



Examensarbete i byggt teknik

# Lufttäthet och energiförbrukning i nyproducerade villor

*Airtightness and energy consumption in newly  
produced villas*



*Författare:* Jonathan Svensson & Felicia Lagerqvist

*Handledare:* Åke Tyrberg

*Handledare företag:* Linus Björnlund (Conservator AB)

*Examinator:* Michael Dorn

*Termin:* VT23

*Kurskod:* 2BY04E, 15 hp

*Ämne:* Byggt teknik

*Nivå:* Högskoleingenjör

*Linnéuniversitet, Fakulteten för teknik*



## Sammanfattning

Uppvärmning inklusive varmvatten i lokaler står idag för 53 % av Sveriges totala energianvändning. För att uppnå en del av de uppsatta energi- och klimatmålen för EU är energieffektivt byggande en viktig nyckel. De kraftigt stigande elpriserna de senaste åren är en annan anledning att bygga mer energieffektiva byggnader. Idag dokumenteras energiförbrukningen i en energideklaration som registreras hos Boverket för att ge en tydlig bild av energianvändningen. Med hjälp av en lufttäthetsprovning där byggnaden utsätts för ett över- och undertryck på 50 Pa fås ett mått för hur mycket luft som läcker genom klimatskalet.

Målet med arbetet är att undersöka hur energiförbrukningen i energideklarationen kan sättas i korrelation till luftläckagevärdet. Med utgångspunkt ur villor producerade av Eksjöhus som är lufttäthetsprovade från 2019 till 2023, har detta arbete jämfört statistik för att få fram en korrelationskoefficient. För att få en förståelse för hur Eksjöhus arbetat med lufttätet studerades utvecklingen av klimatskalet och luftläckagevärdet från 2012 till 2022 via intervju och statistikarbete. För ett urval av lufttäthetsprovade hus byggda mellan 2019 och 2023 begärdes energideklarationer ut. Ett statistikarbete för data ur energideklarationer och luftläckagevärde genomfördes som är underlaget för diskussion och analys av energideklarationens reliabilitet för att göra en översiktlig tolkning av resultatet tillförlitlighet.

I intervjun med Eksjöhus framgår det att den enda förändringen som skett i klimatskalet sedan 2012 är att vägg-bjälklaget placerats en bit längre in för att underlätta att dra förbi plastfolie. Förändringen ger inte en synlig påverkan av det generella luftläckagevärdet. Eksjöhus har arbetat fram ett dokument som skickas med byggsatsen och fungerar som en guide för entreprenörerna för hur tätningar kring stålbalkar, genomföringar och anslutningar ska göras. Eksjöhus använder sig även av en årlig träff tillsammans med de entreprenörer som bygger de flesta husen för att arbeta med lufttätet. Vid arbetet med lufttätet har Eksjöhus procentuellt minskat antalet nybyggda hus där luftläckagevärdet överstiger de krav/riktlinjer företaget har.

För att undersöka om luftläckage visar på ökad uppvärmd energi genomfördes en korrelationsstudie där två variabler sätts i korrelation till varandra. Studien är tänkt att visa att om ett hus läcker mycket luft kommer mängden energi som går åt till att värma upp huset att öka. I jämförelse mellan luftläckage och uppvärmd energi visar inte studien något generellt samband.

Arbetet tar inte hänsyn till byggnadernas specifika förutsättningar. Det leder till utebliven information kring levnadsvanor, antalet brukare och innetemperatur. I övrigt användes enbart energideklarationer från 103 samt 107 byggnader som deklarerats tidigast 1 januari 2019. Provtryckningsresultat för att undersöka hur arbetet med lufttätet för Eksjöhus proproducerade villor utvecklats begränsas från 2012 till 2022.

*Nyckelord: lufttätet, energiförbrukning, luftläckage, villa, energideklaration, provtryckning, korrelation, Eksjöhus, modulhus.*



## **Abstract**

This study investigating the correlation between energy consumption in energy declarations and air leakage values, with a focus on Eksjöhus-produced villas. To understand how Eksjöhus has been working with airtightness during 2012 to 2022 an interview and an analysis of statistic has been done.

The aim of this work is to investigate how the energy consumption documented in energy declarations can be correlated with the air leakage obtained through an air leakage test.

The results suggest that Eksjöhus implemented a solitary modification to the building envelope since 2012, which did not significantly affect the overall air leakage values. During the period there was a proportional decrease in the number of new houses exceeding Eksjöhus requirements/guidelines for air leakage.

No general correlation was found between energy consumption and air leakage. When sorting data for low energy consumption and low air leakage a clearer correlation was found. The result also shows an economic advantage of constructing buildings with high airtightness.

*Key words: air tightness, energy consumption, air leakage, villas, Eksjöhus, energy declaration.*



## **Förord**

Vi vill rikta ett stort tack till handledare Linus Björnlund på Conservator AB för ditt engagemang och din kunskap du delat med dig av kring lufttäthet och rapportskrivande. Ett stort tack till David Norrman på Eksjöhus AB för all hjälp med framtagning av data, intervju och den viktiga information du delat med dig av kring hur Eksjöhus konstruerar sina hus.

Vi vill även tacka handledare Åke Tyrberg från Linnéuniversitetet för många kloka råd och nyttiga synpunkter, samt den tid du lagt ner åt vägledning genom hela arbetsprocessen.

Felicia Lagerqvist & Jonathan Svensson

Växjö, 18 september 2023





# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion .....</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund och problembeskrivning.....	2
1.2	Syfte och mål .....	2
1.2.1	<i>Syfte</i> .....	2
1.2.2	<i>Mål</i> .....	2
1.3	Avgränsningar.....	3
<b>2</b>	<b>Teoretiska utgångspunkter .....</b>	<b>5</b>
2.1	Begreppsförklaring .....	5
2.2	Lufttäthet.....	5
2.3	Lufttäthetsprovning.....	6
2.4	Ventilationssystem.....	7
2.4.1	<i>Från- och tilluftssystem med värmeåtervinning</i> .....	7
2.4.2	<i>Frånluftssystem</i> .....	8
2.5	Energideklarationen .....	8
2.5.1	<i>Normaliserat värde för tappvarmvatten</i> .....	10
2.5.2	<i>Vattenförbrukning</i> .....	10
2.6	Energieffektiva byggnader.....	10
2.6.1	<i>Lågenergihus</i> .....	10
2.6.2	<i>Passivhus</i> .....	10
2.7	Klimatskalets allmänna uppbyggnad .....	11
2.7.1	<i>Grundkonstruktion</i> .....	11
2.7.2	<i>Väggkonstruktion</i> .....	11
2.7.3	<i>Takkonstruktion</i> .....	12
2.7.4	<i>Fukt i trä och dess koppling till lufttäthet</i> .....	12
2.8	BBR 29 kap. 9 Energihushållning.....	13
<b>3</b>	<b>Objektbeskrivning .....</b>	<b>15</b>
3.1	Klimatskärmen i Eksjöhus villor.....	15
3.1.1	<i>Ytterväggskonstruktion</i> .....	15
3.1.2	<i>Bjälklagsanslutning</i> .....	15
3.1.3	<i>Anslutning mellan tak och vägg</i> .....	17
<b>4</b>	<b>Metod och genomförande.....</b>	<b>19</b>
4.1	Intervju.....	19
4.2	Sekundärdata.....	19
4.3	Excelberäkningar .....	19
4.3.1	<i>Energi till uppvärmning</i> .....	19
4.3.2	<i>Korrelationsanalys</i> .....	20

<b>5</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>23</b>
5.1	Intervju.....	23
5.1.1	<i>Intervju med David Norrman, Eksjöhus AB</i> .....	23
5.2	Lufttäthetsutveckling för Eksjöhus villor mellan åren 2012 och 2022 .....	23
5.2.1	<i>Luftläckagevärde</i> .....	24
5.3	Energideklarationens reliabilitet .....	26
5.4	Korrelation mellan energi till uppvärmning och luftläckagesvärde.....	27
5.4.1	<i>Generell korrelationsanalys mellan energi till uppvärmning och luftläckage</i> .....	27
<b>6</b>	<b>Analys</b> .....	<b>31</b>
6.1	Analys och diskussion av hur lufttätheten utvecklats i Eksjöhus villor mellan 2012 och 2022.....	31
6.1.1	<i>Medelvärde/standardavvikelse</i> .....	31
6.1.2	<i>Högsta och lägsta luftläckagevärde</i> .....	31
6.1.3	<i>Medelvärde fördelat på hustyp</i> .....	31
6.1.4	<i>Procentuellt antal hus med luftläckagesvärde högre än 0,5 l/s/m<sup>2</sup></i> .....	32
6.2	Analys och diskussion av korrelation mellan energideklaration och luftläckagevärde.....	32
6.2.1	<i>Energideklarationens reliabilitet</i> .....	32
6.2.2	<i>Korrelation mellan luftläckage och uppvärmd energi</i> .....	32
6.3	Analys och diskussion av metod och genomförande .....	33
6.3.1	<i>Sekundärdata</i> .....	33
6.3.2	<i>Excel som beräkningsverktyg</i> .....	34
6.3.3	<i>Energideklarationer</i> .....	34
<b>7</b>	<b>Slutsatser</b> .....	<b>35</b>



# 1 Introduktion

År 2019 uppmättes jordens genomsnittstemperatur till 1,1°C varmare än före industrialiseringen år 1850. Enligt Europeiska kommissionen orsakar människor för närvarande en temperaturökning på 0,2°C per årtionde. Det skulle resultera i att jorden uppnår en temperaturökning på 2°C inom 50 år. En sådan temperaturökning kan leda till kraftiga klimatförändringar, miljöförstöring och negativ påverkan på jordens befolkning. Intergovernmental Panel on Climate (IPCC) har därför satt upp ett mål att den globala uppvärmningen bör undvika att överstiga 1,5°C (Maibach, Sarfaty, Mitchell & Gould 2019). 25 september 2015 antog FN:s medlemsländer 17 mål i Agenda 2030, som är tänkt att bland annat lösa klimatkrisen. Det är 169 delmål som ska uppnås utan att ersätta varandra och alla världens länder är ansvariga att bidra. Enligt Mål 7 inom Agenda 2030 ska Sverige uppnå 50 % mer effektiv energianvändning år 2030 vilket sätts i relation till år 2005 (Statistikmyndigheten 2022).

Miljö- och klimatpåverkan är en debatterad fråga i dagens samhälle. Den dominerande påverkan på klimatet kommer från utsläpp av växthusgaser och markanvändning orsakade av människan. Idag släpps det i världen ut cirka 40 miljarder ton koldioxid varje år (Naturvårdsverket u. å.). Den svenska byggsektorns utsläpp uppgick till 9,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2020. Det innebär att byggsektorn står för 21 procent av Sveriges totala utsläpp (Boverket 2023a). Till utsläppet i Sverige tillkommer 6,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter orsakat av importerade produkter.

All produktion av energi gör avtryck på miljön och de största utsläppen sker i produktion, vid transporter och val av material. Vid förbränning släpps det ut bland annat koldioxid, svaveldioxid och kväveoxid (Lejestrand 2017). Utsläppen bidrar till att atmosfären värmer upp jordytan och leder till att växthuseffekten förstärks (Naturvårdsverket u. å.). Även energiproduktion utan förbränningsrelaterade utsläpp som exempelvis vattenkraft gör avtryck på miljön, till exempel i oregelbundna vattenflöden. Det oregelbundna vattenflödet påverkar florin i strandzonen och fiskens vandringsmöjligheter (Lejestrand 2017).

Det finns idag ett stort behov av att bygga mer energieffektivt för att uppnå en del av de uppsatta energi- och klimatmålen inom EU till år 2030 (Energimyndigheten 2020). Målet är att minska energianvändningen med 32,5 procent genom bättre energieffektivitet. Av Sveriges totala energianvändning 2022 gick 53 % åt till uppvärmning inklusive varmvatten i lokaler och hushåll. Lokaler står för cirka 26 %, flerbostadshus för 34 % och småhus som motsvarar villor och radhus för 40 % av uppvärmningsandelen (Energimyndigheten 2022).

I februari 2023 visade Statistikmyndighetens rapport en inflationstakt på 12 % enligt konsumentprisindex. I takt med att inflationen ökat har kostnaden för mat, bränsle och elektrisk energi stigit. Årsförändring på livsmedel och boende har ökat med 22,1 % respektive 18,4 % (Statistikmyndigheten 2022). Elpriset är idag 585 % högre än i december 2016 vilket är en bidragande faktor till att elförbrukningen idag diskuteras (Vattenfall 2023). Enligt Eskilstuna Energi och Miljö (2021) beräknas en villa på 100 m<sup>2</sup> förbruka 12000-14000kWh/år med direktverkande el. Hur mycket ett hus förbrukar beror bland annat av vilken värmekälla som används, ventilationssystemet och specifika hushållens förutsättningar (Eskilstuna Energi och Miljö 2021).

## 1.1 Bakgrund och problembeskrivning

Anledningen till att inomhusmiljön är viktig är på grund av att människor idag vistas 90 % av dygnets timmar inomhus. Inomhusklimatet baseras på luftens kvalitet och påverkas av lufttäthet, fuktsäkerhet, termisk komfort, radonförekomst samt hur akustik och ljusinsläpp upplevs i byggnaden (RISE 2023).

Boverket ställer krav på energihushållningen i byggnader enligt följande ”Byggnader ska vara utformade så att energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning och effektiv elanvändning” (Boverket 2011, kap. 9). Enligt Boverket får inte en bostads energianvändning överstiga primärenergitalet 90 kWh/m<sup>2</sup> om bostaden är större än 130 m<sup>2</sup> (Boverket 2011, kap. 9).

För att kartlägga att kraven uppfylls görs en energibalansberäkning på byggnaden som sedan kan kompletteras med en lufttäthetsprovning vid byggnadens färdigställande. Under lufttäthetsprovningen appliceras en tryckskillnad över klimatskalet med hjälp av en fläkt som skapar ett över- och undertryck i byggnaden (Kölsch & Walker 2020). Med hjälp av lufttäthetsprovning kan det exakta luftläckaget i byggnaden mätas. För att lokalisera eventuella luftläckage kan lufttäthetsprovningen kompletteras med termografering. Det kan finnas flera orsaker till att det finns ett luftläckage i klimatskalet och i produktion kan arbetsutförande, materialens egenskaper och konstruktionens uppbyggnad påverka dess isolerförmåga samt hur luften rör sig i byggnaden (Sikander, Capener & Esad 2015).

Energiförbrukningen dokumenteras i en energideklaration som registreras hos Boverket två år efter det att huset tagits i bruk. Deklarationen är tänkt att ge en tydligare bild av hur mycket energi som faktiskt går åt när huset används. Energideklarationen visar geografisk placering, byggnadstyp, energianvändning samt byggnadens uppvärmda area ( $A_{temp}$ ). Energideklarationens giltighetstid är tio år och för hus som ägs av en bostadsrättsförening är det lag på att en ny deklaration ska upprättas inom tidsramen för giltighetstiden. Om bostadsägaren har äganderätt finns det inget krav att upprätta en ny energideklaration innan försäljning av byggnaden (Boverket 2022a).

Examensarbetet ska i jämförelse mellan luftläckagevärdet och uppvärmd energi ur energideklarationen undersöka till vilken grad lufttätheten påverkar energiförbrukningen. Hypotesen är att visa ett samband mellan lufttäthet och uppvärmd energi som kan användas som incitament för att arbeta med lufttäthet i ett tidigt skede.

