



UPPSALA
UNIVERSITET

ISRN-UTH-INGUTB-EX-B-2017/06-SE

Examensarbete 15 hp
Juni 2017

Kategorisering av Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945

En tillämpad metod för energieffektivisering i
kulturhistoriskt värdefull bebyggelse

Johan Torgén

Kategorisering av Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945

**En tillämpad metod för energieffektivisering
i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse**

Johan Torgén

Institutionen för teknikvetenskaper, Byggteknik
Uppsala universitet, Examensarbete 2017

Detta examensarbete är framställt vid institutionen för
teknikvetenskaper, Tillämpad mekanik, Byggteknik,
Uppsala universitet, 2017

Tryckt vid Polacksbackens Repro, Uppsala Universitet
Typsnitt: Book Antiqua

ISRN-UTH-INGUTB-EX-B-2017/06-SE

Copyright©Johan Torgén
Institutionen för teknikvetenskaper, Tillämpad mekanik, Byggteknik,
Uppsala universitet



UPPSALA
UNIVERSITET

**Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten**

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Categorization of the building stock of Arboga, built before 1945

Johan Torgén

To preserve the older building stock in Sweden in a sustainable manner, investigations of the construction and condition of these buildings are required. The investigations are needed to make correct decisions on maintenance of buildings and to evaluate energy-efficient measures for different types of buildings. In this work, the building stock in the city of Arboga, built before 1945 is investigated. Data about the building stock have been compiled using information from the building register of The National Heritage Board and the national database of energy certificates. Properties such as usage of the building, construction year, number of floors, area, volume and placement have been investigated and documented in an inventory list.

The objective of the present study is to implement a method where the building stock can be divided into more manageable categories. The categorization is done by grouping the inventory in three steps: number of floors, location relative to other building and volume ratio. Based on the building categories, an archetype building is created for each category. With the help of these typical buildings, careful studies on energy-efficient measures can be performed. The results can then be extrapolated on the entire building stock.

Delimitations have been made during the inventory. Outliers i.e buildings where the volume deviates much from the average in each category have been excluded.

Finally, the method applied on 149 buildings resulted in four categories and four type buildings which represents the building stock of Arboga, built before 1945.

Handledare: Tor Broström & Anna Donarelli
Ämnesgranskare: Hugo Nguyen
Examinator: Caroline Öhman Mägi
ISRN-UTH-INGUTB-EX-B-2017/06-SE

SAMMANFATTNING

För att Sveriges äldre byggnadsbestånd ska kunna bevaras på ett hållbart sätt krävs noggranna undersökningar kring dessa byggnaders konstruktion och skick. Utredningarna behövs för att rätt beslut ska tas på hur byggnaderna underhålls och vilka energieffektiva åtgärder som är mest gynnsamma för de varierande byggnadstyperna. För att en undersökning kring energifrågor på ett helt byggnadsbestånd ska bli hanterbart krävs det att man gör en inventering ner till detaljnivå.

I det här examensarbetet har Arboga valts ut och stadens byggnadsbestånd byggt före 1945 undersöks. Fakta om byggnadsbeståndet har sammanställts med hjälp av information från Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister och Boverkets energideklarationsregister Gripen. Totalt antal byggnader som sammanställts är 168. Egenskaper som vad byggnaden används till, nybyggnadsår, antal våningar, area, volym samt om byggnaden är friliggande, intilliggande eller mellanliggande har undersökts och dokumenterats. Den här typen av sammanställning benämns inventering i arbetet.

Med hjälp av informationen från inventeringen kan byggnadsbeståndet delas upp i mer hanterbara kategorier. Kategoriseringen görs genom att inventeringen grupperas upp i tre steg: antal våningar, placering i förhållande till annan byggnad och volymförhållande. Utifrån de grupperade byggnadskategorierna skapas en fiktiv byggnad i varje kategori som i sin tur får representera hela kategorin. Byggnaden benämns som typbyggnad och dess egenskaper bestäms med hänsyn till statistiskt underlag och facklitteratur. Med hjälp av typbyggnader kan noggranna undersökningar kring energieffektiva åtgärder studeras på byggnaderna. Resultaten kan sedan extrapoleras för hela byggnadsbeståndet.

Avgränsningar har gjorts under inventeringsarbetet. Byggnader där volymen är mycket lägre respektive högre än medelvärdet i varje kategori har exkluderats. Det kan t.ex. vara mindre bostadshus eller stora

industri lokaler. Efter avgränsningen har slutligen 149 byggnader fått representera inventeringen för Arbogas byggnadsbestånd, byggt före 1945. Ca 66 % av byggnaderna är träkonstruktioner, 28 % tegelkonstruktioner och resterande 6 % är lättbetong-, och betongkonstruktioner. Byggnaderna har delats upp i fyra kategorier. Därefter har en typbyggnad för varje kategori tagits fram, se nedan.

- Typbyggnad 1 är en friliggande träbyggnad. Ett flerbostadshus med två våningar och kallvind. Den nominella uppvärmda arean (A-temp) är 467 m².
- Typbyggnad 2 är en träbyggnad med en fasad intilliggande en annan byggnad. Ett flerbostadshus med två våningar och kallvind. Den nominella uppvärmda arean (A-temp) är 434 m².
- Typbyggnad 3 är en mellanliggande tegelbyggnad. Ett flerbostadshus med två våningar och kallvind. Den nominella uppvärmda arean (A-temp) är 485 m².
- Typbyggnad 4 är en friliggande träbyggnad. Ett småhus med en våning samt en uppvärmd vind. Den nominella uppvärmda arean (A-temp) är 180 m².

Typbyggnaderna har tagits fram med hänsyn till parametrar som är direkt kopplade till energianvändningsgraden. De representerar Arbogas byggnadsbestånd och utgör ett hanterbart underlag för framtida studier kring energifrågor.

Nyckelord: Historisk bebyggelse, kulturvärde, inventering, kategorisering, representativa byggnader, energieffektiviseringsstrategi, förvaltning, Arboga

FÖRORD

Examensarbetet har utförts med handledning av Tor Broström och Anna Donarelli vid Campus Gotland. Tack till Tor och Anna som gett mig kunskaper om kulturvård och hur kategorisering av ett byggnadsbestånd går till. Tack även till Vlatko Milic vid Linköpings universitet som gett mig kunskaper om vilken indata som är viktig för att kunna utföra optimeringar på byggnader, och Rickard Eriksson som gett mig tillgång till information om byggnaders energiprestanda och uppvärmningssystem, hämtat från energideklarationsregistret Gripen. Tack till Hugo Nguyen vid Uppsala universitet, Ångströmlaboratoriet som varit min ämnesgranskare. Tack även till Jonas Jansson och Maria Bengtsson på bygglovenheten, VMMF i Arboga som har låtit mig använda deras ritningsarkiv för att leta upp areor och annan information på byggnader. Sist men inte minst ett stort tack till min sambo Emma Nyman för allt stöd hon gett mig under arbetets gång.

Uppsala i juni 2017

Johan Torgén

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	1
1.1	Introduktion.....	1
1.2	Bakgrund och litteraturstudie.....	2
1.2.1	Den tillämpande metoden.....	2
1.2.2	Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister.....	4
1.2.3	Boverkets energideklarationsregister Gripen.....	4
1.2.4	Energikraven i BBR.....	5
1.2.5	Arbogas historia.....	5
1.2.6	Kulturhistorisk värdering.....	6
1.2.7	Byggnadshistoria.....	7
1.3	Syfte och mål.....	8
1.4	Frågeställningar.....	9
1.5	Avgränsningar.....	9
1.6	Metod.....	9
2	GENOMFÖRANDE.....	11
2.1	Inventering.....	11
2.1.1	Urvalet av byggnader.....	12
2.1.2	Antaganden.....	12
2.1.3	Resultat av inventering.....	12
2.2	Kategorisering.....	14
2.2.1	Antal våningar.....	14
2.2.2	Friliggande, intilliggande och mellanliggande.....	14
2.2.3	Volymförhållanden.....	15
2.2.4	Avgränsningar av volym.....	15
2.2.5	Antaganden.....	16
2.2.6	Resultat av kategorisering.....	16
2.3	Typbyggnader.....	17

2.3.1	Typbyggnad 1.....	19
2.3.2	Typbyggnad 2.....	20
2.3.3	Typbyggnad 3.....	22
2.3.4	Typbyggnad 4.....	24
2.4	Typbyggnadernas indata	26
2.4.1	Allmän information	26
2.4.2	Byggnadens geometri.....	26
2.4.3	Grunden	26
2.4.4	Ytterväggar	26
2.4.5	Vindsbjälklag	27
2.4.6	Tak.....	27
2.4.7	Fönster	27
2.4.8	Internvärme	28
2.4.9	U-värdeberäkning.....	28
3	DISKUSSION OCH SLUTSATS.....	29
3.1	Diskussion.....	29
	Diskussion kring energieffektiva åtgärder.....	30
3.2	Slutsatser	32
3.3	Förslag på fortsatta undersökningar	33
	REFERENSER	34

BILAGOR

Bilaga 1. Inventeringslistan

B1.1 - B1.3

Bilaga 2. Typbyggnader

B2.1 - B2.4

1 INLEDNING

1.1 Introduktion

Föreliggande examensarbete har utförts som en del av forskningsprojektet "Potential och policies för energieffektivisering i svenska byggnader byggda före 1945". Det är ett samarbete mellan forskningsgrupperna i kulturvård vid Uppsala universitet (vid Campus Gotland) och energisystem vid Linköpings universitet. I projektet har det sedan tidigare utvecklats en metod för hur stora byggnadsbestånd kan brytas ned i mindre hanterbara beståndsdelar för att sedan kunna ta fram energieffektiviseringsåtgärder och se besparingspotentialen för studerat byggnadsbestånd. Detta görs med beaktande av kulturvärden och byggnadsfysikaliska risker.

Områden som är väl kartlagda i Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister har valts ut för pilotstudier där metoden ska tillämpas. Arboga är ett av totalt fem områden som är utvalda i en nationell studie.

