka 40 procent av all energiförbrukning. Då gamla tunga stenkyrkor tar lång tid att värma och håller värmen efter att de blivit uppvärmda finns mycket energi att spara. Därför är det ett område som bör ses över vid energieffektivisering. Uppvärmningsmetoderna har varierat kraftigt under Svenska kyrkans historia. I början användes vedeldning som senare byttes till koks och olja. På 1900-talet användes direktel och senare tog pellets, strålningsvärmare och värmepumpar över. En metod som idag ofta används för kyrkor är så kallad skyddsvärme. Det innebär att byggnaden alltid är lite uppvärmd. På så vis krävs inte samma intensitet i uppvärmningen vilket är fördelaktigt eftersom kyrkor sällan används dagligen. Om skyddsvärme inte används behöver byggnaden värmas från en temperatur ekvivalent med utomhustemperaturen inför varje användningstillfälle. Metoden med skyddsvärme innebär alltså att uppvärmningen av kyrkan går fortare då uppvärmningen startar från ungefär 15°C istället för till exempel -10°C.

För att kunna övervaka kyrkors inomhusklimat på distans startades 2010 ett projekt som heter Culture Bee. Syftet med projektet var att ta fram ett system för att mäta och övervaka klimatet i kulturhistoriska byggnader i syfte att bevara dem (Culture Bee, 2013). Projektet visar ett enkelt sätt att samla information om kyrkornas rådande inomhusklimat för att kunna övervaka det. Sensorer som mäter luftfuktighet och temperatur har satts upp vilket möjliggör mätning och övervakning av inomhusklimatet via en hemsida. Idag ingår sju kyrkor i projektet och nästa fas är att se över möjligheten att även kunna reglera inomhusklimatet på distans. Detta skulle innebära att fastighetsskötarna inte behöver besöka kyrkan för att slå på värmen inför varje användningstillfälle. Istället skulle de kunna både övervaka och reglera klimatet via sin dator (Nilsen, 2012).

3.1.2 Kontroll av täthetsförhållanden

När inomhusklimatet undersökts är det dags att ta reda på hur tät byggnaden är. Är byggnaden inte tät spelar det ingen roll vilka energieffektiviseringsåtgärder som vidtas, eftersom den ändå kommer att läcka värme³. Det finns flera metoder för att kontrollera detta. Den äldsta är troligtvis att studera lågan hos ett ljus för att se om det drar någonstans. Det går även att utläsa vilka väggar som är utsatta för drag genom att studera hur smutsiga de är. Partiklar som transporteras i de varma luftströmmarna från till exempel bänkvärmarna avlagras när de kommer i kontakt med de kallare väggarna. För att kontrollera byggnaders lufttäthet har en metod som kallas tryckpulsmetoden tagits fram. Den går ut på att ett övertryck, en så kallad tryckpuls, skapas i lokalen och sedan mäts hur snabbt trycket klingar av. Utifrån vetenskapen om hur snabbt trycket försvinner ur rummet kan dess täthet beräknas (Nilsen, 2012).

³ Åse-Lill Törnkvist (Antikvarie, Archidea) intervjuad av författarna 2014-03-11.

3.1.3 Energieffektivisering påbörjas

När byggnadens täthetsförhållanden har fastställts och inomhusklimatet undersökts kan energieffektiviseringsarbetet påbörjas. Vanligen undersöks flera metoder för att se vilken som passar bäst för just den aktuella byggnaden. Alla byggnader är olika och speciellt när energieffektiviseringsåtgärder tas fram för en byggnad uppförd under 1300-talet måste byggnadens historia och ursprungliga byggnadsmetoder tas i beaktning. För att kunna göra detta på ett professionellt sätt anlitas antikvariska experter och konservatorer som har specialkunskap om sådana byggnader⁴. Nedan följer exempel på energieffektiviseringsmetoder som har gjorts i både kyrkor och andra typer av byggnader.

3.2 Metoder

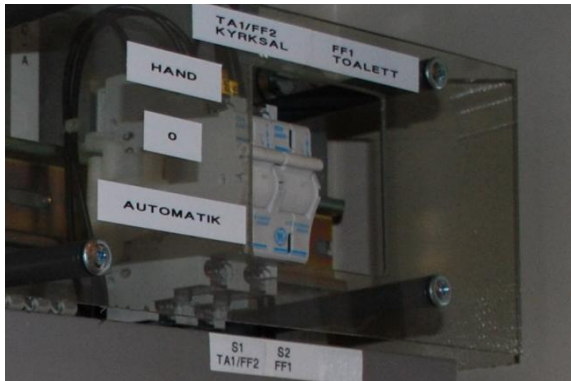
Idag finns flera sätt att energieffektivisera med ny teknik och nya material, men det är inte alltid de moderna metoderna som är bäst. Det kan till exempel vara mer effektivt att renovera befintliga fönster än att byta ut dem. Dessutom skiljer sig äldre byggnadsmaterial från moderna och problem uppstår ofta då de blandas. På 1960-talet började problem dyka upp vid renovering och underhåll av äldre byggnader. Gamla och nya material hade blandats och i många fall började till exempel puts på fasader ramla av. Den nya putsen bestod av mer kemikalier än den tidigare som bara innehöll kalk, sand och vatten och dessutom användes en annan metod vid putsningen. Det gjorde att det nya materialet inte vidhäftade riktigt på underlaget och de undre lagren skadades. En betydande kostnadsförskjutning hade också gjorts från materialkostnad till arbetskostnad. Detta gjorde att istället för att göra små lagningar av putsen när de uppstod under tidens gång byttes stora delar av den gamla putsen ut till den nya sämre fasadputsen (Gustafsson, 2002).

3.2.1 Använda bättre

För att komma igång med energieffektivisering av en byggnad är det bra att först se vad som kan göras åt den i dess befintliga skick. Dessa åtgärder är ofta enkla att genomföra till en marginell kostnad. Exempel på sådana åtgärder är att byta ut lamporna i belysningsanläggningen till lågenergilampor och att uppgradera belysningsanläggningen till ett rörelse- eller ljudstyrt system. Det går även att sänka energianvändningen genom att nedsäkra, vilket innebär att huvudsäkringen kontrolleras så att den inte har högre kapacitet än byggnadens effektbehov. Bara genom att byta säkringen, till en med lägre effekt, är det möjligt att spara mycket pengar per år eftersom storleken på säkringen är kopplad till en fast kostnad. Därför är det även viktigt att åtgärden anmäls till elbolaget för ändring av den fasta kostnaden i abonnemanget (Broström, 2008). Ett annat sätt att spara pengar och effektivisera byggnaden är kontinuerligt underhåll av ventilationssystemet. Genom att till exempel vara noggrann med att byta filter tillåts systemet att gå på full effekt vilket sparar energi jämfört med om det inte kan göra det. Även givare och tidur i

⁴ Åse-Lill Törnkvist (Antikvarie, Archidea) intervjuad av författarna 2014-03-11.

ventilationssystemet bör ses över och kalibreras kontinuerligt för bästa effekt⁵. Det kanske mest effektiva sättet att spara energi är att sänka värmen i byggnaden. Genom att sänka värmen en grad kan hela fem procent av värmekostnaderna sparas. För att ytterligare kunna sänka värmen och låta byggnaden gå på så kallad skyddsvärme bör kyrkans nyttjande ses över. Om byggnaden endast används ett par timmar om dagen kan det leda till att den behöver vara uppvärmd dygnet runt. Kan användningen istället koncentreras till några dagar i veckan skulle värmen kunna sänkas mellan dessa dagar för att på så vis spara mycket energi (Broström, 2008).



Figur 6 Ventilationscentralen. Här går att utläsa att ventilationen står på *hand* vilket betyder att den går utan hänsyn till luftfuktigheten (Romild, 2014).

3.2.2 Klimatskal

Ett populärt sätt att energieffektivisera byggnader är att byta gamla fönster mot nya moderna. Dåligt isolerande fönster och dörrar står för ungefär en tredjedel av värmeförlusten hos en genomsnittsvilla. De sammanfattade förlusterna hos karm, båge och glas redovisas med hjälp av U-värde. Ju lägre U-värde desto bättre är fönstrets värmeisolerande egenskaper. Oftast har karmen ett högre U-värde eftersom den inte isolerar lika bra som de moderna fönsterglasen. De energieffektiva fönstren består oftast av en isolerruta som innehåller två till fyra glas och ett eller flera mellanrum som oftast är fyllda med ädelgas, till exempel argon, eftersom den har goda värmeisolerande egenskaper. Idag finns fönster med värden så låga som 0,6 på hela konstruktionen och 0,3 på själva glaset, vilket motsvarar en vanlig yttervägg. Alltså är modern byggnadsutformning inte längre beroende av fönstrens storlek och placering. Byte av fönster kan även vara rätt ur en ekonomisk synvinkel då husets värmebehov minskar och därmed kan även elförsörjningen minska. Detta innebär att det kan vara möjligt att byta pannan eller dra ned på uppvärmningen på annat sätt för att på så vis spara pengar (Energimyndigheten, 2011). Investeringen kan dock bli för hög i relation till besparingen. Dessutom kan byte av fönster i ett gammalt hus störa husets karaktär och kulturhistoriska värde. Genom att istället kontinuerligt underhålla fönstren minskar behovet av större ingrepp (Nilsen, 2012). Därför har även andra åtgärder setts över och alternativa metoder tagits fram för att sänka U-värden hos befintliga fönster

⁵ Karl Sundén (Drifttekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) intervjuad av författarna 2014-04-15.

utan att byta dem⁶. Moderna fönster är tätare än äldre men virkeskvaliteten som användes i fönster byggda innan 1960 är mycket hög. De är ofta tillverkade av specifikt utvalt kärnvirke från den delen av trädet som är mest hartsrik och därmed mest beständig mot väta. För att nå upp till dagens krav på minskad värmeförlust genom fönsteröppningar kan de äldre fönstren kompletteras med tätningslister istället för att bytas ut (Antell, 2000). Det går även att montera en extra ruta på insidan, alternativt byta det inre glaset mot ett energisparglas. Sådana åtgärder förbättrar fönstrets ljudisolerande egenskaper och motverkar kallras och strålningseffekter. Detta är metoder som skulle kunna fungera bra vid energieffektivisering av kyrkor då de inte inverkar märkbart på byggnadens karaktär⁷.

