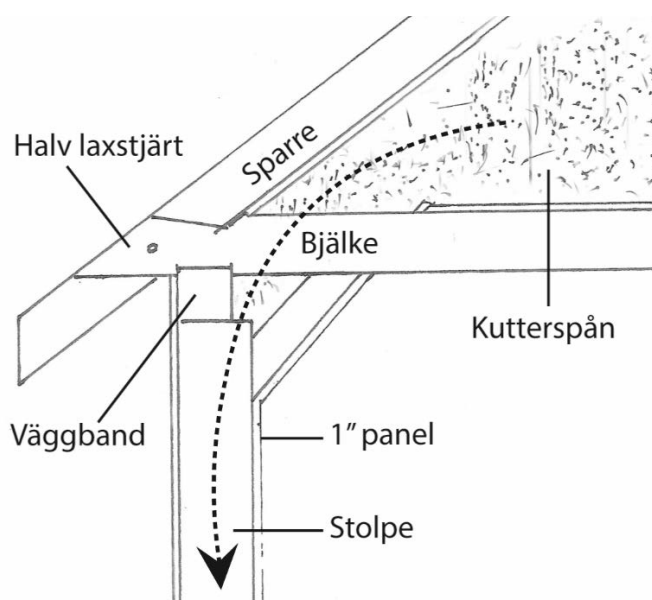


Traditionella material och konstruktioner

- hur de kan bidra till en mer cirkulär och hållbar husproduktion



Isak Blomster

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Bygghantverk
22,5 hp
Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2018



Traditionella material och konstruktioner
- hur de kan bidra till en mer cirkulär och hållbar husproduktion

Isak Blomster

Handledare: Kristina Linscott

Examensarbete, 22.5 hp
Bygghantverksprogrammet

GÖTEBORGS UNIVERSITET
Institutionen för kulturvård

UNIVERSITY OF GOTHENBURG
Department of Conservation
Box 77
SE-542 21 Mariestad, Sweden

www.conservation.gu.se
Tel +46 31 786 00 00

Program in Conservation, Building Crafts
Graduating thesis, 2018

By: Isak Blomster
Mentor: Kristina Linscott

Traditional materials and constructions – how they can contribute to a more circular and sustainable production of new houses

ABSTRACT

The world and Sweden will have to undergo extensive changes due to the climate and environmental changes we have created. This will affect all sectors. One example is the construction sector, which accounts for 40 percent of the annual material and energy consumption and 30 percent of all greenhouse gas emissions. This fact makes the construction sector interesting to study closer as there are great opportunities to make it more sustainable. There is a lot of research being conducted in the field of sustainable construction methods and materials, but few researchers look at this issue on the basis of traditional knowledge. This is the case even though there is research suggesting that traditional knowledge can contribute to a more sustainable house production, which indicates that this is a field that can be wider explored.

To study which traditionally inspired materials and construction methods can be used in new housing, this study has analyzed a specific construction project from the perspective of the circular sustainability concept called "cradle to cradle". The materials and constructions chosen in this process are presented in the paper and evaluated based on the five "cradle to cradle" criterias: **renewable energy**, **clean water**, **social responsibility**, **recyclability**, **health and environment**.

The results of this research shows that with the chosen materials and constructions it is possible to build a recyclable as well as an almost completely compostable house that is easy to disassemble and move. The survey reaffirms that traditional construction methods and materials can contribute to the development of a more sustainable house production and that more research is needed on the subject where the entire process is included, from idea to finished house.

Title in original language: Traditionella material och konstruktioner
- hur de kan bidra till en mer cirkulär och hållbar husproduktion

Language of text: Swedish

Number of pages: 50

Keywords/Nyckelord: Vagga-till-vagga, komposterbara hus, nybyggnation, cirkulär ekonomi, hållbart byggande, traditionellt byggande.

SAMMANFATTNING

Världen och Sverige står inför en omfattande omställning på grund av de klimat och miljöförändringar som vi människor skapat. Byggindustrin står globalt för 40 procent av den årliga material- och energikonsumtionen samt 30 procent av alla utsläpp av växthusgaser. Detta faktum gör byggindustrin intressant då det finns stora möjligheter att effektivisera den utifrån ett hållbarhetsperspektiv. Det finns mycket forskning inom hållbart byggande men få som forskar i frågan med utgångspunkt i det traditionella byggandet. Detta trots att det finns forskning som visar att traditionell kunskap kan bidra till en mer hållbar husproduktion.

För att undersöka vilka traditionellt inspirerade material och konstruktioner som kan användas inom nybyggnation idag har denna studie analyserat ett specifikt byggprojekt utifrån det cirkulära hållbarhetskonceptet ”Vagga-till-vagga”. De material och konstruktioner som valdes i processen presenteras i uppsatsen och utvärderas utifrån de fem kriterierna: **Förnybar energi**, rent vatten, **socialt ansvar**, återvinningsbarhet samt **hälsa och miljö**.

Sammantaget visar resultaten att det går att med de valda materialen och konstruktionerna bygga ett nästintill helt komposterbart och helt återvinningsbart hus som lätt går att demontera och flytta. Undersökningen visar att det traditionella byggandet kan bidra i utvecklingen av en mer hållbar husproduktion och att mer forskning behövs i ämnet där hela processen undersöks från idé till färdigt hus med allt vad det innebär.

Innehållsförteckning

ABSTRACT	4
SAMMANFATTNING	5
1. INLEDNING	8
1.2 PROBLEMFÖRMULERING	9
1.3 SYFTE	9
1.4 FRÅGESTÄLLNING	10
1.5 KÄLLMATERIAL	10
1.6 AVGRÄNSNINGAR	14
1.7 BEFINTLIG KUNSKAP	14
KONSTRUKTION OCH ARBETSPROCESS	14
HÅLLBARHET OCH FORM	15
SAMMANFATTNING	16
1.8 TEORI OCH METOD	17
2. BEGREPP	19
2.1 TRADITIONELLA KUNSKAPER	19
2.2 INBYGGD ENERGI	19
2.3 RURAL, URBAN OCH RURBAN	19
3. BYGGNADSMATERIAL	20
3.1 ATT SÖKA EFTER OCH VÄLJA MATERIAL	20
3.2 VALDA MATERIAL	20
TRÄ	21
NÄVER	22
STEN OCH GRUS	23
LERA	24
ÅTERBRUKADE MATERIAL	25
SPIK OCH SKRUV	26
MATERIALENS PÅVERKAN PÅ INOMHUSLUFTEN	27
SAMMANFATTNING	28
4. KONSTRUKTIONER	29
4.1 HUSET	30
4.2 GRUND	33
KONSTRUKTIONSFÖRSLAG	33
RESONEMANG	33
ÅTERVINNINGSBARHET	33
4.3 GOLV	34
KONSTRUKTIONSFÖRSLAG	34
RESONEMANG	35
ÅTERVINNINGSBARHET	36

4.4 VÄGGAR	37
KONSTRUKTIONSFÖRSLAG	37
RESONEMANG	38
ÅTERVINNINGSBARHET	39
4.5 TAK	40
KONSTRUKTIONSFÖRSLAG	40
RESONEMANG	41
ÅTERVINNINGSBARHET	41
4. DISKUSSION	42
KONSTRUKTIONSVAL	42
INBYGGD KLIMATPÅVERKAN	42
FÖRNYELSEBARA MATERIAL	42
ENKELHET	43
VAGGA-TILL-VAGGA	43
AVVÄGANDEN	43
MATERIAL, KONSTRUKTION OCH FORM	44
FALLSTUDIE SOM METOD	44
SEMISTRUKTURERADE INTERVJUER	44
ÄMNETS RELEVANS	45
SLUTSATSER	46
5. KÄLLOR	47
TRYCKTA KÄLLOR	47
RAPPORTER	49
ELEKTRONISKA KÄLLOR	49
OPUBLICERADE KÄLLOR	50

1. INLEDNING

Forskning visar att miljö- och klimatförändringar kräver en omfattande omställning och förändrat förhållningssätt (Rockström 2010). “Förändringar som behövs i en nära framtid för att skapa balans berör samhällets alla sektorer i alla delar av världen [...]” (Persson, Persson, Nihlgård, & Baramryd 2010). Byggsektorn är en av dem då den globalt står för 40 procent av den årliga material- och energikonsumtionen (Goodbun & Jaschke 2012) samt 30 procent av utsläppen av växthusgaser (UNEP 2009). Byggsektorn i Sverige genererar lika stora årliga utsläpp av växthusgaser som utsläppen från den svenska personbilstrafiken (Kellner 2015). Inom byggsektorn används över 50 000 olika material och kemiska produkter (KEMI 2015). På grund av de stora materialvolymerna samt byggnaders långa livslängd ökar risken för att byggvaror påverkar människors hälsa och miljön negativt (KEMI 2015). Genom Parisavtalet om klimat och Agenda 2030 har Sverige åtagit sig att “minska de negativa konsekvenserna av städernas påverkan och av kemikalier som är farliga för människans hälsa och miljön”, samt att “arbeta för att minimera städernas påverkan på det globala klimatsystemet” (Regeringskansliet 2016). Därför är det viktigt att använda förnyelsebara, återvinningsbara och sunda material och konstruktioner som kan bidra till en övergång till ett hållbart cirkulärt byggande.

En omställning är nödvändig och att skifta från ett ”vagga-till-graven”-perspektiv (linjär logik) till ett ”vagga-till-vagga”-perspektiv (cirkulär logik) menar McDonough och Braungart (2009) kan vara en rimlig väg framåt.

Föreliggande projekt tar avstamp i McDonough och Braungarts förhållningssätt och undersöker möjligheterna att använda traditionell kunskap som förebild och inspiration i en nybyggnadskontext. I traditionellt byggande används förnybara, naturliga, ofta lokala och giftfria råvaror (Fernandes et al 2014) som inte skapar höga koldioxidutsläpp (Ensjö Einarsson 2010) samt kan sänka mängden emissioner från kemiska produkter i inomhusluften och därmed förbättra luftkvaliteten inomhus (Blomster 2017).

Med syfte att skapa en plattform för kunskapsutbyte mellan akademi, privat och offentlig sektor med anledning av det förestående behovet av ett skifte till en cirkulär biobaserad ekonomi i rurala, urbana och rurbana miljöer har initiativet ”Rurban Studios” startat med bas i Mariestad. Den här uppsatsen ansluter till andra arbeten som pågår i Rurban studios. Genom att undersöka vilka konstruktionslösningar som kan användas i ett nybyggnadsprojekt, en lagerbyggnad, i en äldre skolmiljö, om cirka 100 m² i närheten av Mariestad där ett vagga-till-vagga-perspektiv med inspiration från traditionellt byggande används.