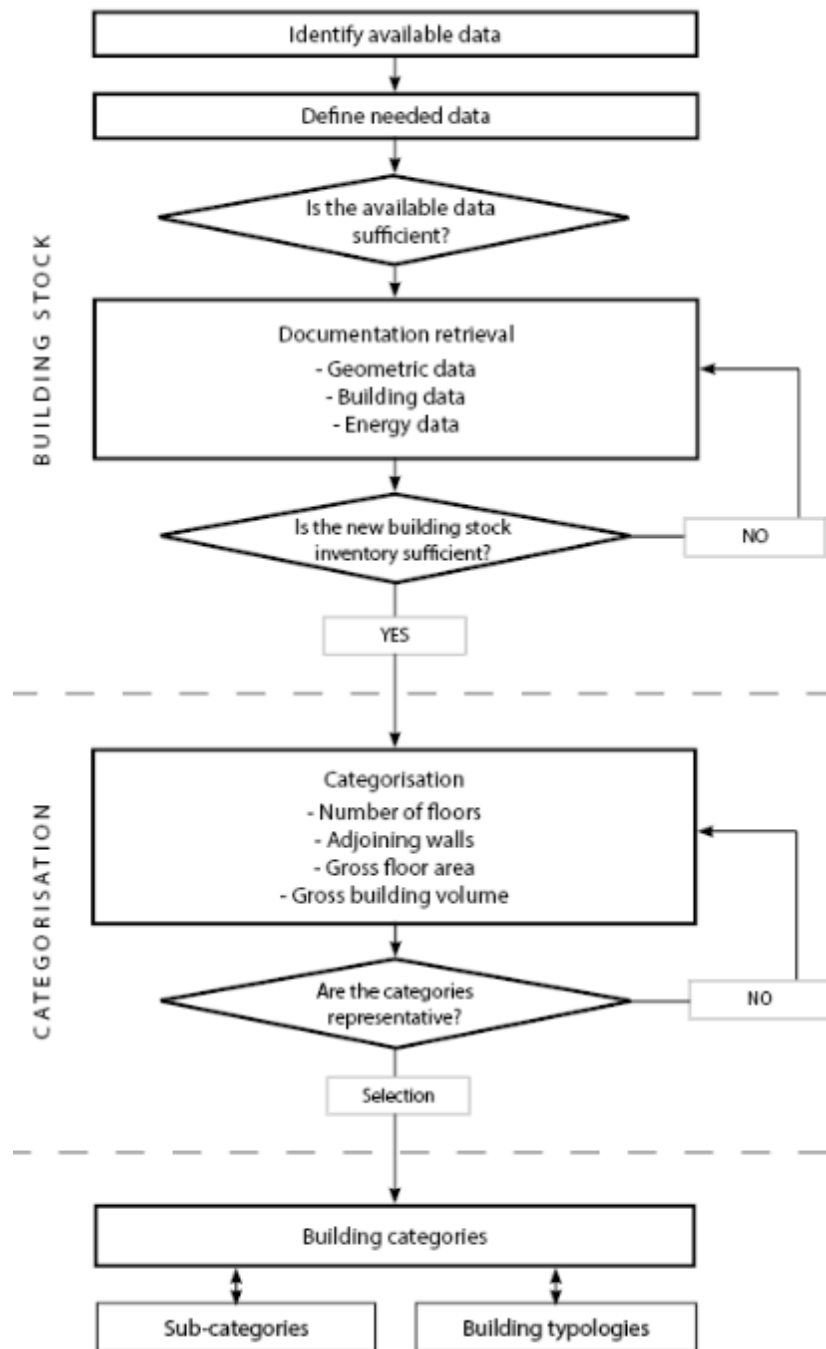
I Arbogas stadskärna har en värdefull gammal timmerbebyggelse som sträcker sig ända till medeltiden kunnat bevaras (Erixon & Söderberg, 1952). Det är ovanligt att ett sådant kulturhistoriskt rikt byggnadsbestånd fått leva vidare till idag. Ett problem med dessa byggnader är dock att energin som går åt till uppvärmning ofta är hög. Det kan bero på nedsatt underhåll och höga transmissionsförluster genom klimatskalet. Fokus på byggnadens energianvändning var inte lika stor före 1945 jämfört med idag. Därför har dessa byggnader sannolikt en stor potential att sänka energiförbrukningen med olika typer av åtgärder. Således är Arboga en intressant stad att titta närmare på när det kommer till energifrågor med aspekter på kulturvärdet. Hur ombyggnation och renoveringar ska kunna minska på energianvändningen men också hur det kulturhistoriska värdet ska bevaras på ett hållbart genomtänkt sätt är viktigt.

1.2 Bakgrund och litteraturstudie

Totala energianvändningen i Sveriges byggnader uppgår till ungefär 40 % av den totala energin som landet förbrukar (Henning, 2016). Det energi och klimatmål som energipolitiken föreskriver är att eftersträva en energieffektivisering på 20 % av den totala energianvändningen för landet till 2020 (Regeringskansliet, 2017). Där är energin för uppvärmning av äldre byggnader en betydande del.

1.2.1 Den tillämpande metoden

Omkring en tredjedel av Sveriges byggnader byggdes före 1945 och har stor potential att energieffektiviseras. Många av dessa byggnader har också ett kulturhistoriskt värde. Linköping universitet och Uppsala universitet, har tillsammans tagit fram en metod för hur ett byggnadsbestånd kan delas upp i ett antal hanterbara kategorier och i sin tur kan typiska byggnader för området tas fram (Broström, et al., 2015). Denna metod har tillämpats på Visby innerstad (Berg, 2015). Metodens olika steg visas i Figur 1.1 nedan. Avsikten med kategoriseringen är att ta fram beslutsunderlag för större bestånd av byggnader.



Figur 1.1 Den tillämpade metoden för att kategorisera ett byggnadsbestånd (Broström, et al., 2015).

Avdelningen energisystem på Linköpings universitet som medverkar i projektet "Potential och policies", har arbetat med typbyggnaderna från Visbyundersökningen där metoden har tillämpats. Optimeringsprogrammet OPERA används för att ta fram de optimala

energieffektiviseringsåtgärderna på typbyggnaderna med avseende på livscykelkostnader. Med hjälp av byggnadernas indata, bestäms de mest gynnsamma energieffektiviseringsåtgärderna för respektive typbyggnad. Utifrån energibesparingarna som typbyggnaden ger, görs uppskattningar för hur stor den totala effekten blir i den kategori där typbyggnaden representeras. Effekten av att utföra åtgärderna på hela byggnadsbeståndet kan på så vis fås fram och därmed även besparingspotentialen för området i sin helhet.

1.2.2 Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister

I Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister finns information om byggnader som tidigare inventerats (Malmdal, 2017). I det här fallet har Arboga kommun utfört inventeringen. Uppgifter om byggnadsmaterial i stomme, fasad, tak samt antal våningar och vad byggnaden används till är några egenskaper som erhålls där. Arbogas byggnadsbestånd har inventerats två gånger. Den första genomfördes 1976 och den andra 1998. Syftet med inventering var att få en överblick över stadsbilden och dess karaktärsdrag och för att kartlägga kulturhistorisk värdefull bebyggelse. Området som inventerades begränsades till Arbogas stadskärna (Granlund & Oldén, 2001).

1.2.3 Boverkets energideklarationsregister Gripen

I energideklarationsregistret Gripen finns uppgifter om bl.a. energianvändning, uppvärmningssystem och tempererad area (A-temp). Termen A-temp innebär den area i byggnaden som värms upp till 10 grader eller mer (Abel & Elmroth, 2015). Emellertid finns det inte energiuppgifter och uppmätta areor på alla byggnader. Därför har en del byggnaders areor mätts med hjälp av ett ritningsarkiv på Arboga kommuns bygglovsenhet. Den uppmätta arean har sedan antagits vara byggnadens A-temp.

1.2.4 Energikraven i BBR

Energianvändningen i Sveriges byggnadsbestånd regleras idag utifrån energikraven i BBR (Boverkets byggregler) kap 9 och att alla byggnader ska ha en energideklaration. Kraven på specifik energianvändning för byggnader som värms upp med annat uppvärmningssystem än elvärme ligger idag på 90 kWh/m², A-temp och år för småhus, 80 kWh/m², A-temp och år för flerbostadshus och 70 kWh/m², A-temp och år för lokaler. Kraven gäller vid nybyggnation och större ombyggnation (BBR, 2016).

1.2.5 Arbogas historia

Arboga är en välbevarad medeltidsstad och en av landets äldsta stadskärnor. Den kulturhistoriskt värdefulla trähusbebyggelsen längs Arbogaån är ett exempel på det. Anledningen till att Arboga i stor omfattning lyckats bibehålla dessa byggnader är att staden inte haft några stadsbränder de senaste 350 åren. Därför finns byggnader från de flesta epoker i staden (Granlund & Oldén, 2001).

Ån som går genom staden används tidigt som transportled för järn från bergslagen. Järnet var grunden till att Arboga växte fram. Den tydliga kröken på ån ledde till att platsen först fick namnet Åbågen. Med ån som transportled blev staden en omlastningsplats av varor och utskeppningshamn till Mälaren. Under 1500–1600 talet var staden förhållandevis stor jämfört med andra städer i Sverige. Det var en välplanerad stad med tydligt rutmönstrat gatunät och torg i centrum. Stadens första bebyggelse växte fram i anslutning till ån på dess norra sida (Almgren, 1985).

Arboga stad har länge haft en lantlig prägel med ladugårdar, stall, och svinstior. Byggnader från den tidens verksamma lantbruk finns bevarade än idag men används idag till andra ändamål. Långa förrådsbodnar och andra gårdshus är också vanligt förekommande på bl.a. de större långsmala tomterna längs ån (Erixon & Söderberg, 1952).

1.2.6 Kulturhistorisk värdering

Inom projektet "Potential och policies" fokuserar man på byggnader uppförda före 1945. Framför allt bland den äldre bebyggelsen finns byggnader med kulturhistoriska värden. Med det menas att byggnaden besitter ett värde i arkitekturutformning, upplevelse och byggnadshistoria (Unnerbäck, 2002). Den befintliga bebyggelsen beskriver vår kultur och den tidens levnadssätt (Björk, et al., 2015). Den talar också för oss om de olika epokenas byggtekniska kunskaper, skickligheten kring material och hantverkarkonst (Unnerbäck, 2002).

Idén om att bevara byggnader som idag betraktas som kulturhistoriskt värdefulla har inte alltid funnits. Det är först på 70- och 80-talet som politiska mål sattes. I regeringsförslaget från 1988 införs benämningen kulturmiljövård som en uppsamling insikter om vården av kulturhistoriska värden i byggnader (Unnerbäck, 2002).

Lagar som styr hur värdering av byggnader klassas som kulturhistoriskt värdefulla är plan- och bygglagen, kulturmiljölagen och miljöbalken. I plan- och bygglagen finns lagar om byggnadens interiöra och exteriöra utseende och hur man ska förhålla sig till dessa lagar vid en ombyggnad eller annan åtgärd (Malmdal, 2016). Nedan visas delar av paragraf 13 och 14 samt hela paragraf 17 hämtat från plan- och bygglagen, kap. 8 (SFS, 2010).

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

14 § /.../

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

17 § 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.

Kulturmiljölagen innehåller regler om att bevara värdefulla byggnader men även bestämmelser om fornminnen och andra kulturföremål. Det högsta skyddet en byggnad kan få är att den förklaras som byggnadsminne av kulturmiljölagen.

Miljöbalken reglerar bestämmelser om markområden som besitter kulturvärden och hur kulturmiljön ska skyddas. Det kan alltså handla om ett helt bostadsområde som besitter ett kulturvärde.

Det finns även skyddsbestämmelser i kommunens detaljplan, så kallade q-bestämmelser. Det kan handla om rivningsförbud eller inskränkningar på fasad (Malmdal, 2016).

1.2.7 Byggnadshistoria

Liggtimmerhus har i Sverige varit en dominerande husbyggnadsteknik under väldigt lång tid. Med Sveriges stora tillgång på skog har träbebyggelsen satt sina spår i våra städer. På platser som klarat sig från stadsbränder har de kulturhistoriskt värdefulla träbyggnaderna fått leva vidare i svenska stadskärnor (Söderberg, 2005). Figur 1.2 är ett exempel på träbyggnadstekniken med stomme av liggtimmer.



Figur 1.2 Liggtimmerbyggnad i Arboga. Foto: Erling Torgén

Trähusen grundlades på murar i stenblock, som sedan stommen anlades på. Vid byggande på lös mark som till exempel lera behövde stenvuren ett underlag av rustbädd och träpålar.

Resvirkeshus, där stommen består av stående timmer, är en byggteknik som började användas på 1800-talet och fram på 1900-talets början. På ytterväggens insida spikade man träpanel eller anlade puts. In på 1900-talet blev plankhus, som är en förbättring av resvirkeshus, en vanlig träbyggnadsteknik. Planken var spontade, vilket lede till en tätare konstruktion.