En annan frekvent förekommande metod vid energieffektivisering av byggnader är tilläggsisolering av väggar, golv och tak eftersom stora delar av en byggnads värmeförluster sker genom dessa byggnadsdelar. Genom att byggnadskroppen isoleras med material som har goda värmeisolerande egenskaper, såsom mineralull eller cellulosafiber, kan värmeförlusterna minskas. När det gäller kyrkobyggnader tilläggsisoleras väggarna och golven sällan eftersom detta är ett ingrepp som förändrar byggnadens karaktär, vilket strider mot kulturminneslagen. Emellertid kan dessa byggnadsdelar upplevas kalla, särskilt om de är av sten eller betong, och på så vis påverka det upplevda inomhusklimatet. För att undvika detta kan till exempel ett textilskyrke hängas upp längs insidan av de kalla ytterväggarna och mattor kan täcka de kalla golven. Det fungerar som en invändig isolering utan att påverka byggnadsdelarnas värmeledande egenskaper. Det finns även exempel i kyrkor med stengolv där annat material, till exempel trä, har använts i bänkraderna vilket kan påverka komforten i positiv mening. Trägolvet läggs ofta ovanpå det befintliga stengolvet och finns det en luftspalt mellan dessa kan isolering av den fungera som en energieffektiviserande åtgärd (Broström, 2008). Vid en sådan åtgärd behöver grunden till huset undersökas noga. Är det god luftning under golvet med till exempel krypgrund kan isolering i luftspalten fungera. Vid platta på mark kan det dock vara förödande för trämaterialiet. I marken är temperaturen cirka 14 grader med 100 procent relativ fuktighet. Stenen läggs direkt på marken och om den har isolering ovanpå sig, som inte låter rummets värme komma till den, är den kall både på ovansidan och på undersidan. Det innebär att relativa fuktigheten också blir ungefär densamma på stenens ovansida, där isoleringen och trägolvet i exemplet ligger. Om organiska material som dessa ligger i fukt hela tiden finns stor risk för mögelskador⁸.

Något som däremot är en vanlig åtgärd vid energieffektivisering av kyrkor är att isolera taket eller byta ut den befintliga isoleringen till en med bättre värmeisolerande egenskaper. Vid en energistudie av Grinstads kyrka visade det sig att 85 procent av värmen steg ut genom taket. Kyrkans takbjälklag var vid mätningen isolerat med 75 millimeter sågspån. Sågspån har låga isolerande egenskaper. Därför skulle kyrkans värmeenergiförluster kunna minskas genom användning av till exempel cellulosafiber som har betydligt bättre isolerande egenskaper (Hjalmarsson, 2007). Cellulosafiber är även användbart ur miljösynpunkt eftersom det är ett naturligt material som inte avger några emissioner till skillnad från till exempel mineralull. Enligt Energimyndigheten

⁶ Karl Sundén och Johanna Leijon (Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) intervjuad av författarna 2014-04-15.

⁷ Åse-Lill Törnkvist (Antikvarie, Archidea) intervjuad av författarna 2014-03-11.

⁸ Jim Althinson (Fuktkonsult, Nordisk byggskadetredning) intervjuad av författarna 2014-05-06.

rekommenderas isolering av vind att uppgå till 500 millimeter i vanliga hus. Detta är inte är särskilt vanligt i kyrkor där de flesta kyrkvindar är isolerade med 150-200 millimeter isolering (Broström, 2008). Klimatet på vinden kan jämföras med klimatet utomhus, det varierar i fuktighet på samma sätt men med skillnaden att vindens luft värms upp av värmen från insidan av huset. I gamla kyrkor, som mellan vinden och rummen byggdes med isolering av kutterspån jämförbart med cirka 20 millimeter cellulosafiber, fungerar det. Dessutom är träet i de gamla vindarna av mycket god kvalité och står emot fukt bra. Vid tilläggsisolering med 200 millimeter kan det dock påverka konstruktionen negativt eftersom tjockleken ökas med tio gånger och värmen som kommer upp på vinden minskas drastiskt. Att tilläggsisolera kyrkvindar kan fungera men fuktstatusen behöver kontrolleras noga. Detta görs genom att fuktmätare installeras på vinden, inne i kyrkorummet samt en i varje väderstreck utomhus för att mäta fukttillskottet som kommer in i kyrkan. Ventilationssystem för reglering av fukthalten på vindar och i krypgrunder finns utvecklade, men har inte testats tillräckligt ännu⁹.

3.2.3 Byte av ventilationssystem

Vilket ventilationssystem en byggnad bör ha beror på behovet för just den byggnaden, hur mycket energi som får gå åt och till vilken kostnad. Gamla byggnader är alltid byggda med en så kallad självdragsventilation som ger ett undertryck i huset då den drar in ny frisk luft utifrån samtidigt som den varma luften inomhus stiger och tar sig ut i öppningar i taket (Svensk ventilation, 2010). Detta sätt fungerar än idag men kan behöva kompletteras med ett mekaniskt ventilationssystem om byggandens klimatskal ändras genom till exempel tätning av fönster eller isolering. Åtgärder som dessa kan bli nödvändiga i en byggnad för att spara energiåtgång och utgifter för uppvärmning. Två enkla fläktar kan då dra in frisk tilluft och blåsa ut den använda frånluften. Vid detta system, kallat FT-system, kan byggnaden få en adekvat luftomsättning, men värmen förs bara ut och tas inte tillvara. Då kan byte till FTX-system vara bra att överväga. I ett sådant system tas den utgående luften tillvara och används för att värma den nya luften (Energimyndigheten, 2013). Energi sparas alltid med FTX-system men om systemet körs sällan och byggnaden inte är så varm blir verkningsgraden inte så hög. Ju mindre systemet körs desto mindre lönsamt blir det. Därför kan bytet skjutas upp till andra åtgärder ändå görs eller till att de gamla fläktarna har förbrukat sin livslängd.

Ventilationens främsta uppgift är i vissa fall inte att ventilerar bort dålig luft. Det förekommer att FT-system har installerats i fastigheter för att hjälpa till med att sänka den relativa fuktigheten i byggnaden. Om detta är fallet kan det i många fall vara mer energieffektivt att installera en avfuktare i systemet. Vid installation av avfuktare kan FT-systemets energikrävande värmebatteri tas bort och energiförbrukningen minskar då betydligt. Eftersom fukttillståndet i kyrkor är känsligt bör i vissa fall avfuktaren kompletteras med en fuktare för att ge möjlighet att även fukta luften då den är för torr, till exempel under vinterhalvåret¹⁰. Den mest energieffektiva lösningen är att

⁹ Jim Althinson (Fuktkonsult, Nordisk byggskadetredning) intervjuad av författarna 2014-05-06.

¹⁰ Karl Sundén (Drifttekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) intervjuad av författarna 2014-04-15.

använda evaporativ befuktning. Det är en platseffektiv lösning som dessutom knappt fordrar något underhåll eftersom det inte krävs något filter. Både fuktare och avfuktare kan anslutas till det befintliga ventilationssystemet men fungerar bäst om ventilationen är avstängd eller kraftigt minimerad. Därför rekommenderas att byggnaden ventileras med självdrag alternativt att ventilationen enbart körs vid behov med hjälp av en koldioxid- eller fuktgivare¹¹. I kyrkor bör dessa system placeras i ett undertak eller på en vind eftersom de låter en del och på så vis kan störa omgivningen. Ett problem som kan uppstå i kyrkor är att bristen på installationsutrymmen kan bidra till att åtgärden inte vidtas. Det finns idag firmor som säljer dessa lösningar och som gör en grundlig undersökning av byggnaden för att sedan beräkna hur mycket som skulle sparas på investeringen¹².

3.2.4 Byte av värme- och elsystem

Åtgärder som föreslås kan vara bra ur miljösynpunkt även om de inte är energieffektiviserande. Åtgärder som att se över byggnadens värme- och elförsörjning är också viktiga för att åstadkomma en fastighet med så låg och grön energianvändning som möjligt. Att byta värme- och elsystem innebär sällan något för själva energianvändningen. Genom att byta system från till exempel direktverkande el till bergvärme, vindkraft eller solceller kan byggnaden förses med el som är mer miljövänlig. Utöver att det ger förnybar och miljövänlig energi blir ägaren mindre beroende av elprisutvecklingen och på lång sikt kan det visa sig bli billigare.

3.2.4.1 Fjärr-, närvärme och biobränsle

Fjärr- och närvärme är två liknande värmesystem. De går båda ut på att varmt vatten distribueras från en central anläggning till olika fastigheter som är kopplade till värmenätet. För att en fastighet ska kunna värmas med fjärrvärme krävs det att den ligger i närheten av fjärrvärmenätet. Ju längre ifrån den ligger desto dyrare blir det eftersom vattnet måste värmas ytterligare för att ha rätt temperatur när det når fram. Om fastigheten ligger för långt från fjärrvärmenätet för att det ska vara lönsamt att koppla upp den kan närvärme vara ett alternativ. Det fungerar på liknande sätt men i mindre skala och ju fler som ansluter sig till systemet desto billigare blir det att driva. Närvärmecentraler drivs ofta som bolag eller ekonomisk förening.