Då utsläpp från inrikes transporter svarar för en tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser (Naturvårdsverket 2017) kommer så korta transporter av byggnadsmaterialen som möjligt att eftersträvas.

1.2 Problemformulering

Det finns begränsat med forskning om traditionella byggnadsmaterial och konstruktioner där de analyseras utifrån ett cirkulärt hållbarhetsperspektiv. Den här uppsatsen söker bredda relevansen för begreppet traditionell kunskap från att främst anses relevant inom forskning gällande kulturvård till att även vara relevant gällande nybyggnation då det kan bidra till en mer cirkulär husproduktion med låg inbyggd klimatskuld och god luftkvalitet inomhus.

För att kunna tillgodogöra sig den befintliga kunskapen om det traditionella byggandet som finns representerad i litteratur, befintliga byggnader och hos utövare (hantverkare) så är det av stor vikt att forskaren kan läsa källan samt förstå och kunna omsätta kunskapen i praktiken, själva hantverket, för att få korrekta och därmed relevanta resultat. Därför spelar det en viktig roll att den som forskar i ämnet har kunskap om traditionella material och konstruktioner samt kan praktisera dessa kunskaper.

1.3 Syfte

Syftet är att analysera vilka traditionellt inspirerade konstruktioner och material som kan användas i ett nybyggnadsprojekt utifrån ett cirkulärt hållbarhetsperspektiv där så korta transporter av byggnadsmaterialen som möjligt eftersträvas.



Figur 1 visar en sammanställning av de perspektiv som används i uppsatsen. En omställning behövs, vagga-till-vagga-perspektivet testas som ett medel att genomföra omställningen, ett byggprojekt undersöks där kunskap hämtas från det traditionella hantverket, med så lokala material som möjligt, vilket påverkar vilken konstruktion som används.

1.4 Frågeställning

Vilka traditionellt inspirerade konstruktioner och cirkulära byggnadsmaterial skulle utifrån ett vagg-till-vagga-perspektiv kunna vara lämpliga i ett nybyggnadsprojekt idag?

Hur långt behöver de valda byggnadsmaterialen fraktas?

1.5 Källmaterial

För att få en större förståelse för den bakomliggande processen när det gäller material och konstruktionsval har nedan presenterade källor spelat en roll och bidragit med kunskaper (Se figur 2).



Figur 2 visar involverade aktörer och källor som spelat en roll när det beslutats vilka material och konstruktioner som ska användas

Byggnadsmaterial och litteratur: Den använda litteraturen ligger som grund för analysen av byggnadsmaterialen. Se kapitel 3.

Arkitekt: *Malena Gyllenbak*, utbildad arkitekt vid Chalmers. Malena har efter studierna bland annat arbetat med kulturarvsfrågor vid UNESCO och med hur man kan använda traditionella material och tekniker vid återuppbyggnad efter katastrofer och konflikter vid UN Habitat (FNs bosättningsorgan). Malena och jag är gifta.

Med anledning av att påverkansmöjligheten i ett byggprojekt är störst tidigt i processen, har ett nära samarbete med arkitekten eftersträfvats. Diskussionerna med Malena har varit kontinuerliga och har fokuserats på form och materialval. Malena har även bidragit med sina erfarenheter vad gäller både globala och lokala hållbarhetsaspekter.

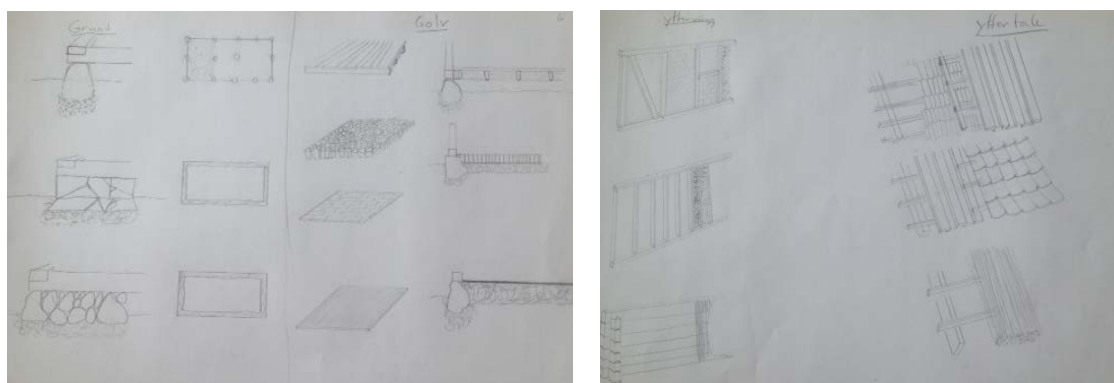
Hantverkare: *Mats Renström*, ägare av byggföretaget ”K-märkt” i Hjo, Skaraborg. Renström startade företaget 2005 efter att han avslutat sina studier på Dacapo hantverksskola. Renström har vårdat många hus i Skaraborg sedan starten och har stor kunskap om vilka material och konstruktioner som används historiskt och vilka för- och nackdelar dessa val kan ha. Vi träffades i Gyllenhaks byggnadsvårds förråd i Bällefors, Skaraborg, i mars månad 2018. Samtalet var semi-strukturerat och mellan de planerade frågorna som behandlade utbredningen av bräddtak som underlagstäckning i området och problem med kutterspån som isolering diskuterades olika möjliga byggnadskonstruktioners för- och nackdelar.

På frågan om utbredningen av bräddtak som underlagstäckning i området svarade Renström att det var vanligt och vad gäller kutterspån som isolering poängterade han att det kompakteras med tiden och att det kan resultera i dragiga golv och drag under fönstren. Han menade att kutterspån behöver fyllas på efter 10-20 år. Vi diskuterade även andra konstruktionsmöjligheter. Exempelvis intresserade sig Renström för konstruktionen med stolpverk som stomme med en massiv trävägg fäst utanpå denna som vägg och isolering. Sten som grundmaterial diskuterades och Renström menade att lösningen med plintgrund var fuktsäker och att stenen ovan mark kan vila på ett bärlager av grus.

Henrik Jönsson, storbonde, skogsägare och grundläggningsentreprenör i Moholm, Skaraborg. Jönsson har lång erfarenhet av anläggande av grunder, främst betonggrunder. Även om betong inte var aktuellt i detta projekt på grund av materialets klimatpåverkan hade Jönsson både erfarenheten och möjligheten att anlägga den i uppsatsen presenterade grundkonstruktionen av sten. Vi träffades i mars månad 2018 i mitt arbetsrum där en modell av den nya byggnaden i skala 1:10 fanns. Intervjun var semi-strukturerad och det som diskuterades var om det var möjligt att köpa näver från hans skog och om han kunde gräva grunden då det var önskvärt att få grundstenarna helt i våg. Möjligheten att skörda näver i hans skog fanns och han visste precis vem av hans anställda som var tillräckligt perfektionistisk för att få grundstenarna i perfekt våg. Han hade även grundstenar som kunde passa vilka han grävt upp ur sina åkrar.

Paret Solveig och Peter Wålstedt har nyligen byggt ett nytt hus med stenfot, trästomme, massiva lerväggar och brådtak. Peter är ingenjör med specialisering på betong. De har byggt och renoverat flera hus i egenskap av byggherrar och har därmed erfarenheter som var intressant för arbetet med undersökningen. Paret kontaktades med anledning av deras val av grundkonstruktion som är en modern ”mullbänk”, med en bärande stenfot och skumglas som fyllnadsmaterial. Vi diskuterade tids- och materialåtgång samt andra aspekter av deras konstruktionsval.

Beställare: *Gyllenhaks byggnadsvård AB*, handelsföretag med ”kvalitetsvaror för hus och människor”. Företaget har en fysisk butik i Bällefors, Skaraborg, och en internetbutik. De som driver Gyllenhaks byggnadsvård AB är Ann-Sofie och Ulf Gyllenhak. Det var med Ann-Sofie och Ulf som samtal fördes vad gäller den nya byggnaden. Vilka kvaliteter ska byggnaden ha? Hur stort bör det vara? Hur mycket får det kosta? Vilken estetik efterfrågas? Vilka funktioner behövs? Hur viktiga var olika miljöhänsyn? Mitt arbetsrum var under arbetet med projektet placerat i en av företagets lokaler. Där tillverkade jag modeller för att visualisera olika konstruktioner och materialval. Även om miljö, funktion och ekonomi vägde tungt när olika lösningar diskuterades, var form och estetik lika viktigt. Vid sidan av spontana samtal genomfördes tre möten där vi diskuterade semi-strukturerat. Under första mötet klargjorde vi företagets behov, mål och möjligheter. Till andra mötet hade ett antal material identifierats och utifrån dessa diskuterades olika möjliga konstruktioner, vilka också påverkade estetiken och formen på byggnaden. Till tredje mötet hade jag i samarbete med arkitekten förberett tre konstruktioner för byggnadsdelarna grund, golv, väggar och tak. Dessa presenterades och varje byggnadsdel diskuterades separat utifrån aspekterna estetik, miljö, ekonomi och funktion. Under diskussionerna valde beställarna en konstruktion för varje byggnadsdel. Utifrån deras val kunde de slutgiltiga konstruktionerna arbetas fram.



Figur 3 visar konstruktionsförslag till de olika byggnadsdelarna grund, golv, väggar och tak som användes som underlag för diskussion med beställarna.

Materialförädlare:

För att avgöra vilka material som skulle kunna vara relevanta att använda i projektet kontaktades en rad materialförädlare för att undersöka vilka material som fanns tillgängliga och vilka kvaliteter, kvantiteter, kostnader och leveranstider som gällde för respektive

material. Alla valda materialförädlare (se figur 21) har kontaktats och vi har diskuterat nämnda frågor. Arkitekten och jag har besökt alla valda materialförädlare utom skruvtillverkaren.