## 1.2 Syfte och mål

### 1.2.1 Syfte

Syftet med arbetet är att ge branschen ett incitament på varför det är viktigt att arbeta med lufttäthet i nyproducerade villor. Arbetet är även tänkt att ur ett smalt perspektiv undersöka energideklarationens reliabilitet för jämförelse av en byggnads luftläckage.

### 1.2.2 Mål

Målet med examensarbetet är att presentera ett underlag där luftläckage i relativt nyproducerade villor jämförs mot dess faktiska energiförbrukning. Det för att ytterligare lyfta vikten av lufttäthet vid nyproduktion och renovering.

För att lyckas med detta skall följande frågeställningar besvaras:

1. Hur har lufttätheten för Eksjöhus villor förändrats mellan 2012 och 2022?

2. Finns det ett samband mellan lufttätthet och energianvändning i energideklarationen?
3. Till vilken grad påverkar lufttättheten energiförbrukningen i Eksjöhus moderna villor?

### **1.3 Avgränsningar**

Denna rapport behandlar endast insamlade data från villor producerade av Eksjöhus AB. Data som tillhandahålls omfattar 3410 trävillor som lufttätetsprovats under tidsperioden 2012 till 2022. Eksjöhus AB påbörjade lufttätetsprovning år 2012 och data före är irrelevant för rapportens syfte.

Energideklarationer begränsas till de fastigheter som återfinns i Eksjöhus databas och urvalet begränsas till fem hustyper. På grund av ändring av primärenergitalet används totalt 103 energideklarationer utförda från 1 januari 2019. I studien genomförs en översiktlig genomgång av 107 energideklarationer för att undersöka deklarationens reliabilitet i sammanhanget. Undersökningen är gjord i ett smalt perspektiv och är inte tänkt att bedöma energideklarationens användbarhet i allmänhet.

Arbetet kommer inte att behandla hushållets specifika förutsättningar i form av levnadsvanor eller brukarantal. För att undersöka hur ett hus lufttätthet kan påverka energiförbrukningen begränsas arbetet till byggnadens luftläckage och energiförbrukning för uppvärmning. Lufttätetsprovningarna har genomförts av olika företag vilket kan påverkat mätresultatet.



## 2 Teoretiska utgångspunkter

Kapitlet presenterar tidigare forskning och vetenskap för att ge en ökad förståelse kring forskningsläget och ämnet.

### 2.1 Begreppsförklaring

$A_{om}$ : Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelar mot uppvärmda delar av bostäder.

$A_{temp}$ : Uppvärmad area i en byggnad.

**BEN**: Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår.

**Frånluftsdon**: Komponent som fungerar som en utloppspunkt där den använda luften inomhus kan strömma ut genom klimatskalet.

**Inomhusmiljö**: Med inomhusmiljö menas fukt i byggnader, buller, ljus, radon, skadedjur och ventilation.

**Primärenergital**: Det tal som beskriver byggnadens energiprestanda enligt svenska regler.

**RF**: Relativ fuktighet, ett mått på hur mycket fukt luften innehåller i förhållande till maximal mängd fukt som luften kan bära.

**Tilluftsdon**: Komponent som fungerar som en inloppspunkt där utomhusluften kan strömma in genom klimatskalet.

**Primärenergital**: Det tal som beskriver byggnadens energiprestanda enligt svenska regler.

**Värmeåtervinning**: System för uppvärmning i bostäder som återanvänder värmen inifrån för att värma upp den nya luften som kommer in.

### 2.2 Lufttäthet

Ett optimalt inomhusklimat påverkas av ett flertal faktorer, där bland annat lufttäthet kan medföra fuktsamling i konstruktionen. Konvektion av luft är ett fysiskt fenomen som uppstår vid tryckskillnader när luft exempelvis tar sig in i byggnaden genom sprickor eller oavsiktliga öppningar i konstruktionen eller klimatskalet (Prignon & Van Moeseke 2017). Lufttäthet är den viktigaste faktorn, där mängden luft som tränger in genom konstruktionen och klimatskalet vid en tryckskillnad på 50 Pa mäts. En byggnad ska vara tät både från ut- och insidan på grund av att luft och fukt vill tränga sig igenom material från båda hållen. Luftrörelser i och kring konstruktioner och material påverkar både fukt- och värmeflödet i byggnaden (Sandberg & Sikander 2004).

Luften i en byggnad ska bytas ut i tillräcklig mängd genom ventilationssystemet och inte genom sprickor och otätheter i klimatskalet. Vid injustering av ventilationssystemet är det viktigt att systemet inte hamnar i obalans. Ett invändigt övertryck kan medföra att den fuktiga luften trycks ut i klimatskalet vilket leder till fuktansamling i konstruktionen (Träguiden 2017). Ett klimatskal som släpper igenom mycket luft har också en negativ effekt på energianvändningen vilket leder till en högre miljöpåverkan. För att motverka detta ställs krav på arbetslaget vid byggnation, materialval, utformning av byggnad och en hög kvalitet genom hela byggprocessen (Sandberg et. al. 2007).



## 2.3 Lufttätetsprovning

Lufttätetsprovning görs i byggnader under byggskedet, vid färdigställande och i befintliga byggnader enligt standard SS-EN ISO 9972:2015 för att mäta hur lufttät byggnadens klimatskal är. Byggnaden tätas och trycksätts med hjälp av en fläkt till ett över- och undertryck och luftflödet för att uppnå en viss tryckskillnad över byggnadens klimatskal mäts (Zheng, Cooper, Gillott & Wood 2020).

För att genomföra mätningen monteras en tät duk, en så kallad Blower door, vanligtvis i en ytterdörr eller fönsteröppning på byggnaden eller den del av byggnaden som ska provtryckas, se Figur 1. I den täta duken placeras en fläkt som riktas åt olika håll beroende på om över- eller undertryck ska skapas. Till fläkten kopplas en dator, reglerutrustning för fläktens varvtal samt en tryckmätare för mätning av tryckskillnad över klimatskalet. För mätning av tryckskillnad kopplas det slangar till tryckmätaren som leds bort från fläkten. En slang placeras utomhus en bit bort från fläkten på en plats där vindhastigheten inte överstiger 6 m/s. Vid högre vindhastighet kan mätosäkerheten påverkas. En annan slang placeras inomhus på en plats en bit från fläkten. För att genomföra mätningen krävs även ett mätinstrument för mätning av temperatur utom- och inomhus.

Innan lufttätetsprovning påbörjas kontrolleras att ventilationsfläktar i byggnaden är avstängda. Dessutom tätas ventilationskanaler med ballonger eller tejp, avloppsöppningar och golvbrunnar tätas eller vattenfylls, fönster och dörrar stängs och tätningslist kring vindslucka kontrolleras.

Vid start av lufttätetsprovning trycks byggnaden till 50 Pa invändigt undertryck, en första avläsning av luftflödet görs för att bedöma om täthetskravet uppfylls. Vid för högt luftflöde görs en läckagesökning för att konstatera var byggnaden läcker. Läckagesökning genomförs med hjälp av en värmekamera och en lufthastighetsgivare. En värmekamera visar endast temperaturskillnader vilket inte behöver innebära ett konstaterat luftläckage. En lufthastighetsmätare placeras där en temperaturskillnad visas och lufthastigheten i m/s för läckaget kan konstateras, se Figur 2. Även om kravet för luftflödet uppfylls redan vid första mätningen görs innan den verifierande mätningen en läckagesökning vid tillfälliga tätningar. Det för att inte behöva göra om den verifierade mätningen om det i efterhand upptäcks att tillfälliga tätningar blivit defekta under första provtryckningen.

Efter färdig läckagesökning och åtgärder vid eventuella läckage påbörjas den slutgiltiga mätningen. Byggnaden trycks med ett över- och undertryck över klimatskalet på 50 Pa, varvid en mätserie av totalt minst fem mätpunkter i byggnaden sammanställs. Den högsta och lägsta tryckskillnaden identifieras och ett medelflöde beräknas. Det beräknade flödet divideras med klimatskalets inre omslutningsyta ( $A_{om}$ ) vilket ger ett lufttätetstal i enhet  $l/s/m^2$ . Boverkets byggregler (BBR) 29 ställer ett lufttätetskrav på mindre än  $0,6 l/s/m^2$  på småhus med mindre än  $50 m^2$  uppvärmd area ( $A_{temp}$ ) medan övriga hus inte omfattas av något krav. Det lufttätetstal som ska uppfyllas styrs beroende på det beställarkrav som finns i energibalansberäkningen för byggnaden.



Figur 1 Blower door. (Foto taget av Ulf Lidberg, Conservator, 2023-04-13. Publicerad med godkännande från upphovsrättsägare.)

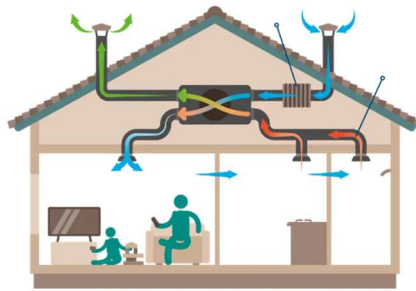


Figur 2 Lufthastighetsmätare. (Foto taget av Jonathan Svensson 2023-04-13.)

## 2.4 Ventilationssystem

### 2.4.1 Från- och tilluftssystem med värmeåtervinning

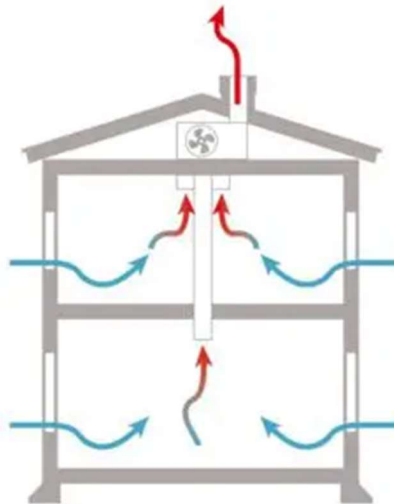
Ett FTX-system är ett från-och tilluftssystem med värmeväxlare, se Figur 3 för exempel, där frånluften används till att värma upp den inkommande luften genom en värmeväxlare. Tilluften kan värmas upp till 17–20°C vilket minimerar risken för kallras. Tilluftsdon placeras i vardagsrum och sovrum, frånluftsdon i badrum, förråd, kök och garderob som transporterar ut luft med hjälp av ett fläktsystem. (Svensk ventilation u.å.).



Figur 3. Från- och tilluftssystem med värmeåtervinning (Källa: Energybuilding (u. å. a). Publicerad med medgivande av upphovsrättsinnehavaren).

### 2.4.2 Frånluftssystem

I ett frånluftssystem (även kallat F-system) används frånluftsdon med en fläkt som transporterar ut luften från huset. Utomhusluften kommer in via ventiler som kan placeras i väggen, fönsterkarmen eller bakom ett element. Vanligtvis kompletteras F-systemet med värmeåtervinning och kallas istället för FX-system, se Figur 4. Att använda ett FX-system är nödvändigt för att klara BBR krav för energisnålt byggande (Boverket 2023b).



Figur 4. Frånluftssystem med värmeåtervinning (Källa: Energybuilding (u.å. b). Publicerad med medgivande av upphovsrättsinnehavaren).

## 2.5 Energideklarationen

I Sverige har det arbetats med att ta fram energideklarationer för byggnader sedan den 1 oktober 2006 och den första energideklarationen upprättades i september 2007. Arbetet påbörjades för att stödja energifrågorna som tagits fram inom EU med syfte att främja energieffektivitet, energibesparingar och utveckling av nya och förnybara energikällor. Energideklarationen har som syfte att säkerställa att byggnader uppfyller ett gott inomhusklimat och en god energiprestanda. Byggnadsägare med äganderätt har ett krav på sig att i god tid ta kontakt med en certifierad energiexpert som sedan upprättar en energideklaration. Byggnadsägaren ska sedan lämna in energideklarationen till byggnadsnämnden i kommunen, vilket ska vara gjort senast två år efter det att byggnaden tagits i bruk (Boverket 2019).

Energideklarationen är en viktig del i Sverige för att uppfylla de klimatmål som FN tagit fram i Agenda 2030. Byggnadsägaren får genom energideklarationen en möjlighet att se

byggnadens energiprestanda, samt vilka åtgärder som kan göras för att sänka byggnadens energianvändning utan att kvaliteten på inomhusmiljön förändras (Boverket 2019).

En viktig aspekt är att specifik energianvändning byttes ut till primärenergital den 1 juli 2017. Primärenergitalet beräknas med den levererade energin till byggnaden som förutsättning, till skillnad från specifik energianvändning som beräknades på byggnadens förbrukade energi. Baserat på ändringen utgår energiklassen i energideklarationen från och med 1 januari 2019 på primärenergitalet i stället för specifik energianvändning, då den i stället finns med som tilläggsinformation i sammanfattningen. Primärenergitalet baseras på Ekvation 1.

$$\text{Primärenergital} = \frac{\text{levererad energi till byggnad}}{A_{temp}} \quad (1)$$

Primärenergitalet baseras på geografiska klimatfaktorer, samt utgår från levererad energi till byggnaden, med en primärfaktor baserad på byggnadens energibärare. Primärenergitalet visar på hur mycket energiresurser som behöver tillföras energisystemet för att uppfylla energibehovet. Tidigare delades Sverige in i 3–4 olika klimatzoner, där beräkning påverkades av vilken zon som byggnaden var placerad i. Till följd av ändringen från specifik energianvändning till primärenergitalet kan energiklasserna för byggnaderna med en deklaration gjorda innan och efter 1 januari 2019 inte korrekt jämföras (Boverket 2019).

Boverket som ansvarar för energideklarationer anger på sin webbplats att energideklarationen innehåller dessa uppgifter (Boverket 2023d):

- energiklass
- energiprestanda, som från och med 1 januari 2019 anges som byggnadens primärenergital
- det krav på energianvändning som skulle gälla vid uppförande av en ny byggnad av samma slag angivet som byggnadens primärenergital
- specifik energianvändning (tidigare energiprestanda)
- energianvändning för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsel
- värmesystem
- den uppvärmda arean, kallad  $A_{temp}$
- om radonmätning är utförd eller inte, och i så fall uppmätt värde
- om ventilationskontroll (OVK) är utförd eller inte
- åtgärdsförslag, för att minska energianvändningen, om energiexperten har föreslagit sådana
- vilken energiexpert som utfört energideklarationen sammanfattning av energideklarationen.

För exempel på hur energideklarationen är utformad och strukturerad, se Bilaga 1.

Enligt 8 § lagen om energideklaration för byggnader ska ägaren av en byggnad se till att byggnaden besiktigas på plats innan en energideklaration upprättas. Enligt föreskrifter från regeringen finns generella undantag för besiktning innan en energideklaration upprättas (Boverket 2023c). De generella undantagen är enligt Boverket:

- Byggnaden är ett enbostadshus och har liknande utformning, storlek och energiegenskaper som en annan byggnad som har besiktats och överensstämelsen garanteras av den oberoende experten,

- Energideklarationen avser en del av en byggnad som har samma utformning, storlek och energiegenskaper som en annan del av byggnaden och den delen har besiktats,
- Byggnaden är ny eller har dokumenterat god energiprestanda, eller
- Den som upprättar energideklarationen bedömer att kostnaden för besiktningen kommer att motsvara minst hälften av försäljningspriset för byggnaden.

### 2.5.1 Normaliserat värde för tappvarmvatten

Normalisering används för att ge en bild av ett normalt år för exempelvis en byggnads energianvändning. I energideklarationen används det för att kunna ge en rättvis bild över normalförbrukningen vid en eventuell försäljning.