Tegelkonstruktioner är en annan teknik som använts i årtusenden. Tekniken kom först till Sverige på medeltiden. Men materialet var dyrt och det dröjde ända till industrialiseringen på 1800-talet som priset på tegel gick ner och tegelbyggnader började byggas i större utsträckning. En anledning till att tegelbyggnaderna blev allt vanligare var att träbyggnader förstördes vid en stadsbrand.

Tegelstenarna staplades i omväxlade skift med kortsida och långsida utåt för att skapa en stark vägg. Ytterväggarna och den så kallade hjärtmuren (längsgående vägg i mitten av huset) är husets bärande delar som i sin tur är grundlagda på en stenmur. Den utvändiga tegelfasaden putsades vanligen med ett tjockt skikt kalkbruk som sedan målades i tidsenliga färger (Björk, et al., 2015).

1.3 Syfte och mål

För att kulturhistoriskt värdefulla byggnader ska kunna brukas av kommande generationer behövs det en hållbar och strategisk metod på hur dessa byggnader ska bevaras. Genom att tillämpa den framtagna kategoriseringsmetoden och undersöka Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945 kan ett underlag tas fram för att i framtida studier kunna beräkna energibesparingen för byggnadsbeståndet.

Genom att kategorisera byggnadsbeståndet utifrån storlek, material, byggår, utseende, användning och placering kan en helhetssyn göra det enklare att ta ett grepp om beståndets karaktär och tillstånd. Att kategorisera ett byggnadsbestånd utifrån nämnda egenskaper, gör det möjligt att se vilka byggnader som är typiska för ett område. De viktigaste parametrarna till byggnadernas energiförbrukning beaktas.

Målet är att kategorisera byggnadsbeståndet i Arboga och identifiera typbyggnader vilka kan användas för en fördjupad analys inom projektet "Potential och policies".

1.4 Frågeställningar

För att uppnå målet med studien utreds ett antal frågeställningar. Hur ser Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945 ut och hur stort är det? Vilka byggnader kan ses som typiska för Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945? Hur kan dessa kategoriseras efter viktiga parametrar som är direkt kopplade till energiförbrukning? Kan ett fåtal utvalda typiska byggnader representera hela Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945 vid framtida undersökningar kring energieffektiva åtgärder? Detta med beaktande på kulturvärden och byggnadsfysikaliska risker.

1.5 Avgränsningar

Undersökningen är begränsad till Arbogas stadskärna och byggnader byggda före 1945.

Fältstudier är inte ett krav. Inventering av byggnader kan utföras med hjälp av olika databaser, arkivmaterial och facklitteratur.

1.6 Metod

För att hitta en balans mellan att utföra hållbara energieffektiva åtgärder samt att kulturhistoriska värden inte går förlorade behöver sammanställningar om beståndet göras med beaktande på de viktigaste faktorerna som förhåller sig till den ovan nämnda balanseringen (Broström, et al., 2014).

Med den tillämpade metoden bryts byggnadsbeståndet ner till mer hanterbara komponenter som undersöks närmare. I det här fallet är typbyggnaderna de hanterbara komponenterna.

Metoden för arbetet är uppdelad i tre steg (Broström, et al., 2015).

Steg 1: Sammanställande av information om byggnadsbeståndet och upprättande av en inventeringslista.

Steg 2: Kategorisering av byggnadsbeståndet i Arboga utifrån inventeringen.

Steg 3: Framtagande av typbyggnader.

Metoden går ut på att först inventera byggnadsbeståndet byggt före 1945. Det görs genom att använda Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister och Boverkets energideklarationer. Sedan delas inventeringen in i olika kategorier beroende på våningsantal, om byggnaden är friliggande, intilliggande eller mellanliggande och volymförhållanden. Det görs för att dela in beståndet i faktorer som påverkar energiförbrukningens storlek.

Med hjälp av de grupperade byggnadskategorierna har en byggnad (benämns som typbyggnad) valts ut ur varje kategori som i sin tur får representera hela kategorin. Typbyggnaderna i den här rapporten är fiktiva. De har baserats på största andelen av olika parametrar från inventeringslistan samt bidrag från facklitteratur, se Bilaga 1 och 2.

2 GENOMFÖRANDE

2.1 Inventering

Med hjälp av bl.a. Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister och energideklarationsregistret Gripen har information om Arbogas äldre byggnadsbestånd sammanställts i ett dataregister i xlsx-format. I Tabell 2.1 visas signifikant fakta om varje byggnad som är viktig för att en korrekt kategorisering ska kunna göras och var den är hämtad ifrån.

Tabell 2.1 Olika hjälpmedel i inventeringsarbetet.

Källa/databas	Uppgifter	Adress
Riksantikvarieämbetets Bebyggelseregister (BeBR)	Byggår Antal våningar Fastighetsbeteckning Adress Användning Inredd/oinredd vind Kulturvärden Material Bilder	http://www.raa.se/hitta-information/bebyggelserregistret
Boverkets energideklarationer Gripen	Uppvärmnings-system - Energiprestanda A-temp Boarea Lokalarea	https://gripen.boverket.se/Gripen
hitta.se	Byggnadens placering Form	https://www.hitta.se
Västra Mälardalens Myndighetsförbund, bygglovenhetens ritningsarkiv	Boarea Lokalarea	https://www.arboga.se/kommun--politik/kommunens-organisation/kommunal--och-samordningsforbund/vastra-malardalens-myndighetsforbund/kontakta-vmmf.html

2.1.1 Urvalet av byggnader

Vissa byggnader som finns i bebyggelseregister har tagits bort från inventeringslistan av olika anledningar. Dessa är bl.a. sekundära byggnader som förråd och garage som inte bedöms vara uppvärmda utrymmen och därför ointressanta när det kommer till energifrågor. Kyrkor har också uteslutits, då dessa bedöms vara byggnader som bör undersökas separat pga. den unika konstruktionstekniken och kulturvärdet. Även rivna byggnader, som fortfarande är registrerade i bebyggelseregistret men inte längre existerar, togs bort.

2.1.2 Antaganden

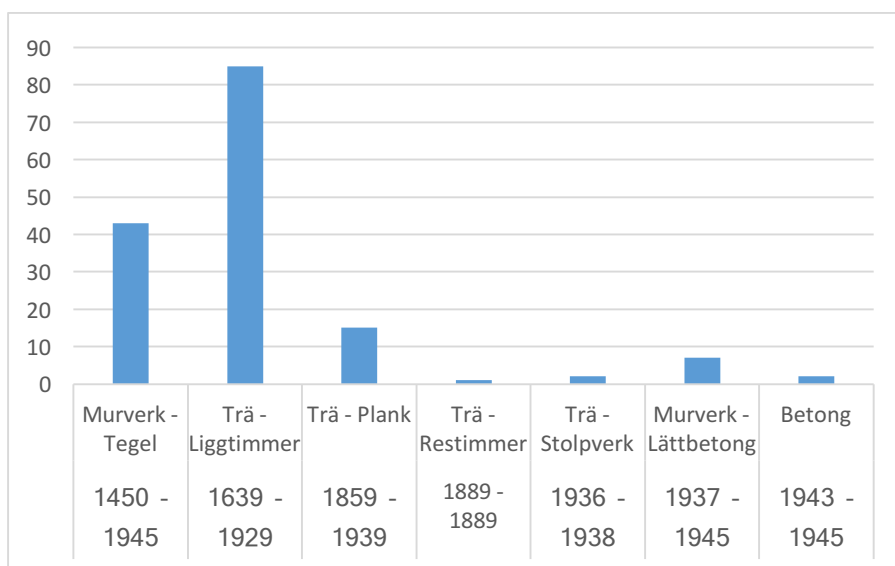
Benämningen "inredd vind" antas vara boarea och därmed tempererad area. Information om vinden är inredd eller inte, hittas i Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister för respektive byggnad.

För ett fåtal byggnader fanns ej ritningar dokumenterade på Västra Mälardalens Myndighetsförbund, bygglovenhetens ritningsarkiv. För att få fram en godtycklig area för dessa byggnader används söktjänsten hitta.se, där uppskattad byggnadsyta togs fram med hjälp av deras mätverktyg. Därefter drogs 13 % bort från den framtagna arean för att få fram en representativ boarea och därmed en volym. Det procentuella värdet har uppskattats utifrån redan dokumenterade boareor och mätt värde på söktjänsten hitta.se. Antalet byggnader där ritningar ej hittades uppgår till sju byggnader. Det är ett relativt litet antal och felmarginalen sett över hela beståndet bedöms därför vara liten.

2.1.3 Resultat av inventering

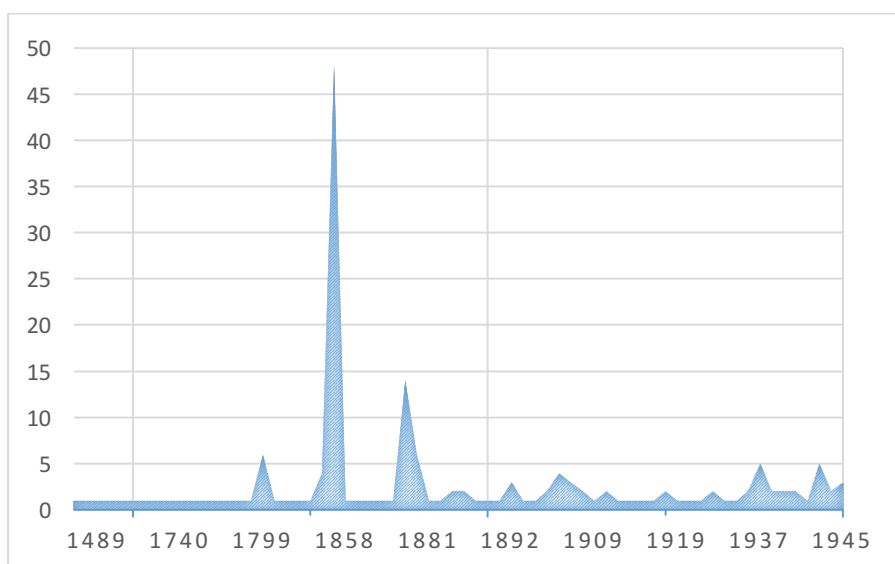
I den framtagna inventeringen har slutligen 168 byggnader sammanställts. Dessa byggnader representerar Arbogas stadskärna och bebyggelsen intill ån. I Figur 2.1 nedan visas olika konstruktionsmaterial

i antal och tidsspannet för när respektive byggnadsteknik användes. Värdena är hämtade från inventeringslistan, se Bilaga 1.



Figur 2.1 Antal byggnader med olika konstruktionsmaterial sett över olika tidsspann.

Byggnadernas nybyggnadsår sträcker sig från 1450 till 1945. I Figur 2.2 visas antal byggnader fördelat på nybyggnadsår. Ett avvikande år är 1857 då 48 byggnader registrerades. Avvikelsen diskuteras under Avsnitt 3.1.



Figur 2.2 Antal byggnader betraktat på nybyggnadsår.

2.2 Kategorisering

Det inventerade byggnadsbeståndet utgör ett underlag för en kategorisering. I det här läget delas kategoriseringen upp i beståndsdelar där olika villkor avgör hur de ska grupperas. Egenskaper som antal våningar, placering i förhållande till andra närliggande byggnader och byggnadens volym utgör villkoren för hur kategorierna tas fram.