Undersökta objekt:

Ett av beställarnas önskemål var att den nya byggnaden skulle smälta in i den befintliga miljön. För att få en större förståelse för byggnaderna på platsen undersöktes tre byggnader i närområdet. Dessa undersökningar bidrog både till den yttre formen på byggnaden samt till den inre formen och logiken, såsom närproducerade material. Genom att undersöka den befintliga bebyggelsen på en plats kan en förståelse för hur människorna som uppförde hus förr har tänkt när det kommer till både material och konstruktionsval. Vilka material fanns på platsen? Hur och var användes dessa? Vilka egenskaper ansågs materialen ha och hur väl har de fungerat? Det som var genomgående för alla undersökta objekt är att de huvudsakligen bestod av trä, sten och tegel. Dessa material kan fortfarande brukas, återbrukas eller komposteras. De bestod med andra ord av cirkulära material. Undersökningarna av de befintliga byggnaderna utfördes okulärt och inga ritningar upprättades då fokus låg på att undersöka och identifiera generella konstruktionsprinciper som skulle kunna användas inom nybyggnation. Fokus låg därmed inte på att i detalj dokumentera byggnaderna.

Byggnad 1: Det före detta *utedasset och trädgårdsförrådet* (se figur 25) till den gamla skolan var ett av objekten som undersöktes. Byggnaden har en enklare stenfot och en stolpverkstomme. Takstolarna består utav två högben och en hanbjälke. Taket har en underlagstäckning av träspån i 3 lager och yttertakstäckning av tvåkupigt tegel. Byggnaden är oisolerad och har en stående lockläktpanel. Byggnaden visade exempel på trä som underlagstäckning, tegel som yttertakstäckning och stolpverk som bärande stomme. Stommen har ingen ”skiva” på insidan som tar horisontella laster, trots detta står byggnaden stabilt tack vare att snedsträvor är en del av stommen.

Byggnad 2: Den *äldsta skolbyggnaden* (se figur 26) på platsen undersöktes och förutom formspråk undersöktes stommen, grunden och byggnadens isolering. Grunden är av huggen granit av två olika typer och stommen är av liggtimmer. Takbjälklaget är isolerat med kutterspån och väggarna är lerklinade på insidan varpå stående pärlspont är fastspikad. Fasaden består delvis av pärlspontpanel samt delvis lockläkt panel. Byggnaden visade exempel på hur kutterspån beter sig som isolering i bjälklag, det kompakteras men det påverkar inte isoleringsförmågan nämnvärt då det inte bildas på någon luftspalt mellan isolering och innertak. Liggtimmerstommen var delvis dragig vilket märktes genom att det blev kallras vid delar av väggen samt att golven delvis var dragiga. Kallras och dragiga golv går att åtgärda med hjälp av drevning men den i uppsatsen presenterade konstruktionen har som syfte att det problemet inte ska uppstå.

Byggnad 3: En *skiftesverkslagerbyggnad* (se figur 30) som ligger cirka 500 meter bort från byggplatsen undersöktes med anledning av grundkonstruktionen. Grunden är en öppen ”plintgrund” där husets knutpunkter vilar på höga stenar placerade på en grusbädd. Mellan

stenen och stommen ligger det en bit asfaltspapp för att förhindra att kondens ska tränga upp i stommen. Golvbjälklaget såg friskt och torrt ut underifrån. Byggnaden visade exempel på en öppen ”plintgrund” och dess fördelar för grundkonstruktionen när det kommer till hanteringen av fukt från marken.

1.6 Avgränsningar

Konstruktionerna har arbetats fram utifrån befintlig bebyggelse på platsen och från historiska källor samt i diskussion med andra hantverkare.

Konstruktionerna kommer i ett senare skede i processen att granskas av en konstruktör så att de uppfyller lagar och förordningar.

Målet med uppsatsen är inte att göra en uttömmande sökning och kartläggning av samtliga existerande cirkulära, lokala byggnadsmaterial.

1.7 Befintlig kunskap

Det finns en hel del historiska byggläror och forskning som undersöker och redogör för, med olika fokus och djup, hur vi har byggt genom tiderna. Det finns också mycket litteratur som behandlar ämnet hållbarhet och hållbart byggande men det är få som undersöker huruvida traditionell kunskap kan bidra till ett mer hållbart byggande. Här finns ett kunskapsglapp varför det behövs mer forskning i ämnet för att undersöka frågan. Nedan kommer en redogörelse för den mest relevanta forskningen i ämnet på svenska. Den går att dela in i två delar: konstruktion och arbetsprocess samt form och hållbarhet.

Konstruktion och arbetsprocess

Cecilia Björk, Lars Nordling och Laila Reppen redovisar på ett överskådligt sätt i boken ”Så byggdes husen 1880-1980” vilka arkitektoniska uttryck, generella principlösningar samt hur man planerade städer under den angivna perioden. Tack vare det generaliserande förhållningssättet att redogöra för varje nytt tiotal ger boken en förenklad och översiktlig beskrivning av perioden. Inga bakomliggande arbetsprocesser är beskrivna men ibland har andra aspekter som påverkat byggnadssättet beskrivits, så som exempelvis virkesbrist under efterkrigstider vilken resulterade i att man frångick de plankstommar som var vanliga under början av 1900-talet. Ingen vidare undersökning om vad de olika konstruktionerna resulterade i eller hade för effekt på människan och miljö görs.

Ullrik Hjort Lassen har i sin avhandling ”the Invisible Tools of a Timber Framer”, där huvudfokus är påmärkningsprocessen på regelbundet och oregelbundet timmer när en stolpverksstomme ska byggas, undersökt de möjliga tillvägagångssätt en timmerman kan ha

använt och kan använda sig av vid påmärkning av timmer i en byggprocess. Han har även kartlagt de olika typerna av stolpverkskonstruktioner som finns representerade i nordvästra Europa och Skandinavien. Hjort Lassen vill genom sin avhandling skapa en plattform för den ”tysta” kunskap som hantverkare besuttit genom tiderna men som oftast inte verbaliserats utan endast syns genom resultaten av deras arbete. Genom att undersöka och beskriva hur påmärkningsprocessen har gått till samt även hur den kan gå till möjliggör Hjort Lassen för mer forskning vad gäller byggprocessen. Inga vidare aspekter av hållbarhet eller vad det skulle innebära att bygga med stolpverk idag undersöks.

Ulrik Hjort Lassen, Karl Magnus Melin och Ulrich Lange har i artikeln ”Stolpverket i logen på Maglö” i ”Bebyggelsehistorisktidskrift” Nr 60 från 2010 skrivit om sin ingående undersökning av en 1700-tals tröskloge på Maglö med fokus på tillvägagångssätt. De redogör för vilka sammanfogningar, material och verktyg som antas använts. De skriver särskilt om märkningen av timret och hur det är en förutsättning för att tillverkning kan ske på en ort sammansättning på en annan ort, alltså en form av prefabricering.

Gunnar Henriksson Beskriver i sin bok ”Skiftesverk i Sverige” Skiftesverkets lokala särarter i förhållande till vilket landskap de ligger i. Henriksson beskriver skiftesverket som byggsystem och går även in på hur man skulle kunna ha gjort och tänkt, vilka yxor och vilket virke man har använt. Henriksson jämför skiftesverket översiktligt med andra träbyggnadssätt som knuttimring och fackverkshus. I kapitlet ”Västergötland” beskrivs även ett ”... monteringsfärdigt bygge...” utifrån en hemmansägares berättelser.

Göran Anderssons bok ”Timmerbyggnader” från 2016 är en heltäckande bok som utarbetats efter en rad inventeringar gjorda av samverkande hantverkare, arkitekter och antikvarier. Andersson undersöker byggnaderna utifrån ett hanverkarperspektiv där både konstruktionerna och de bakomliggande arbetsprocesserna belyses. Boken behandlar allt från materialval och timmerhusens historik till hur de olika konstruktiva delarna stomme, golv, murstockar och tak har utformats i de inventerade objekten. Konstruktionslösningarna redovisas genom ritningar, skisser och förklarande text. Andersson visar på exempel där timmerbyggnader från 1200-talet fortfarande finns bevarade och används men skriver vidare att det är vanligare med hus från 1600-talet och att det finns betydligt fler bevarade timmerbyggnader från 1700-talet som fortfarande brukas. Inga vidare aspekter av hållbarhet eller vad det skulle innebära att bygga med timmer idag undersöks. Men värt att notera är att byggmetoden möjliggör att byggnaden fortfarande kan brukas efter 700 år.

Hållbarhet och form

Erik Wikström diskuterar i sin Masteruppsats om skiftesverket som tekniskt byggsystem har en plats inom hållbart byggande. Han beskriver skiftesverket som individuell utformade byggdelar vilka länkas samman utan vare sig skruv eller spik. Wikström beskriver teknikens möjligheter till modifiering i form av demontering för att kunna flytta

strukturen vilket han anser som en fördel ur ett långsiktigt perspektiv. Han beskriver skiftesverket som miljövänlig att producera samtidigt som den kan vara 100 % återvinningsbar. Wikström inspireras av den befintliga, historiska, byggda miljön och hans arbete resulterar i två formförslag där han utgår från byggsystemet skiftesverk. Wikström redogör inte för någon vidare hänsyn till vilka material som används i konstruktionen men kommer med olika förslag. Fokus är tekniken skiftesverk i kombination med form.

Johan Jönsson tar Wikströms frågeställning vidare i sin kandidatuppsats från 2017 där han undersöker två olika sätt att fästa en rad olika fyllnadsmaterial i en skifteverkstomme. Jönsson undersöker även olika arbetsprocesser som skulle kunna användas idag för att på ett så rationellt sätt som möjligt fästa fyllnadsmaterialen i stommen med el-handverktyg.

Författaren till föreliggande uppsats genomförde en undersökning under sin praktik på en forskningsorganisation i Österrike om skillnaden mellan två väggkonstruktioner vad gäller emissioner till inomhusluften från byggmaterialen. Undersökningen visade att det går att minska mängden emissioner i inomhusluften vid användandet av traditionella material.

Ida Röstlund undersöker i sin masteruppsats "Form follows material" från 2017 bland annat en formgivningsprocess utifrån ett cirkulärt holistiskt perspektiv i en fallstudie i Mariestad där lokala material och traditionella kunskaper används. Röstlund använder sig av traditionella kunskaper med motiveringen att de teknikerna var/är anpassade efter de lokalt tillgängliga resurserna och tillåter anpassning och reparationer. Hon tog tidigt i formgivningsprocessen kontakt med hantverkare vilka ansågs ha kunskap om hur lokala material kan förädlas och användas i byggnationer. Röstlund kartlägger även potentiella lokala material.

Sammanfattning

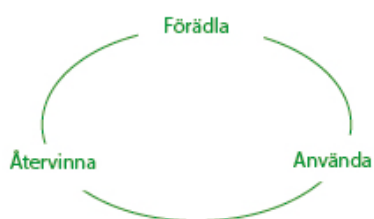
Boken "Så byggdes husen" redogör för generella historiska konstruktionsprinciper medan Hjort Lassen går djupare och fokuserar på ett specifikt moment i arbetsprocessen vad gäller byggnation av stolpverk. Andersson beskriver liggtimmerkonstruktioner samt delar av arbetsprocessen att bygga en. Alla tre skrifterna har gemensamt att de redogör för vilka konstruktionslösningar man använt historiskt.