Normaliserat värde för tappvarmvatten i småhus beräknas enligt Ekvation 2.

$$S_{\text{tappvarmvatten}} = \frac{20 \cdot A_{\text{temp}}}{\text{Årsverkningsgrad}_{\text{tappvarmvatten}}} \quad (2)$$

De värden som används i Ekvation 2 gör det möjligt att en faktisk energi ändras till ett normaliserat värde. Det eftersom byggnaden kan ha installationer som solceller eller värmeväxlare som kan bidra till minskad mängd levererad energi. Utöver normalvärde för tappvarmvatten kan även normaliserade värden används om en byggnads internlast, uppvärmning eller komfortkyla på något sätt har manipulerats. Till exempel kan temperaturförändringar vara en sådan orsak. Normal temperatur i småhus är 21°C och bör mätas vid besiktning inför uppförandet av energideklarationen. Enligt Boverket (2022b) ska en korrigering med 5 % genomföras om innetemperaturen ändrats med mer än 1°C. Korrigeringen görs enbart om det anses vara orsakat av de som brukar byggnaden (Boverket 2022b).

### 2.5.2 Vattenförbrukning

Enligt Svenskt Vatten (2021) är normalförbrukning för dricksvatten 140 liter per person och dygn. Det är ett medelvärde baserat på insamlade data från hushåll i Sverige. Mängden vatten som förbrukas varierar beroende på var i Sverige som huset är beläget (Svenskt vatten 2021).

## 2.6 Energieffektiva byggnader

### 2.6.1 Lågenergihus

Samlingsbegreppet lågenergihus behandlar olika hustyper som utformas för att minimera energiförlusterna. Det är strikta regler för att få ett hus certifierat som ett lågenergihus. Det krävs att el- och värmebehovet minimeras, solen används som energikälla samt att den totala energiförbrukningen minskas med 25 % från BBR:s krav. Bland lågenergihus finns även nollenergihus och plusenergihus. Nollenergihus producerar lika mycket energi som dess förbrukning. Plusenergihus kan producera mer energi än dess förbrukning och överskottet kan exempelvis säljas vidare (Passivhuscentrum 2020a).

### 2.6.2 Passivhus

Ett passivhus kännetecknas av solens passiva uppvärmning, värmeåtervinning i ventilation samt ett välisolerat och lufttätt klimatskal. Det var Wolfgang Feist som år 1990 konstruerade det som branschen kommit att kalla för passivhus. Wolfgang Feist,

själv byggnadsfysiker i yrket, skapade ett energisnålt radhus som ligger till grund för de 40 000 passivhus som finns idag (Passivhuscentrum 2020). Kravspecifikationen för passivhus i Sverige kom först år 2007 vilket innebär att det var först då som ett hus kunde godkännas som passivhus (Samuelsson & Lüddeckens 2009). Det första godkända passivhuset i Sverige var en förskola i Åkersberga, även om passivhus byggdes redan 2001, dock utan certifiering (Passivhuscentrum 2020).

Som tidigare nämnt är passiv uppvärmning, värmeoptimeringen och ett tätt klimatskal det som definierar ett passivhus. Människor avger spillvärme och elektronik ger ifrån sig restenergi som tillsammans med sol och luft används som värmekälla under större delen av året. Huset kan däremot behöva kompletteras med en värmekälla under den kyligare delen av året (Passivhuscentrum 2020).

I ett passivhus isoleras ytterskiktet mer än i ett traditionellt hus. Det är också viktigt att anslutningar mellan byggnadsdelar minimerar köldbryggor. Större fönsterpartier placeras i söderläge för att få fler soltimmar under vinterhalvåret vilket medför att passivhus behöva utformas med någon form av avskärmning eller persienner för att kunna skydda mot hög solstrålning under sommarhalvåret. Passivhus kan även byggas med luftslussar som skapar en sluss mellan ytterdörren och dörren in till huset. Det gör att luftförluster minimeras och den varma luften behålls inomhus (Passivhuscentrum 2020).

Passivhus har flera fördelar och bra luftkvalitet är en av dem främst på grund av det täta skalet och bra ventilation. Eftersom passivhus anses vara helt täta är det viktigt att fukt inte byggs in. Fukt som inte torkas ut kan skapa mikrobiell påväxt (GarBo u. å.). Det är därför av stor vikt att byggdelar inte utsätts för nederbörd innan huset har tätats. Passivhus har enligt standard SS-EN ISO 9972:2015 (Swedish Standards Institute, 2016) ett luftläckagekrav på 0,3 l/s/m<sup>2</sup>.

## **2.7 Klimatskalets allmänna uppbyggnad**

### **2.7.1 Grundkonstruktion**

Om marken är fast kan en grundläggning med armerad betongplatta användas. Plattan kan kombineras med pålar om byggnaden ska placeras på en lösare mark. Det gjuts på plats i en form där armering, isolering, dränering och eventuell rörläggning placeras innan formen fylls med betong av lämplig klass.

Plattan är uppbyggd av ett minst 150 mm tjockt lager makadam som fungerar som ett dränerande och kapillärbrytande skikt. Ovan makadamen läggs värmeisolering i två skikt som mot de yttre delarna av plattan främst läggs för energihushållningen, mot mitten av plattan är isoleringens uppgift främst att förhindra fuktskador. Betongplattan gjuts sedan ovan isoleringen och är en del av tätheten i klimatskalet. Anslutningarna mellan plattan och ytterväggar, fogar och genomföringar ska lufttätas. En sprickfri och lufttät konstruktion är även fördelaktig vad gäller radon (Strandberg & Lavén 2018).

### **2.7.2 Väggekonstruktion**

#### *2.7.2.1 Utvändigt ytskikt*

Ett regnskydd placeras som yttersta skikt i väggekonstruktionen och har som uppgift att tätas för att skydda mot nederbörd. Regnskyddet kan bestå av exempelvis glas, plåt, natursten, träpanel, tegel eller puts. Vilket materialval som är lämpligt beror på om regnskyddet ska vara helt tätt eller om det tillåts att innehålla mindre mängd fukt. Material kan också väljas utifrån estetiska skäl. Trä, tegel och puts är material som släpper igenom fukt när det utsätts för nederbörd. Ska det istället vara tätt är glas, plåt

eller natursten att föredra. Det finns dock alltid en risk att vatten tränger igenom ytskiktet. Inträngande vatten genom ytskiktet kan luftas bort via en luftspalt för att förebygga att vattnet fortsätter vidare in i konstruktionen (Strandberg & Lavén 2018).

#### 2.7.2.2 Ångspärr och ångbroms

Den fuktiga inomhusluften kan transporteras genom diffusion eller konvektion. Det vanligaste är fuktkonvektion vilket kan undvikas om konstruktionen är helt lufttät. Vid fuktkonvektion transporteras fukten med luftrörelser genom hålrum i ångspärren (Strandberg & Lavén 2018). Ångspärren eller ångbromsen ska förhindra att fuktig inomhusluft transporteras genom konstruktionen.

Ångspärr kan tillverkas som plastfolie av åldringsbeständig polyeten som placeras på den varma sidan av isoleringen. Plastfolien ger ett tätt invändigt klimatskal förutsatt att inga hålrum finns i ångspärren. Ångbromsen kan tillverkas som en plastfolie av armerad fiberduk i polypropen. En ångbroms används på liknande sätt som ångspärren men är inte lika diffusionstät. Det kan ge förutsättningar i en tät konstruktion, eftersom fukten lättare kan torka ut. Ångbromsen kan också lämpa sig i sommarboende där uppvärmning sker periodvis. Ångspärren och ångbromsen är en del i ett system som projekteras för lufttätt byggande (Strandberg & Lavén 2018).

#### 2.7.3 Takkonstruktion

Taket är en viktig byggnadsdel, både ur ett tekniskt och estetiskt perspektiv. Taket kan utformas på en mängd olika sätt, exempelvis som sadeltak, valmat sadeltak, pyramidtak eller platt tak. Beroende på val av tak och taklutning begränsas valet av taktäckningsmaterial. För att bygga ett tegeltak krävs enliga AMA Hus 14 en minsta taklutning på 14 grader medan ett tak av profilerad plåt med tätning i överlappsfogar på stålåsar kan byggas på 5.7 graders lutning (Strandberg & Lavén 2018).

Ett tak bärs upp av ett bärverk som dimensioneras för de laster som taket utsätts för horisontellt och vertikalt. Ett bärverk kan vara fackverk, balkar, takstolar och ram- eller bågkonstruktioner (Strandberg & Lavén 2018).

Vid byggnation av tak tas hänsyn till flertalet tekniska bedömningar. Där bland varma och kalla tak, fuktskydd, värmeisolering, brandskydd, takavvattnings och taksäkerhet (Strandberg & Lavén 2018).

#### 2.7.4 Fukt i trä och dess koppling till lufttäthet

Det är viktigt med en lufttät konstruktion, om konstruktionen inte är tät kan det leda till att luft som tränger in eller ut genom läckage kondenserar. Det kan leda till fuktskador vilket påverkar både ekonomiskt och miljön. Vid nybyggnation är det vikten av att bygga tätt och torrt stor. För att bygga torrt behövs det försäkras att fuktigt material inte byggs in i konstruktionen (Sikander 2015).

Trä är ett hygroskopiskt material och anpassar sig till omgivningen. Hygroskopi innebär att om luften är fuktig ökar fuktkvoten och virket sväller. Träet krymper när fuktkvoten minskar i en torrare miljö. Mängden fukt i materialet påverkar hållfastheten och beständigheten. Ett fuktigt virke är känsligare mot nedbrytning och försämrar dess förmåga att stå emot eventuell mikrobiell påväxt. Vid inbyggnad ska virkets RF hamna inom samma intervall som för aktuell omgivning. Däremot ska inte träs ytfukthet överstiga 18 % för att minimera inbyggnad av fukt (Svenskt Trä u.å. b).

## 2.8 BBR 29 kap. 9 Energihushållning

BBR (Boverkets Byggregler) ställer krav på att bostäder och lokaler ska vara utformade så att

- primärenergitalet ( $EP_{pet}$ ),
- installerad eleffekt för uppvärmning,
- klimatskärmens genomsnittliga luftläckage, och
- genomsnittlig värmegenomgångskoefficient ( $U_m$ ) för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden ( $A_{om}$ ), högst uppgår till de värden som anges i Tabell 1. Vid fastställande av byggnadens primärenergital tas även hänsyn till viktningsfaktorer per energibärare och geografiskt läge.

Tabell 1. Högsta tillåtna primärenergital och genomsnittligt luftläckage (BBR).

	<b>Primärenergital (<math>EP_{pet}</math>) [kWh/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> och år]</b>	<b>Klimatskärmens genomsnittliga luftläckage vid 50 Pa tryckskillnad [l/s m<sup>2</sup>]</b>
<b>Bostäder</b>		
Småhus > 130 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	90	Enligt avsnitt 9.26
Småhus > 90- 130 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	95	Enligt avsnitt 9.26
Småhus > 50-90 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	100	Enligt avsnitt 9.26
Småhus ≤ 50 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	Inget krav	0.6
Flerbostadshus	75	Enligt avsnitt 9.26

I Tabell 1 finns endast konkreta luftläckagekrav för småhus < 50 m<sup>2</sup> medan för alla andra byggnader gäller avsnitt 9:26 i BBR 29.





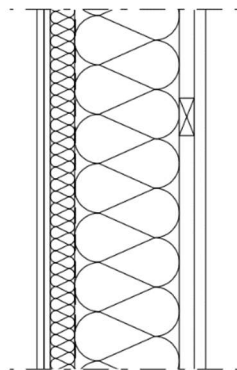
## 3 Objektbeskrivning

### 3.1 Klimatskärmen i Eksjöhus villor

#### 3.1.1 Ytterväggskonstruktion

Figur 5 visar standarduppbyggnaden för ytterväggar i en villa från Eksjöhus AB. Utsidan bekläms med till exempel vertikal Z-panel följt av från vänster (utsida):

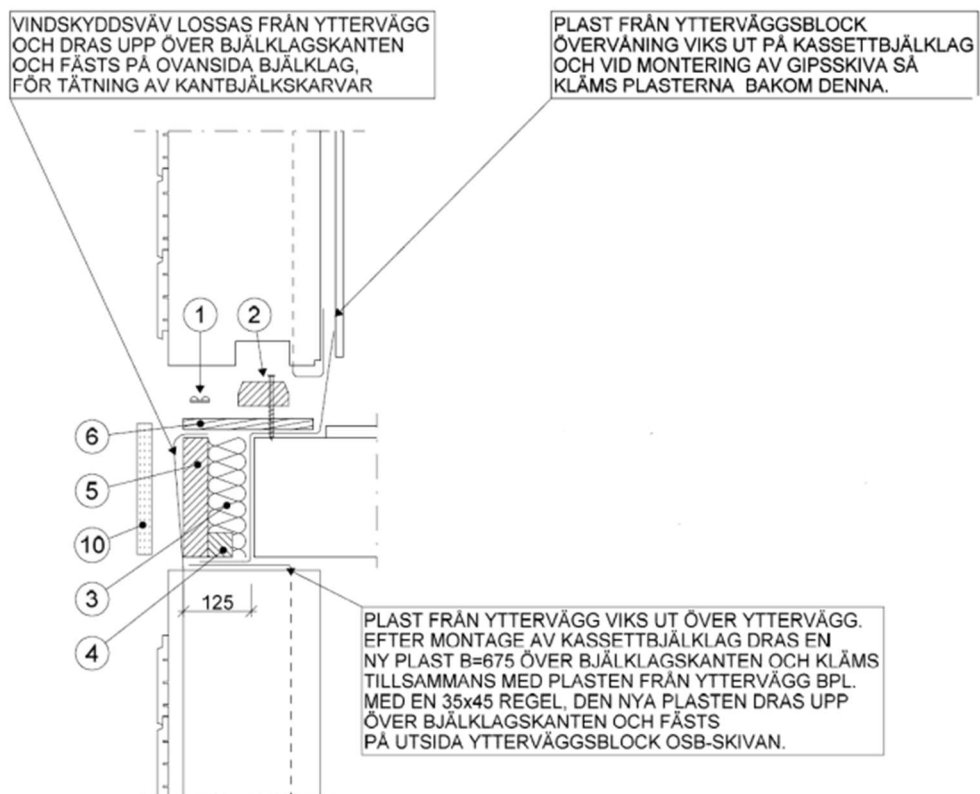
28x70 Horisontell spikläkt s.600  
Vinskyddsväv  
195 Mineralullsisolering  
195 Regelstomme (45x195 C24 s.600)  
Plastfolie (ångspärr)  
45 Mineralullsisolering  
45 Inv. sekundärregel  
12 OSB-skiva  
13 Gipsskiva B=900



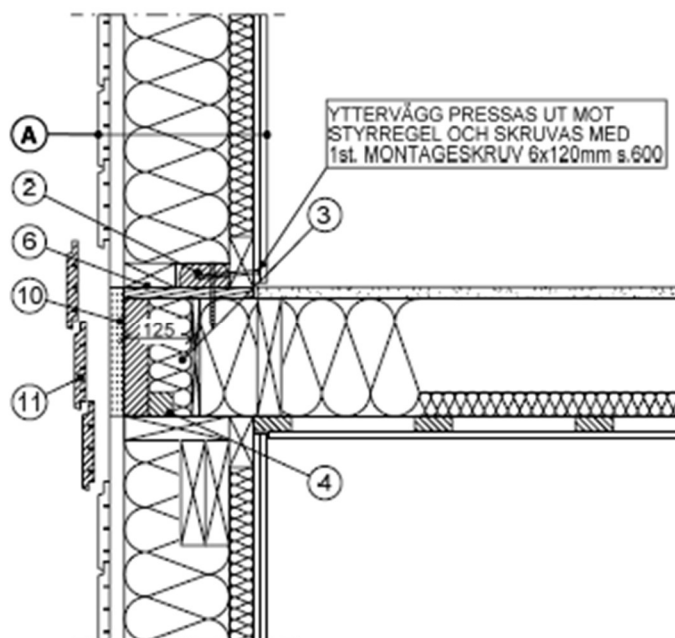
Figur 5. Detalj - Standard ytterväggskonstruktion i Eksjöhus villor, se Bilaga 2 för fullständig ritning. Publicerad med medgivande av upphovsrättsinnehavaren.