2.2.1 Antal våningar

I första steget delas byggnaderna in i envånings- och flervåningshus. Det här ger en överskådlig bild av byggnadsbeståndets olika storlekar bedömt från antal våningar. I Tabell 2.2 syns det tydligt att flervåningshusen dominerar. I uppdelningen envåningshus ingår även 1½ plans hus (envåningshus med inredd vind), se Bilaga 1.

Tabell 2.2 Byggnaderna uppdelade i envåningshus och flervåningshus.

	168 byggnader total	
Typ av byggnad	Envåningshus	Flervåningshus
Antal byggnader	31 (18.5 %)	137 (81.5 %)

2.2.2 Friliggande, intilliggande och mellanliggande

I det andra steget delas ovan nämnda indelning in i sex grupper där placeringen av byggnaden i förhållande till andra byggnader utgör villkoret. Byggnadernas placering har undersökts med hjälp av söktjänsten hitta.se. Byggnaderna bedöms vara friliggande, mellanliggande eller intilliggande. Vid fall där byggnader har komplexa former som gör det svårt att bedöma placering till andra byggnader har procentuell avvägning gjorts för att komma till rätt beslut. I Tabell 2.3 nedan syns det tydligt att friliggande flervåningshus dominerar.

Tabell 2.3 Byggnaderna uppdelade i friliggande, mellanliggande eller intilliggande sett över antal våningar och antal byggnader.

168 byggnader totalt					
Envåningshus (18.5 %)			Flervåningshus (81.5 %)		
Friliggande	Mellanliggande	Intilliggande	Friliggande	Mellanliggande	Intilliggande
31 (18.5 %)	0 (0 %)	6 (3.6 %)	82 (48.8 %)	13 (7.7 %)	36 (21.4 %)

2.2.3 Volymförhållanden

I tredje steget tas hänsyn till byggnadens volym. Medelvärdet på volymen i varje kategori beräknas och gör det mer tydligt vilken storlek på byggnad som är den typiska för varje kategori. I Tabell 2.4 visas hur storlek, antal våningar och placering förhåller sig till varandra.

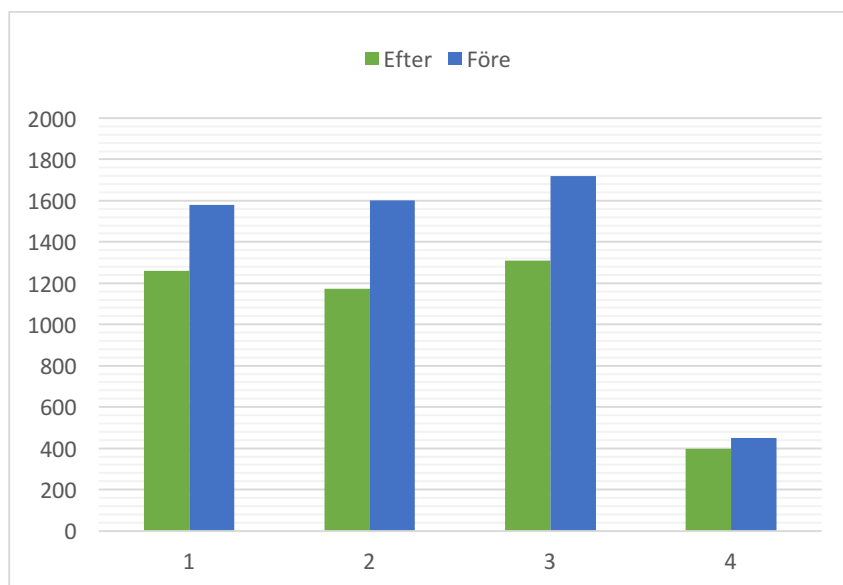
Tabell 2.4 Medelvärdet på byggnadens volym i varje kategori sett över antal våningar och placering.

168 byggnader totalt					
Envåningshus (18.5 %)			Flervåningshus (81.5 %)		
Friliggande	Mellanliggande	Intilliggande	Friliggande	Mellanliggande	Intilliggande
450 m ³	0 m ³	930 m ³	1580 m ³	1720 m ³	1600 m ³

2.2.4 Avgränsningar av volym

På de framtagna kategorierna beräknas en standardavvikelse. Det görs för att se avvikelsen i byggnadernas volymer. Låga och höga värden på byggnadsvolymer som ligger utanför standardavvikelsen exkluderas. Efter avgränsning minskar värdet på volymen i kategori 1,2 och 3 i lika hög grad och i sista kategorin lite mindre, se Figur 2.3. Hela 30 % av den totala volymen på byggnadsbeståndet och 11 % sett i antal byggnader

exkluderas efter genomförd standardavvikelse. Exkluderade byggnader med stor volym bör emellertid undersökas enskilt med tanke på energianvändning. Medelvärdet på volymen i varje kategori före och efter avgränsningen visas i Figur 2.3.



Figur 2.3 Medelvärdet på byggnadsvolymerna före och efter utförd avgränsning.

2.2.5 Antaganden

I Tabell 2.3 och 2.4 ovan noteras det att mellanliggande envåningshus ej finns i inventeringen, därmed försvinner den kategorin.

Antalet intilliggande envåningshus uppgår endast till sex byggnader. Dessa byggnader har ofta en inredd vind och kan därför inkluderas i kategori två som består av intilliggande flervåningshus.

2.2.6 Resultat av kategorisering

De återstående kategorierna presenteras i Tabell 2.5. De fyra kategorierna utgör underlaget för att ett urval av typbyggnader ska kunna utformas. Efter avgränsning utifrån standardavvikelse har antalet

byggnader minskat från 168 till 149 byggnader. Därmed omfattar slutgiltiga kategoriseringen 89 % av inventerat byggnadsbestånd.

Tabell 2.5 Resultatet av kategoriseringen.

Kategori	Antal byggnader	Konstruktion Trä/Sten	Volym intervall (m ³)	Medelvärdet volym (m ³)
1	77	T 54 / S 23	270 - 3240	1260
2	36	T 26 / S 7	300 - 2890	1173
3	12	T 1 / S 10	220 - 3870	1309
4	24	T 20 / S 4	190 - 670	398

Kolumn tre i Tabell 2.5 visar fördelningen i konstruktionsmaterialen trä och sten för varje kategori. I benämningen sten ingår tegel, betong samt lättbetong. Största andelen är emellertid tegel, se Figur 2.1. Vad kategorierna 1–4 i Figur 2.5 innebär presenteras mer utförligt i Avsnitt 2.3.1 - 2.3.4, tillsammans med framtagna typbyggnader för respektive kategori.

2.3 Typbyggnader

Strategin för att ta fram en fiktiv typbyggnad ur varje kategori är att först titta på den genomsnittliga volymen och låta den vara ledande i sökandet efter den representativa byggnaden. Nedan visas de genomförda stegen för att bestämma typbyggnaderna.

Steg 1: Medelvärdet på volymen i varje kategori får utgöra typbyggnadens storlek.

Steg 2: Med hjälp av volymen bestäms också golvarean och i sin tur A-temp utifrån antalet våningar som är vanligast förekommande i kategorin. Våningshöjden antas vara 2,7 m (Berg, 2015).

Steg 3: Väggbarea exklusive fönsterarea definieras med hjälp av bestämd byggnadsvolym, antal våningar och antaganden på fönster i antal och storlek. Fönstrens storlek och antal bestäms med

beaktandet på byggnadens storlek och jämförelser med reella byggnader.

Steg 4: Andelen konstruktionsmaterial i varje kategori som är endera trä eller sten undersöks. Den största andelen utgör typbyggnadens konstruktionsmaterial. Material och form på tak samt typ av fasad undersöks på samma sätt.

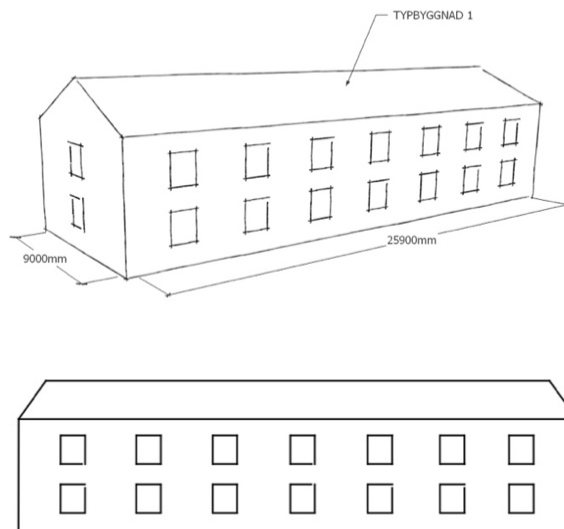
Steg 5: Hitta.se används för att uppskatta bredd och längd på byggnader som liknar typbyggnaderna i storlek och material. Sedan justeras dem uppmätta värdena med redan bestämd area. Alla typbyggnader antas ha en rektangulär form för att underlätta fortsatta undersökningar.

Steg 6: Ålder och användning bestäms efter vilken konstruktion och storlek typbyggnaden tilldelats.

Steg 7: U-värden för de olika byggelementen tas fram med hjälp av generella byggnadstraditioner beroende på nybyggnadsåret och den förutbestämda materialkategorin trä eller sten (Björk, et al., 2002).

2.3.1 Typbyggnad 1

Typbyggnad 1 är en friliggande träbyggnad från mitten av 1800-talet. Ett flerbostadshus med två våningar och kallvind. Sadeltak med falsad plåt. Fasaden består av träpanel med locklist. Stommen är uppbyggd av liggtimmer. Figur 2.4 visar en illustration av typbyggnad 1 med måttsett bredd och längd. För en mer uppställd beskrivning av typbyggnad 1, se Bilaga 2.



Figur 2.4 Illustration av typbyggnad 1.

Typbyggnad 1 representerar kategori 1 som omfattar 77 byggnader, 52 % sett till antal och 59 % sett till totala volymen av inventerat byggnadsbestånd, vilket utgör kategori 1 till den största gruppen, se Tabell 2.6. Nedan visas även volymintervallet och medelvärdet på volymen för kategori 1.

Tabell 2.6 Antal byggnader, volymintervall och medelvärdet på volymen för kategori/typbyggnad 1.

Byggnader efter avgränsning	Volymintervall	Medelvärdet på volymen
77 (51.7 %)	270 - 3240 m ³	1260 m ³

Typbyggnad 1 som utgör 59 % av totala volymen av inventerat byggnadsbestånd är 40 % flerbostadshus och 34 % småhus (benämns en-

och tvåbostadshus i inventeringslistan). I Tabell 2.7 nedan visas geometrin för typbyggnad 1.

Tabell 2.7 Geometrin för typbyggnad 1.

Takarea (m ²)	262
Väggarea (m ²) (exkl fönster)	357
Golvarea (m ²)	233
Fönsterarea (m ²)	38
A-temp (m ²)	467
Volym (m ³)	1260

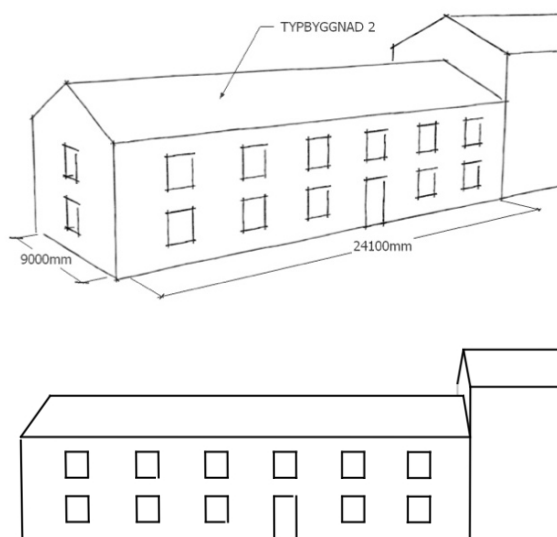
Faktiska exempel på arkitektonisk karaktär, storlek och placering för typbyggnad 1 visas i Figur 2.5.