Wikströms uppsats undersöker form utifrån en traditionell teknik, skiftesverk, vilken Jönsson bygger vidare på och undersöker två tillvägagångssätt att tillverka utifrån olika byggnadsmaterial. Röstlund undersöker en formgivningsprocess utifrån lokala material med ett holistiskt cirkulärt perspektiv och inspiration från traditionellt byggande.

Den enda som genomgående har ett hållbarhetsperspektiv och använder sig av kunskaper hämtade från det traditionella byggandet är Röstlund varför jag anser att min uppsats ligger närmast hennes. Sammantaget visar forskningsläget på ett behov av mer forskning som undersöker kopplingen mellan traditionellt och hållbart byggande.

1.8 Teori och metod

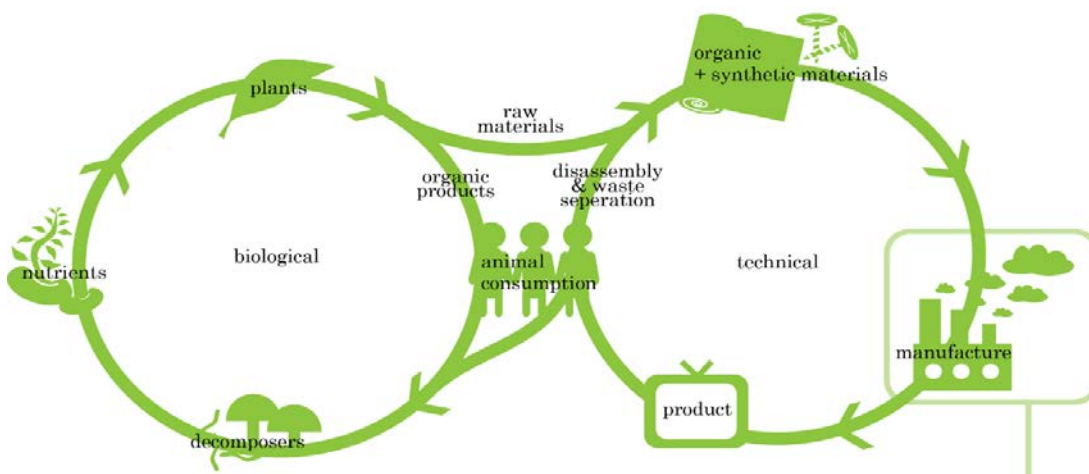
För att undersöka om valda traditionella material och konstruktioner kan anses vara hållbara och ingå i ett cirkulärt kretsloppstänkande har McDonough och Braungarts förhållningssätt vagg-till-vagga använts. McDonough och Braungart anser att vi behöver skifta från ett linjärt vagg-till-graven perspektiv (linjär logik) till ett vagg-till-vagga perspektiv (cirkulär logik). De delar upp material i två kategorier: tekniska och biologiska. Biologiska material är de material som kan komposteras och därmed återföra näring till jorden när de inte längre har de egenskaper som önskas, exempelvis trä. Tekniska material är de material som kan användas och förädlas om och om igen utan att tappa sina egenskaper, exempelvis vissa metaller. Material som inte lever upp till dessa kriterier är icke cirkulära och bör inte användas anser McDonough och Braungart.



Figur 5 visar en cirkulär vagg-till-vagga logik där material istället för att förbrukas och slängas återvinns i oändlighet.



Figur 6 visar en linjär vagg-till-graven logik.



Figur 4 visar de två olika materialgrupperna tekniska samt biologiska inom konceptet vagg-till-vagga. Figuren är hämtad från <https://whatisnewincomaterials.wordpress.com/>

När produkter certifieras enligt vagg-till-vagga modellen utvärderas de utifrån fem kriterier och får olika certifieringsgrad beroende på i vilken utsträckning de lever upp till eller bidrar till en positiv utveckling av de fem kriterierna.



Figur 7 visar de på "Cradle to Cradle Products Innovation Institute"s hemsida (hämtat 5:e april 2018), redovisade fem kriterierna som produkterna utvärderas från.

För att undersöka möjligheten att använda ett vagg-till-vagga perspektiv i förhållande till en beställare, vilken har en avgörande betydelse för om ett byggprojekt blir av, har fallstudie ansetts vara en lämplig metod. Genom att tvingas att arbeta genom hela processen från att identifiera omfattningen på byggprojektet till färdiga konstruktionsförslag skapas förutsättningar för att få en bredare och större förståelse för processen med att välja material och konstruktioner.

Med målet att kunna uppföra en lagerbyggnad om cirka 100m² vid "Gyllenhaks byggnadsvård AB" i Skaraborg har byggnadsmaterial som ansetts leva upp till konceptet vagg-till-vagga identifierats och kartlagts. I och med att det idag är svårt att hitta transportsätt som kan tillräknas ett cirkulärt förhållningssätt har behovet av transporter av byggnadsmaterialen eftersträvat att hållas så lågt som möjligt.



Figur 8 visar olika steg i processen att ta fram konstruktionsförslag.

I samarbete med en arkitekt har form och konstruktionsförslag arbetats fram med utgångspunkt i omfattningen av byggprojektet och de identifierade tillgängliga byggnadsmaterialen. Formgivningsprocessen och konstruktionsarbetet har inspirerats av det formspråk och de konstruktioner som finns representerade i den befintliga bebyggelsen i området. Tre konstruktionsförslag för vart och ett av de konstruktiva delarna grund, golv, väggar, tak, presenterades och diskuterades med företrädare från Gyllenhaks Byggnadsvård AB. De valda konstruktionslösningarna presenteras i uppsatsen.

2. Begrepp

2.1 Traditionella kunskaper

Traditionella kunskaper och byggandet definieras i det här sammanhanget som kunskaper som var utbredda innan industrialiseringen och urbaniseringen slog igenom med full kraft i samband med modernismen under 1900-talets första hälft.

2.2 Inbyggd energi

Inbyggd energi eller inbyggd klimatpåverkan är den energi som förbrukats för att producera en byggnad eller ett byggnadselement, alltså den ”klimatskuld” byggnaden eller byggnadselementet har redan innan den tas i drift. Idag kan produktionen innebära upp till 80 procent av de totala utsläppen av klimatgaser jämfört med driftsfasens 20 procent beräknat efter en analysperiod på 50 år (Kellner 2015).

2.3 Rural, urban och rurban

Är betäckningar på hur tätbefolkat ett område är. Rurala områden är glesbefolkade områden i motsats till urbana områden som är tätbefolkade. Ett inte lika etablerat begrepp är rurbara områden vilket syftar på de områden som ligger i gränslandet mellan att vara tät- och glesbefolkat.

3. BYGGNADSMATERIAL

3.1 Att söka efter och välja material

Beställarens krav på kostnad, estetik, miljö och funktion spelade en avgörande roll vid val av material.

Utifrån Röstlunds kartläggning av potentiella lokala byggnadsmaterial söktes det efter producenter via internet, intervjuer med lokala hantverkare, handlare och andra relevanta informanter. När en producent identifierats kontaktades denna via platsbesök eller telefon. Det visade sig att en inte obetydlig andel av producenterna inte visste var deras råmaterial kom från. De som inte kunde redogöra för var råmaterialet kom ifrån valdes därefter bort då det inte gick att göra en relevant bedömning huruvida de levde upp till vaggatill-vaggaprintipen i och med att delar av processen inte var känd, undantaget spik och skruv.

Leveranstid och omfattning på lager vägdes också in vid val av material. Två månaders leveranstid angavs från det valda sågverket och hyvleriet. Det är rimligtvis bättre att göra beställningen så tidigt som möjligt åtminstone när det gäller sågverket då producenten ges möjlighet att lufttorka vinter- och våravverkat timmer istället för att använda forcerad torkning på timmer som avverkats någon annan årstid då saven hunnit tränga upp i trädet.

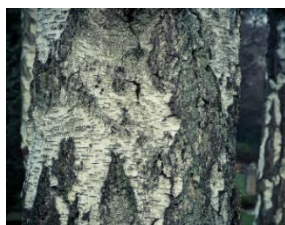
3.2 Valda material

Trä



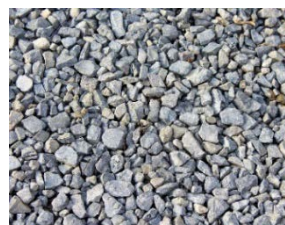
Figur 9. Foto: Pixabay.com, Ulleo.

Näver



Figur 11. Foto: Pixabay.com, MichaelGaida.

Sten och grus



Figur 10. Foto: Pixabay.com, _Alija_.

Lera



Figur 12 Foto: Pixabay.com, SatyaPrem.

Återbrukat material



Figur 12 foto: fyndtorget.se.

Spik och skruv



Figur 13 Foto: Pixabay.com, januszj.

Trä

Trä är ett mångsidigt biologiskt material som det finns gott om nära byggplatsen och som kan användas till bärande stomme, golv, ytter- och innerpanel samt taktäckning. Det valda sågverket ligger 24 km bort från byggplatsen. Innehavaren av sågverket handlar främst med furuvirke och köper timmer som avverkats inom en radie på 50 km. Hyvleriet som valdes ligger 27 km från sågen samt 12 km bort från byggplatsen och arbetar uteslutande med legohyvlning, de har inget lager av hyvlade produkter för avsalu utan allt måste beställas i förväg. Det innebär att de sågade produkterna kommer färdas maximalt 74 km och de hyvlade produkterna kommer färdas maximalt 89 km.

Förnybar energi: Transporterna kommer göras med dieseldriven lastbil vilket kommer ge upphov till koldioxidutsläpp. Även avverkningen av timret i skogen orsakar med största sannolikhet koldioxidutsläpp i och med att både skördare och motorsågar idag i stor utsträckning drivs med fossila bränslen och ”kostar” klimatutsläpp att tillverka. Trä binder koldioxid i och med fotosyntesen och redan utan hänsyn till korta transporter och effektiva torkningsmetoder tas, redovisar forskningsorganisationen LUSTRA i sin årsrapport från 2008 att det i själva verket blir ett upptag av koldioxid när trä används inom byggnation.

Rent vatten: Inga utsläpp av vatten som innehåller skadliga ämnen har identifierats vid besök hos producenterna.