Ett liknande sätt att värma byggnaden är med biogas. Via ett biogasnät distribueras gas till de olika fastigheterna som i sin tur lagrar den i en panna med gasförbrännare för att sedan kunna sprida värmen i huset. Det finns även en mängd olika biobränslepannor som drivs med till exempel pellets, briketter, flis eller spannmål. Dessa installeras i huset och är inte uppkopplade till något gemensamt nät. De är mest lönsamma vid vattenburet system då de kan värma radiator- och tappvarmvattnet. (Broström, 2008).

¹¹ Janne Lood (Försäljningsingenjör, Munters Europe AB) intervjuad av författarna 2014-05-12.

¹² Karl Sundén (Drifttekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) intervjuad av författarna 2014-04-15.

3.2.4.2 Värmepumpar

Det finns en mängd olika värmepumpar men de två vanligaste är bergvärmepump och luft-luftvärmepump. Ett energieffektivt uppvärmningsalternativ för kyrkor och andra byggnader kan vara bergvärme. Värmen från berggrunden tas upp med hjälp av en värmepump och distribueras i byggnaden via vattenledningar till radiatorer i rummen. Tolfta kyrka i Uppsala län har installerat detta och kan spara mycket pengar på investeringen. Tidigare försörjdes kyrkan med direktverkande el, vilken var både dyr och tveksam i miljöhänseende. Dessutom passar den mildare vattenburna värmen bättre för de ömtåliga textilierna i kyrkan än vad den torra värmen från elradiatorer gör. För att kunna distribuera värmen i byggnaden byttes alla elradiatorer ut till vattenradiatorer. Det är detta som kan göra bytet till bergvärme problematiskt i många kyrkobyggnader. Ofta finns det inga radiatorer inne i kyrkan och åverkan på både väggar och golv kan behöva göras för att sätta in dem¹³. I Tolfta kyrka har det dock gått att lösa med minimal inverkan på byggnadens karaktär eftersom det befintliga systemet kunde ersättas med ett motsvarande vattenburet system. Därmed kunde ledningarna dras längs det befintliga nätet vilket bland annat bidrog till att minimera håltagning i väggarna (Bergström, 2010). Om fastigheten försörjs med direktverkande el är en luft-luftvärmepump ett fullgott alternativ. Pumpen tar tillvara på den värme som finns i uteluften för att värma inneluften men kan även fungera som kylaggregat under sommarhalvåret. En sådan pump kan dock vara skrymmande och ge upphov till en del buller. På så vis påverkar den byggnadens karaktär och det kan därför vara svårt att få länsstyrelsens godkännande för att genomföra åtgärden i en kyrka (Energimyndigheten, 2012).

3.2.4.3 Eluppvärmning

Det mest miljövänliga sättet att använda direktverkande el är genom förnybara energikällor såsom vindkraft, vågkraft och solenergi. Många saker görs för att främja övergången från fossila bränslen såsom olja och kol. Till exempel har begreppet miljömärkt el tagits fram. Det innebär att köparen tecknar ett abonnemang för att få el som kommer från förnybara energikällor. På så vis gynnas den förnybara tekniken samtidigt som konsumenterna tar ställning i frågan (Jordbruksverket, 2013).

I byggnader som förses med direktverkande el tas elen in i fastigheten och omvandlas till värme i radiatorer som distribuerar värmen i huset. Radiatorerna kan antingen vara oljefyllda eller icke oljefyllda. De oljefyllda har en jämnare temperatur eftersom värmen lagras i oljan och därför ger en tröghet i systemet. Trots det skiljer sig inte energiåtgången märkbart för de olika radiatorerna (Energimyndigheten, 2012). En annan typ av radiator är bänkvärmare som placeras under bänkarna i kyrkan. Det ger en lokal uppvärmning för besökarna och medför att en lägre temperatur kan hållas i kyrkan utan att de känner obehag. Bänkvärmare finns både som eluppvärmda och vattenburna system.

¹³ Johanna Leijon (Energiingenjör, Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) intervjuad av författarna 2014-04-15.

Att utnyttja den energi som kan ackumuleras via vinden är ett miljövänligt alternativ för att förse fastigheter med energi. Vindkraftverk med stora rotorblad sätts upp för att samla energin och omvandla den till elektricitet. Omvandlingen sker i generatoren som sitter i kraftverkets topp. Kraftverken genererar energi vid vindhastigheter mellan 4 - 25 m/s. När det blåser mer än så stängs de av för att undvika onödigt slitage. Det finns även möjlighet att vrida rotorbladen runt sin egen axel för att öka och minska den upptagna kraften från vinden och få dem att rotera långsammare eller snabbare (Vindkraft, 2014). Det är inte helt ovanligt att församlingar går ihop och har en andel i ett vindkraftverk som bidrar till elförsörjningen av byggnaderna inom samfälligheten. Göteborgs stift har till exempel gått in som delägare i ett vindkraftverk som täcker 25 procent. av elbehovet hos regionens kyrkor¹⁴.

Solenergi kan omvandlas direkt till el genom en solcellspanel. Solcellen består av ett halvledarmaterial där elektroner frigörs med hjälp av solen. Strömmen som skapas kan användas direkt till byggnadens elförbrukning. Vanligast är att sätta solcellspaneler på taket där de får tillgång till så många soltimmar som möjligt. Om byggnaden producerar mer el än vad som används i byggnaden kan överskottet levereras till det vanliga elnätet (Energimyndigheten, 2013). Kyrktak är ofta placerade i söderläge och skulle därför vara mycket lämpligt för solpaneler. Fläckebo församling i Västmanland ville sätta solpaneler på kyrkans tak men fick inte tillåtelse av Länsstyrelsen eftersom det skulle påverka kulturmiljön för mycket. Ett alternativ kan istället vara att göra som i Norra Solberga-Flisby församling att sätta solpaneler på byggnader i närheten av kyrkan. På Flisby prästgårds ladugård har detta skett. Församlingen uppskattar att investeringen på drygt en miljon kronor för 600 kvadratmeter solceller kommer gå att räkna hem efter femton år (Morén, 2012). Ett annat sätt att ta tillvara på solenergi är att ha så kallade solfångare som även de placeras på byggnadens tak. De består av ett rörsystem som är uppsatt på ställningar. I rören cirkulerar vätska som värms upp av solen och sedan leds ned och sprids via byggnadens vattenburna system (Energimyndigheten, 2013).

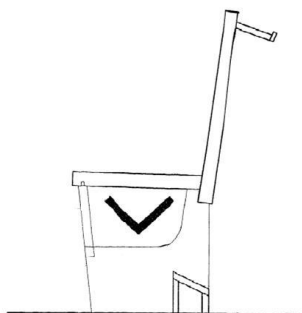
3.2.4.4 Kombinerat system

Den kanske mest flexibla och i längden lönsamma metoden är att kombinera olika uppvärmningssätt. Det innebär att byggnaden förses med en värmeväxlande tank som sedan väljer energikälla beroende på vilken som fungerar bäst för tillfället. Det går till exempel att alternera solcellsel med vindkraft och dessa två kan i sin tur backas upp av en värmepump under de dagar då det varken blåser eller är sol. Detta ger ett mer behovsstyrt sätt att värma byggnader och bidrar till lägre uppvärmningskostnader då det finns möjlighet att använda den mest energi- och kostnadseffektiva lösningen för stunden. Givetvis kan det i många fall innebära en något högre investeringskostnad då flera alternativ ska installeras men på sikt kan detta tjänas in (Bo & värme, 2014).

¹⁴ Nasser Rakabdar (Fastighetsingenjör, Göteborgs kyrkliga samfällighet) intervjuad av författarna 2014-04-24.

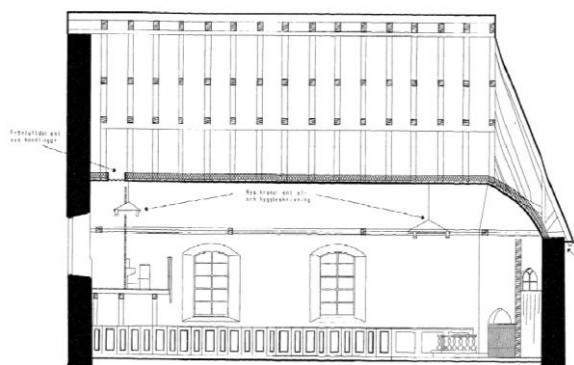
3.3 Befintliga energieffektiviseringsåtgärder

Visst energieffektiviserande arbete förekommer i Lundby gamla kyrka. Kyrkan värms med så kallad skyddsvärme mellan förrättningarna. Då kyrkan står tom hålls värmen kring 16°C och inför verksamhet i kyrkan höjs den till 20°C för att besökarna ska uppleva ett behagligt inomhusklimat. Kyrkosalen är utrustad med elektriska bänkvärmare.



Figur 7 Bänkvärmarnas placering under bänkarna (Stadsbyggnadskontorets arkiv, 2014).

Alla glödlampor i belysningsanläggningen har bytts mot lågenergilampor¹⁵. Ventilationens huvuduppgift är att hjälpa till att sänka den relativa fuktigheten i kyrkan. En särskild firma har anlåtats för hela stiftet för att gå igenom ventilationsanläggningen i alla kyrkor en gång per år. Då byts bland annat filter, remmar och skivor som fyllts igen eller slitits ut. Vinden är tilläggsisolerad med 200 millimeter mineralull men ingen har varit uppe och kontrollerat statusen på takkonstruktionen under de senaste tio åren¹⁶.



Figur 8 Kyrkan i genomskärning. Här syns det välvda innertaket och isoleringen som lades in 1997 (Stadsbyggnadskontorets arkiv, 2014).

¹⁵ Mats Fransson (Vaktmästare, Lundby församling) intervjuad av författarna 2014-02-21.

¹⁶ Nasser Rakabdar (Fastighetsingenjör, Göteborgs kyrkliga samfällighet) intervjuad av författarna 2014-04-24.