Figur 2.5 Exempel på reella byggnader i Arboga som liknar typbyggnad 1.
Foto: Johan Torgén

2.3.2 Typbyggnad 2

Typbyggnad 2 är en intilliggande träbyggnad från slutet av 1800-talet. Ett flerbostadshus med två våningar och kallvind. Sadeltak med falsad plåt. Fasaden består av träpanel med locklist. Stommen är uppbyggd med liggtimmer. Figur 2.6 visar en illustration av typbyggnad 2 med måttsett bredd och längd. För en mer uppställd beskrivning av typbyggnad 2, se Bilaga 2.



Figur 2.6 Illustration av typbyggnad 2.

Typbyggnad 2 representerar kategori 2 som omfattar 36 byggnader, 24 % sett till antal och 26 % sett till totala volymen av inventerat byggnadsbestånd, se Tabell 2.8. Nedan visas även volymintervallet och medelvärdet på volymen för kategori 2.

Tabell 2.8 Antal byggnader, volymintervall och medelvärdet på volymen för kategori/typbyggnad 2.

Byggnader efter avgränsning	Volymintervall	Medelvärdet på volymen
36 (24.2 %)	300 - 2890 m ³	1173 m ³

Typbyggnad 2 som utgör 26 % av totala volymen av inventerat byggnadsbestånd är 50 % flerbostadshus och 31 % småhus. I Tabell 2.9 nedan visas geometrin för typbyggnad 2.

Tabell 2.9 Geometrin för typbyggnad 2

Takarea (m ²)	244
Väggarea (m ²) (exkl fönster)	290
Golvarea (m ²)	217
Fönsterarea (m ²)	29
A-temp (m ²)	434
Volym (m ³)	1173

Väggarean exkl. fönster som visas i Tabell 2.9, är den väggarean som angränsar mot uteluft. Då byggnaden är intilliggande, exkluderas väggarean som angränsar mot annan byggnad. Den väggarean antas inte ha någon temperaturdifferens och därmed ingen värmeöverföring, således har den ingen betydelse vid energiberäkningar. Därmed ingår den inte i ett framtida "åtgärds paket" för typbyggnad 2.

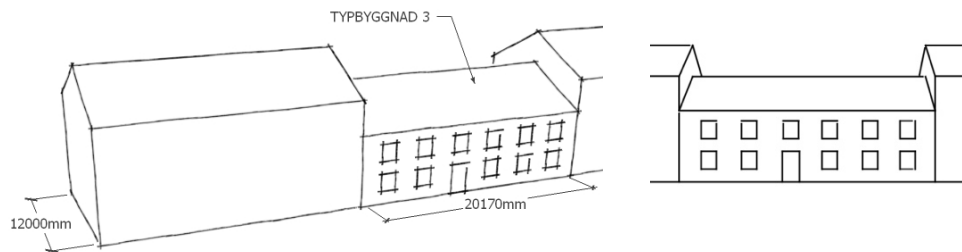
Faktiska exempel på arkitektonisk karaktär, storlek och placering för typbyggnad 2 visas i Figur 2.7.



Figur 2.7 Exempel på reella byggnader i Arboga som liknar typbyggnad 2.
Foto: Johan Torgén

2.3.3 Typbyggnad 3

Typbyggnad 3 är en mellanliggande tegelbyggnad från mitten av 1800-talet. Ett flerbostadshus med två våningar och kallvind. Sadeltak med falsad plåt. Fasaden är slätputsad och stommen är uppmurad av tegel. Figur 2.8 visar en illustration av typbyggnad 3 med måttsett bredd och längd. För en mer uppställd beskrivning av typbyggnad 3, se Bilaga 2.



Figur 2.8 Illustration av typbyggnad 3

Typbyggnad 3 representerar kategori 3 som omfattar 12 byggnader, se Tabell 2.10. Nedan visas även volymintervallet och medelvärdet på volymen för kategori 3.

Tabell 2.10 Antal byggnader, volymintervall och medelvärdet på volymen för kategori/typbyggnad 3

Byggnader efter avgränsning	Volymintervall	Medelvärdet på volymen
12 (8 %)	220 - 3870 m ³	1309 m ³

Typbyggnad 3 som utgör 9 % av totala volymen av inventerat byggnadsbestånd är 33 % av byggnaderna är kontor och andra kommersiella verksamheter (benämns lokal- och specialbyggnader i inventeringslistan), 25 % är flerbostadshus samt 25 % småhus. I Tabell 2.11 nedan visas geometrin för typbyggnad 3.

Tabell 2.11 Geometrin för typbyggnad 3

Takarea (m ²)	272
Väggarea (m ²) (exkl fönster)	187
Golvarea (m ²)	242
Fönsterarea (m ²)	31
A-temp (m ²)	485
Volym (m ³)	1309

Väggarean exkl. fönster som visas i Tabell 2.11, är den väggarean som angränsar mot uteluft. Då byggnaden är mellanliggande, exkluderas väggarean som angränsar mot annan byggnad. Den väggarean antas inte ha någon temperaturdifferens och därmed ingen värmeöverföring, således har den ingen betydelse vid energiberäkningar. Därmed ingår den inte i ett framtida "åtgärds paket" för typbyggnad 3.

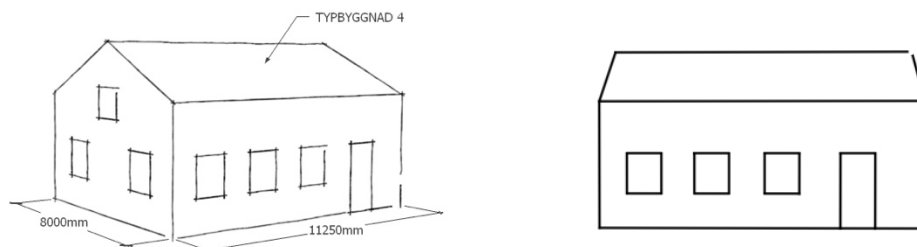
Faktiska exempel på arkitektonisk karaktär, storlek och placering för typbyggnad 3 visas i Figur 2.9 nedan.



Figur 2.9 Exempel på reella byggnader i Arboga som liknar typbyggnad 3.
Foto: Johan Torgén

2.3.4 Typbyggnad 4

Typbyggnad 4 är en friliggande träbyggnad från slutet av 1800-talet. Ett småhus med en våning samt en uppvärmd vind. Sadeltak med takpannor i lertegel. Fasaden består av träpanel med locklist. Stommen är uppbyggd av liggtimmer. Figur 2.10 visar en illustration av typbyggnad 4 med mått satt bredd och längd. För en mer uppställd beskrivning av typbyggnad 4, se Bilaga 2.



Figur 2.10 Illustration av typbyggnad 4

Typbyggnad 4 representerar kategori 4 som omfattar 24 byggnader, se Tabell 2.12. Nedan visas även volymintervallet och medelvärdet på volymen för kategori 4.

Tabell 2.12 Antal byggnader, volymintervall och medelvärdet på volymen för kategori/typbyggnad 4

Byggnader efter avgränsning	Volymintervall	Medelvärdet på volymen
24 (16.1 %)	190 - 670 m ³	398 m ³

Typbyggnad 4 utgör 6 % av totala volymen av inventerat byggnadsbestånd är 92 % av byggnaderna är småhus. I Tabell 2.13 visas geometrin för typbyggnad 4.

Tabell 2.13 Geometrin för typbyggnad 4

Takarea (m ²)	102
Väggarea (m ²) (exkl fönster)	172
Golvarea (m ²)	90
Fönsterarea (m ²)	14
A-temp (m ²)	180
Volym (m ³)	398

Faktiska exempel på arkitektonisk karaktär, storlek och placering för typbyggnad 4 visas i Figur 2.11.



Figur 2.11 Exempel på reella byggnader i Arboga som liknar typbyggnad 4.
Foto: Johan Torgén

2.4 Typbyggnadernas indata

2.4.1 Allmän information

För att analysera och beräkna optimala energieffektiviseringsåtgärder presenteras nödvändiga indata för varje typbyggnad, se Bilaga 2. Nedan förklaras tillvägagångssättet och de antaganden som gjorts för att ta fram indata.

2.4.2 Byggnadens geometri

Geometrin bestäms med utgångspunkt från den redan givna volymen och antal våningar från inventeringslistan. Byggnadens mått i bredd och våningshöjd erhålls från underlaget samt byggpraxis (Björk, et al., 2002). Därefter korrigeras längden mot bestämda värden. Byggnadens form antas vara rektangulär för att skapa gynnsammare förutsättningar för framtida studier. I väggarean räknas ytan upp motnock på gavlarna.

2.4.3 Grunden

Typbyggnad 1, 2 och 4 med konstruktion i trä bedöms, från studerat underlag, vara grundlagd på en ventilerad torpargrund och typbyggnad 3 med konstruktion i tegel bedöms vara grundlagd på en ej uppvärmd källargrund. Bottenbjälklaget för typbyggnad 1, 2 och 4 är 38 mm brädning, 100 mm spån och 38 mm brädning. För typbyggnad 3 bedöms det bestå av 38 mm brädning, 150 mm sand och 38 mm brädning (Björk, et al., 2002).

2.4.4 Ytterväggar

Ytterväggarna hos typbyggnad 1, 2 och 4 består av, utifrån sett, 25 mm träpanel, vindpapp, 200 mm timmer samt 12 mm träfiberskiva. Luftspalten mellan träpanelen och vindpappen gör att träpanelen inte räknas med i en u-värdeberäkning. Även vindpappen försummas. Ytterväggarna hos typbyggnad 3 består av, utifrån sett, 20 mm slätputs, 1 ½-sten tegel (445 mm) samt 20 mm puts (Björk, et al., 2002). För

typbyggnad 2 och 3 som är placerad intill eller mellan en alternativt två byggnader försummas den väggarea som angränsar mot annan byggnad. Se Bilaga 2 för typbyggnadernas väggareor exkl. fönster.

2.4.5 Vindsbjälklag

Typbyggnad 1, 2 och 3 har en kallvind och därför presenteras i det fallet ett vindsbjälklag som består av 38/50 mm brädning, 200 mm koksaska samt 25 mm takpanel, se Bilaga 2, (Björk, et al., 2002). För typbyggnad 4, som har en uppvärmd vind, är det inte nödvändigt att uppvisa ett vindsbjälklag.

2.4.6 Tak

Yttertaket på typbyggnad 1, 2 och 3 består av, utifrån sett, 3 mm takpapp och 38 mm brädning. Typbyggnad 4 är uppbyggt utifrån sett med 3 mm takpapp, 38 mm brädning, 120 mm isolering och 25 mm takpanel (Björk, et al., 2002). Exteriöra takmaterial som tegelpannor och plåt försummas vid en u-värdeberäkning. Taklutningen sätts till 27 grader på alla typbyggnader, antagandet görs med hjälp av studerat underlag i inventeringen.