Socialt ansvarstagande: Råvarorna som förädlas och utvunnits lokalt kan potentiellt skapa mer jobb lokalt. Samtidigt som kopplingen mellan människa och miljö tänkbart skulle stärkas tack vare att beställaren blir mer direkt påverkad av materialutvinningen och effekterna av denna.

Återvinningsbarhet: Trä är ett biologiskt material och är biologiskt nedbrytbart och komposterbart.

Hälsa och miljö: Trä har visat sig ha positiva effekter både fysiskt och psykiskt när det används interiört. Trä sänker blodtrycket, hjärtfrekvensen och stressnivån samtidigt som det förbättrar luftkvaliteten (Planet ark 2015; Johaneum).



Figur 13 visar sågverket som planeras användas. Det ligger 24 km från byggplatsen. På bilden till höger syns den egna lastbilen som hämtar timret inom en radie på 50 km. Huvudsakligen lufttorkas virket utombes under tak men tork finns om det behövs. Foto: Isak Blomster

Näver

Näver kommer i fallstudien användas mellan grundstenarna och trästommen för att förhindra att fukt tränger upp i träet. I och med att det endast kommer användas en liten mängd näver kommer den skördas på plats. Tillåtelse har inhämtats att skörda näver i närheten av byggplatsen av en skogsägare¹. Näver går också att köpa och då är den oftast importerad från Finland eller Ryssland².

Förnybar energi: Inga transporter kommer behöva ske då nävern skördas i direkt anslutning till byggplatsen.

Rent vatten: Ingen förorening av vatten kommer ske i samband med att nävern skördas.

Socialt ansvarstagande: Ingen direkt påverkan på samhället skulle ske i samband med att nävern skördas och brukas i den direkta närheten av byggplatsen.

Återvinningsbarhet: Nävern är ett biologiskt material som kan komposteras.

Hälsa och miljö: Näver har inga funna egenskaper som skulle kunna påverka människors hälsa eller miljön negativt.



Figur 14 visar skördning av näver från en björk. Bilden är hämtad från boken "Tekning og kledning med emne frå skog och mark" av Jon Bojer Godal från 2012. Skördningen skadar inte träet vilket fortsätter växa efter skördningen.

¹ Samtal med skogsägare Henrik Jönsson, mars 2018.

² Samtal med handlare Ulf Gyllenhak, januari 2018.

Sten och grus

Sten och grus finns nära byggplatsen och kommer användas i det här fallet till grundläggningen. Grus och framförallt sand är resurser som vi förbrukar i stora mängder idag och som inte kan betraktas som en förnyelsebar resurs (Zetterlund, Kiilsgaard, Arm 2017). Anledningen till att grus och sten ändå används i det här projektet är att materialen i det här fallet gå att gräva upp, sortera och använda igen utan att de förlorar sina egenskaper, alltså uppfyller de kriterierna för ett tekniskt material. Det är konstruktionsvalet som gör att det är möjligt att återanvända materialen, skulle materialen till exempel gjutas samman skulle det försvåra återanvändning av materialen. Åkerstenen som kommer användas finns i byggplatsens direkta närhet medan gruset kommer att fraktas från en bergtäkt cirka 30 km från byggplatsen.

Förnybar energi: Transporten kommer med största sannolikhet ske med en dieseldriven lastbil och det kostar mycket energi att spränga och krossa berg till grus (Zetterlund et.al 2017).

Rent vatten: Bergtäkter tar naturmiljö i anspråk och ger effekter för närboende och kan påverka kvaliteten på grundvattnet och ytvattnet (Zetterlund et.al 2017).

Socialt ansvarstagande: Bergtäkter påverkar naturmiljön genom att berget sprängs bort, stendamm sprids och bullernivån höjs lokalt. Att bryta berg lokalt gör dock att lokalsamhället blir direkt påverkat av de miljömässiga konsekvenserna och befolkningen är rimligtvis mer benägen att agera vid olägenheter än om stenmaterialen skulle brytas på annan ort.

Återvinningsbarhet: Valet av konstruktion möjliggör att stenen och gruset kommer kunna grävas upp, sorteras och användas igen.

Hälsa och miljö: Sten i större fraktioner än damm har inga dokumenterade hälsorisker för vare sig miljön eller människor.



Figur 15 visar sprängning i samband med utvinning av stenmaterial från en bergtäkt. Bilden är hämtad från en artikel i Tidningen "Östersundsposten" som publicerades 12 februari 2016.

Lera

Lera har brutits och förädlas under lång tid inte långt från byggplatsen på tegelbruket Horns tegelbruk³. Tegelbruket bryter och förädlar än idag lera till handslaget tegel. Lera är ett material som använts i stor omfattning inom byggnation historiskt och kan bidra till förbättrad luftkvalitet inomhus (Darling, Cros, Wargocki, Kolarik, Morrison, Corsi, 2012). Lertäkten från vilken leran bryts ligger cirka 17 km bort från byggplatsen.

Förnybar energi: Transporten från lertäkten kommer antingen göras med bil och släp eller lastbil vilka högst troligen kommer drivas av fossila bränslen. När leran grävs upp används en grävmaskin vilken även den drivs av fossila bränslen.

Rent vatten: Att bryta lera innebär inga direkta risker för vattenkvaliteten. Den risk som finns är om grävmaskinen skulle få något oljeläckage⁴

Socialt ansvarstagande: Den påverkan som lerbrytningen har för lokalsamhället är att fler jobb skapas samt i det här fallet att det innebär, tack vare fabriken långa historia, att ett kulturarv kan fortsätta att brukas.

Återvinningsbarhet: Lera är att betrakta som ett tekniskt material då det kan grävas upp, användas och antingen knäckas ned och användas igen utan att tappa sina egenskaper. När leran inte längre är önskvärd är det bara att gräva ned den i jorden igen.

Hälsa och miljö: Lera har direkt positiva egenskaper när det kommer till luftkvaliteten inomhus och därmed på människors hälsa (Darling et.al 2012). Lera är en naturlig del av våra jordar och innebär inga risker för miljön.



Figur 16 visar utvinning, pressning och torkning av lerblock. Bilder hämtade från Horns tegelbruks hemsida april 2018.

³ www.hornstegelbruk.se hämtat 2018 15 februari.

⁴ Enligt Agnes Brolin Miljöinspektör, Miljösamverkan Östra Skaraborg. 19:e april 2018.

Återbrukade material

De återbrukade material som kommer användas i det här projektet är fönster och taktegel. Att återanvända byggnadsmaterial eller byggnadselement har en fördel för miljön då ingen nyproduktion behöver äga rum. Det man ska tänka på när man återbrukar material är, som boverket skriver i sin rapport "Ekologiskt byggande" från 2006, att man bör kontrollera så att det inte finns några skadliga ämnen i materialen som tänker användas. Fönstren som planeras användas har beställaren själv samlat ihop vilka nu finns på byggplatsen och de taktegel som planeras användas har hittats på annonssidan Blocket.se och finns cirka 39 km från byggplatsen.

Förnybar energi: Att återbruka material utesluter inte att energi går åt för att få materialen fullgoda men innebär i stor utsträckning att mindre energi går åt än när nya material används.

Rent vatten: Det sker ingen påverkan på vattenkvaliteten när dessa återbrukade material används. Att det inte har skett någon påverkan på vattenkvaliteten i ett tidigare stadie i byggnadsmaterialets historia är svårt att avgöra.

Socialt ansvarstagande: Att bygga in ett byggnadselement från ett annat äldre hus är att bygga in en del av dess historia vilken kan stärka kopplingen till platsen och skapa ett värde för de boende.

Återvinningsbarhet: Återvinningsbarheten för taktegel och fönster som byggnadsmaterial är stor som byggnadselement. När de inte går att använda längre innebär tegel i sig ingen risk att gräva ned och träet i fönstren kan komposteras och glasskivorna kan smältas ned och eller återanvändas utan att tappa sina egenskaper.

Hälsa och miljö: Tegel, trä och glas innebär i den form som den kommer användas här ingen risk för människors hälsa eller för miljön.



Figur 17. Två bilder hämtade från annonser på fyndtorget.se.

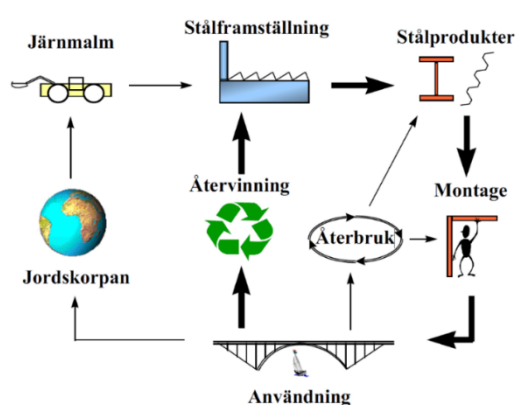
Spik och skruv

Produktion av järn och stål innebär en energikrävande och förorenande förädlingsprocess (Widman 2001) vilken kan påverka naturen så till den grad att en hel stad i Sverige behöver flyttas (Stadsflytten.nu 2018). Det har trots detta valts att använda skruv och spik i detta byggprojekt på grund av att det kan anses vara ett tekniskt cirkulärt material när det väl är utvunnet. Att använda skruv i konstruktionen underlättar demontering av byggelementen vid eventuell flytt av byggnaden. Den närmsta producenten av spik ligger i Askersund vilket ligger cirka 79 km från byggplatsen. På grund av den betydligt mer komplexa industriella process som spiken och skruven behöver gå genom, än exempelvis träprodukterna, innan materialet antar formen av en spik och skruv har ingen djupare undersökning gjorts vad gäller materialets ursprung och den totala förädlingsprocessen.

Förnybar energi: Framställningen av järn görs idag mestadels med stenkol (Widman 2001) vilket är en fossil resurs. Materialen fraktas långt med bland annat lastbil vilket även de sannolikt drivs av fossila bränslen (Gullstrand, Persson 2009).

Rent vatten: Det förekommer utsläpp från stränggjutningsmaskiner av glödska-rester, oljor, fetter och smörjmedel vid framställning av materialet till vattnet (Widman 2001). Det går att minska de negativa effekterna genom att använda bland annat fettavskiljare i avloppen (Gullstrand, Persson 2009).

Socialt ansvarstagande: Om vi tittar på exemplet i Kiruna där hela staden tvingas flytta på grund av att man bryter malmen i stadens direkta närhet så får det ändå anses som en negativ påverkan på lokalsamhället. Å andra sidan är staden helt beroende av att gruvan fortsätter att skapa jobb i området (Stadsflytten.nu).