4 Underhållsplan

En underhållsplan är en sammanställning av tänkta åtgärder inom ett visst tidsintervall, samt en ekonomisk planering som behövs för att förvalta och underhålla en byggnad. ”Den talar om hur fastigheten och dess ekonomi mår”¹⁷. Det är ett dokument som redovisar alla åtgärder som behöver göras för att hålla byggnaden i bra skick, till exempel fasadmålning eller fönsterrenovering. Underhållsplanen ger en möjlighet att hålla koll på vad åtgärderna kommer kosta varje år och ger en överskådlig planering av dem under en viss tid, vanligen mellan 10 och 30 år. Planen upprättas efter besiktning och ger svar på vad som ska göras, när det ska göras samt vad det kommer att kosta (Rejäl Byggkonsult AB, 2014).

Alla som äger en byggnad bör göra en underhållsplan följa den. De flesta fastighetsägare, allt från bostadsrättsföreningar till statliga myndigheter har underhållsplaner för varje byggnad. Fastighetsägarna blir bättre och bättre på att förstå nyttan av och använda sig av underhållsplaner¹⁸. I Boverkets byggregler BBR 2:51 står som ett allmänt råd att ”Innan byggnader eller delar av dem tas i bruk bör det finnas skriftliga instruktioner för hur och när idrifttagande och provning samt skötsel och underhåll ska utföras” (Boverket, 2011). Boverkets byggregler är inte lag men i Sverige är det praxis att följa dem på alla byggen.

Innan besiktningen görs samlas information om objektet fram, såsom ritningar, byggnadsår och användningsområde (Rejäl byggkonsult AB, 2014). Vid en besiktning går besiktningspersonen åt vänster i ett varv runt huset för att på ett systematiskt sätt få med allt. På insidan görs varje rum på samma sätt. Det finns ingen bestämd mall för hur det ska gå till men de flesta i branschen gör likadant. Många foton tas och en rekommendation är att börja vid taket på översta våningen och jobba sig neråt. När all information är insamlad och besiktningen genomförd sammanställs allting i ett dokument. Uppskattade kostnader och hur ofta underhållet behöver genomföras står att finna i *REPAB Fakta 2013 – Underhållskostnader* utgiven av Incit AB. Den är till god hjälp vid uppförandet av underhållsplaner. Dokumentet ska vara tydligt och enkelt, för detta ändamål är datorprogrammet Excel ett bra verktyg. Ett diagram ger en bra bild över hur kostnaderna varierar från år till år och gör det lättare att läsa underhållsplanen. Underhållsplaner bör följas upp och uppdateras varje år. ”En underhållsplan är ett måste”. Underhållet för en byggnad är kostnadskrävande men genom att ha en underhållsplan kan kostnaderna jämnas ut över en längre period. Kostsamma akuta åtgärder kan undvikas och dessutom höjer och bevarar det värdet på byggnaden genom att revisorer och spekulanter ser att den tas väl omhand. Värdet på byggnaden bevaras även genom att materialen och delarna får komma till sin fulla livslängd. Är underhållet väl utfört behöver delar inte bytas ut lika ofta vilket både sparar pengar och miljö. En färdig underhållsplan gör det enklare att på ett systematiskt sätt sänka driftkostnader och utföra energieffektiviseringsåtgärder¹⁹.

¹⁷ Karina Bergh (Projektledare/Säljkoordinator, WSP) intervjuad av författarna 4 april 2014.

¹⁸ Karina Bergh (Projektledare/Säljkoordinator, WSP) intervjuad av författarna 4 april 2014.

¹⁹ Karina Bergh (Projektledare/Säljkoordinator, WSP) intervjuad av författarna 4 april 2014.

4.1 Befintlig underhållsplan

Inom Göteborgs kyrkliga samfällighet är det praxis att göra en storsatsning på varje kyrka var trettionde år. Däremellan sköts kontinuerligt och akut underhåll enligt underhållsplaner som samfällighetens fastighetsingenjörer tar fram. Därför finns en underhållsplan över sådana arbeten för Lundby gamla kyrka. Inför storsatsningen går hela kyrkan igenom och en mer utförlig underhållsplan upprättas. Den senaste stora genomgången av kyrkan gjordes 1997 och med intervallet 30 år så beräknas nästa satsning bli år 2027²⁰.

²⁰ Thomas Schadel (Fastighetsingenjör, Göteborgs kyrkliga samfällighet) intervjuad av författarna 2014-04-24.

5 Resultat

Eftersom detta är en undersökande studie presenteras resultatet som förslag på åtgärder som sedan bör undersökas vidare. Kostnad för dessa vidare undersökningar har uppskattats och presenteras i underhållsplanen. Genom att prata med experter och läsa litteratur om ämnet har passande åtgärder för Lundby gamla kyrka tagits fram. Nedan presenteras åtgärder och motiveringar till dessa finns i kapitel 6: Analys.

5.1 Val av energieffektiviseringsmetoder

För att komma igång med energieffektiviseringsarbetet i kyrkan kan några snabba åtgärder vidtas till en marginell kostnad. Dessa åtgärder är lätta att genomföra och är saker som behöver göras kontinuerligt men som ibland förbigås. De är:

- Kalibrera givare till ventilationen. För att givarna ska känna av rätt fuktighet i inomhusluften bör de kalibreras cirka fyra gånger per år.
- Ställa om ventilationen till automatisk. Eftersom ventilationen idag står på *hand* körs ventilationen dygnet runt.
- Nedsäkra. Huvudsäkringen bör ses över så att den inte har en allt för stor effekt sett till hur mycket effekt som krävs för att driva byggnaden.

Åtgärder som kräver lite mer tid och kapital. Kostnaderna har vidimerats av experter och källor inom respektive område men är uppskattade:

- Tätning av fönster med tätlist och inre isoleringsruta. Denna åtgärd ska genomföras i samband med renovering av fönstren. Kostnad: 300 000 kronor²¹.
- Statuskontroll av takkonstruktion. På grund av svårigheter att komma upp på vinden har kontroll inte gjorts sedan tilläggsisoleringen år 1997. Då fuktillståndet ändras vid isolering behöver takkonstruktionen kontrolleras. Kostnad: 3 000 kronor (Fuktab, 2014).
- Installera fuktare och avfuktare i ventilationssystemet. Eftersom ventilationssystemets huvuduppgift är att sänka den relativa fuktigheten i kyrkan, inte ventilera, kan det här vara ett bra alternativ. Åtgärden behöver dock undersökas vidare. Kostnad: 80 000 kronor²².
- Ansluta kyrkan till fjärrvärmenätet. Då behöver de eldrivna bänkvärmarna bytas till vattenburna. Kostnad: 140 000 kronor (Göteborgs energi, 2014).
- Installera solceller på församlingshemmets tak för att kunna använda miljövänlig direktverkande el. Kostnad: 1 000 000 kronor (Morén, 2012).

²¹ Richard Stenman (VD, Göteborgs fönsterrenovering) intervjuad av författarna 2014-05-13.

²² Janne Lood (Försäljningsingenjör, Munters Europe AB) intervjuad av författarna 2014-05-12.

Med dessa åtgärder som grund har följande åtgärdspaket tagits fram, även dessa motiveras i kapitel 6. Paket 1 och 2 behandlar olika delar av byggnaden och därför rekommenderas att båda paketen genomförs. Paket 3 kan ses som ett alternativ till paket 2 och skulle även kunna fungera kombinerat med det. I varje paket ingår tätning av fönster och statuskontroll av takkonstruktionen eftersom de är viktiga åtgärder för att bevara byggnaden.

1. Fuktare och avfuktare + tätning och statuskontroll. Sammanlagd kostnad: 383 000 kronor.
2. Fjärrvärme + tätning och statuskontroll. Sammanlagd kostnad: 443 000 kronor.
3. Solceller + tätning och statuskontroll. Sammanlagd kostnad: 1 303 000 kronor.

5.2 Upprättande av underhållsplan

Efter en okulär besiktning har en underhållsplan utarbetats, se bilaga A. Den har sedan kompletterats med uppskattade kostnader för energieffektiviseringsåtgärder. Nedan finns de uppgifter som kommit fram under besiktningen och varför åtgärderna i underhållsplanen bör göras. Förhoppningen är att den här underhållsplanen kan komplettera den befintliga och ligga till grund för den plan som görs år 2027. Som nämnts tidigare måste länsstyrelsen ge sitt godkännande för allt underhåll som påverkar byggnadens karaktär.

Det är rekommenderat att byta ut tegeltak var fyrtionde år men är de i gott skick, vilket är fallet vid Lundby gamla kyrka, kan det räcka med att vissa pannor byts ut samt att papp och läkt ses över. Det är bra att kontinuerligt underhålla fasaden genom att laga putsen med rätt material då det behövs. Ibland kan hela fasaden behöva putsas om och då detta är en relativt stor utgiftspost kan det vara bra att dela upp arbetet över ett antal år. I den bifogade underhållsplanen föreslås därför att halva fasaden putsas om 2018 och den andra halvan 2019. Övriga delar av fasaden, såsom fönster och dörrar, ska målas om både utvändigt och invändigt i intervallet sex till tolv år beroende på hur utsatta de är för yttre påverkan. De bör även ses över kontinuerligt så att delar som förstörts kan bytas ut. Bågarna och karmarna på kyrkans fönster är övermålade med flera lager färg. När ingen luft kan strömma runt ytterbågarna finns risk att fukt lyfter färg och skadar trä. För att åtgärda dessa behöver sågning runt karmarna göras och hela fönstren renoveras med bättre målning.