2.4.7 Fönster

Antal fönster samt storlek inkl. karm presenteras för varje väderstreck, se Bilaga 2. Fönstren antas vara kopplade 2-glas med 80 % glasyta och 20 % karm. Fönsterkarmen bedöms var i trä. Fördelning i antal, väderstreck och ovan nämnda antaganden görs med hjälp av studerat underlag i inventeringen samt jämförelser med reella byggnader. Ett u-värde på 2,9 W/m² K antas, inkl. karm och båge, då det är i samma storleksordning som äldre 2-glasfönster (Glasbranschföreningen, 2008).

2.4.8 Internvärme

En verksam byggnad tillförs med "gratis energi" i form av värme. Värmen kommer från människor, tappvarmvatten, apparater samt solinstrålning och den benämns som internvärme (Abel & Elmroth, 2015).

I Sveby brukarindata finns det approximerade värden på personvärme, hushållsel i form av apparater och tappvarmvatten. 8,76 kWh/m² och år för personvärme, 21 kWh/m² och år för apparater och 4-5 (beroende på om byggnaden är ett småhus eller flerbostadshus) kWh/m² och år för tappvarmvatten (Sveby Stockholm, 2012), se Bilaga 2.

2.4.9 U-värdeberäkning

Med benämningen U-värde menar man byggnadsdelars förmåga att transportera värme. Begreppet kallas värmegenomgångskoefficient, se ekvation (2.1). Den anges som "den värmemängd som per tidsenhet passerar genom en ytenhet av konstruktionen då skillnaden i lufttemperatur på ömse sidor om densamma är en grad" (Abel & Elmroth, 2015).

$$U = \frac{1}{R} [W/m^2K] \quad (2.1)$$

$R = \text{värmemotståndet}$

Värmemotståndet innebär ett materials isoleringsförmåga för ett homogent skikt, se ekvation (2.2).

$$R = \frac{d}{\lambda} [m^2 K/W] \quad (2.2)$$

$d = \text{skiktets tjocklek [mm]}$

$\lambda = \text{värmeledningsförmåga [W/m K]}$

Beräknat U-värde för typbyggnadernas konstruktionsdelar visas i Bilaga 2.

3 DISKUSSION OCH SLUTSATS

3.1 Diskussion

Syftet med arbetet har varit att inventera och bryta ner Arbogas byggnadsbestånd till olika kategorier som i sin tur resulterar i fiktiva typbyggnader. Dessa typbyggnader används sedan för en ingående analys av möjligheterna till energibesparing.

Hjälpmedlen vid inventeringen har till största del varit Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister. Bedömningar om bl.a. våningsantal kan anses vara bristfälliga i deras register. Anledningen till det kan vara att syftet vid deras inventering skiljer sig från syftet med inventeringen som gjorts i detta arbete. Avsikten med bebyggelseregistrets inventering var bl.a. att beskriva stadsbilden och kulturhistoriska värden, medan detta arbete syftar till energieffektivisering och därmed är våningsantalet och volymen av stor vikt. Det finns även en osäkerhet om det dokumenterade nybyggnadsåret stämmer med verkligheten. Bedömning om byggår från vad som står i Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister och Boverkets energideklarationsregister Gripen skiljer sig ibland. Det kan handla om att vissa byggnader fick nybyggnadsåret det år de registrerades eller att en omfattande ombyggnad ledde till justering av nybyggnadsåret. I Figur 2.2 visas antalet byggnader i förhållande till nybyggnadsåren 1450–1945 (värden från Riksantikvarieämbetets bebyggelseregister). År 1857 är 48 byggnader ifrån. Det kan vara ett exempel på att en större registrering av byggnader gjorts då.

Undersökningen är begränsad till Arbogas stadskärna och den tar bara hänsyn till byggnader med nybyggnadsår före 1945. Det kan tyckas problematiskt med tanke på att resterande byggnader som är från 1946 eller senare använder en stor del av totala energianvändningen för Sveriges byggnadsbestånd. Men det är en del av den givna förutsättningen inom projektet "Potential och policies" att även undersöka byggnader byggda efter 1945. I den utredningen kommer det in andra aspekter som måste beaktas, då andra material och

byggtekniker används. Därför kan det vara bra att dela upp undersökningar på olika tidsperioder.

För att typbyggnaderna i högre grad ska representera verkligheten krävs möjligen fler parametrar. Byggnader före 1945 har sannolikt redan genomgått ett antal renoveringar och förändringar i klimatskalet. Därför kan det vara bra att inte enbart se till nybyggnadsårets byggnadspraxis när typbyggnaderna skildras. Utifrån fältstudier och utredningar kring vanligt förekommande upprustningar kan en procentuell avvägning sett över hela byggnadsbeståndets renoveringsgrad tas fram.

De tre första typbyggnaderna har närliggande värden i area och volym. Emellertid har placeringen en stor påverkan på framtida energiberäkningar, då en eller två hela ytterväggar från ett eller två väderstreck sitter ihop med en annan byggnad. Den väggen är därmed uppvärmd i båda riktningarna och räknas inte med i ett framtida åtgärds paket.

Diskussion kring energieffektiva åtgärder

För att sänka energiförbrukningen i en byggnad finns det ett antal olika åtgärder, som både kan vara negativa och positiva för en byggnad ur byggnadsfysikaliskt och kulturhistoriskt perspektiv.

Att isolera på ytterväggens utsida sänker transmissionsförlusterna, ökar den termiska komforten och håller konstruktionen torrare. Det kritiska är att det kan leda till att den säregna fasaden, som kanske har ett kulturhistoriskt värde, går förlorad. Invändig isolering av yttervägg sänker också transmissionsförlusterna. Det leder däremot till en kallare och därmed fuktigare konstruktion, samt att eventuella bevarandevärden på insidan påverkas negativt.

Tilläggsisolera eller byta ut ett redan befintligt isoleringsskikt med ett sämre U-värde på t.ex. ett vindsbjälklag mot kallvind är en åtgärd som sällan påverkar kulturvärdet då det är en dold interiör åtgärd. Hänsyn bör ändå tas till att kallvinden kan bli mer känslig för mögelpåväxt då utrymmet blir kallare och relativa fuktigheten ökar.

Isolering av yttertak vid en uppvärmd vind är en åtgärd som också den medför fuktrisker men ökar den termiska komforten och luftrörelser på ett positivt sätt.

Att isolera bottenbjälklaget vid en torpargrunds konstruktion ger ett varmare och behagligare golv men risken är att den relativa fuktigheten ökar i grundutrymmet och därmed risken för mögelpåväxt.

Att se över otätheter på klimatskalet kan vara en enkel åtgärd. Det kan t.ex. vara tätning av fönster och dörrar i form av nya tätningslister och drevning. Det kan sänka energiförbrukning och minska luftrörelserna i innemiljön och därmed öka termiska komforten.

Att byta ut mot nya fönster är en åtgärd som kan ha negativa konsekvenser på fasadens gestaltning och kulturvärde. Att istället renovera befintliga fönster om så behövs samt eventuellt addera en extra ruta på insidan är en mer varsam åtgärd.

Fördragna gardiner i exempelvis tjockt tyg eller tidsenliga fönsterluckor i trä kan också ha en minskad effekt på energiförlusten genom fönstret när större temperaturdifferens mellan innetemperatur och yttertemperatur förekommer.

Att installera anläggning för solenergi på exempelvis tak ger besparing i energi men kan ge negativa konsekvenser på kulturvärdet. Att istället placera anläggningen på ett sådant sätt att byggnadens gestaltning och kulturvärde inte påverkas kan vara en gynnsam åtgärd.

System för värmeåtervinning av frånluften kan vara en åtgärd som sänker energiförbrukningen. För att åtgärden ska ha en faktisk verkan kräver det att transmissionsförlusterna genom klimatskalet inte är för höga. Installationen av ett sådant system kräver oftast ett stort ingrepp i konstruktionen, vilket kan leda till negativa konsekvenser på kulturvärdet.

3.2 Slutsatser

I denna rapport har en redan framtagen kategoriseringsmetod applicerats på Arbogas byggnadsbestånd byggt före 1945. Metoden gör det möjligt att behandla redan befintlig information med kompletterande uppgifter för att tillsammans bygga upp ett hanterbart underlag. Underlaget kan sedan brytas ner till kategorier med hjälp av parametrar som bl.a. avgör energianvändningsgraden. Metoden kan behöva korrigeras beroende på målsättning och område som studeras.

Resultatet i rapporten visar att beståndet kan representeras av fyra kategorier samt en utvald typbyggnad ur varje kategori. Typbyggnaderna kan därmed representera hela byggnadsbeståndet. Det slutgiltiga resultatet av kategoriseringen omfattade 149 byggnader (88,7%) av totalt 168 byggnader från början. Detta medför att 19 byggnader, motsvarande 11 %, ansågs vara atypiska. Sett till byggnadsvolym försvinner 30 % efter avgränsningen, vilket tyder på att byggnaderna är till dess stora volymer avvikande. Avgränsningen som gjorts med hjälp av standardavvikelsen är ett vedertaget bruk vid den här typen av granskningar. När det kommer till undersökningar kring energieffektivisering är de byggnader som avviker viktiga att fästa avseende på vid en separat utredning. Således kan dessa byggnader klassificeras som stora och har därmed säkerligen en hög energiförbrukning.

Med den applicerade kategoriseringsmetoden kunde alltså fyra kategorier och fyra typiska byggnader fastställas. De fyra typbyggnaderna, inventeringslistan och kategoriseringen skulle sedan kunna användas i kommande studier kring energifrågor inom projektet "Potential och policies".

Inom examensarbetets tidsbegränsningar har beräkningar på energieffektiva åtgärder på typbyggnaderna inte behandlats i denna rapport.

3.3 Förslag på fortsatta undersökningar

För att nå målen som klimat och energipolitiken föreskriver, skulle vi behöva vidta strategiskt hållbara åtgärder på vårt befintliga byggnadsbestånd. Efterforskningar kring byggnader från 1946 och senare skulle därför kunna vara viktigt att undersöka med avseende på energianvändningen. Den framtagna metoden skulle kunna vara ett stöd med eventuella justeringar för att matcha den tidens byggnader och vilka parametrar som är signifikanta.

Denna rapport innehåller information om Arbogas äldre byggnadsbestånd som sedan kan användas för en fördjupad analys kring energieffektiva renoveringsstrategier och hållbar förvaltning av kulturhistoriska byggnader. Även som ett verktyg för att utreda hur stor kapacitet byggnadsbeståndet har att sänka energianvändningen och vilken besparingspotential det medför.

Med framtagna energieffektiva "åtgärdspaket" för respektive typbyggnad, kan dessa sedan appliceras på liknande byggnader i landet och inom samma klimatzon.

REFERENSER

Abel, E. & Elmroth, A., 2015. *Byggnaden som system*. 3:e upplagan red. Lund: Studentlitteratur AB.

Almgren, H., 1985. *Alla tiders Arboga*. 1:a upplagan red. Arboga: Arboga Kommun och Hembygdsföreningen Arboga Minne.

BBR, 2016. *Boverkets byggregler*. [Online]
Available at: <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2016-13-BBR-24.pdf>

Berg, F., 2015. *Categorising a historic building stock – an interdisciplinary approach*, Visby: Uppsala University.

Björk, C., Kallstenius, P. & Reppen, L., 2002. *Så byggdes husen 1880-2000*. 1:a upplagan red. Stockholm: Svensk byggtjänst och författarna.