Figur 18. Ett exempel på stålets kretslopps, hämtad från Widmans rapport "Stålet och miljön" från 2001.

Återvinningsbarhet: Materialet går att återvinna och återförädla utan att egenskaperna på materialet försämras. Se figur nedan.

Hälsa och miljö: Framställning av materialet ger upphov till utsläpp av stoft till luften som bland annat innehåller komplexa metalloxider, koldioxid, kväveoxider, kolväteföreningar (Widman 2001). När stålet och järnet är förädlad och används som byggnadsmaterial påverkar det inte inomhusluften negativt så länge ingen beläggning används.

Materialens påverkan på inomhusluften

Beroende på vilka byggnadsmaterial som används och vilken inredning som finns i en inomhusmiljö påverkas luftkvaliteten på inomhusluften olika (Höllbacher 2014) och därmed de boendes hälsa. I en jämförelsestudie konstaterades det att traditionella byggnadsmaterial kan ha positiva effekter på inomhusluftskvaliteten (Blomster 2017).

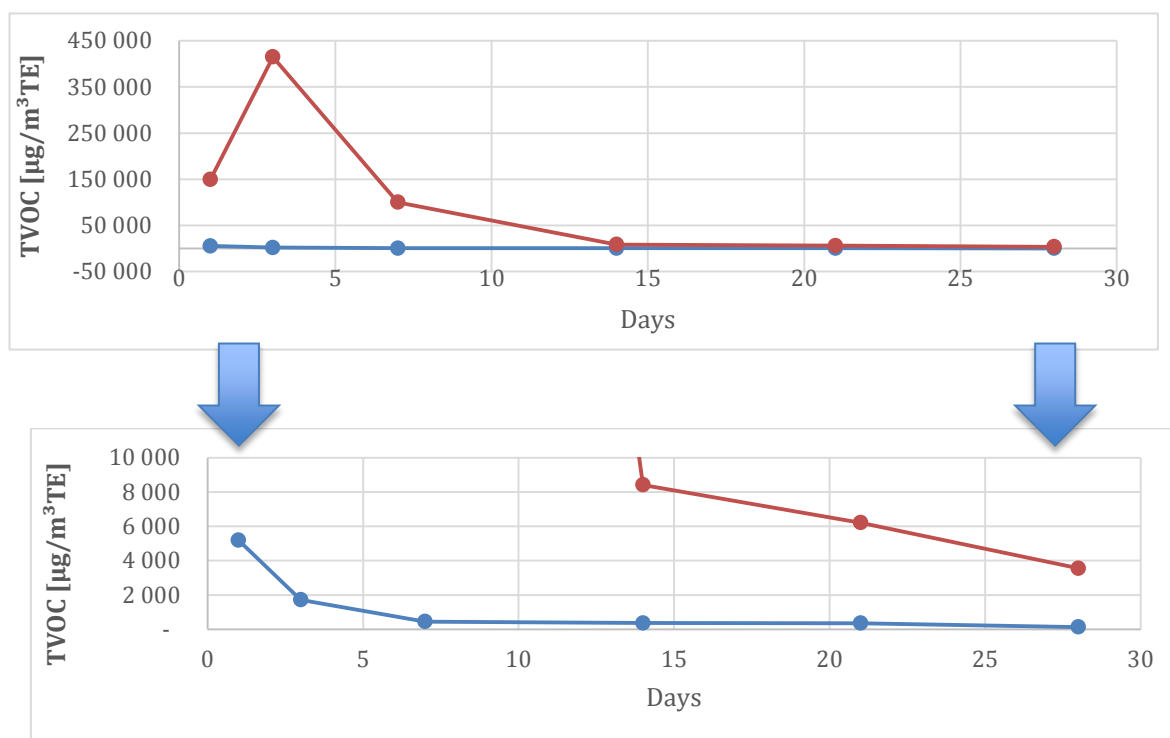


Figur 19 Uppställningen på experimentet där de två väggkonstruktionerna jämfördes. Foto: Isak Blomster

De **traditionella** materialen var: Trä, lera, animaliskt lim, metallskruv, limfärg (krita, cellulosalim, vatten).

De **”konventionella”** material var: Trä, mineralull, butyl lim, fuktspärr, OSB-skiva, metallskruv, vattenburen lackfärg.

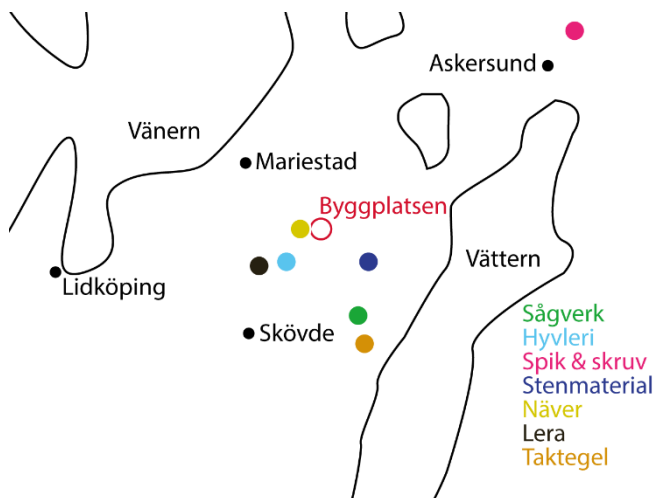
Som framgår av grafen nedan som framgår av grafen nedan utsöndrades en högre andel emissioner från de konventionella materialen.



Figur 20 visar den totala mängden emissioner från de två väggkonstruktionerna (TVOC). Inledningsvis är mängden emissioner hög för att sedan avta och hamna på en lägre nivå. Det kan konstateras en skillnad mellan de två olika väggproverna. Den nedre grafen är en förstoring av den övre grafen.

Sammanfattning

Undersökningen visar att det skulle vara möjligt att använda material utvunna och förädlade inte långt från byggplatsen vilka har förutsättningar att leva upp till de fem vagga-till-vagga kriterierna. De två material som står ut är stenmaterial och spik och skruv vilka enbart anses ha möjlighet att uppnå återvinningskriteriet då utvinningen av dessa har effekter på miljön och lokalsamhället. De sammanlagda transporterna skulle vara 138 km från utvinning av råmaterialen genom förädlingen och slutligen till byggplatsen, undantaget spiken och skruven vilken inte utvinns i Askersund utan enbart förädlas där. Alla material finns helt eller delvis på lager men alla kan leverera den totala mängden med en leveranstid på två månader⁵



Figur 21 visar var de valda materialen förädlas i förhållande till byggplatsen.

En effekt av att använda de valda materialen skulle vara att en god luftkvalitet skulle uppnås (Blomster 2017) samt att lokalen skulle ha positiv inverkan på både den psykiska samt den fysiska hälsan (Planet Ark 2015).

	Förnybar energi	Rent vatten	Socialt ansvarstagande	Återvinningsbarhet	Hälsa & miljö
Trä	-	+	+	+	+
Näver	+	+	+	+	+
Stenmaterial	-	-	-	+	-
Lera	-	+	+	+	+
Återbruk	+	+	+	+	+
Spik/skruv	-	-	-	+	-

Figur 22. Tabellen visar en förenklad sammanställning av buruvida materialen uppfyller (+) eller inte uppfyller (-) kriterierna.

⁵ Samtal med en anställd på sågverket i Häggetorp och en anställd på hyvleriet ”Stenatorp såg”.

4. KONSTRUKTIONER

Det första steget i processen att välja konstruktionslösningar var att identifiera omfattningen på byggprojektet och vilka funktioner byggnaden skulle inrymma. Därefter fördes samtal med arkitekt och beställare där vi valde vilka material som vi skulle använda oss av i arbetet med konstruktionerna, se rubrik 3.2. Beställarens önskemål genom processen gällde främst funktion, estetik, miljö och kostnad. Beställaren ville att den nya byggnaden skulle inspireras av den befintliga bebyggelsen, därför användes både en del formspråk och konstruktioner från den befintliga bebyggelsen.

Utifrån beställarens önskemål och de valda materialen i kombination med det formförslag som tagits fram arbetades tre generella konstruktionsprinciper fram för vart och ett av de konstruktiva delarna: grund, golv, väggar och tak. Undersökningar av befintliga objekt, litteraturstudier och samtal med hantverkare bidrog till valet av konstruktioner. Konstruktionsförslagen presenterades sedan för beställaren varpå ett slutgiltigt formförslag arbetades fram och därefter de slutgiltiga konstruktionslösningarna.

Form, material och konstruktion påverkar varandra i stor omfattning varför det har varit av största vikt att få dessa tre aspekter att samverka för att få fram en lösning som beställaren tyckte uppfyllde de fyra aspekterna estetik, funktion, miljö och kostnad. De valda konstruktionsprinciperna presenteras nedan med resonemang kring varför de här konstruktionerna valdes.

4.1 Huset



Figur 23 visar husets nordöstra fasad. Huset är 5 meter brett och 20 meter långt och huvudfunktionen är lager för bygg- och detalvaror men inrymmer även arbetsyta utombus under tak, kundtoalett, personalkök och ett orangeri vilket planeras bidra till uppvärmningen av lagret. Foto: Isak Blomster



Figur 24. Husets sydvästra sida har ett orangeri med en massiv lervägg intill lagerutrymmet vilken bidrar till uppvärmningen av huset. Foto: Isak Blomster



Figur 25 visar den nya byggnadens placering på tomten i relation till den befintliga bebyggelsen. Foto: Isak Blomster



Figur 26 visar ett av de undersökta objekten på platsen vilken lagerbyggnaden fått sina huvudsakliga proportioner från. Foto: Isak Blomster



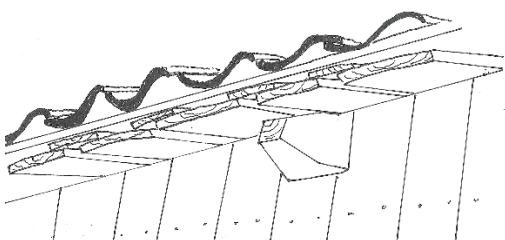
Figur 27 visar en av skolbyggnaderna på platsen som undersöktes vilken lagerbyggnaden fått sitt utseende på tak från. Foto: Isak Blomster



Figur 28. Ett orangeri kommer byggas på byggnadens sydvästra sida och bidra till uppvärmningen av huset genom att en skiljevägg mellan orangeri och lager byggs av lera vilken lagrar värmen från dag till natt. Foto: Malena Gyllenbak