Vid underhåll av kyrkorummet bör antikvarie eller konservator kontaktas. Vapenhuset och sakristian är påbyggnader som visserligen är byggda under 1600-talet men som har renoverats under 1900-talet. Vid renoveringen infördes modernare material. Det innebär att vid underhåll av dessa rum behövs inte samma antikvariska expertis som i kyrkorummet. I vapenhuset, där den publika ingången är, finns en spricka i en av takbjälkarna. Liknande spricka återfinns i en bjälke under läktaren i kyrkorummet. För att ta reda på om sprickorna påverkar bärförmågan i den mån att det behöver åtgärdas rekommenderas att en expert kontaktas. Intill entrédörren i vapenhuset finns en hålighet där putsen lossnat. Hålet har lagats temporärt men behöver åtgärdas för att bevara rummets täthet och karaktär. Runt dörren är väggen mycket smutsig vilket

tyder på att konstruktionen kring dörrkarmen är otät, vilket hålet bidrar ytterligare till. På ett flertal ställen i kyrkan finns denna typ av smuts på väggarna. Detta kan uppkomma vid drag eller till följd av luftströmmar vid uppvärmning. Innan väggarna målas bör de värsta otätheterna ses över. Den naturliga självdragsventilationen i kyrkan bör dock bevaras och därför får inte alla otätheter åtgärdas. Enligt REPAB ska stengolv avverkas var fjortonde år och fogen bör bytas var tolfte år. Detta är enbart rekommendationer och ska bara göras om det verkligen behövs. Toaletten renoverades 1997 och därför är samtliga blandare av äldre snitt och skulle behöva bytas till ett effektivare alternativ.

Vid arbetet med underhållsplanen har boken *REPAB Fakta 2013 - Underhållskostnader* använts. Där anges kostnader för åtgärder och hur ofta de bör göras. Denna bok tar inte hänsyn till äldre material och byggnader. Detta visar sig genom att byte av hela byggnadsdelar förespråkas istället för att restaurera. Vid underhåll av tegeltak rekommenderas i boken att hela taket byts var fjortonde år. Tegeltak kan hålla längre än så och det kan räcka med att enstaka pannor byts samt att papp och läkt ses över kontinuerligt. Att bevara gamla material är viktigt. Dels för att bevara den specifika byggnadens karaktär men framförallt för att spara jordens resurser genom att återanvända material istället för att tillverka nytt.

6 Analys

I detta kapitel motiveras de föreslagna åtgärds paketen. Först förklaras statuskontroll av takkonstruktion och tätning av fönster eftersom dessa två åtgärder återkommer i varje paket. Därefter beskrivs paketen och slutligen analyseras varför vissa åtgärder ej rekommenderas för Lundby gamla kyrka.

Vinden har inte kontrollerats sedan 200 millimeter mineralull lades dit år 1997. Risken att fukt har skadat takkonstruktionen är teoretisk sett överhängande. Därför är det viktigt att kontroller görs omgående för att kunna åtgärda eventuella skador innan det är för sent. Om taket visar sig må bra kan ytterligare tilläggsisolering utredas men då måste mätningar och teoretiska beräkningar göras och efter åtgärd ska taket kontrolleras kontinuerligt.

Tätlistor vid fönstren sätts på plats i samband med renovering av fönstren. Vid en kontroll av Lundby gamla kyrkas fönster upptäcktes att mellanrummet mellan karm och båg är igenmålat med flera lager färg och därmed förekommer risk för fukt. Fönstren behöver sågas loss ur färgen och renoveras helt av auktoriserad fönsterspecialist som har specialkunskap om gamla fönster. Vid tätning blir kyrkan bättre isolerad med lägre U-värde samtidigt som fönstrens karaktär bevaras.

6.1 Paket 1

Fuktare och avfuktare + tätning och statuskontroll. Sammanlagd kostnad: 383 000 kronor. Genom att komplettera ventilationssystemet med en fuktare och avfuktare kan energiåtgången i kyrkan minska avsevärt. Inomhusklimatet kan förbättras om detta kombineras med installation av en koldioxidmätare som reglerar tilluften. Rekommendation är att kontakta installationsexpert för utvärdering av vilka möjligheter som finns att konvertera systemet. Oavsett om systemet förändras eller ej är det viktigt att kalibrera givarna eftersom ventilationen annars går i onödan. I det nuvarande systemet startar tilluften när fuktigheten i rummet överstiger ett inställt värde. Om givarna inte är riktigt kalibrerade kan systemet känna av en felaktig luftfuktighet och därför vara igång dygnet runt.

6.2 Paket 2

Fjärrvärme + tätning och statuskontroll. Sammanlagd kostnad: 443 000 kronor. Att installera fjärrvärme gör energianvändningen mer miljövänlig och anses inte göra ett för stort ingrepp i kyrkans karaktär. Det är ett mycket bättre alternativ än direktverkande el och därför ett bra alternativ att byta till. Att använda fjärrvärme istället för direktverkande el gynnar både miljön och plånboken. Dessutom passar den mildare vattenburna värmen bättre för de ömtåliga textilierna i kyrkan än den torra värmen från elradiatorer.

6.3 Paket 3

Solceller + tätning och statuskontroll. Sammanlagd kostnad: 1 303 000 kronor. Att använda solceller skulle göra kyrkan till ett gott föredöme för resten av stiftet. Det vore spännande om en så pass gammal kyrka kunde föregå med gott exempel. Eftersom kyrkans tak är kulturminnesmärkt får solcellspanelerna installeras på församlingshemmets tak och en elkabel grävas ner mellan församlingshemmet och kyrkan. Vid installation av panelerna kan de befintliga radiatorerna fortsatt användas och den direktverkande elen i kyrkan utnyttjas på ett mer miljövänligt sätt. Om kyrkan försörjts med el från församlingshemmet hade detta varit ett bra alternativ som dessutom kunde utvecklats till ett kombinerat system där kyrkan senare ansluter sig till fjärrvärmenätet. Dessvärre är så inte fallet och ett val måste göras mellan fjärrvärme och solceller eftersom fjärrvärme använder vattenburen värme i radiatorerna och solceller bara ger direktverkande el. Dock kan solcellerna driva bland annat belysningen i kyrkan och församlingshemmet även om kyrkan värms genom fjärrvärme. Den investering som görs vid installationen räknas hem genom att elen blir kostnadsfri under stora delar av året och överskottsenergi kan säljas vidare på elnätet.

6.4 Övriga åtgärder

Behovsstyrt ljussystem är ett effektivt sätt att minska energianvändningen i kontor och liknande utrymmen. Där kan el sparas genom att se till att lampor alltid släcks i rum som inte används. När Lundby gamla kyrka används är det tydligt vem som tänder och släcker och därmed liten risk att det lyser i onödan. Att ha en bra ljussättning i kyrkan är något som är viktigt för att sätta stämningen i rummet. Det finns redan tankar i församlingen om att utveckla detta. I denna studie har dock fokus lagts på annat, men uppmuntrar vidare studier i ämnet.

Ett alternativ i energieffektiviseringsarbetet är att sänka värmen någon grad i byggnaden. Det har övervägts för denna kyrka med slutsatsen att det inte behöver göras. Energi kan sparas med denna metod men inte så mycket att det är värt att minska komforten för kyrkobesökarna och personalen. Förr i tiden kunde gudstjänstbesökarna behålla ytterkläderna på under förrättningen men det fungerar inte i enlighet med dagens bekvämare samhälle.

Projektet Culture Bee kan bli aktuellt för alla sorters kulturhistoriska byggnader. Metoden används för att underlätta kontroll av inomhusklimat och för att föra statistik över bland annat energianvändning.

7 Diskussion och slutsats

I bakgrundskapitlet nämns att detta examensarbete är viktigt för att hjälpa Svenska kyrkan att spara pengar. Vid intervjuer av anställda vid kyrkan har det dock visat sig att just vårt stift och församling har tillräckligt med pengar för att driva sin verksamhet och samtidigt ta hand om sina byggnader. På grund av att kyrkan fortsätter att tappa medlemmar tror vi dock att investeringar behöver göras nu för att även i framtiden kunna upprätthålla en god byggnadsstandard. Vi ser att ett medlemskap i Svenska kyrkan inte nödvändigtvis måste innebära en kristen tro utan även är viktigt för att stödja arbetet med att bevara kulturminnen.

Det var bra att bara en kyrka undersöktes. Förutsättningarna för olika kyrkor skiljer sig så mycket åt att det hade krävts en större studie för att jämföra flera. För att förenkla studien kunde en kyrka från 1900-talet valts eftersom det hade varit lättare att genomföra energieffektiviseringsåtgärder där. I denna studie valdes dock en 1300-talskyrka eftersom det blir mer komplext och vi lockades av detta. Fokus har lagts på att göra det enkelt för församlingen genom att planera in energieffektiviseringsarbetet i en underhållsplan. Hade detta inte gjorts hade mer tid kunnat läggas på att verkligen undersöka energieffektiviseringsåtgärder noggrant. Beräkningar hade kunnat ge en fingervisning om vilket alternativ som minskar energianvändningen mest och vilket alternativ som hade varit mest effektivt för den valda kyrkan.

Från början var tanken att även undersöka hur akustiken påverkas av de förändringar som föreslås, men detta prioriterades bort under projektets gång. Främst eftersom kyrkan inte används till särskilt mycket musikarrangemang, samt att det inte fanns något direkt intresse från församlingen. Efter konsultation med en akustikprofessor insåg vi dessutom att våra åtgärder inte skulle påverka akustiken märkbart. För att det ska vara intressant att se över akustiken kan det vara bra att undersöka en större kyrka där ljudet har mer genomslagskraft. I vårt arbete har vi varit nöjda med att valet föll på en mindre kyrka då undersökningen blivit mer hanterbar både vid okulärbesiktning och vid framtagning av passande åtgärder.