Björk, C., Nordling, L. & Reppen, L., 2009. *Så byggdes villan*. 2:a upplagan red. Stockholm: Författarna och forskningsrådet Formas.

Björk, C., Nordling, L. & Reppen, L., 2015. *Så byggdes staden*. 3:e upplagan red. Stockholm: Svensk byggtjänst och författarna.

Broström, T., Donarelli, A. & Berg, F., 2015. *A method for the categorisation of a historic building stock to determine energy saving potential*, Visby: Uppsala Universitet.

Broström, T. o.a., 2014. *A Method to Assess the Potential for and Consequences of Energy Retrofits in Swedish Historic Buildings*. *Journal of the Historic Environment*. Vol 5 Issue 2 , u.o.: u.n.

Erixon, S. & Söderberg, B., 1952. *Byggnadskultur*. 1:a upplagan red. Stockholm: Nordiska museet.

Glasbranschföreningen, 2008. *Energiradgivningen*. [Online]
Available at:
http://energiradgivningen.se/system/tdf/fonsterrenovering_med_energiglas.pdf?file=1

Granlund, P. & Oldén, G., 2001. *Arboga Stadskärna Bebyggelsehistoria och Byggnadsordning*. 2:a upplagan red. Arboga: Arboga kommun.

Henning, D., 2016. *Naturvårdsverket*. [Online]
Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Energieffektivisering/Bostader-och-lokaler/>

Malmdal, J., 2016. *Riksantikvarieämbetet*. [Online]
Available at: <http://www.raa.se/hitta-information/bebyggelseregistret/lagar-och-ansvar/>

Malmdal, J., 2017. *Bebyggelseregistret – BeBR*. [Online]
Available at: http://www.raa.se/hitta-information/bebyggelseregistret/?utm_source=startsida&utm_medium=snabblank&utm_campaign=ux-test

Regeringskansliet, 2017. [Online]
Available at: <http://www.regeringen.se/sverige-i-eu/europa-2020-strategin/overgripande-mal-och-sveriges-nationella-mal/>

Söderberg, U., 2005. *Liggtimmerhus*. 1:a upplagan red. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förlag.

SFS, 2010. *Plan- och bygglag*. [Online]
Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900

Sveby Stockholm, 2012. *Sveby - Branchstandard för energi i byggnader*.
[Online] Available at: http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/10/Sveby_Brukarindata_bostader_version_1.0.pdf

Unnerbäck, A., 2002. *Kulturhistorisk värdering av bebyggelse*. 1:a upplagan red. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

Inventeringslistan, del 2

Byggnadsnr på fastighetsbeteckning	Adress	Typ av byggnad	Byggnadsyta	Takform	Takmaterial	Antal våningar (exkl källaren)	Inredd vind	Byggnads volym	Stomme	Konstruktions material	Ved	Fjärrvärme	Olja	Faädbeklädnad	
BOA + BIA	LOA	Atemp	Källaren	Antal våningar (exkl källaren)	Inredd vind	Byggnads volym	Stomme	Konstruktions material	Ved	Fjärrvärme	Olja	Faädbeklädnad			
HUSNR 3	Rådhusgatan 6A	Lokal- och specialbyggnad	1994	Sadelbak	Plåt - Falsad, storplåt	804	2	1	0	2171 Murverk - Tegel	384000			Puts - Slätt	
HELGE AND 17	Rådhusgatan 8, Smedje	Lokal- och specialbyggnad	1941	Sadelbak	Plåt - Falsad, storplåt	3100	2	1	0	8370 Murverk - Tegel				Puts - Sprit	
HELGE AND 18	Rådhusgatan 9B	Flerbostadshus	1857	Sadelbak	Plåt - Falsad, försjuktr	455	152	607	2	1437 Murverk - Tegel				Puts - Slätt, Trä - Träpanel, laci	
HELGE KORS 16	Smedjegatan 9	En- och våbostadshus	1489	Sadelbak	Plåt - Falsad, försjuktr	126	2	0	1	298 Murverk - Natursten / Trä				Puts - Slätt, Trä - Träpanel, laci	
HELMMAKAREN 25	Stora torget 6A, Stora t	Flerbostadshus, bostäde	1720	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	979	2	0	1	2508 Ej belagd, Murverk - Trä / Teg	107050			Puts - Slätt	
HÄRBÄRGET 2	Östra Nygatan 7A, Östr	Flerbostadshus	1936	Pulpetak	Plåt - Bandäckning	626	0	1	1	1600 Trä - Stolpverk Trä	67154			Puts	
HÄRBÄRGET 2	Nygatan 37	Lokal- och specialbyggnad	1877	Sadelbak	Plåt - Falsad, försjuktr	170	170	453	2	459 Murverk - Tegel				Puts - Slätt	
HÄRBÄRGET 4	Nygatan 39, Smedjegat	Lokal- och specialbyggnad	1860	Sadelbak	Plåt - Falsad, storplåt	738	738	3	1	1072 Murverk - Tegel				Puts - Ådelputs	
HÄRBÄRGET 4	Nygatan 39, Smedjegat	Lokal- och specialbyggnad	1860	Sadelbak	Plåt	360	360	3	0	1993 Murverk - Tegel				Puts - Ådelputs	
HÄRBÄRGET 6	Nygatan 900:	Lokal- och specialbyggnad	1880	Sadelbak	Plåt	342	342	2	0	972 Murverk - Tegel				Puts - Ådelputs	
HÖJEN 3:24	Baggens gränd 4, Smed	Flerbostadshus, bostäde	1879	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	113	237	437	2	0	1180 Murverk - Tegel	66360			Puts - Slätt, Puts - Sprit
HÖJEN 3:24	Jädersvägen 39A	Lokal- och specialbyggnad	1910	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	888	888	3	0	1	2176				Puts - Slätt, Puts - Sprit
HÖJEN 3:24	Jädersvägen 41A	Lokalbyggnader	1858	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	4402	4402	2	0	11885					
JAKOB PETRE 14	Nygatan 49, Nygatan 5	Flerbostadshus	1799	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	1236	2	0	1	2925 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel	
JAKOB PETRE 14	Nygatan 55A, Nygatan	Lokal- och specialbyggnad	1894	Sadelbak - Med valplåt	Plåt	403	2	0	0	1088 Murverk - Tegel	78000			Puts - Slätt	
JAKOB PETRE 14	Nygatan 55A, Nygatan	Lokal- och specialbyggnad	1929	Sadelbak	Plåt	403	2	1	0	1088 Trä - Ligtimmer Trä	78000			Trä - Träpanel, locklistpanel	
JAKOB PETRE 14	Nygatan 53C, Nygatan	En- och våbostadshus	1879	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	255	255	2	0	604 Ej utrett				Trä - Träpanel, ständer	
JÄDERSTULLEN 11	Västerlånggatan 20A, V	En- och våbostadshus	1850	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	364	364	1	0	801 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel	
JÄDERSTULLEN 11	Tullgatan 2A, Tullgatan	En- och våbostadshus	1799	Mansardtak - Med Takpannor - Betong	268	268	1	0	1	590 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel	
JÄDERSTULLEN 4	Tullgatan 4	En- och våbostadshus	1879	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	88	1	0	1	194 Trä - Ligtimmer Trä	3600			Trä - Träpanel, locklistpanel	
JÄDERSTULLEN 6	Västerlånggatan 22	En- och våbostadshus	1919	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	270	270	1	0	1	594 Murverk - Teg				Tilläggsisolering, Trä - Träpan
KAPELLET 1	Baggens gränd 1, Nygat	Flerbostadshus, bostäde	1857	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	342	388	912	2	0	2462 Trä - Ligtimmer Trä	199536			Puts - Slätt, Trä - Träpanel, laci
KAPELLET 1	Baggens gränd 1, Nygat	Flerbostadshus	1929	Sadelbak	Takpannor - Betong	342	388	912	2	0	2462 Murverk - Teg	139536			Puts - Slätt
KAPELLET 2	Kapellet 2	Flerbostadshus	1857	Sadelbak	Takpannor	292	330	778	2	0	2101 Trä - Ligtimmer Trä	118864			Puts - Slätt, Trä - Träpanel, laci
KAVELSTENEN 2	Kapellet 2	En- och våbostadshus	1857	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	337	337	1	0	0	910 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel
KAVELSTENEN 2	Storgatan 50	En- och våbostadshus	1879	Sadelbak	Takpannor	116	116	1	0	1	255 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel
KUNGSÅRDEN 1	Nygatan 33A, Nygatan	Flerbostadshus	1915	Sadelbak	Plåt - Koppars, Takpan	545	540	1356	3	1	322 Murverk - Teg	199561			Puts - Slätt
KUNGSÅRDEN 2	Nygatan 300, Smedjegat	Flerbostadshus	1752	Sadelbak	Plåt - Bandäckning, Pl	696	696	1392	2	0	3758 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel
KUNGSÅRDEN 2	Nygatan 300, Smedjegat	Flerbostadshus	1752	Sadelbak	Plåt - Bandäckning, Pl	696	696	1392	2	0	3758 Trä - Ligtimmer Trä				Tilläggsisolering, Trä - Träpan
KLOCKARBOLLET 2	Nikoligatan 2	En- och våbostadshus	1850	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	154	154	2	0	1	339 Trä - Ligtimmer Trä				Puts - Slätt, Puts - Sprit
KOLAREN 8	Trädgårdsgatan 38A, Tr	Flerbostadshus	1945	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	757	757	2	1	0	2044 Murverk - Lättbet				Trä - Träpanel, locklistpanel,]
KOLAREN 9	Trädgårdsgatan 37A, Storgat	Flerbostadshus	1857	Mansardtak	Takpannor - Lertegel,	330	330	2	0	1	781 Trä - Ligtimmer Trä				Tilläggsisolering, Trä - Träpan
KRYDDKÄMAREN 12	Kulmakargränd 5	En- och våbostadshus	1937	Sadelbak	Plåt, Takpannor - Lert	213	213	1142	2	1	504 Ej utrett	143514			Puts - Slätt
KRYDDKÄMAREN 12	Hölenbergs gränd 1, N	Lokal- och specialbyggnad	1884	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	626	626	2	0	0	1690 Trä - Plank				Trä - Träpanel, liggande, Trä -
KRYDDKÄMAREN 12	Skepparegränd 4	Lokal- och specialbyggnad	1866	Sadelbak	Plåt, Pulpett, Plåt, Takpan	116	116	2	0	0	313 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, fasstopppane
KRYDDKÄMAREN 2	Skepparegränd 4	En- och våbostadshus	1665	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	360	360	2	0	0	852 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel
KRYDDKÄMAREN 3	Skepparegränd 6	En- och våbostadshus	1700	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	113	113	1	0	1	249 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel
KRYDDKÄMAREN 4	Skepparegränd 6	En- och våbostadshus	1699	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	795	795	2	0	1	1882 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel
KRYDDKÄMAREN 9	Hammagatan 188	Flerbostadshus	1857	Sadelbak	Plåt - Bandäckning, Pl	195	195	2	0	0	527 Ej belagd, Trä - Ligg				Trä - Träpanel, locklistpanel
KUNGSÅRDEN 3	Kapellet 17E	En- och våbostadshus	1899	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	82	82	2	0	0	221 Murverk - Teg				Puts - Slätt
KUNGSÅRDEN 4	Nygatan 17E	En- och våbostadshus	1895	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	930	1513	3054	4	0	8246 Murverk - Teg	370470			Puts - Slätt, Puts - Sprit
KUNGSÅRDEN 4	Järntorget 12, Järntorg	Flerbostadshus	1895	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	280	280	2	0	0	756 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, locklistpanel,]
KUNGSÅRDEN 5	Kapellet 17H	Flerbostadshus	1900	Sadelbak	Takpannor - Betong	242	242	1	0	1	532 Murverk - Teg				Puts - Slätt, Puts - Sprit
KUNGSÅRDEN 5	Kapellet 17H	Flerbostadshus	1892	Sadelbak	Takpannor - Betong	746	746	1	0	1	1641 Trä - Ligtimmer Trä				Puts - Slätt
KUNGSÅRDEN 6	Kapellet 17D, Rådhu	Flerbostadshus	1857	Mansardtak	Takpannor - Lertegel,	362	362	1	0	1	796 Murverk - Teg				Puts - Slätt
KUNGSÅRDEN 6	Kapellet 17A, Kapell	Flerbostadshus	1879	Mansardtak	Takpannor - Lertegel,	915	915	2	1	1	2166 Murverk - Teg				Puts - Slätt
KÖPINGSTULLEN 10	Östra Nygatan 2B	En- och våbostadshus	1902	Hjälmak	Plåt	143	143	1	0	1	315 Murverk - Teg				Puts - Slätt
KÖPINGSTULLEN 11	Östra Nygatan 2A	En- och våbostadshus	1910	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	474	176	747	2	0	2017 Murverk - Teg	86407			Puts - Stenk och sprutputs
KÖPINGSTULLEN 11	Östra Nygatan 6A, Östr	Flerbostadshus	1893	Sadelbak	Plåt	117	117	2	0	0	316 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, lockpanel, Trä
LAGGAREN 5	Västerlånggatan 13	En- och våbostadshus	1857	Sadelbak	Plåt - Bandäckning	236	236	1	0	0	519 Trä - Ligtimmer Trä				Trä - Träpanel, lockpanel, Trä
LÅNGA RADEN 19	HUSNR 800:	En- och våbostadshus	1885	Sadelbak	Plåt	258	258	2	0	0	697 Trä - Plank				Tilläggsisolering, Trä - Träpan
LÅNGA RADEN 21	Trädgårdsgatan 33A, Tr	Flerbostadshus	1999	Sadelbak	Plåt	158	158	2	0	0	348 Trä - Plank				Tegel - Fasadtegel, Trä - Tröps
LÅNGA RADEN 22	Trädgårdsgatan 27	En- och våbostadshus	1939	Sadelbak	Takpannor - Lertegel,	114	114	1	1	0	308 Trä - Plank				Trä - Träpanel, locklistpanel
LÅNGA RADEN 22	Trädgårdsgatan 25	En- och våbostadshus	1938	Sadelbak	Plåt	181	181	1	1	1	398 Trä - Plank				Trä - Träpanel, locklistpanel
LÅNGA RADEN 23	Trädgårdsgatan 23	En- och våbostadshus	1937	Sadelbak	Plåt	181	181	1	1	1	398 Trä - Plank				Asbestcement - Slätt, plattor