Figur 29 visar en byggnad i "Gamla Linköping" där fönstren placerats strax under takfoten, vilket kommer bidra till ett lätt möblerat rum på insidan i det här fallet. Foto: Isak Blomster

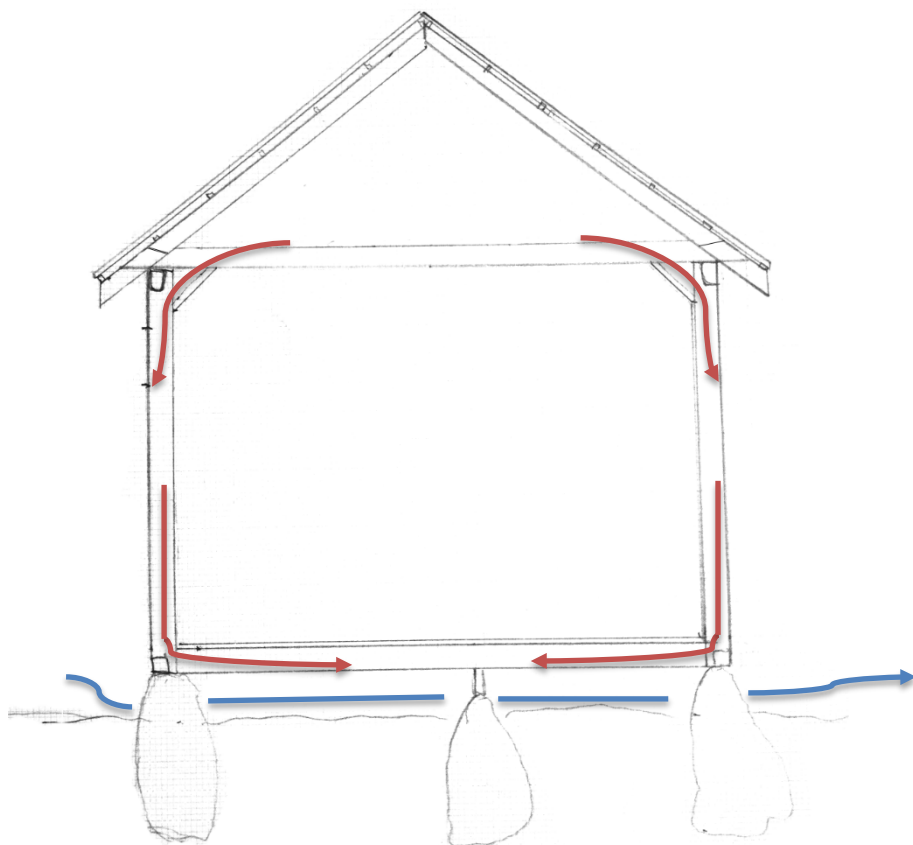


Figur 30 bräddtak valdes som underlagstäckning vilket har varit en vanlig underlagstäckning i närområdet⁶. Skiss från bild gjord av Isak Blomster. Ursprungsbilden hämtad från (Godal 2012).



Figur 31. Visar en lagerbyggnad som undersöktes vilken har en öppen grund. Foto: Malena Gyllenbak.

⁶ Samtal med hantverkare Mats Renström Mars 2018.



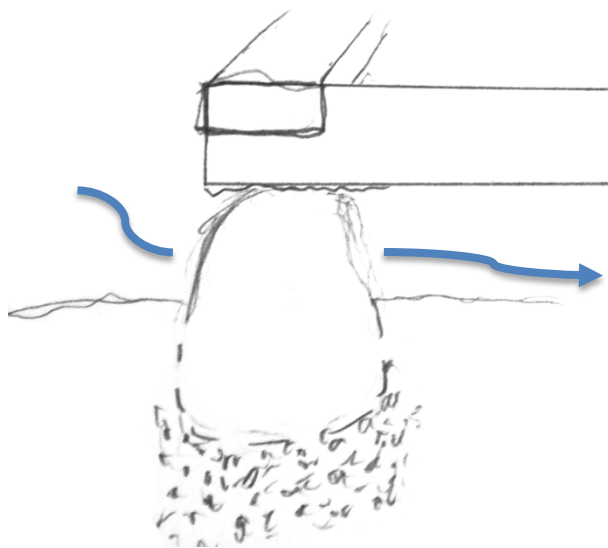
Figur 32 Tvärsnitt av lagerbyggnaden som visar hur isoleringsmaterialet kan flytta sig i byggnaden samt hur luft kommer kunna flöda under byggnaden. Ritning: Isak Blomster

Huset är 5 meter brett och 20 meter långt och huvudfunktionen är lager för bygg- och detaljvaror. Huset kommer även inrymma kundtoalett och ett personalkök samt ha ett orangeri med sydvästligt läge med en massiv lervägg i anslutning till lagerutrymmet vilken beräknas kunna bidra till uppvärmningen av huset. I lagret kommer det förvaras bland annat färg varför temperaturen måste hålla minimum 10°C. På platsen finns ett uthus (se figur 27) med liknande proportioner som det tilltänkta nybygget, byggt i stolpverk. Takutseendet har inspirerats från en av skolbyggnaderna på området (se figur 28) vilket tillika nybygget är isolerat med kutterspån. Grunden till nybygget är en öppen stengrund, vilket även en äldre lagerbyggnad i närheten har (Se figur 32).

4.2 Grund

Konstruktionsförslag

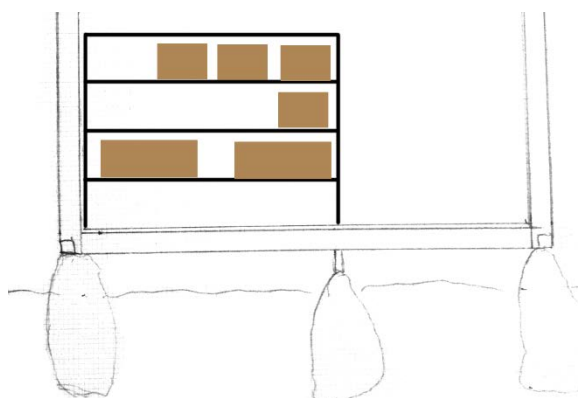
Bilden visar en öppen grund (plintgrund) där luft kan färdas fritt under hela konstruktionen (Se figur 34). Större åkerstenar placeras under knutpunkterna. Under stenarna läggs bergkross som bärlager ned till frostfritt djup. Näver är placerad mellan sten och trästomme för att förhindra att kondensfukt suggs upp i trästommen (se figur 34). Grundstenarna placeras med ett jämnt avstånd i tre rader under lagerbyggnaden så att tyngden från lagerhyllorna förs direkt ned på grundstenarna (se figur 35).



Figur 33 visar hur luft fritt kan flöda under huset mellan marken och golvbjälklaget. Ritning: Isak Blomster

Resonemang

Konstruktionen valdes på grund av att den är fuktsäker i relation till torpargrund (krypgrund) och medför en grundläggning som kräver mindre ingrepp i det befintliga jordlagret och mindre byggmaterial än mullbänk (platta på mark). Markarbeten krävs i lägre omfattning, vilket kortar byggtiderna samt sänker kostnaderna⁷. Konstruktionen gav också ett arkitektoniskt uttryck som uppskattades av beställaren med tanke på den lagerfunktion som byggnaden ska ha.



Figur 34 visar hyllornas generella placering i byggnaden vilket påverkat förskjutningen av mittenraden av grundstenar. Ritning: Isak Blomster

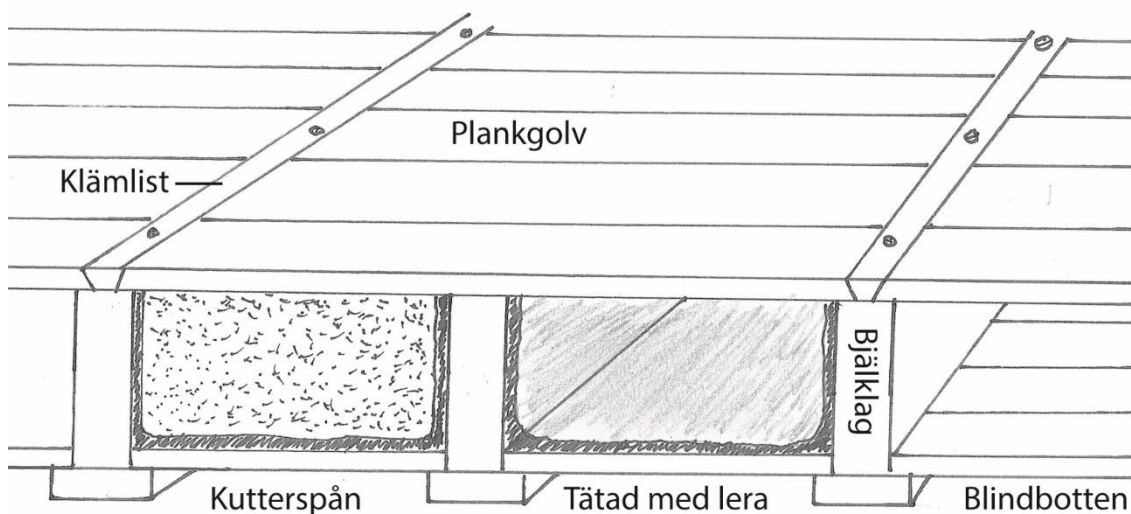
Återvinningsbarhet

I och med att stenmaterialen inte kommer gjutas samman går det att gräva upp, sortera och använda igen utan att materialet tappar sina egenskaper.

⁷ Samtal med entreprenören Jönsson 25:e mars 2018.

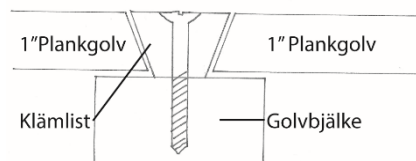
4.3 Golv

Konstruktionsförslag



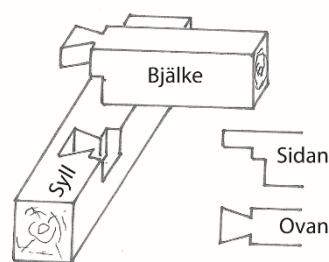
Figur 35 visar ett golvbjälklag i trä med en blindbotten tätad med lera och isolerat med kutterspån. Golvbeläggning består utav träplankor vilka kläms fast med en klämlist. Konstruktionsprincipen att lätt kunna ta bort golvbrädorna tack vare klämsliten är starkt inspirerad av konstruktion presenterad i Björn Berges bok "The ecology of building materials" (2009) se vidare figur 37.