#### 3.1.2 Bjälklagsanslutning

I Figur 6 visas detalj för utförandet av infästning av plastfolie och vinskyddsväv. Det finns även förklarande text från Eksjöhus AB som beskriver utförandet för att få en tät konstruktion. Efter tätning enligt Figur 7 kopplas yttervägg och bjälklag ihop med montageskruv med centrumavstånd (s) 600 mm. För fullständig ritning se Bilaga 2.



Figur 6. Detalj - Infästning av vindskyddsväv från yttervägg över bjälklagskant. Publicerad med medgivande av upphovsinnehavaren.



Figur 7. Detalj - Infästning med montageskruv. Publicerad med medgivande av upphovsrättsinnehavaren.





## 4 Metod och genomförande

### 4.1 Intervju

För att kunna tolka resultatet och göra en analys gjordes en intervju med David Norrman, Teknisk chef på Eksjöhus AB. David kontaktades innan intervjun via e-post där frågor skickades i förberedande syfte. Intervjun genomfördes via Microsoft Teams där frågor ställdes i annan ordning och relevanta frågor lades till. Intervjun var tänkt att besvara frågor om hur Eksjöhus arbetat med lufttätthet mellan 2012 och 2022 samt vilka förändringar som gjorts i klimatskalet.

### 4.2 Sekundärdata

Arbetet startade med insamlande av data från Eksjöhus AB databas med avseende leveransdatum, ordernummer, fastighetsbeteckning, hustyp, kommun, omslutande area och resultat från lufttätetsprovning. Som en del i kvalitetssäkringen lufttätetsprovar Eksjöhus samtliga hus efter montage.

Urvalet för energideklarationer från Eksjöhus databas begränsades till följande hustyper: Balans Sadel 2016, Balans Valm vinkel/veranda, Harmoni, Nostalgi, Solberga, Prio158, Prio 129, Prio 141, Prio 165 inredd, PrioTvå och PrioFyra inredd.

Utifrån de fastigheter som finns i databasen hämtades ett urval av energideklarationer från Boverket ut. Ur energideklarationerna skrevs relevant information in i Excel där följande information hämtades från energideklarationer:

- utförande datum
- nybyggnadsår
- uppvärmd area i en byggnad ( $A_{temp}$ )
- primärenergital
- energi för kyla
- energi för tappvarmvatten
- energi för fastighetsel
- energikälla
- ventilationssystem
- beräknad energianvändning.

Insamlade data från de två olika databaserna kopplades samman i tabellformat i en Excelfil, enligt Bilaga 3.

### 4.3 Excelberäkningar

Vid beräkningar av energi till uppvärmning och korrelationskoefficient användes programmet Microsoft Excel. Beräkningarna gjordes med utgångspunkt ur definitionen för byggnadens primärenergital i BBR 29.

#### 4.3.1 Energi till uppvärmning

Den energi som i energideklarationen uppmätts gå åt till uppvärmning av en byggnad beräknas genom Ekvation (3) för byggnadens primärenergital ( $\text{kWh}/\text{år}/\text{m}^2$ ):

$$EP_{pet} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left( \frac{E_{upp,i}}{F_{geo}} + E_{kyl,i} + E_{tvv,i} + E_{f,i} \right) \times VF_i}{A_{temp}} \quad (3)$$

Därför kan uppvärmd energiförbrukning (kWh/år/m<sup>2</sup>) bestämmas enligt Ekvation (4):

$$E_{uppv,i} = \frac{\left(\frac{EP_{pet} \times A_{temp}}{VF} - E_{kyl,i} - E_{tvv,i} - E_{f,i}\right) \times F_{geo}}{A_{temp}} \quad (4)$$

Där:

$E_{uppv,i}$	är energi till uppvärmning,
$EP_{pet}$	är byggnadens primärenergital,
$E_{kyl,i}$	är energi till komfortkyla,
$E_{tvv,i}$	är energi till tappvarmvatten,
$E_{f,i}$	är byggnadens fastighetsenergi,
$VF_i$	är viktningsfaktor för respektive energibärare enligt tabell 9:2b i BBR 29
$A_{temp}$	är arean av samtliga våningsplan
$F_{geo}$	är geografisk justeringsfaktor enligt tabell 9:2c i BBR 29
$i$	Den temperatur i °C, för respektive ort, som framgår av 1-dagsvärdet i ” <i>n</i> -day mean air temperature” enligt SS-EN ISO 15927-5.

### 4.3.2 Korrelationsanalys

Vid korrelationsanalys mellan lufttäthet och den energi som i energideklarationen uppmätts gå åt till uppvärmning av en byggnad skapades sambandsdiagrammen. Sambandsdiagrammen togs fram ur en excelfil innehållande luftläckagevärdet och den beräknade uppvärmda energin för 103 byggnader. Med hjälp av Microsoft Excel ritades en regressionslinje som vid en nedåtgående linje visar ett negativt samband, horisontell linje visar inget samband och en uppåtgående linje ett positivt samband.

För att ta fram en regressionslinje används räta linjens ekvation som beskriver sambandet mellan de två variablerna baserad på minsta kvadratmetoden. För räta linjens ekvation, se Ekvation (5).

$$y = mx + b \quad (5)$$

Där

$y$	är den beroende variabeln
$m$	är linjens lutning
$x$	är den oberoende variabeln
$b$	är skärningen med y-axeln

I resultatet presenteras tre olika sambandsdiagram med tillhörande regressionslinje. Regressionslinje för korrelationsanalys mellan luftläckage & energi till uppvärmning, se Ekvation (6). Regressionslinje för korrelationsanalys mellan luftläckage under medelvärdet 27,2 kWh/år/m<sup>2</sup> & energi till uppvärmning, se Ekvation (7). Regressionslinje

för korrelationsanalys mellan luftläckage över medelvärdet 27,2 kWh/år/m<sup>2</sup> & energi till uppvärmning, se Ekvation (8).

Ekvation (6) hämtad ur Figur 15:

$$y = -34,907x + 36,368 \quad (6)$$

Ekvation (7) hämtad ur Figur 16

$$y = -0,627x + 20,524 \quad (7)$$

Ekvation (8) hämtad ur Figur 17

$$y = -60,629x + 55,433 \quad (8)$$

I Ekvationerna 6 till 8 ovan är  $y$  uppvärmda energin i byggnaden och  $x$  är det luftläckagevärde som huset har. Vid korrelationsanalysen togs korrelationskoefficienten fram i Excel genom funktionen KORREL, korrelationskoefficienten är enhetslös och visar graden av ett linjärt samband för två variabler mellan -1 och 1. Korrelationen kan antingen vara positiv eller negativ. En positiv korrelation visar att ett lågt värde för en variabel hänger ihop med ett lågt värde för den andra variabeln. En negativ korrelation visar att ett lågt värde för en variabel hänger ihop med ett högt värde för den andra variabeln.





## 5 Resultat

### 5.1 Intervju

#### 5.1.1 Intervju med David Norrman, Eksjöhus AB

David Norrman är Teknisk chef med inriktning mot forskning och utveckling på Eksjöhus AB. För en komplett citerad intervju, se Bilaga 4.

##### 5.1.1.1 Vad har Eksjöhus för krav på lufttätet idag?

- Eksjöhus har idag ett krav/riktmärke på 0,3 l/s/m<sup>2</sup> för enplanshus och 0,5 l/s/m<sup>2</sup> för flerplanshus. Kravet återfinns i byggbeskrivningen som ligger som bilaga till entreprenadkontrakt.

##### 5.1.1.2 Har kravet förändrats sedan 2012?

- Nej, kravet har varit detsamma sedan 2012.

##### 5.1.1.3 På vilket sätt har ni arbetat med lufttätet mellan 2012 och 2022?

- Sedan 2008 genomförs årligen en träff med ofta använda entreprenörer, vid dessa träffar har lufttäthetsfrågorna en betydande roll. Ett dokument för hjälp och guidning vid exempelvis stålbalkar, genomföringar och anslutningar skickas med byggsatsen för att underlätta för byggaren. Tejp lämpad för ändamålet med en beständighet på minst 50 år skickas med till entreprenören som komplement till att täta vid anslutningar och genomföringar.
- Eksjöhus provtrycker alla sina hus, det ingår i avtalet med kunden. Vid icke uppfyllt krav för luftläckage får byggherren upprätta de brister som råder och själv bekosta en ny provtryckning. Till följd av detta påminns byggaren hela tiden av vikten att bygga lufttätt.

##### 5.1.1.4 Eksjöhus bygger blockhus med energieffektiva väggkonstruktioner. Har väggkonstruktionen varit samma sedan 2012?

- Vägghkonstruktionen har varit densamma, men år 2020 gjordes en förändring vid vägg-bjälklagsanslutning. Bjälklaget är nu placerat en bit längre in för att underlätta att dra förbi plastfolie.

##### 5.1.1.5 Vad är ett Offerthus?

- Ett Offerthus kan vara vad som helst, ett enplanshus, sluttningshus eller ett hus med källare. Ett "once in a lifetime" hus, det vill säga icke beprövade metoder som gör att läckagevärdet blir högt.

### 5.2 Lufttäthetsutveckling för Eksjöhus villor mellan åren 2012 och 2022

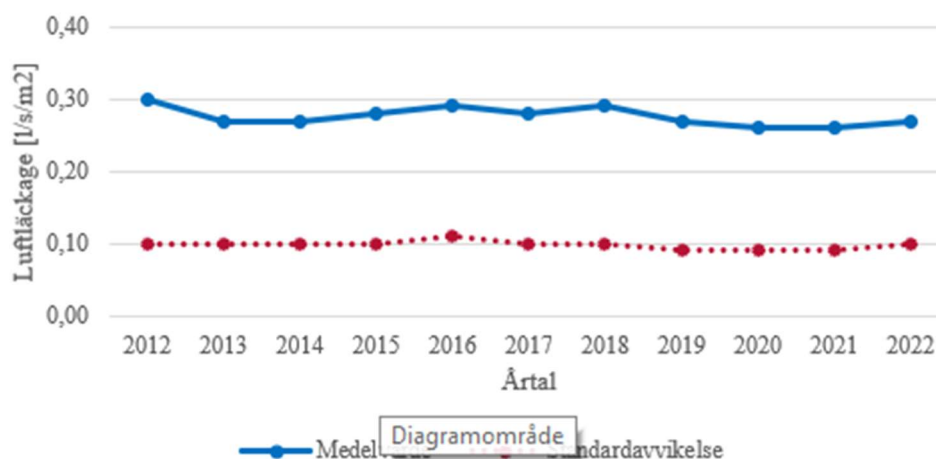
Resultatet i kapitel 5.2 utgår från samtliga hus Eksjöhus databas. Statistiken baseras på 3746 levererade och provtryckta hus mellan 2012 och 2022.

## 5.2.1 Luftläckagevärde

### 5.2.1.1 Medelvärde och standardavvikelse från lufttäthetsprovningar

Medelvärdet för luftläckage har mellan 2012 och 2022 sjunkit från 0,30 till 0,27 l/s/m<sup>2</sup>. Under tidsperioden har värdet varierat mellan 0,30 och 0,26 l/s/m<sup>2</sup>, där det lägsta värdet uppmättes 2020 och 2021, se Figur 9.

Standardavvikelsen för luftläckagesvärdet har kontinuerligt legat runt 0,10 l/s/m<sup>2</sup> med maximal avvikelse på 0,01 l/s/m<sup>2</sup>. Högst värde uppmättes 2011 på 0,11 l/s/m<sup>2</sup> och lägst värde på 0,09 l/s/m<sup>2</sup> uppmättes under tidsperioden 2019 till 2021, se Figur 9.

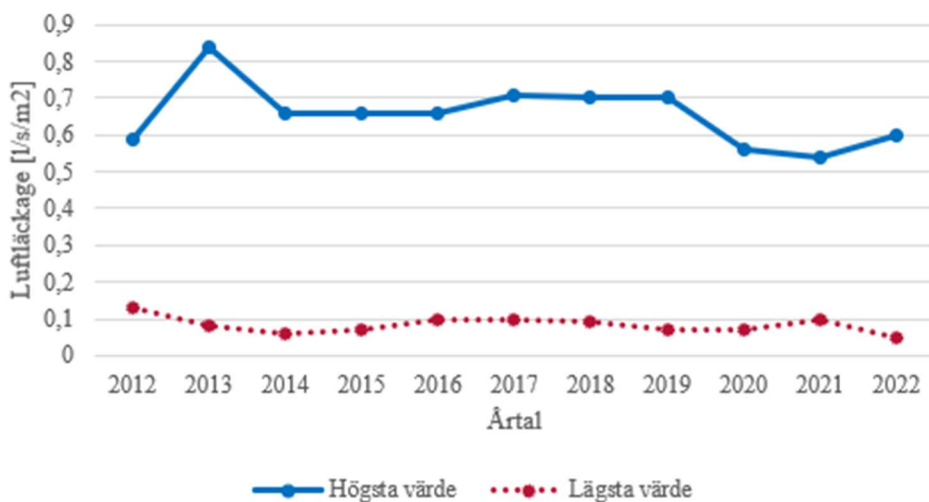


Figur 9. Medelvärde och standardavvikelse i lufttäthetsvärde.

### 5.2.1.2 Högsta och lägsta luftläckagesvärde

Luftläckagevärdet har från 2012 till 2022 varierat mellan 0,54 och 0,84 l/s/m<sup>2</sup>. 2013 uppmättes det högsta värdet som presenterats under tidsperioden, som ligger 0,13 l/s/m<sup>2</sup> högre än det näst högsta värdet på 0,71 l/s/m<sup>2</sup>, se Figur 10.

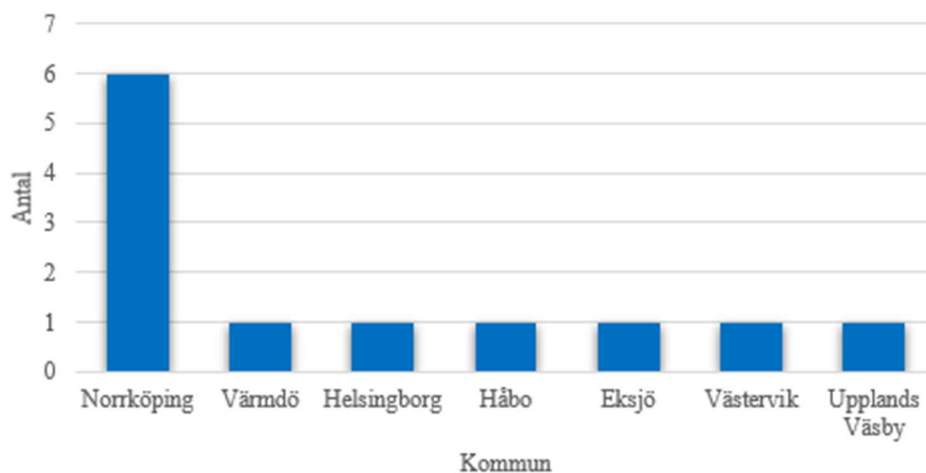
Det lägsta luftläckagevärdet som uppmätts varje år varierar mellan 0,05 och 0,13 l/s/m<sup>2</sup>, där det lägsta värdet inträffade 2022 och det högsta värdet inträffade 2012, se Figur 10.