Bilaga 2 – Typbyggnad 1

Allmän information				
Byggnaden	Typbyggnad 1			
Nybyggnadsår	Ca 1850			
Konstruktionstyp	Trä - liggtimmer			
Uppvärmda våningsplan inkl. vind	2			
Användning	Flerbostadshus			
Uppvärmd vind	0			
Typ av grund	Ventilerad torpargrund			
Kommentarer	Friliggande byggnad. Kallvind. Sadeltak med falsad plåt. Representerar 77 byggnader. 59 % av totala byggnadsvolymer. 40 % flerbostadshus. 34 % småhus			
Byggnadens geometri	m	m²	m³	
Area tak			262	
Area golv			233	
Area vägg excl. fönster			357	
Atemp			467	
Totala höjden insida vägg	5,4			
Våningshöjd	2,7			
Vindshöjd	1,7			
Volym				1260
Fönster inkl. karm	m²/st	Antal		
Norr	1,2	14		
Öst	1,2	2		
Söder	1,2	14		
Väst	1,2	2		
Byggnadskomponent	W/m² K	Material		
Tak	0,528	papp 3 mm, brädning 38 mm		
Vindsbjälklag		brädning 38 mm, koksaska 200 mm, takpanel 25 mm		
Golv	0,46	brädning 38 mm, spån 100 mm, brädning 38 mm		
Vägg	0,594	timmer 200 mm, träfiberskiva 12 mm		
Fönster	2,9	kopplat 2-glas (Fönsterbågar och karm i trä)		
Värmeöverskott	Totalt	Personvärme (8,76 kWh/m², år)	Värme från apparatur (21 kWh/m², år)	Tappvarmvatten (5 kWh/m², år)
Månad	kWh	kWh	kWh	kWh
Januari	1353	341	817	195
Februari	1353	341	817	195
Mars	1353	341	817	195
April	1353	341	817	195
Maj	1353	341	817	195
Juni	1353	341	817	195
Juli	1353	341	817	195
Augusti	1353	341	817	195
September	1353	341	817	195
Oktober	1353	341	817	195
November	1353	341	817	195
December	1353	341	817	195

Typbyggnad 2

Allmän information				
Byggnaden	Typbyggnad 2			
Nybyggnadsår	Ca 1870			
Konstruktionstyp	Trä - liggtimmer			
Uppvärmda våningsplan inkl. vind	2			
Användning	Flerbostadshus			
Uppvärmd vind	0			
Typ av grund	Ventilerad torpargrund			
Kommentarer	Intelligande byggnad. Kallvind. Sadeltak med bandtäckt plåt. Fasad i träpanel med locklist. Representerar 36 byggnader. 26 % av totala byggnadsvolymen. 50 % flerbostadshus. 31 % småhus			
Byggnadens geometri	m	m2	m3	
Area tak			244	
Area golv			217	
Area vägg excl. fönster			290	
Atemp			434	
Totala höjden insida vägg	5,4			
Våningshöjd	2,7			
Vindhöjd	1,7			
Volym				1173
Fönster inkl. karm	m2/st	Antal		
Norr	1,2	11		
Öst	1,2	0		
Söder	1,2	11		
Väst	1,2	2		
Byggnadskomponent	W/m2 K	Material		
Tak	0,528	papp 3 mm, brädning 38 mm		
Vindsbjälklag		golvplank 38 mm, koksaska 200 mm, takpanel 25 mm		
Golv	0,46	brädning 38 mm, spån 100 mm, brädning 38 mm		
Vägg	0,594	timmer 200 mm, träfiberskiva 12 mm		
Fönster	2,9	kopplat 2-glas (Fönsterbågar och karm i trä)		
Värmeöverskott	Totalt	Personvärme (8,76 kWh/m2, år)	Värme från apparatur (21 kWh/m2, år)	Tappvarmvatten (5 kWh/m2, år)
Månad	kWh	kWh	kWh	kWh
Januari	1257	317	760	181
Februari	1257	317	760	181
Mars	1257	317	760	181
April	1257	317	760	181
Maj	1257	317	760	181
Juni	1257	317	760	181
Juli	1257	317	760	181
Augusti	1257	317	760	181
September	1257	317	760	181
Oktober	1257	317	760	181
November	1257	317	760	181
December	1257	317	760	181

Typbyggnad 3

Allmän information				
Byggnaden	Typbyggnad 3			
Nybyggnadsår	Ca 1850			
Konstruktionstyp	Tegel			
Uppvärmda våningsplan inkl. vind	2			
Användning	Flerbostadshus			
Uppvärmad vind	0			
Typ av grund	Ej uppvärmd källargrund			
Kommentarer	Mellanliggande byggnad. Kallvind. Sadeltak med falsad plåt. Fasaden är slätputsad. Representerar 12 byggnader. 9 % av totala byggnadsvolymer. 33 % kommersiella lokaler. 25 % flerbostadshus. 25 % småhus.			
Byggnadens geometri	m	m2	m3	
Area tak			272	
Area golv			242	
Area vägg excl. fönster			187	
Atemp			485	
Totala höjden insida vägg	5,4			
Våningshöjd	2,7			
Vindshöjd	1,7			
Volym				1309
Fönster inkl. karm	m2/st	Antal		
Norr	1,4	11		
Öst	1,4	0		
Söder	1,4	11		
Väst	1,4	0		
Byggnadskomponent	W/m2 K	Material		
Tak	0,788	papp 3 mm, brädning 38 mm		
Vindsbjälklag		golvplank 50 mm, sand 200 mm, takpanel 25 mm		
Golv	0,951	brädning 38 mm, sand 150 mm, brädning 38 mm		
Vägg	1,051	slätputs 20 mm, tegel 445 mm, puts 20 mm		
Fönster	2,9	kopplat 2-glas (Fönsterbågar och karm i trä)		
Värmeöverskott	Totalt	Personvärme (8,76 kWh/m2, år)	Värme från apparatur (21 kWh/m2, år)	Tappvarmvatten (5 kWh/m2, år)
Månad	kWh	kWh	kWh	kWh
Januari	1405	354	849	202
Februari	1405	354	849	202
Mars	1405	354	849	202
April	1405	354	849	202
Maj	1405	354	849	202
Juni	1405	354	849	202
Juli	1405	354	849	202
Augusti	1405	354	849	202
September	1405	354	849	202
Oktober	1405	354	849	202
November	1405	354	849	202
December	1405	354	849	202

Typbyggnad 4

Allmän information				
Byggnaden	Typbyggnad 4			
Nybyggnadsår	Ca 1870			
Konstruktionstyp	Trä - liggtimmer			
Uppvärmda våningsplan inkl. vind	2			
Användning	En- och tvåbostadshus			
Uppvärmd vind	1			
Typ av grund	Ventilerad torpargrund			
Kommentarer	Friliggande byggnad. Uppvärmd vind. Sadeltak med takpannor i lertegel. Fasad i träpanel med locklist. Representerar 24 byggnader. 6 % av totala byggnadsvolymen. 92 % småhus			
Byggnadens geometri	m	m2	m3	
Area tak		102		
Area golv		90		
Area vägg excl. fönster		172		
Atemp		180		
Totala höjden insida vägg	4,4			
Våningshöjd	2,7			
Vindshöjd	1,7			
Volym			398	
Fönster inkl. karm	m2/st	Antal		
Norr	1,2	3		
Öst	1,2	3		
Söder	1,2	3		
Väst	1,2	3		
Byggnadskomponent	W/m2 K	Material		
Tak	0,346	brädning 38 mm, isolering 120 mm, takpanel 25 mm		
Golv	0,46	brädning 38 mm, spån 100 mm, brädning 38 mm		
Vägg	0,594	timmer 200 mm, träfiberskiva 12 mm		
Fönster	2,9	kopplat 2-glas (Fönsterbågar och karm i trä)		
Värmeöverskott	Totalt	Personvärme (8,76 kWh/m2, år)	Värme från apparatur (21 kWh/m2, år)	Tappvarmvatten (4 kWh/m2, år)
Månad	kWh	kWh	kWh	kWh
Januari	506	131	315	60
Februari	506	131	315	60
Mars	506	131	315	60
April	506	131	315	60
Maj	506	131	315	60
Juni	506	131	315	60
Juli	506	131	315	60
Augusti	506	131	315	60
September	506	131	315	60
Oktober	506	131	315	60
November	506	131	315	60
December	506	131	315	60