I den litteratur som studerats finns en mängd olika metoder för energieffektivisering. Alla metoder är inte applicerbara på gamla byggnader, dels på grund av platsbrist och på grund av lagstiftning som kulturminneslagen. Under litteraturstudierna har det varit bra att även läsa sådant som inte använts direkt som källor i rapporten eftersom det ofta givit en bredare bild av ämnet. Den litteratur som studerats har varit både gammal och ny vilket har varit ett medvetet val för att ta tillvara på gammal kunskap men även känna till vad som är aktuellt. För att ge en mer praktisk bild av hur energieffektivisering av kyrkor fungerar hade det varit fördelaktigt att besöka fler kyrkor som har genomfört sådana åtgärder. Besök vid kyrkan har varit väldigt bra då det givit en mer konkret bild av vad som kan göras. Vi har även varit i kontakt med flera experter som vidimerat våra förslag och tillsammans med övriga arbetsmetoder har ett tillförlitligt resultat åstadkommit.

Under arbetets gång uppdagades att Göteborgs kyrkliga samfällighet upprustar och utvecklar varje kyrka i stiftet ungefär var trettionde år. Däremellan utförs kontinuerligt underhållsarbete. Hade denna information nått oss tidigare skulle valet av kyrka förmodligen fallit på en som skulle åtgärdas inom en snar framtid. Arbetet skulle då känts mer aktuellt och förmodligen hade informationen om kyrkan varit mer

lättillgänglig. Att renoveringar genomförs var trettionde år tycker vi är bra. Det finns dock en risk att viss kunskap om kyrkornas underhåll glöms bort mellan intervallen, till exempel på grund av bristande erfarenhetsåtergivning när personal byts ut. Det här är ett fenomen som förekommer i de flesta branscher och som ej är specifikt för fastighetsbranschen. Eftersom renoveringarna görs relativt sällan skulle ett system som till exempel solceller kunna medverka till att en investeringssumma hinner sparas inför nästa stora upprustning.

Det här projektet behandlar ämnet byggnadsvård. Det är vi glada för eftersom vår uppfattning är att mer fokus borde läggas på detta ämne i ingenjörsutbildningarna. Även om det är svårt att tillhandahålla specifika kurser i ämnet på grund av tid/platsbrist så skulle det kunna implementeras i de befintliga kurserna genom en attitydförändring hos kursansvariga och föreläsare. Det är viktigt att införa byggnadsvård i utbildningarna för att bidra till en medvetenhet hos framtidens ingenjörer och för att värna om gammal kunskap. Eftersom båda författarna har ett intresse för bevarande och byggnadsvård är vi glada att vi valde att fördjupa oss i ämnet. Även om det inte är en central del i utbildningen upplever vi att vi fått ett bra stöd från skolans sida.

Det är möjligt att energieffektivisera en kyrka från 1300-talet men hänsyn måste tas till gamla byggnadsmetoder, kyrkans användning och att mängden underhåll helst inte ska öka. Gamla kyrkor är unika i sina utföranden och det är svårt att bara *testa* en åtgärd eftersom det är förödande om resultatet skulle bli annat än det förväntade. Därför är det bra att göra små förändringar åt gången. Moderna tekniska lösningar ger möjlighet att energieffektivisera äldre byggnader med relativt enkla ingrepp. Dessutom är det inte enbart genom stora ändringar som energianvändningen minskas, energi kan även sparas genom enkla åtgärder såsom underhåll av ventilationssystem. För att finna tid och pengar för energieffektivisering är det bra att arbeta utefter en väldefinierad underhållsplan. Underhållsplanen ger en helhetsbild över vilka underhållsarbeten som är viktiga att göra och bidrar även till att hela byggnaden underhålls kontinuerligt. I Lundby gamla kyrka görs detta och det märks eftersom kyrkan är i gott skick trots sin höga ålder.

Under årens lopp har kyrkan använts olika mycket. I början av 1900-talet, i samband med uppförandet av Lundby nya kyrka, användes den gamla kyrkan så pass sällan att det diskuterades om rivning av den. Som tur var beslutades det istället om en upprustning och restaurering och idag används Lundby gamla kyrka återigen frekvent och är en av Göteborgs mest populära kyrkor.

Som påpekats tidigare i denna rapport bidrar kyrkans höga ålder till vissa svårigheter vid utveckling och förändring. Trots det går det att göra mycket. De moderna metoder som användes vid till exempel installationen av ventilationssystemet är idag förlegade och det finns flera mer effektiva lösningar. De åtgärder som föreslås i denna undersökning varierar mycket i pris och storlek men alla bidrar till en utveckling av olika områden i kyrkan. Det lättaste och mest kostnadseffektiva vore att se över hur ventilationen används eftersom den idag går på full fart dygnet runt. För att även effektivisera systemet rekommenderas paket 1, vilket också är det paket som kräver lägst investeringskostnad. Paket 2 bidrar till en mer miljövänlig energianvändning och dessutom gynnas ömtåliga textilierna i kyrkan av att byta den direktverkande elen mot ett vattenburet system. I Lundby gamla kyrka skulle det dessutom vara ganska enkelt att installera fjärrvärme eftersom kyrkan är utrustad med bänkvärmare och

motsvarande värmare finns för vattenburna system. Paket 3 är egentligen ett alternativ till paket 2 men skulle även kunna fungera kombinerat med det. Att installera solceller är en investering för framtiden eftersom de skulle kunna driva både byggnadens värmeförsörjning och elförsörjning. Solcellerna kan, oavsett om kyrkan ansluts till fjärrvärmenätet eller ej, driva elförsörjningen för bland annat belysningen. Detta är en stor investering kostnadsmässigt men den betalar av sig relativt fort och kan sedan generera pengar. Dessutom har de experter vi varit i kontakt med sagt att solceller kommer bli nästa stora grej inom fastighetsbranschen och det vore spännande om en så pass gammal kyrka skulle kunna visa vägen. Oavsett vilka åtgärder som vidtas bör kyrkan, med hänsyn till dess ålder, behandlas med värdighet.

Förslag till fortsatt arbete:

- Ta fram ett åtgärdspaket som inkluderar kostnads-, effektivitets-, och konsekvensberäkningar.
- Studera hur våra åtgärder påverkar akustiken i en annan kyrka.
- Göra liknande studie för en större kyrka.

Referenser

- 1988:1188. Kulturmiljöförordning. Stockholm: Kulturdepartementet.
- 1988:950. Kulturminneslag. Stockholm, Kulturdepartementet.
- Ambrosiani, S. (1904) *Medeltida kyrklig byggnadskonst i Sverige*. Stockholm: Ljus.
- Antell, O. och Lisinski, J. (2000) *Fönster: Historik och råd vid renovering*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.
- Bergström, C. (2010) Nyrenoverade Tolfta kyrka öppnas igen. Uppsala Nya Tidning. (2010-12-18).
- Björkman, T. Widerström, G. och Fors, J. (2009) *Minska företagets energikostnader nu!* Energimyndigheten.
- Bo & värme* (2014) Kombinerade system. www.bovarmeab.se (2014-04-25).
- Boverket (2011). Boverkets byggregler: BBR 18, BFS 2011:6. Karlskrona: Boverket, myndigheten för samhällsplanering, byggande och boende.
- Broström, T. Brokvist, E. Hård, M. (2008) *Handbok i Hållbar energianvändning för kyrkan*. Stockholm: Verbum.
- Culture Bee* (2013) FAQ . www.culturebee.se (2014-04-08).
- Energimyndigheten* (2011) Fönster och dörrar. www.energimyndigheten.se (2014-04-23).
- Energimyndigheten* (2012) Elvärme. www.energimyndigheten.se (2014-04-24).
- Energimyndigheten* (2012) Luftvärme. www.energimyndigheten.se (2014-04-24).
- Energimyndigheten* (2013) När du ska bygga nytt hus. www.energimyndigheten.se (2014-04-16).
- Energimyndigheten* (2013) Producera el från solen. www.energimyndigheten.se (2014-04-14).
- Energimyndigheten* (2013) Solvärme. www.energimyndigheten.se (2014-04-25).
- Fuktab* (2014) Personalen. www.fuktab.se (2014-05-09).
- Gräslund, A-S. (2001). *Ideologi och mentalitet: om religionsskiftet i Skandinavien från en arkeologisk horisont*. Uppsala: Univ. (Occasional papers in archaeology (Uppsala), 1100-6358 ; 29.)
- Gustafsson, L. (2002) *Spån, puts och solbänk: Förändring i uppländska medeltidskyrkor under 1900-talet*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

Göteborgs energi (2014) Vad kostar fjärrvärme? www.goteborgenergi.se (2014-05-09).

Hjalmarsson Nordgren, M. och Olvestrand, M. (2007) *En energistudie av Grinstad kyrka: Kartläggning av dagens energitillstånd och förslag till energibesparingsåtgärder.* (Examensarbete vid energi- och miljöingenjörsprogrammet.) Karlstad: Karlstads universitet.

Jordbruksverket (2013) Vad är förnybar energi? www.jordbruksverket.se (2014-04-25).

Klintenberg, M. (2014) *Underhållsplan.nu.* underhallsplan.nu (2014-04-08).

Lennartsson, A. (2009) Hur kristnades Sverige? *Svenska kyrkan.* www.svenskakyrkan.se (2014-04-25).

Lind, M. (2014) Guide till kyrklig fastighetsförvaltning. *Svenska kyrkan, Linköpings stift.* www.svenskakyrkan.se (2014-04-08).

Lindgren, M. (1996) *Det gotiska kyrkorummet. I Signums svenska konsthistoria: Den gotiska konsten,* red. Augustsson, J-E, s 23. Lund: Bokförlaget Signum.

Lundberg, E. (1940) *Byggnadskonsten i Sverige under medeltiden 1000-1400.* Stockholm: Nordisk Rotogravyr.

Morén, K. (2012) Det lönar sig att investera i solceller. *Kyrkans tidning*, nr 38, s. 8.