Figur 10. Högsta och lägsta luftläckagevärde mellan 2012 och 2022.

### 5.2.1.3 Högsta luftläckagevärde fördelat på kommun

För vidare analys om det finns något samband mellan det högst uppmätta luftläckagevärdet varje år kontrollerades vilken kommun som värdet uppmätts i. Resultatet visar att 6 av 12 hus är placerade i Norrköping kommun. De hus som de andra åren haft högst värde är utspridda från Helsingborg kommun i syd till Upplands Väsby kommun i öst, se Figur 11.

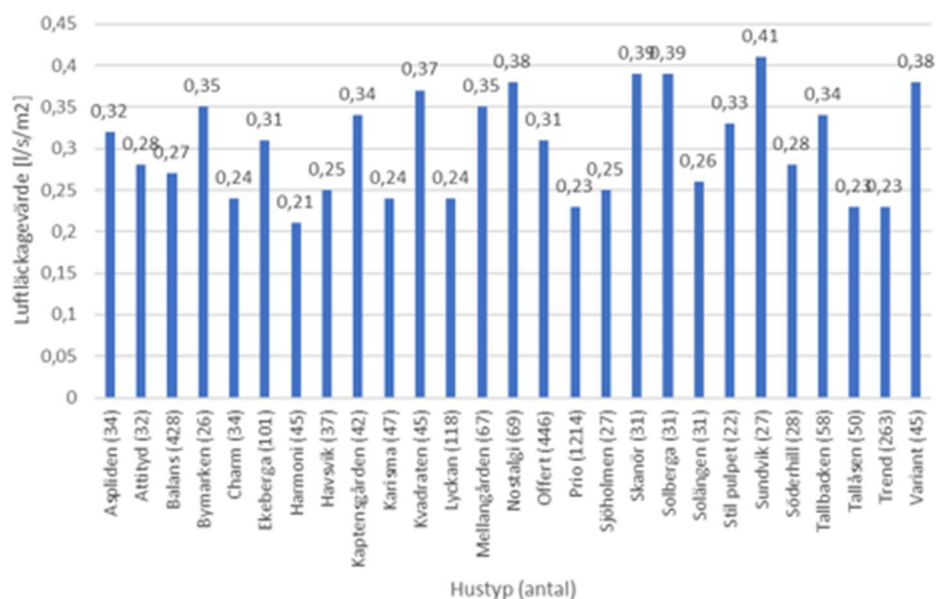


Figur 11. Högsta luftläckagevärde per år mellan 2012 och 2022 fördelat på kommun.

### 5.2.1.4 Medelvärde luftläckagevärde fördelat på hustyp

Eksjöhus har levererat 27 olika hustyper där de till antalet levererat minst 20 stycken. För dessa hustyper varierar medelvärdet för luftläckage mellan 0,21 och 0,41 l/s/m<sup>2</sup>. Harmoni är den hustyp med lägst medelvärde för luftläckage på 0,21 l/s/m<sup>2</sup> och Sundvik är den hustyp med högst medelvärde på 0,41 l/s/m<sup>2</sup>, se Figur 12.

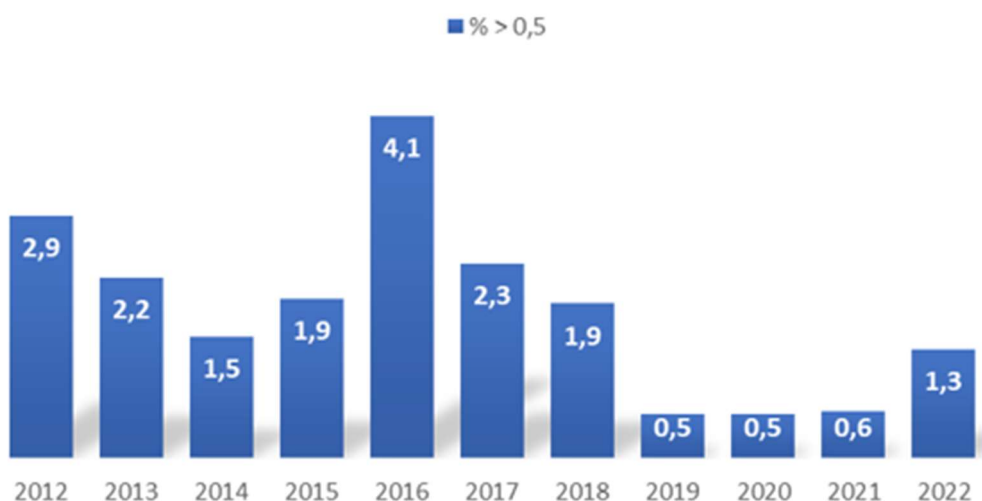
Prio, Offert, Balans, Trend, Lyckan och Ekeberga är de hustyper det byggts fler än 100 hus av. Prio och Trend har lägst medelvärde för luftläckage på 0,23 l/s/m<sup>2</sup>, Offert och Ekeberga har högst medelvärde på 0,31 l/s/m<sup>2</sup>, se Figur 12.



Figur 12. Medelvärde för luftläckagevärde per hustyp.

#### 5.2.1.5 Procentuellt antal hus med luftläckagevärde högre än 0,5 l/s/m<sup>2</sup>

I Figur 13 visas antal hus procentuellt per år med ett luftläckagevärde högre än Eksjöhus interna krav för tvåplanshus på 0,5 l/s/m<sup>2</sup>. 2016 var det år då procentuellt flest hus uppmätte ett läckagevärde högre än 0,5 l/s/m<sup>2</sup>. Från 2016 till 2020 skedde en procentuell minskning med 3,6 %, därefter en ökning med 0,1 % till 2021 och 0,7 % till 2022.



Figur 13. Hus med luftläckagesvärde större än 0,5 l/s/m<sup>2</sup> mellan åren 2012 och 2022.

### 5.3 Energideklarationens reliabilitet

Enligt Boverket krävs det en platsbesiktning för att mäta temperaturen i byggnaden och utföra en energideklaration. I varje deklARATION finns det en ruta som kryssas i om

besiktning har genomförts **och** lämnas med en kommentar. Det går även att avläsa om deklARATIONEN utförts med enbart beräknade värden vilket däremot inte använts i denna studie. För att undersöka energideklARATIONENS reliabilitet i sammanhanget gjordes en genomgång av vilka deklARATIONER som genomfört platsbesiktning samt tillhörande kommentar. Platsbesiktning genomfördes på 31 % av totalt 107 småhus vilket innebär att 69 % inte krävde någon besiktning, se Figur 14. I flera av kommentarerna till de energideklARATIONER där besiktning genomförts upprepas följande citerade kommentarer:

*“EnergideklARATIONEN upprättad efter riktlinjer enligt BEN.”*

*“Normaliserade värden tappvarmvatten och temperatur på 21°C.”*

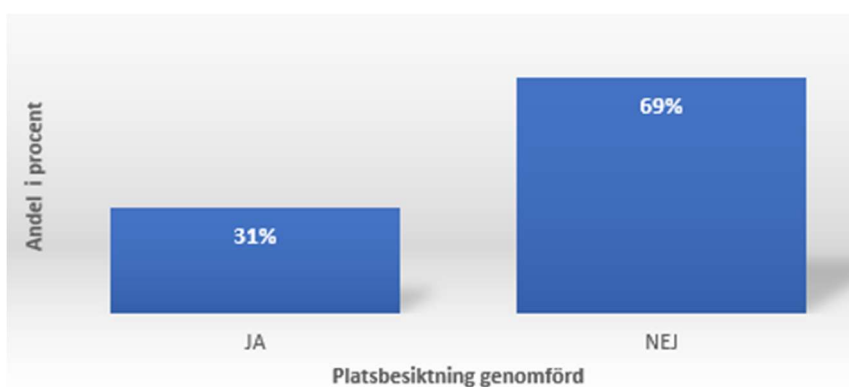
*“För att oberoende upprätta en energideklARATION krävs besiktning på plats.”*

Om besiktningen inte genomförts upprepas följande citerade kommentarer:

*“Byggnaden klarar nybyggnadskravet.”*

*“Nyproducerad byggnad med krav på energideklARATION inom 2 år från slutbesked.”*

Det förekommer även besiktningar där syftet har varit att energieffektivisera en byggnad och föreslå åtgärder. Därefter kan korrigerande åtgärder genomföras för att normalisera värdena för exempelvis tappvarmvatten enligt Ekvation 2. Flertal av husen är nyproduktion och enligt Boverket (Boverket 2023c) krävs ingen platsbesiktning om byggnaden är ny eller har liknande utformning som annan byggnad. Byggnaderna behöver därför inte kontrolleras på plats och exempelvis så används normaltemperatur på 21 ° vid uppförandet av energideklARATIONEN.



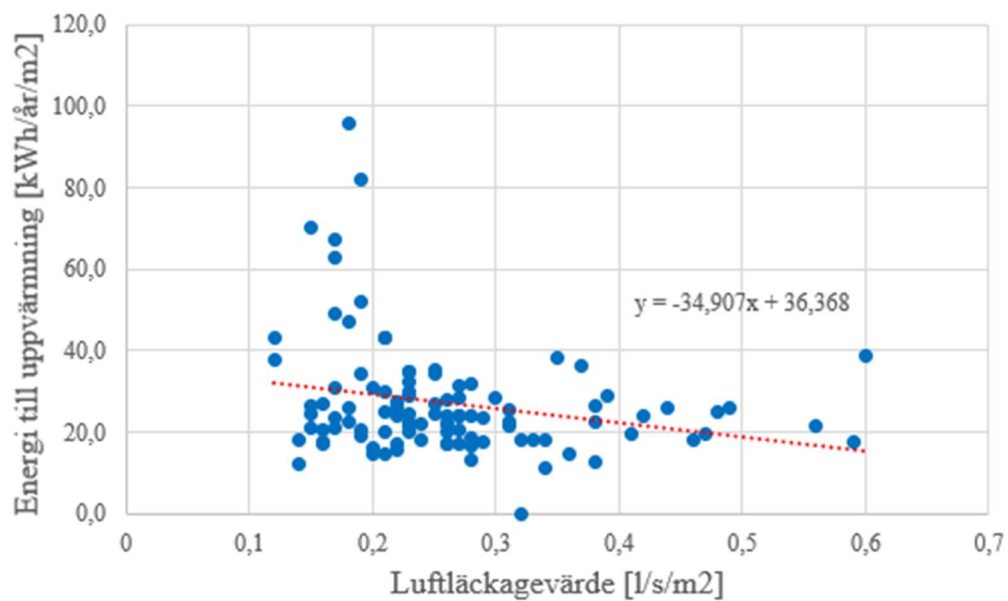
Figur 14. Statistik över andelen utförda platsbesiktningar.

## 5.4 Korrelation mellan energi till uppvärmning och luftläckagesvärde

Följande resultat är avgränsat till 103 lufttätetsprovade byggnader från Eksjöhus där samtliga energideklARATIONER upprättats efter den 1 januari 2019. Resultatet behandlar inte hushållets förutsättningar som exempelvis antalet brukare.

### 5.4.1 Generell korrelationsanalys mellan energi till uppvärmning och luftläckage

Korrelationsanalysen i Figur 15 visar en negativ korrelationskoefficient på -0.25, se Tabell 3. Det är en låg koefficient och innebär att det inte finns något utmärkande samband mellan luftläckage och uppvärmd energi.



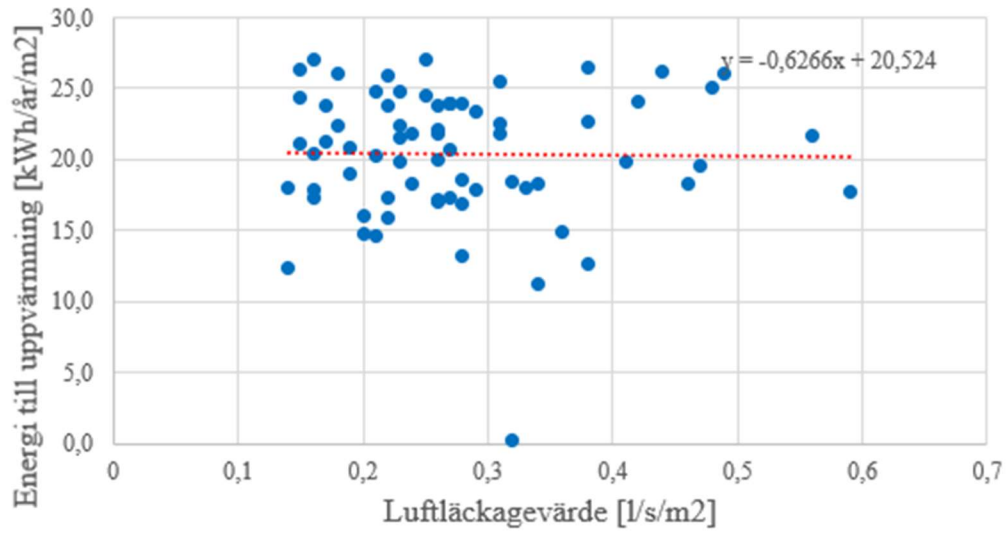
Figur 15. Korrelationsanalys mellan energi till uppvärmning och luftläckagesvärde.

#### 5.4.1.1 Medelvärde och korrelation

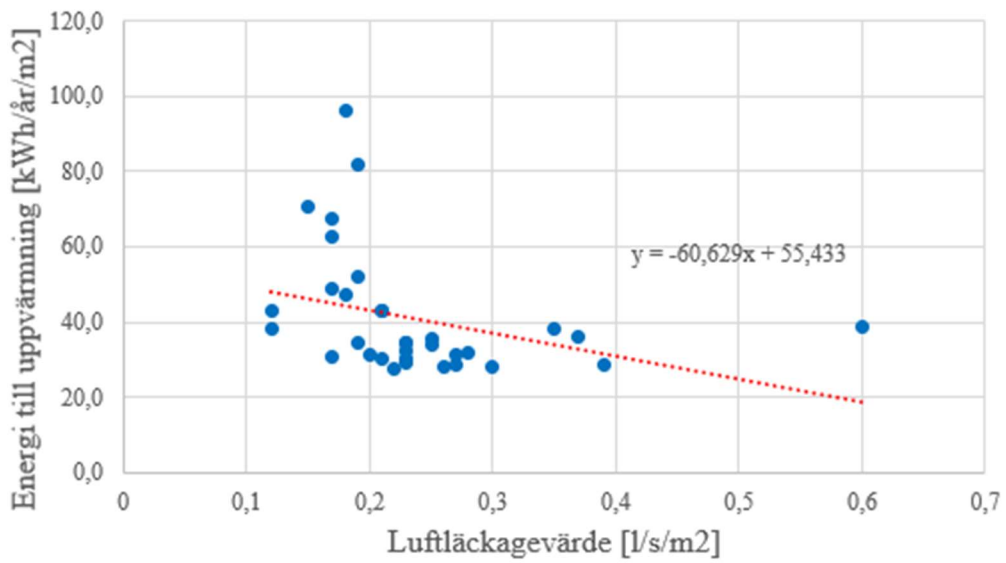
För att undersöka om ett högre samband kan nås genomförs korrelationsanalys för hus med en energiförbrukning över respektive under medelvärdet på 27,2 kWh/år/m<sup>2</sup>, se Tabell 2. För byggnader under medelvärdet ges en svag negativ lutning för regressionslinjen, se Figur 16. I Figur 17 visas korrelationsanalys över medelvärdet vilket visar en relativt nedåtgående linje. Korrelationskoefficienten för luftläckage och energi till uppvärmning under medelvärdet är -0,01, och -0,33 över medelvärdet, se Tabell 3.

Tabell 2. Medelvärde över luftläckage och energi till uppvärmning.

Avgränsning	Alla hus	Hus med energiförbrukning högre än 27,2 kWh/år/m <sup>2</sup>	Hus med energiförbrukning mindre än 27,2 kWh/år/m <sup>2</sup>
Medelvärde, E. uppvärmning [kWh/år/m <sup>2</sup> ]	27,2	41,1	20,4
Medelvärde, luftläckage [l/s/m <sup>2</sup> ]	0,26	0,24	0,28



Figur 16. Korrelation mellan energi till uppvärmning och luftläckagevärde under 27,2 kWh/år/m<sup>2</sup>.



Figur 17. Korrelation mellan energi till uppvärmning och luftläckagevärde över 27,2 kWh/år/m<sup>2</sup>.

Tabell 3. Sammanställning av korrelationskoefficienter för de olika varianterna

Korrelationskoefficient	Koppling till figur
-0,25	Figur 15
-0,01	Figur 16
-0,33	Figur 17





## 6 Analys

### 6.1 Analys och diskussion av hur lufttäteten utvecklats i Eksjöhus villor mellan 2012 och 2022

#### 6.1.1 Medelvärde/standardavvikelse

Medelvärdet för luftläckage har under åren pendlat mellan 0,26 och 0,30 l/s/m<sup>2</sup>. Eksjöhus bygger blockhus och har sedan 2012 endast förändrat vägg-bjälklagsanslutningen i sina klimatskal. Ändringen som gjorts är att man valt att flytta in bjälklaget en bit för att enklare få förbi plastfolien, säger David Norrman, Teknisk chef på Eksjöhus.

Luftläckage sker genom springor eller oavsiktliga öppningar i konstruktionen eller klimatskalet (Prignon & Van Moeseke 2017). Med hjälp av ett dokument som Eksjöhus skickar med byggsatsen, som guidar byggaren kring tätning runt stålbalkar, genomföringar och anslutningar, ges det samma möjlighet till alla hantverkare att på bästa möjliga sätt bygga en tät byggnad. Vid samma metod av tätning skapas ett så likvärdigt läckageresultat som möjligt vilket leder till en låg standardavvikelse runt 0,10 l/s/m<sup>2</sup>.

#### 6.1.2 Högsta och lägsta luftläckagevärde

Det högsta läckagevärdet för varje år har pendlat mellan 0,59 och 0,84 l/s/m<sup>2</sup>, vilket är en tydlig skillnad och är därmed 0,09 till 0,34 l/s/m<sup>2</sup> högre än det krav/riktmärke som Eksjöhus ställer på sina byggnader. Eftersom Eksjöhus skickar med guide för tätningar och anslutningar kan de höga värdena bero på att det har byggts offerthus som medför svårare tätningar på grund av speciella husutformningar eller att nya entreprenörer har anlitats där lufttätning inte prioriterats under byggnation.

Enligt Figur 10 är sex av de 12 hus där högst luftläckage för varje år placerade i Norrköping kommun. Den utförande entreprenören kan i det här fallet vara en trolig faktor till att 50 % av byggnaderna är placerade i samma kommun, det har dock inte vidare utvecklats i föreliggande arbete. För att motverka ett högt läckagevärde ställs krav på entreprenörens noggrannhet vid uppförandet av byggnaden.

Ur Figur 10 kan avläsas att det årsvis lägsta läckagevärde som uppmätts under tidsperioden 2012 till 2022 varierar mellan 0,05 och 0,13 l/s/m<sup>2</sup>. Att bygga en lufttät konstruktion ställer höga krav på kvalitet genom hela byggprocessen och Eksjöhus ställer krav på 0,3 l/s/m<sup>2</sup> för enplanshus. Resultatet är långt under det kravet vilket är en indikation på att det går att bygga täta hus.

#### 6.1.3 Medelvärde fördelat på hustyp

Eksjöhus har levererat 27 olika hustyper där de till antalet levererat minst 20 stycken av. För dessa hustyper varierar medelvärdet för luftläckage mellan 0,21 och 0,41 l/s/m<sup>2</sup>. Av dessa 27 hustyper har sex levererats över 100 gånger, där medelvärdet för luftläckage endast varierar mellan 0,23 och 0,31 l/s/m<sup>2</sup>. Enligt David Norrman använder sig Eksjöhus ofta av samma entreprenörer i samma region. Vid upprepande av byggnation samlas erfarenhet och lärdomar kan hämtas från tidigare misstag, detta leder till att en högre kvalitet kan levereras genom hela byggprocessen.

Hustypen Offert, som enligt David Norrman kan vara i princip vilken typ av hus som helst, levereras med ett medelvärde på 0,31 l/s/m<sup>2</sup>. Med hjälp av den guide som Eksjöhus tagit fram skapas en förutsättning att oavsett form, material eller entreprenör bygga en

lufttät byggnad. Kravet/riktlinjen på 0,3 l/s/m<sup>2</sup> för enplanshus och på 0,5 l/s/m<sup>2</sup> för tvåplanshus kan med stor sannolikhet uppnås oavsett hustyp.

#### **6.1.4 Procentuellt antal hus med luftläckagesvärde högre än 0,5 l/s/m<sup>2</sup>**

2016 byggdes det enligt Figur 13 3,6 procentenheter fler hus med ett luftläckagesvärde högre än 0,5 l/s/m<sup>2</sup> än 2019 och 2020. Anledningarna till att 2016 sticker ut kan vara många, det kan bland annat bero på att det byggdes fler specialhus där förutsättningen för tätningen inte är densamma. Nya entreprenör där vikten av att bygga lufttätt inte prioriterats eller att lufttäthetsprovningar inte utförts korrekt leder till att ett felaktigt resultat presenterats.

Arbetet med att bygga lufttäta byggnader med ett läckagesvärde lägre än de krav/riktlinjer som Eksjöhus ställer på 0,5 l/s/m<sup>2</sup> har en positiv trend som pekar åt att allt fler hus som byggs klarar av kravet.

## **6.2 Analys och diskussion av korrelation mellan energideklaration och luftläckagesvärde**

### **6.2.1 Energideklarationens reliabilitet**

En energideklaration upprättas för att oberoende visa på en byggnads energianvändning. För att undersöka energideklarationens reliabilitet i sammanhanget gjordes en översiktlig genomgång av 107 energideklarationer. I genomgången undersöktes hur många energideklarationer som exempelvis platsbesiktigats samt kommentarer till varför det ej genomförts platsbesiktning. Flertalet av kommentarerna indikerar på att byggnaderna var för nya för att en platsbesiktning ska vara nödvändigt. Det innebär att det går under Boverkets generella undantag för att ej genomföra platsbesiktning som redovisas i Kapitel 2.5.

Avgränsningarna avseende tidsperiod och mängden byggnader i arbetet kan ha påverkat vilket resultat som ges. Det är möjligt att en annan tidsperiod än 2012 till 2022 skulle visa ett annat resultat. De energideklarationer som undersökts har flertal baserats på normaliserade värden hämtade ur BEN. Det hade därför varit intressant att undersöka om det skiljer sig från äldre upprättade energideklarationer.

### **6.2.2 Korrelation mellan luftläckage och uppvärmd energi**

Resultatet i Figur 15 ger en generell bild över luftläckaget och uppvärmd energi per kvadratmeter och år. För vidare analys togs medelvärde fram för luftläckage och uppvärmning för alla byggnader med energideklaration. Därefter gjordes en korrelationsanalys för värden över och under medelvärdet för uppvärmning, 27,2 kWh/år/m<sup>2</sup>, detta för att eventuellt hitta starkare samband.

Resultatet i Figur 16 visar att för värden på uppvärmd energi under medelvärdet ges en relativt jämn regressionslinje med svag negativ lutning. Det kan bero på att husen med lägre luftläckage är så pass täta att det inte märkbart påverkar hur mycket energin som går åt till uppvärmning. I Figur 15 och Figur 17 visas en relativt nedåtgående regressionslinje. Det innebär att det inte finns något samband i att hus som har hög energiförbrukning också har högt luftläckage. I studien används en begränsad mängd hus vilket gör det svårt att utesluta att resultatet påverkas av de byggnader med avvikande värden för luftläckage eller energiförbrukning

I korrelationen tas ingen hänsyn till de levnadsvanor hushållet har eller antalet brukare av byggnaden. Det kan påverka resultatet med exempelvis mängd tappvarmvatten som förbrukas samt vilken innetemperatur brukaren väljer att ha. Normaltemperaturen för en byggnad är 21°C och enligt Boverket (2022b) ger en differens på mer än 1°C en uppvärmningsskillnad på 5 % (Boverket 2022b). Det innebär att ett hushåll där innetemperaturen är 19°C kan skilja sig i uppvärmning från ett hushåll med innetemperatur på 22°C.

Normaltemperaturen är tänkt att mätas vid platsbesiktning av byggnaden och om en platsbesiktning inte genomförts har innetemperaturen satts till 21°C i de energideklarationer som undersökts under 5.3 kapitel. Det finns går därför inte att utesluta att hushållet har en högre temperatur än normaltemperaturen på 21°C och därför ökar energiförbrukningen.

Resultatet kan som tidigare nämnt även påverkas av förbrukningen av tappvarmvatten beroende av antalet brukare. Det som inte framgår i energideklarationen är antalet brukare av byggnaden, troligtvis på grund av att energideklarationen bör spegla ett normalår och normalt brukande. Enligt Svenskt Vatten beräknas en person förbruka 140 liter dricksvatten i snitt per dygn (Svenskt Vatten 2021). Det kan innebära att ett hushåll med sex personer förbrukar 280 liter mer dricksvatten i snitt per dygn än ett hushåll med 4 brukare. Eftersom antalet brukare inte framgår i energideklarationen blir det svårt att veta om jämförelsen mellan byggnaderna blir tillförlitlig. Det tas ingen hänsyn till brukarnas inställning till förbrukning i studien vilket kan påverka resultatet.

Flera av energideklarationerna kan vara baserade på normaliserade värden för tappvarmvatten och fastighetsel. Enligt Boverket ska energideklarationen endast baseras på normaliserade värden vid speciella händelser, exempelvis om innetemperaturen avviker från det normala. Det finns ett flertal energideklarationer där tappvarmvatten och fastighetsel varit identiska vilket kan påverka resultatet. Anledningen är att även om värden är identiska innebär det inte per automatik att hushållets faktiska mätdata hade visat samma. För resultatet kan det innebära att uppvärmda energin hamnar på likartade siffror oberoende av luftläckaget i byggnaden vilket inte ger ett rättvist resultat.

Avgränsningarna har inneburit att resultatet baserats på en begränsad mängd byggnader som energideklareras under en begränsad tidsperiod. Eftersom tidsperioden ligger i närtid finns det en möjlighet att normaliserade värden använts på grund av att byggnaderna är för nya. Det finns möjlighet att ett annat resultat kunnat fås om större mängd data använts samt varierande tidsperiod för energideklaration och nybyggnadsår. Det som kan vara intressant är hur hushållets förutsättningar kan användas i vidare undersökning, samt hur en vidare regressionsanalys hade kunnat visa på eventuella kopplingar mellan de olika byggnaderna.

## **6.3 Analys och diskussion av metod och genomförande**

### **6.3.1 Sekundärdata**

Data för luftläckagevärde från Eksjöhus databas gavs åtkomst till via en Excelfil som delades via det molnbaserade verktyget Box. Filen delades efter möte via Microsoft Teams med handledare Linus Björnlund och David Norrman. Vidare begärdes energideklarationer ut från Boverkets forskningsuttag där alla tillgängliga deklarerationer tilldelades som en textfil för Excel via mejl. Filen för luftläckagevärde och filerna för energideklarationer kopplades samman för att endast visa de fastighetsbeteckningar som

både hade provtryckts och energideklarerats. Filhanteringen visade sig vara för stor och avancerad, och det beslutades att i stället begära ut energideklarationer manuellt via Boverkets hemsida. Arbetets storlek gällande mängd data förändrades från att tidigare haft som mål att kunna jämföra deklarerationer för 4300 provtryckta hus, begränsades uttaget till nio deklarerationer om dagen per e-post och person. Jämförelsen av mängden data förändrades snabbt, då uttaget begränsades till nio deklarerationer om dagen per e-post och person. Med rätt kunskap och mer tid kunde filerna länkats samman och ett större statistiskarbete med ett mer rättvist värde presenterats.

### **6.3.2 Excel som beräkningsverktyg**

Microsoft Excel gjorde det möjligt att genom inmatning av data i tabellform ta fram en graf, där en regressionslinje lades till för att tolka det linjära sambandet mellan luftläckage och uppvärmd energi. Med hjälp av Excel har hantering av data och framtagning av grafer varit lätt att hantera.

### **6.3.3 Energideklarerationer**

Syftet med arbetet är att undersöka om luftläckaget i en byggnad påverkar dess förbrukning för uppvärmning. För att på ett enkelt sätt få tillgång till energiförbrukning användes energideklarerationer som plockades ut för totalt 115 byggnader. Av de 115 byggnaderna var 103 relevanta för korrelationsanalysen och 107 för energideklarerationens reliabilitet.

Anledningen till att några hus plockats bort är att primärenergitalet varit baserade på fel byggnad och därför skilt sig avsevärt från övriga. Fördelen med energideklarerationer är att de är relativt lättillgängliga men nackdelen är att det används normaliserade värden vilket har visat sig på flertal hus vara identiska värden.

Data ur energideklarerationerna kan inte delas under bilagor på grund av GDPR. Det kan därför vara svårt att visa för läsaren vad ursprungsdata kommer ifrån.

## 7 Slutsatser

Följande slutsatser dras sammanfattningsvis från denna studie

- Kontinuitet och väl genomarbetade lösningsförslag för tätningsåtgärder leder till en låg och jämn standardavvikelse för luftläckage.
- Studien visar inget positivt samband mellan lufttäthet och uppvärmd energi i en byggnad. Slutsatsen baseras på att samtliga korrelationsanalyser visar ett negativt eller inget samband.

I fortsatta studier om jämförelse mellan uppvärmd energi och luftläckage kan det vara intressant att ta hänsyn till hushållens förutsättningar och brukarnas inställning till förbrukning. För att kunna göra en mer adekvat bedömning av hur stort sambandet faktiskt är kan ett större antal byggnader utspridda över olika tidsperioder vara fördelaktigt att använda. För ett bredare spektrum kan det vara av intresse att även använda byggnader från fler hustomverkade. Det kan även vara relevant att granska energideklarationens användbarhet ur ett forskningsperspektiv.