Nationalencyklopedin (2014) byggnadshytta. <http://www.ne.se/byggnadshytta> (2014-02-26).

Nilsen L. (2012) *Spara och bevara: Energieffektivisering i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.* Energimyndigheten.

Raihle, J. och Rentzhog, S. (1975) *Hus att vårda: Byggnadskultur i Jämtland och Härjedalen.* Östersund: Jämtlands läns museum.

Riksantikvarieämbetet. (2014) Frågor och svar. www.raa.se. (2014-05-02).

Sidén, M. (2002) *Lundby gamla kyrka: Inventering av Göteborgs kyrkobyggnader, rapport IV.* Göteborg: Svenska kyrkan.

Svanberg, J. (1996) Stensulpturen. *I Signums svenska konsthistoria: Den gotiska konsten,* red. Augustsson, J-E, s 157. Lund: Bokförlaget Signum.

Svensk ventilation. (2010) Välja ventilation. Mitt bygge. www.mittbygge.nu. (2014-04-16).

Svenska kyrkan (2014) Kyrkoavgiften. www.svenskakyrkan.se (2014-03-05).

Tonström, G. (2013) Kyrkan fortsätter tappa. *Kyrkans tidning.* www.kyrkanstidning.se. (2014-03-05).

Ullén, M. (1996) *Gotikens kyrkobyggande. I Signums svenska konsthistoria: Den gotiska konsten*, red. Augustsson, J-E, ss 37-116. Lund: Bokförlaget Signum.

Vindkraft (2014) Vad är vindkraft? www.vind.kraftig.se (2014-04-25).

Bildkällor

Karlsson, F (2014) Lundby gamla kyrka [fotografi].

Romild, E (2014) Fotografier [fotografi].

Stadsbyggnadskontorets arkiv (2014) Lundby gamla kyrka [ritningar] Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.

Muntliga källor

Jim Althinson (Fuktkonsult, Nordisk byggskadetredning) 2014-05-06.

Karina Bergh (Projektledare/Säljkoordinator, WSP) 2014-04-04.

Mats Fransson (Vaktmästare, Lundby församling) 2014-02-21.

Johanna Leijon (Energiingenjör, Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) 2014-04-15.

Janne Loob (Säljare, Munter) 2014-05-12.

Nasser Rakabdar (Fastighetsingenjör, Göteborgs kyrkliga samfällighet) 2014-04-24.

Thomas Schadel (Fastighetsingenjör, Göteborgs kyrkliga samfällighet) 2014-04-24.

Richard Stenman (VD, Göteborgs fönsterrenovering) 2014-05-13.

Karl Sundén (Drifttekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs kommun) 2014-04-15.

Åse-Lill Törnkvist (Antikvarie, Archidea) 2014-03-11.

Ytterligare personer som varit behjälpliga under arbetets gång.

Anders Brosché (Vaktmästare, Haga församling).

Tor Broström (Professor vid Konstvetenskapliga institutionen, Uppsala universitet).

Susanne Brunnhede (Husvärd, Lundby församling).

Magnus Calén (Civilingenjör, Cowi).

Maria Johansson (Husvärd, Lundby församling).

Carin Karlsson (Expert, Energimyndigheten).

Max Willén (Chef för internservice, Lundby församling)

Lundby gamla kyrka



Allmän information:

Lundby gamla kyrka, adress Gamla Lundbygatan 35, i stadsdelen Lundby på Hisingen. Fastigheten är uppförd under 1200-1300-talet och skyddas därför av kulturminneslagen. Fastigheten hyser ett kyrkorum, vapenhus, sakristia och en kallvind. Fasaden består av kalkputsad sten. Kyrkan genomgick en interiör restaurering år 1997 och sedan dess har generellt underhåll utförts. Under restaureringen tilläggsisolerades vinden med 200 mm mineralull och en FT-anläggning installerades. Vår bedömning är att detta är en välskött fastighet med utvecklingspotential. Därför ingår förslag till energieffektiviseringsåtgärder i denna underhållsplan.

Area: 152 m²

Startår: 2014

Datum: 2014-05-15

rev.

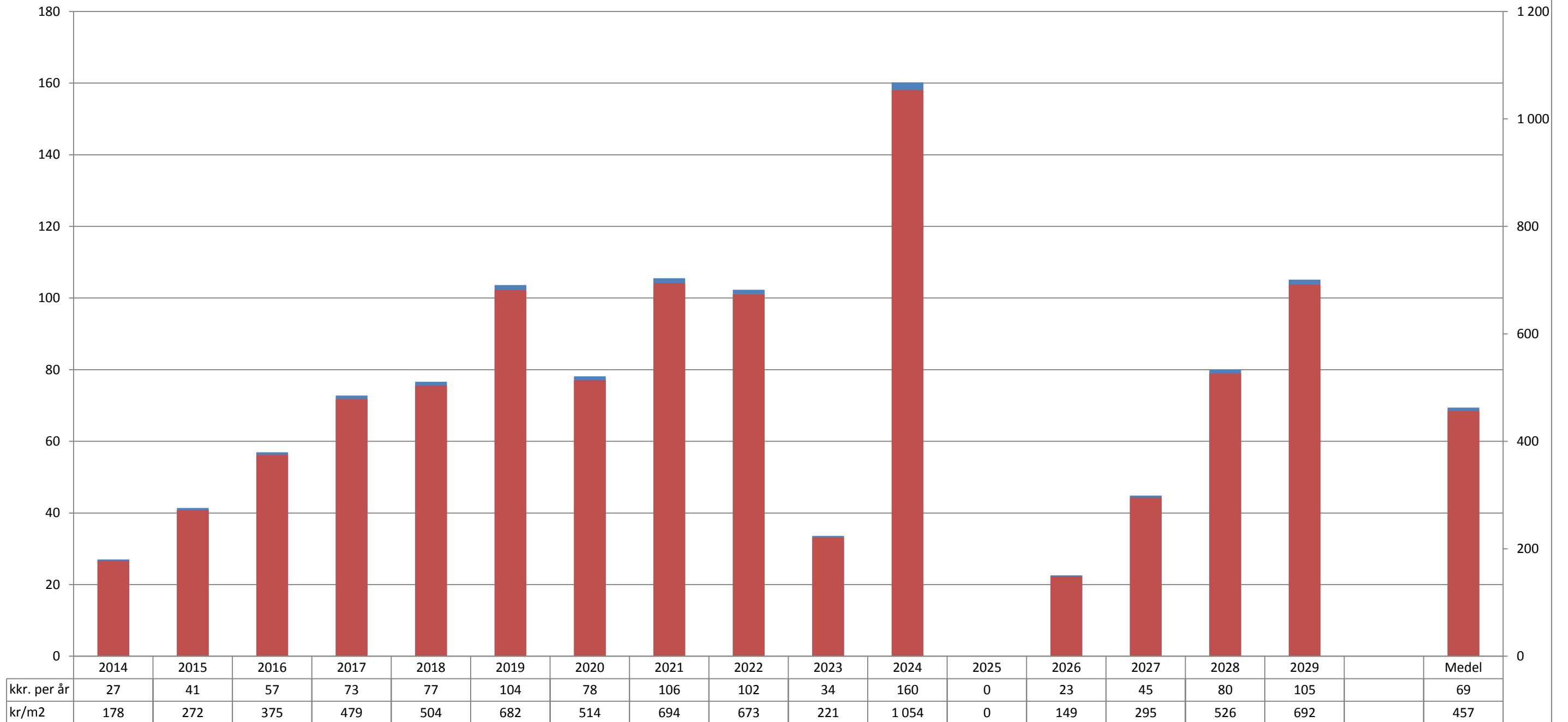
Besiktad av: Paulina Karlsson & Emma Romild