## Källförteckning

Boverkets byggregler (2011:6). *Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR (BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4)*  
[https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad\\_bbr\\_2011-6.pdf](https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf) [2023-02-27]

Boverket (2019). *Bakgrund och vem gör vad.*  
<https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/> [2023-04-24]

Boverket (2022a). *Ska din byggnad ha en energideklaration?*  
<https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/> [2023-04-01]

Boverket (2022b). *Normalisering av energianvändningen.*  
<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/energihushallning/byggnadens-energianvandning-baserad-pa-matning/normalisering-av-energianvandningen/>

Boverket (2023a). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn.*  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>

Boverket (2023b). *Välj ventilationssystem när du bygger eller renoverar.*  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/valj-ventilationssystem/> [2023-04-24]

Boverket (2023c). *Besiktning av byggnader för energideklarationer.*  
<https://www.boverket.se/sv/energideklaration/for-energiexperter/besiktning-av-byggnader-for-energideklarationer/> [2023-05-28]

Boverket (2023d). *Energideklarationens innehåll.*  
<https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/energideklarationens-innehall/> [2023-06-28].

ByggaL (2017). *Metod för byggande av lufttäta byggnader. Branschstandard ByggaL, Bilaga 13 version 2017-07-04.*  
<http://byggal.se/wp-content/uploads/2017/09/Branschstandard-ByggaL-inkl-bilagor.pdf>  
[2023-04-17]

Conservator (u. å.). *Lufttätetsprovning.*  
<https://www.conservator.se/nybyggnation/tathetsprovning-blower-door/> [2023-04-11]

Energimyndigheten (2020). *Sveriges energi- och klimatmål.*  
<https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/sveriges-energi--och-klimatmal/>  
[2023-04-11]

Energimyndigheten (2022). *Energiläget 2022 (ET 2022:09).*  
<https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=212535> [2023-04-12]

Energy Building (u.å. a) *Hur fungerar ett FTX-system!*  
<https://www.energybuilding.se/ftx-system/> [2023-06-28]

Energy Building (u. å. b). *Energy Building ventilerar sin åsikt om olika ventilationssystem.*  
<https://www.energybuilding.se/ventilationssystem/> [2023-05-16]



- Eskilstuna Energi och Miljö Försäljning AB (2021). *Elförbrukning för villa*.  
<https://www.eem.se/privat/el/om-elavtal/elforbrukning-villa/> [2023-05-26]
- Europeiska Kommissionen (u. å.). *Varför förändras klimatet?*.  
[https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_sv](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_sv) [2023-04-04]
- GarBo (u. å.) *Passivhus och Lågenergihus - för- och nackdelar*.  
<https://www.gar-bo.se/sv-se/mina-kvadrat/passivhus-och-lagenergihus-for-och-nackdelar>  
[2023-04-20]
- Gunnarsson R. (2020). *Korrelation och regression*.  
<https://infovoice.se/korrelation-och-regression/> [2023-05-15]
- Jrejjiry, D., Husaundee, A. & Inard, C. (2007). *Numerical study of a hybrid ventilation system for single family houses*. *Solar Energy*, 81, ss. 227-239.  
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.03.013> [2023-05-16]
- Kölsch, B. & S.Walker, I. (2020). *Improving air leakage prediction of buildings using the fan pressurization method with the Weighted Line of Organic Correlation*. *Building and Environment*, 181:107157.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107157>
- Lejestrand A. (2017). *Elsens miljöpåverkan*. *Energiföretagen Sverige*.  
[www.energiforetagen.se/energifakta/elsystemet/elens-miljopaverkan/](http://www.energiforetagen.se/energifakta/elsystemet/elens-miljopaverkan/) [2023-04-04]
- Naturvårdsverket (u. å.). *Därför blir det varmare*.  
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/darfor-blir-det-varmare/> [2023-04-03]
- Passivhuscentrum (2020a). *Varför bör man bygga energisnåla och energieffektiva hus?*  
<https://www.passivhuscentrum.se/lagenergihus/> [2023-04-19]
- Passivhuscentrum (2020b). *Vad är ett passivhus och vilka krav ställs?*  
<https://www.passivhuscentrum.se/passivhus/> [2023-04-19]
- Prignon, M. & Van Moeseke, G. (2017). *Factors influencing airtightness and airtightness predictive models: A literature review*. *Energy and Buildings*, 146, ss. 87-97.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.062>
- RISE (2023). *Innemiljö i byggnader och lokaler*.  
<https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/expertiser/innemiljo> [2023-02-27]
- Samuelsson M., Lüddeckens T. (2009) *Passivhus ur en brukares perspektiv*. Växjö Universitet: Institutionen för teknik och design.  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:220810/FULLTEXT01.pdf>
- Sandberg, P.I. & Sikander, E. (2004). *Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen Kunskapsinventering, laboriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning*. SP Rapport 2004:22, SP Energiteknik, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Borås. ISBN 91-7848-995-4.  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962276/FULLTEXT01.pdf>
- Sandberg, P., Sikander, E., Wahlgren, P. & Larsson, B. (2007). *Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Etapp B. Tekniska Konsekvenser Och Lönsamhetskalkyler*. SP Rapport

2007:23, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås. ISBN 91-85533-53-X.

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962416/FULLTEXT01.pdf>

Svenskt vatten (2021). *Vattenförbrukning i hushåll.*

<https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/140-liter-per-person-och-dygn/> [2023-05-10]

Sikander, E. (2011). *ByggaL - Metod för byggande av lufttäta byggnader. SP Rapport 2010:73, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås. ISBN 978-91-86622-15-2.*

<http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:962582/FULLTEXT01.pdf>

Sikander, E., Capener, C. M. & Esad, A. (2015). *Klimatskalets Yttre Lufttäthet - Energieffektivitet Och Fuktsäkerhet. SP Rapport 2015:87, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås. ISBN 978-91-88349-06-4.*

<http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:962937/FULLTEXT01.pdf>

Sikander, E. (2015). *Lufttäthet - kan ett hus bli för tätt?*

<https://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg-och-hjelpmedel/fuktskador/lufttaethet/> [2023-04-20]

Swedish Standards Institute (2015). *SS-EN ISO 9972:2015. Byggnaders termiska egenskaper - Bestämning av byggnaders lufttäthet - Tryckprovningmetod.* Stockholm: SIS.

Strandberg, B. & Lavén, F. (2018) *Bygga hus: illustrerad bygglära.* Tredje upplagan. Lund: Studentlitteratur.

Statistikmyndigheten (2022). *Mål 7 - Hållbar energi för alla.* Energiindikatorer, energimyndigheten och Eurostat

<https://www.scb.se/hitta-statistik/temaomraden/agenda-2030/mal-7/> [2023-04-04]

Svenskt Trä (2003). *Platta på mark.*

<https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/grundlaggning/grundlaggning/platta-pa-mark/> [2023-04-25]

Svenskt Trä (u. å.a). *Från råvara till material.*

<https://www.svenskttra.se/trafakta/allmant-om-tra/fran-timmer-till-planka/> [2023-04-20]

Svenskt trä (u. å.b). *Träets fuktrörelser.*

<https://www.svenskttra.se/trafakta/allmant-om-tra/tra-och-fukt/traets-fuktrorelser/> [2023-04-19]

Svenskt trä (u. å.c). *Småhus och flervåningshus.*

<https://www.svenskttra.se/bygg-medtra/byggande/olika-trakonstruktioner/smahus-och-flervaningshus/> [2023-04-19]

Svensk ventilation (u. å.). *FTX - Ventilation med värmeåtervinning.*

[www.svenskventilation.se/ventilation/olika-satt-att-ventilera/ftx-varmeatervinning/](http://www.svenskventilation.se/ventilation/olika-satt-att-ventilera/ftx-varmeatervinning/) [2023-04-18]

Träguiden (2017). *Lufttäthet och tryckförhållanden.*

<https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/varmeisolering-och-lufttathet/varmeisolering-och-lufttathet/lufttathet-och-tryckforhallanden/> [2023-04-18]

Vattenfall (2023), *Rörliga elpriser.*

<https://www.vattenfall.se/elavtal/elpriser/orligt-elpris/> [2023-04-03]

E., W., Maibach, W., Sarfaty, M., Mitchell, M. & Gould, R. (2019). *Limiting global warming to 1.5 to 2.0°C - A unique and necessary role for health professionals*. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002804> [2023-05-10]

Zheng, X., Cooper, E., Gillott, M. & Wood, C. (2020). *A practical review of alternatives to the steady pressurisation method for determining building airtightness*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132:110049. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110049>

## **Bilagor**

Bilaga 1: Energideklaration

Bilaga 2: Ritningar från Eksjöhus

Bilaga 3: Data från Eksjöhus databas och energideklarationer

Bilaga 4: Intervju med Eksjöhus AB

# Bilaga 1: Energideklaration

Sammanfattning av

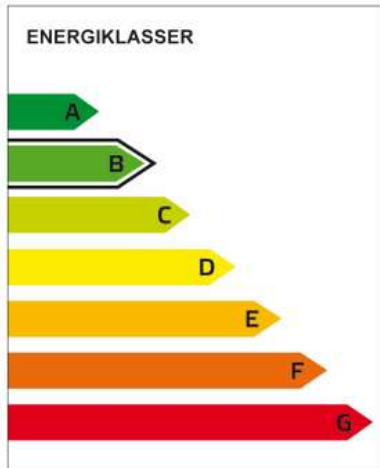
## ENERGIDEKLARATION

Fastighetsbeteckning, Postnr, Ort

Kungsbacka kommun

Nybyggnadsår: 2019

Energideklarations-ID: XXXX



DENNA BYGGNADS  
ENERGIKLASS

**Energiprestanda, primärenergital:**  
58 kWh/m<sup>2</sup> och år

**Krav vid uppförande av  
ny byggnad, primärenergital:**  
Energiklass C, 90 kWh/m<sup>2</sup> och år

**Specifik energianvändning  
(tidigare energiprestanda):**  
30 kWh/m<sup>2</sup> och år

**Uppvärmningssystem:**  
Värmepump-frånluft (el)

**Radonmätning:**  
Inte utförd

**Åtgärdsförslag:**  
Har inte lämnats

**Energideklarationen är utförd av:**  
Sven Svensson  
Företag, 2002-02-02

**Energideklarationen är giltig till:**  
2031-12-22

Energideklarationen i sin helhet  
finns hos byggnadens ägare.

För mer information:  
[www.boverket.se](http://www.boverket.se)

Sammanfattningen är upprättad enligt  
Boverkets föreskrifter och allmänna råd  
(2007:4) om energideklaration för byggnader.



Energideklaration

Version: 2.8  
Dekl.id: XXXX

### Byggnaden - Identifikation

Län	Kommun	OBS! Småhus i bostadsrätt ska deklarerars av bostadsrättsföreningen.		
Halland	Kungsbacka	<input checked="" type="checkbox"/> Egna hem (privatägda småhus)		
Fastighetsbeteckning (anges utan kommunnamn)		Egen beteckning		
Fastighetsbeteckning				
Husnummer	Prefix byggnadsid	Byggnadsid	Orsak till avvikelse	
1	6	XXX	Adressuppgifter är fel/saknas <input type="checkbox"/>	
Adress		Postnummer	Postort	Huvudadress
Svängens sväng 1		42932	Kullavik	<input checked="" type="checkbox"/>

## Byggnaden - Egenskaper

Typkod 220 - Småhusenhet, bebyggd		Byggnadskategori En- och tvåbostadshus	
Byggnadens komplexitet <input checked="" type="radio"/> Enkel <input type="radio"/> Komplex		Byggnadstyp Frliggande	Nybyggnadsår 2019
Atemp mätt värde (exkl. Avarmgarage) 165 m <sup>2</sup>		Verksamhet Fördela enligt nedan:	
Finns installerad eleffekt > 10 W/m <sup>2</sup> för uppvärmning och varmvattenproduktion <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej		Bostäder (inkl. biarea, t.ex. trapphus och uppvärmd källare) <input type="text"/> 100	
Är byggnaden skyddad som byggnadsminne eller är byggnaden en sådan särskilt värdefull byggnad som avses i 8 kap 13 § PBL? <input checked="" type="radio"/> Nej <input type="radio"/> Ja, enligt 3 kap KML <input type="radio"/> Ja, enligt SBM-förordningen <input type="radio"/> Ja, är utpekad i detaljplan eller områdesbestämmelser <input type="radio"/> Ja, är utpekad i annan typ av dokument <input type="radio"/> Ja, egen bedömning		Övrig verksamhet - ange vad <input type="text"/>	
		Summa <input type="text"/> 100	

## Energianvändning

Mätperiod Vilken 12-månadersperiod avser energiuppgifterna? (ange första månaden i formatet AAMM) 2007 - 2106		Beräknad energianvändning Beräknad energianvändning vid normalt brukande och ett normalår anges för byggnader där det inte går att få fram uppgifter om den uppmätta energianvändningen.	
Hur mycket energi har använts för värme och varmvatten angiven mätperiod? Värdena ska vara korrigerade för normalt bruk. (BFS 2016:12) Angivna värden ska inte vara normalårskorrigerade.		Övrig el som ingår i energiprestanda	
Energiprestanda (primärenergital)		Fjärrkyla (15) <input type="text"/> kWh	
Energiprestanda (liknande byggnader)		El för komförtyla (16) <input type="text"/> kWh	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		Fastighetsel <sup>1</sup> (17) <input type="text"/> 929 kWh	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		Energiprestanda (primärenergital)	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Summa <sup>2</sup> (1-17) <input type="text"/> 4767 kWh	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		Övrig energi (ingår inte i energiprestanda)	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		Hushållsel <sup>3</sup> (18) <input type="text"/> 12256 kWh	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Verksamhetsel <sup>4</sup> (19) <input type="text"/> kWh	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		Finns solvärme? <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nej	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		Ange solfångararea <input type="text"/> m <sup>2</sup>	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Beräknad energiproduktion <input type="text"/> kWh/år	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		Finns solcellsystem? <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		Ange solcellsarea <input type="text"/> 54 m <sup>2</sup>	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Beräknad elproduktion <input type="text"/> 6750 kWh/år	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		Byggnadens energianvändning <sup>5</sup> (Normalårskorrigerat värde (Energi-index))	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		4996 kWh/år	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Byggnadens primärenergianvändning <sup>6</sup>	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		9557 kWh/år	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		Ort (Energi-Index) Kungsbacka	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Energiprestanda (primärenergital)	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		58 kWh/m <sup>2</sup> .år	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		Referensvärde 1 (enligt nybyggnadskrav)	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		90 kWh/m <sup>2</sup> .år	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		Referensvärde 2 (liknande byggnader)	
Energiprestanda 2 (liknande byggnader)		84 kWh/m <sup>2</sup> .år	
Energiprestanda 1 (enligt nybyggnadskrav)		Referensvärde 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)	
Energiprestanda 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)		<input type="text"/> kWh/m <sup>2</sup> .år	

<sup>1</sup> Den el som ingår i fastighetsenergin.

<sup>2</sup> Den energimängd som levereras till byggnaden vid normalt brukande.

<sup>3</sup> Den el som ingår i hushållsenergin.

<sup>4</sup> Den el som ingår i verksamhetsenergin.

<sup>5</sup> Enligt definition i Boverkets byggregler (2011:6) - föreskrifter och allmänna råd.

<sup>6</sup> Underlag för energiprestanda.

### Uppgifter om ventilationskontroll

Finns det krav på återkommande ventilationskontroll i byggnaden?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej	
Typ av ventilationssystem	<input type="checkbox"/> FTX	<input type="checkbox"/> FT	<input checked="" type="checkbox"/> F med återvinning
	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Självdrag	

### Inspektion av uppvärmningssystem

Finns det ett uppvärmningssystem eller kombinerat rumsuppvärmnings- och ventilationssystem med en nominell effekt på rumsuppvärmning på över 70 kW?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej
Bedömningsgrund för fastställande av nominell effekt	Övrigt	

### Inspektion av luftkonditioneringsystem

Finns det ett luftkonditioneringsystem eller kombinerat luftkonditionerings- och ventilationssystem med en nominell effekt på över 70 kW?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej
Bedömningsgrund för fastställande av nominell effekt	Övrigt	

### Uppgifter om radon

Är radonhalten mätt?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej
----------------------	--------------------------	--------------------------------------

### Utförda energieffektiviseringsåtgärder sedan föregående energideklaration

### Rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder

### Övrigt

Har byggnaden besiktigats på plats?	Vid nej, vilket undantag åberopas
<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej
	Byggnaden är ny eller uppfyller nybyggnadskravet i BBR
	Kommentar
	Nyproducerad byggnad med krav på energideklaration inom 2 år från Slutbesked. Garage & pool uppvärmt ingår i hushållsel.

### Uppgift om anställning hos uppdragsgivaren

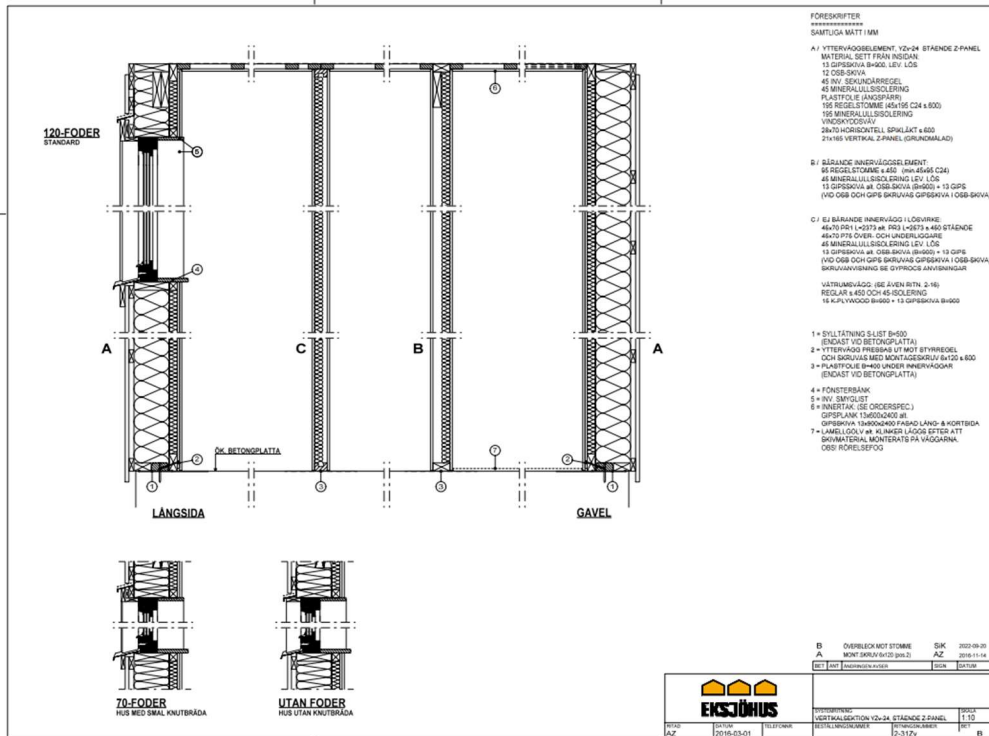
Är du anställd hos den som är skyldig att se till att det finns en energideklaration eller ett inspektionsprotokoll?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej
--	--------------------------	--------------------------------------

### Expert

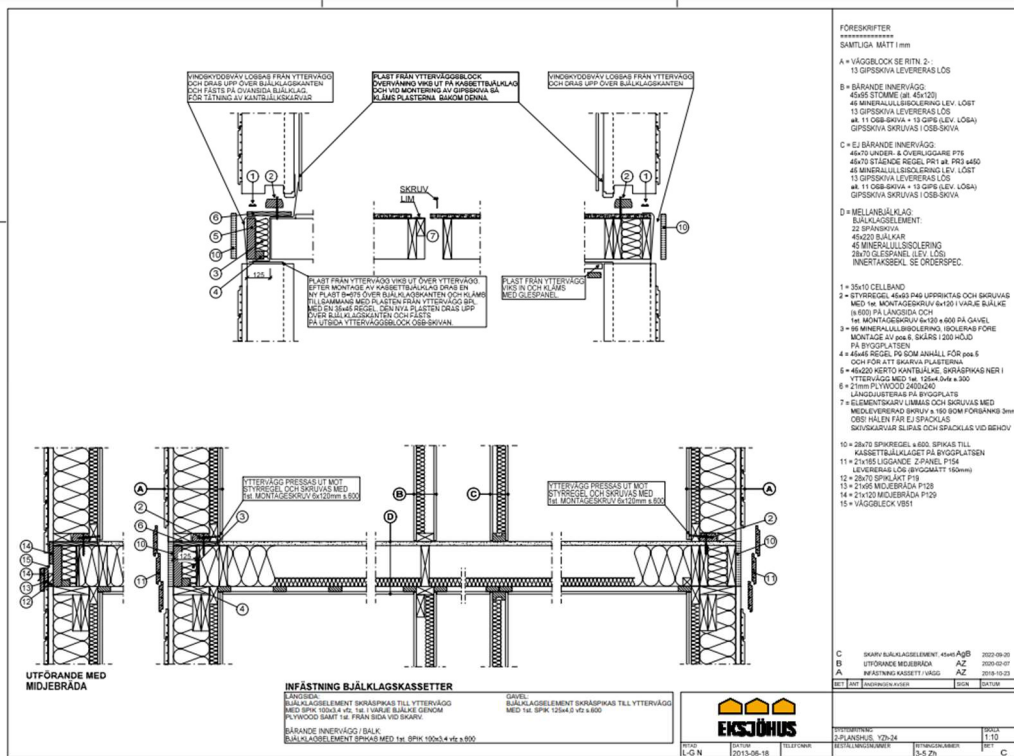
Förnamn	Efternamn	
Sven	Svensson	
Datum för godkännande	E-postadress	
2021-12-22	Sven.svensson@sven.se	
Certifikatnummer	Certifieringsorgan	Behörighetsnivå
1111:1	xxxx	Normal
Företag		
Företag		

# Bilaga 2: Ritningar från Eksjöhus AB

## Ytterväggskonstruktion och fönsteranslutning



## Infästning bjälklagskassetter



## Takkonstruktion





## Bilaga 3: Data från Eksjöhus databas och energideklarationer

OrderNr	Fastighetsbeteckning	Kommun	Husnamn	Husbeteckning	Leveransdatum	Omslutande Area
	Båstad	Prio 129		YBA-129	2019-10-29	37
	Uppsala	Prio 129		YBA-129	2019-10-16	37
	Krokom	Prio 129		YBA-129	2020-01-17	37
	Ljungby	Prio 141		YBA-141	2020-10-14	41
	Orust	Harmoni		HBA-117	2018-11-09	35
	Krokom	Prio 141		YBA-141	2020-03-20	41
	Karlskrona	Prio 143		YBA-143	2020-08-25	41

provtryckningsvärde	provtryckningsdatum	Energideklaration	Energidek. Beställd	Energidek. Utförd	Nybyggnadsår	Atemp
0,23	2020-04-07		1 ja	2022-04-14	2020	129
0,15	2020-01-08		1 ja	2022-11-09	2020	129
0,17	2020-06-11		1 ja	2022-03-03	2020	129
0,14	2020-12-10		1 ja	2023-03-17	2021	141
0,18	2019-01-17		1 ja	2021-04-09	2019	117
0,21	2020-09-02		1 ja	2022-09-13	2020	141
0,14	2020-12-11		1 ja	2022-11-02	2020	143

primärenergital	Energi, VF	Energi, kyl	Energi, tappvarmvatten	Fastighetsenergi	F.geo. Justeringsf	Energi, uppvärmd
68	1,8	0	1299	726	0,9	19,9
62	1,8	0	1300	0	1,0	24,4
80	1,8	0	1518	0	1,5	49,0
58	1,8	0	1659	346	1,0	18,0
138	1,8	0	2260	565	0,9	47,3
73	1,8	0	1659	0	1,5	43,2
46	1,8	0	1682	0	0,9	12,4

Primärenergianvändning	Energikälla	Energiklass	FTX	FT	FX	F	Självdrag
8823	El		B			ja	
7941	El		B			ja	
10271	El		C			ja	
8146	El		B			ja	
16158	El		E			ja	
10261	El		C			ja	
6524	El		B			ja	

## **Bilaga 4, Intervju med Eksjöhus AB**

Intervju, David Norrman  
Eksjöhus AB

### **Lite bakgrund om din karriär och roll på Eksjöhus AB?**

Byggnadsingenjör från Malmö, flyttade till hit 1989 och började jobba på Eksjöhus. Teknisk chef på Eksjöhus sedan 1998. Rollen har nu sista tiden blivit mer mot forskning och utveckling. Försökte vara det även innan då men nu är det mer renodlad tjänst mot forskning och utveckling. Innan var det även drift mot fabrik och mot fabriken handlingar och byggplatshandlingar. Men nu är det renodlat, så Teknisk chef.

### **Vad har Eksjöhus för krav på lufttätethet idag? Har kravet förändrats sedan 2012?**

Det har inte förändrats sedan 2012 vill jag säga, vårt krav ligger på, riktmärket ligger på 0,3 l/s/m<sup>2</sup> för enplanshus och 0,5 l/s/m<sup>2</sup> för flerplanshus så kan man väl konstatera och det har vi med i våran byggbeskrivning, vi tar fram en. Alltså Eksjöhus säljer en materialsats, byggherren slutkund skriver egna kontrakt med entreprenören. Men vi har hjälpt till att ta fram dokumenten som beskriver vad som ska utföras, med tanke på våran materialsats utifrån AMA-K. I den här byggbeskrivningen som ligger som bilaga till entreprenadkontraktet så trycker vi på just det här med lufttäthetsprovningen. Alla hus som vi levererar i Sverige provtrycks ju dessutom, det ingår i avtalet med kund. Det ingår i priset så att säga.

### **På vilket sätt har ni arbetat med lufttätethet mellan 2012 och 2022 då ni inte ändrat kravet för lufttätethet?**

Vi gjorde ett stort omtag 2008, när vi införde en två-skiktsvägg istället för en en-skiktsvägg mycket med tanke på lufttätheten naturligtvis då. I samband med det så började vi prata mer om det med våra entreprenörer och hur viktigt detta är. Så från 2008 och framåt då så har vi detta som en återkommande punkt vid våra träffar med entreprenörerna. Vi försöker ha årliga träffar med entreprenörerna. De som oftast jobbar med oss så att säga, de träffar vi en gång om året, oftast september/oktober någon gång. Har en dags konferens där vi går igenom viktiga saker, däribland lufttäthet. Så vi informerar fortlöpande, vi har en anvisning som jag la i chatten inför det här mötet.

### **Vi lyckades inte öppna denna då vi inte var godkända för dokumentet.**

Jag kan maila den till er, och vill ni använda den så har ni den. Det är ett dokument som vi har tagit fram som ska hjälpa och guida entreprenörerna vid vissa ställen så att säga, vid stålbalkar och vid genomföringar, anslutningar osv. Det är ett dokument som följer med byggsatsen för att förhoppningsvis hjälpa byggaren. Så det har vi tagit fram, vi informerar fortlöpande vid våra byggträffar, vi har tagit fram det här täthetsanvisningsdokumentet som ska vara så praktiskt som möjligt då. Inte bara en skrivbordsprodukt, det tycker vi är viktigt. Vi skickar med tejp, det låter banalt. Men tejp är faktiskt väldigt bra om den är åldersbeständig och lämpad för ändamålet i övrigt. Det skickar vi med, ganska många rullar tejp som används för anslutningar, kan vara genomföringar, anslutningar i övrigt osv. Det funkar bra, det är en riktigt bra tejp. Grön tejp kallade man det förr, för ett antal år sedan men det har bytt färg nu. Hur som helst, den är riktigt bra, den fäster på i princip vad som helst. Och de påstår att den ska hålla i 50 år minst, så det trycker vi också på. Dels vikten av att använda den och vi ser till så att det verkligen finns mängd så att den räcker. Sen har vi det här med täthetsprovningarna, det blir ett visst pedagogiskt värde faktiskt. Byggarna som är inne i systemet påminns

hela tiden, det ligger och skvalpar någonstans, juste, det skulle provtryckas, vi måste skärpa oss osv. Nya byggare får antingen lära sig den hårda vägen eller lyckas de bra från början. Så provtryckningarna har ett stort pedagogiskt värde.

**Hur gör ni om de får veta den hårda vägen? Har vi fått tillgång till den första provtryckningsdatan eller den data för omprovningen, och har det gjorts åtgärder efter i såfall?**

Ni har fått den slutliga vill jag påstå. Om det skulle framgå, jag har inte lusläst de här överhuvudtaget naturligtvis, de här kontrollerna eller rapporterna. Men det skulle kunna vara någon form av påpekande i någon rapport kanske, om att man bör uppvakta ett eller annat. Kan inte svara på det faktiskt om det har skett åtgärder efteråt, det vet jag faktiskt inte. Bra fråga, vet ej.

Vi står för första provtryckningen, det ingår i avtalet med kund från oss då, vi bekostar när kunden köper och vi beställer tjänsten. Om det visar sig att det inte funkar så får byggaren åtgärda enligt de anvisningar som provtryckaren ger och bekosta en ny provtryckning. Men det är ytterst ytterst sällsynt.

**Eksjöhus bygger blockhus med energieffektiv väggkonstruktion. Har väggkonstruktionen varit samma sedan 2012? Om nej, hur och när har det förändrats?**

Väggkonstruktionen har ju varit intakt men vi har faktiskt ändrat bjälklagskonstruktionen har vi gjort. Där vi inte hängt in bjälklaget men bjälklaget ligger längre in vilket gör att det blir lättare att dra förbi en plastfolie. Det har blivit en förbättring, där vi märkte en skillnad på provtryckningsresultatet framför allt på en och en halvplans och även tvåplanshus då. Detta gjordes 2020. Det är det som har skett i det stora hela, det väggkonstruktionen har sett likadan ut sedan 2008, bjälklagsanslutning-vägg har förväntats runt 2020. 1 plans hus lätta, 2 plans ganska hyggligt lätt, 1,5 plans kan vara knöligt att få till faktiskt med ramverkstakstol osv. Sluttningshus, ska inte säga att det är katastrof men det är inte lätt asså, med att till exempel mura en grund.

**Kan detta vara på vilken hustyp som helst eller gäller det vissa specifika hustyper?**

Det finns vissa hustyper som är just sluttningshus där det görs, Sundvik med flera. Ja, det kan ju vara vilka som helst egentligen, aldrig Priohus. Där finns inga sluttningshus kan man säga, men annars kan det vara vad som. Det får ni kolla på själva A-ritningen vad det är för något.

**Har det gjorts några andra förändringar i klimatskalet?**

Grunden gör vi oförändrat likadan, anslutningen mellan grund alltså platta på mark och vägg är densamma, bjälklaget har vi dragit in 2020, yttertak och vindsbjälklag är oförändrat. Så nej, inga andra förändringar.

**Vad är ett offerthus?**

Ett offerthus kan vara vad som helst, ett enplanshus, ett sluttningshus, hus med källare. Ska man kolla detta får man kolla varje hus A-ritning. Ett Offerthus kan alltså vara ones in a lifetime. Det vill säga icke beprövade metoder som gör att det flyger iväg.

# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Fakulteten för teknik  
391 82 Kalmar | 351 95 Växjö  
Tel 0772-28 80 00  
teknik@lnu.se  
Lnu.se/fakulteten-for-teknik