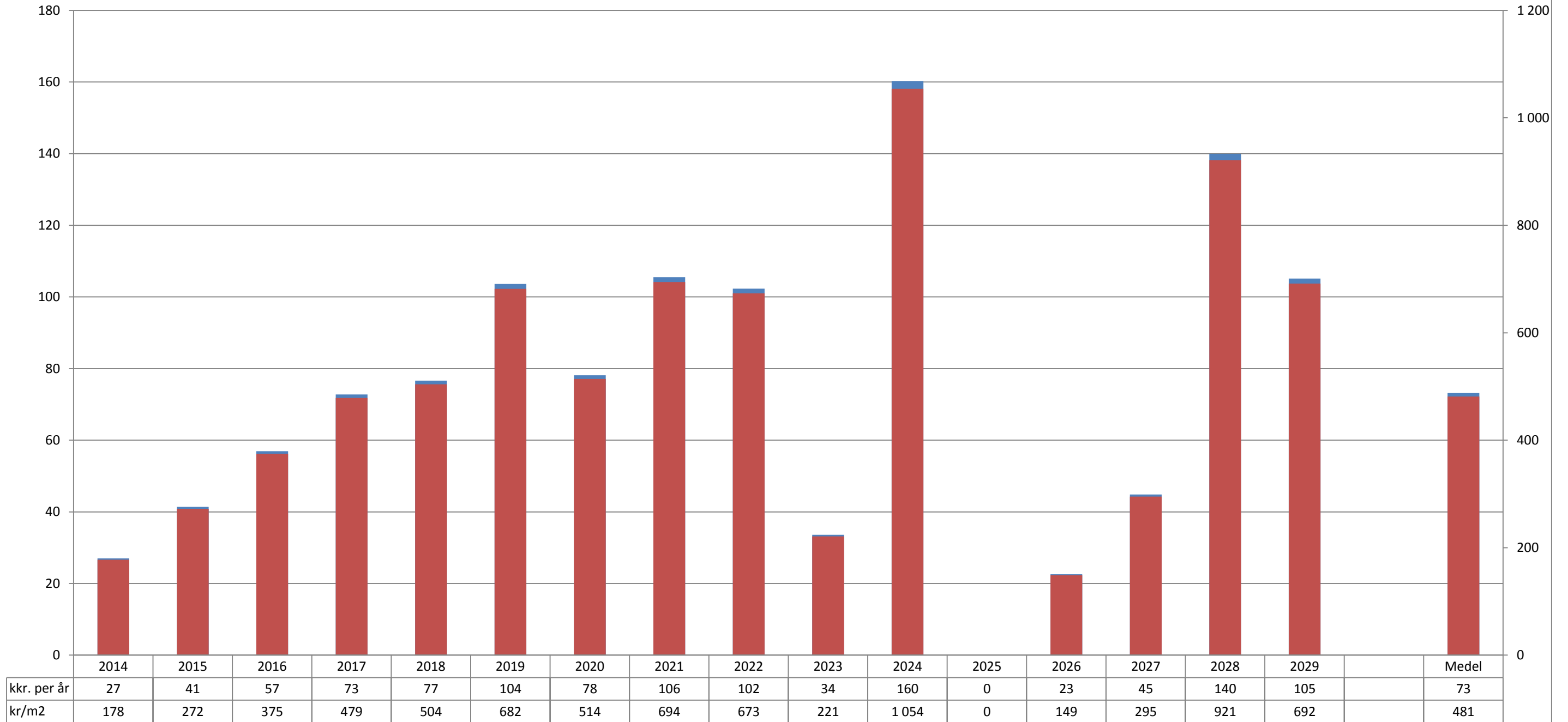
Byggnad	Åtgärdsnivå	Del	Åtgärd	Mängd	Enhet	å-pris	Kost SEK	Första åtg. År	Intervall	Bild	Kommentar
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Tak	Byte inkl papp/läkt	140	m ²	558	78 120	2029	40 år		Total översyn av tegeltaket och renovering, bevara delar som är intakta. Detta är ett uppskattat pris inkl byggnadsställning. Koppartak kräver normalt inget underhåll.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Tak	Justering / byte av pannor, papp.	140	m ²	115	16 100	2017	5 år		Justering / byte och rivning / byte av papp på tegeltak inkl byggnadsställning. Endast byte av trasiga pannor.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Hängrännor	Byte / Laga / måla	60	m	424	25 440	2016	25 år		Inkl skylift.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Stenfasad	Omputsning	113	m ²	678	76 614	2019	25 år		50% av fasadytan. Inkl. byggnadsställning. Kompletteras med fasadvävt var femte år.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Stenfasad	Omputsning	113	m ²	678	76 614	2018	25 år		50% av fasadytan. Inkl. byggnadsställning. Kompletteras med fasadvävt var femte år.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Stenfasad	Tvättning	225	m ²	120	27 000	2014	5 år		Inkl. skylift.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Sockel	Lagning	52	m	20	1 040	2027	15 år		
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Fönster	Strykning utsida+botten	2	st	2 450	4 900	2015	6 år		Två stora fönster i kyrkorum, 2-glas flerluft.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Fönster	Strykning utsida+botten	4	st	2 450	9 800	2015	6 år		Tre fönster i koret och ett vid predikstolen, 2-glas flerluft.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Fönster	Strykning utsida+botten	2	st	690	1 380	2015	6 år		Två fönster i sakristian, 2-glas enluft < 1m ² .
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Fönster	Strykning utsida+botten	1	st	2 450	2 450	2015	6 år		Ett stort fönster längs västfasaden, 2-glas flerluft.
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Port	2 gånger strykning utsida	20	st	650	13 000	2016	10 år		
1	BYGGNAD UTVÄNDIGT	Dörr	2 gånger strykning utsida	20	st	480	9 600	2016	10 år		Sidodörr sakristia.
Vapenhus	BYGGNAD INVÄDIGT	Tak	Målas	9	m ²	37	333	2020	16 år		Träpanel.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Takbalk	Kraftig spricka, undersök vidare	1	st	5 000	5 000	2015	50 år		Undersök vidare.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Väggar	Enstaka lagningar	1	m ²	700	700	2015	15 år		Lagning vänster om port och intill list höger om dörr till VM.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Väggar	Omputsning	24	m ²	430	10 320	2017	15 år		>10m ² . Smutsig vägg, kan bero på drag, alternativ åtgärd tvätt efter att orsaken till draget åtgärdats. Uppskattat intervall, görs efter behov.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Golv	Avverkning, granit	9	m ²	1 060	9 540	2038	40 år		Natursten.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Golv	Byte fog	40	m	240	9 600	2023	12 år		Natursten. Rekommenderat var 12 år men görs vid behov.

Byggnad	Åtgärdsnivå	Del	Åtgärd	Mängd	Enhet	å-pris	Kost SEK	Första åtg. År	Intervall	Bild	Kommentar
VM											
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Tak	Målas, en strykning	3	m2	25	75	2020	16 år		Exkl. byggnadsställning.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Väggar	Målas, strykning	14	m2	46	644	2020	16 år		Exkl. byggnadsställning.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Lenoliumgolv	Byte	3	m2	700	2 100	2020	24 år		Uppskattat pris beroende på tjockleken 2,5 mm.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	WC	Renovering	1	åtgärd	35 000	35 000	2017	20 år		Här ingår även byte av blandare i rum VM och saktistia.
Sakristia											
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Tak, målat	Målas, en strykning	12	m2	25	300	2016	16 år		Uppskattat intervall, görs efter behov.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Väggar	Målas, strykning	35	m2	46	1 610	2016	16 år		Uppskattat intervall, görs efter behov.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Golv, tegel	Byte fog	100	m	240	24 000	2023	12 år		Uppskattat pris och mängd. Rekommenderat var 12 år men görs vid behov.
Kyrkorum											
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Tak	Kontinuerligt underhåll	125	m2	0	0	2018	20 år		Kontakt med antikvarie eller konservator för åtgärder.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Väggar	Kontinuerligt underhåll	200	m2	0	0	2018	20 år		Kontakt med antikvarie eller konservator för åtgärder.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Golv, natursten	Kontinuerligt underhåll	125	m2	0	0	2038	40 år		Kontakt med antikvarie eller konservator för åtgärder.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Golv, natursten	Byte fog	555	m	240	133 200	2024	12 år		Uppskattat pris för hela kyrkorummet men förmodligen görs bara en del. Rekommenderat var 12 år men görs vid behov.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Golv, trä	Trären yta 2 gånger strykning	60	m2	187	11 220	2022	12 år		Linolja, alternativt slipning.
Läktare											
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Tak	Se Kyrkorum	0		0	0	2018	20 år		
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Bjälklag	Kraftig spricka i balk, undersök vidare	1	st	5 000	5 000	2015	50 år		Kontakt med antikvarie eller konservator för åtgärder.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Vägg	Se Kyrkorum	0	m2	0	0	2018	15 år		Smutsig vägg, alternativ åtgärd är tvätt. Uppskattat intervall, görs efter behov.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Heltäckningsmatta	Byte	18	m2	630	11 340	2017	16 år		Tuffad matta med öglor.
Fönster											
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Fönster	Insida och mellan 2 gånger strykning	2	st	1 220	2 440	2015	12 år		Två stora fönster i kyrkorum, 2-glas flerluft.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Fönster	Insida och mellan 2 gånger strykning	4	st	1 220	4 880	2015	12 år		Tre fönster i koret och ett vid predikstolen, 2-glas flerluft.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Fönster	Insida och mellan 2 gånger strykning	1	st	630	630	2015	12 år		Två fönster i sakristian, 2-glas enluft < 1m2.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Fönster	Insida och mellan 2 gånger strykning	1	st	1 220	1 220	2015	12 år		Ett stort fönster längs västfasaden, 2-glas flerluft.
Dörrar											
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Port	Målning blad och karm 1 sida	1	st	1 030	1 030	2016	15 år		
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Dörr	Målning blad och karm 1 sida	1	st	680	680	2016	15 år		Sidodörr sakristia.
1	BYGGNAD INVÄDIGT	Innerdörrar	Målning blad och karm 2 sidor	5	st	1 000	5 000	2016	15 år		
Avlopp											
1	VVS-SYSTEM	Avlopp	Filmning, spolning, eventuell reparation	20	m	600	12 000	2021	40 år		Uppskattat antal löpmetrar.
Energieffektivisering											
1	ÖVRIGT	Fönster	Renovering och tätning	3	st	25 000	75 000	2020			Uppskattat pris för renovering och tätning för 30% av kyrkans fönster.
1	ÖVRIGT	Fönster	Renovering och tätning	3	st	25 000	75 000	2021			Uppskattat pris för renovering och tätning för 30% av kyrkans fönster.
1	ÖVRIGT	Fönster	Renovering och tätning	3	st	25 000	75 000	2022			Uppskattat pris för renovering och tätning för 30% av kyrkans fönster.
1	ÖVRIGT	Vind	Statuskontroll takkonstruktion	1	st	3 000	3 000	2015			Besiktning inför eventuell åtgärd.
Paket 1											
1	ÖVRIGT	Ventilation	Fuktare och avfuktare	1	st	80 000	80 000				Ändring av befintligt ventilationssystem.
Paket 2											
1	ÖVRIGT	Värmesystem	Fjärrvärmeanslutning	1	st	140 000	140 000	2028			Ändring av befintligt ventilationssystem.
Paket 3											
1	ÖVRIGT	Värmesystem	Solceller	1	st	1 000 000	1 000 000				Ändring av befintligt ventilationssystem. Åtgärden kan förhoppningsvis delas upp i etapper för att sprida utgifterna på flera år. Systemet väntas vara hemräknat efter 15 år.

Paket 1. Underhållskostnad (kkkr)



Paket 2. Underhållskostnad (kk)



Paket 3. Underhållskostnad (kk)