Golvet i huset kommer vila på ett bjälklag i trä. Bjälklaget har en blindbotten tätad med lera och isolerad med kompakterade kutterspån. Själva golvet kommer bestå utav hyvlade och spontade 1" plank vilka kommer spänna över tre golvbjälkar och klämmas fast med en klämlist vilken skruvas i bjälken (se figur 37).



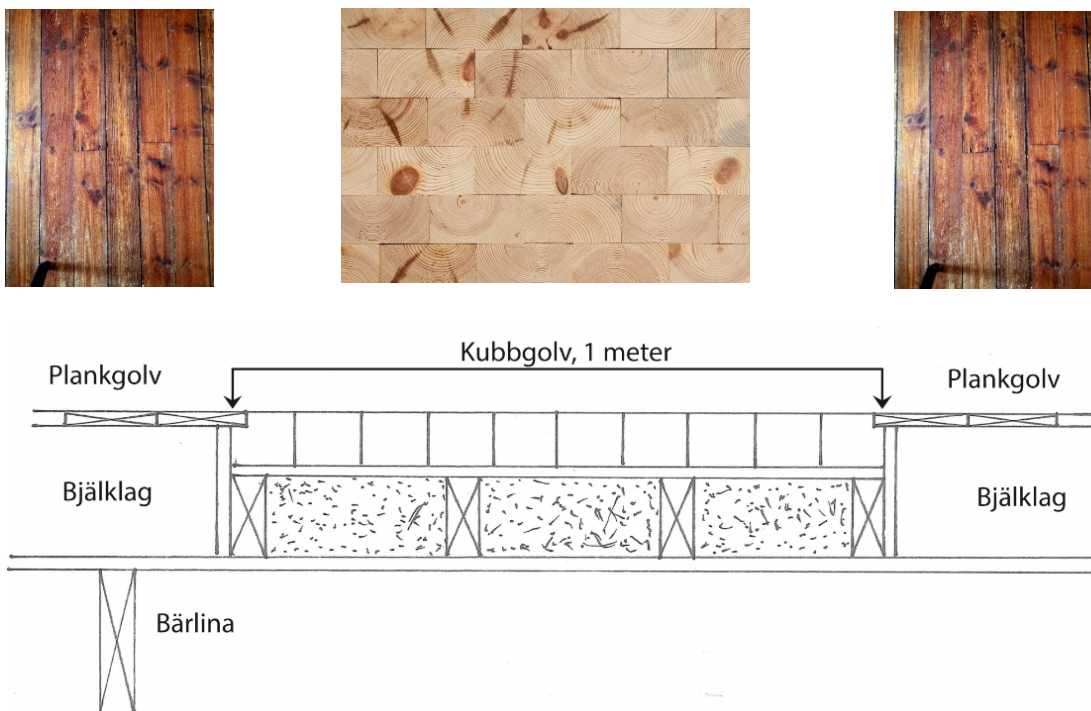
Figur 37 visar hur klämlisten fäster golvplankorna. Ritning: Isak Blomster.

Bjälklaget sammanfogas med syllarna med hjälp av en laxstjärt med brösttapp (se figur 38). En bärlina är placerad där den högsta belastningen beräknas vara, det vill säga där lagerhyllorna för ned sin tyngd och där de flesta transporter av varor kommer ske (se figur 31). Bjälklaget fixerar bärlinan med hjälp av en krysskam (se figur 40).



Figur 36 visar principen med en laxstjärt med brösttapp. Ritning: Isak Blomster från bild (Hermods 1923).

Lagerutrymmet kommer ha en 1 meter bred gång bestående av kubbgolv. Kubbgolv är ett slitstarkt golv tack vare att ändträet vänds uppåt, likt en slaktarbänk (se figur 39). Vi valde kubbgolv där transporter med pall-lyft kommer göras vilket är strax till höger om hyllorna (se figur 35). Kubbgolv har en nackdel och det är att de är känsliga för fukt på grund av en potentiell svällning både radiellt (4 %) och tangentiellt (8 %) (Dahlgren, Wistrand & Wiström 2004) vilket måste tas med i beräkningen, annars riskerar golvet påverka konstruktionen negativt.



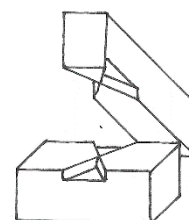
Figur 38 visar bjälklaget under kubbgolvet med bärlinan strax till vänster. Plankgolvet överlappar kubbgolvet med några centimeter för att lättare kunna dölja rörelserna när kubbgolvet sväller och krymper med årstiderna. Foto: Isak Blomster

Resonemang

Ett bjälklag i trä är lämpligt eftersom en öppen grundkonstruktion tidigare valts och därmed var någon form av bjälklag ett måste. Plankgolvet ansågs mest kostnadseffektivt och i stor utsträckning ändamålsenligt förutom där palltransporter med pall-lyft kommer genomföras. Plankgolvet valdes bort där transporter med pall-lyft ska ske på grund av författarens observationer av ett trägolvet som belastats intensivt av rullande föremål och som efter cirka tio år börjat spricka längs fibrerna och flisat sig i viss utsträckning. Istället för plankgolvet valdes därför kubbgolvet på utvalda ställen, vilket tidigt diskuterades tack vare golvtypens estetiska och funktionella egenskaper. Golvtypen användes i början på 1900-talet inom tunga industrier så som gjuterier, valsverk och lagerutrymmen där tunga föremål skulle transporteras (Bring 1958). Det beslutades att kubbgolvet skulle användas för att göra en 1 meter bred gång genom hela byggnaden så att varor kunde flyttas smidigt genom lokalen och lyftas direkt från pall till hylla. Potentiellt kommer spillvirke från bygget kunna kapas i längder om 8 centimeter och användas som kubb till kubbgolvet.

Tegelgolvet och lergolvet var två andra alternativ som diskuterades men det ansågs relativt tidigt antingen innebära höga kostnader eller inte vara optimala lösningar med tanke på den valda grundkonstruktionen och huvudfunktionen som byggnaden ska ha.

Att isolera med kutterspån innebär att det måste gå att fylla på mer material efter en tid då kutterspån sjunker ihop med tiden och att



Figur 39 visar en krysskam med vilken bärlinan fixeras. Ritning: Isak Blomster från bild (Hermods 1923).

det riskerar då att bildas en luftspalt mellan isolering och golvet vilket kan ha en starkt nedkylande effekt på golvet⁸. Det kommer förhindras genom två åtgärder: dels kommer golvet läggas ”löst” i kortare längder så att påfyllning av kutterspån är möjlig i golvet (Se figur 36). Vidare kommer kontinuerliga fack eftersträvas genom hela konstruktionen från taket genom väggen till golvet vilket beräknas förhindra att luft i rörelse kan ta sig in i konstruktionen och skapa kallras och drag (Se figur 33 och 45).

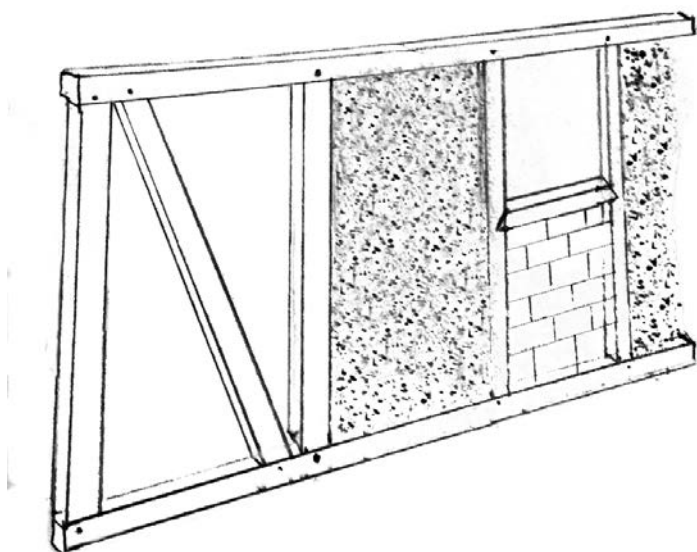
Återvinningsbarhet

Den valda konstruktionen kommer kräva minimalt med spik då användandet av spik innebär svårigheter vid demontering och rivning. Jämför en fastspikad golvbjälke med en löst liggande laxad golvbjälke. Av den anledningen kommer bjälklaget att fällas in i syllen med hjälp av en laxstjärt med brösttapp och bärlinan fixeras med en krysskam (se figur 40) och plankgolvet klämmas fast med hjälp av en klämlist vilken skruvas i den underliggande bjälken (Se figur 36-37). Blindbotten av löst liggande spontade 1” brädor vilar på en fastskruvad bräda skruvad i golvbjälkens undersida (Se figur 36) vilket gör den lätt att demontera. Blindbotten tätas med lerbruk vilket enkelt kan knackas bort vid behov. Isoleringen läggs löst i bjälklaget och kan samlas ihop och användas igen eller komposteras.

⁸ Samtal med hantverkare Mats Renström Mars 2018.

4.4 Väggar

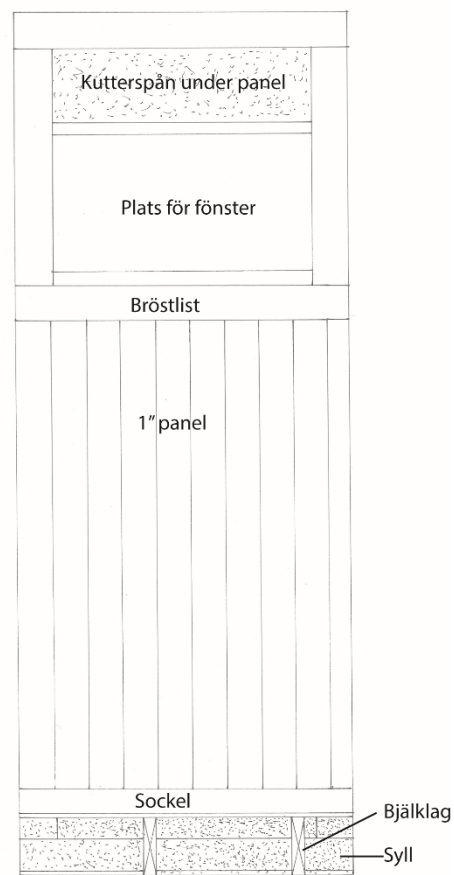
Konstruktionsförslag



Figur 41 visar väggens uppbyggnad med stolpverk som bärande stomme, kutterspån som isolering och under fönstren på sydostsidan av huset kommer lersten användas för att få ett jämnare klimat inomhus. Ritning: Isak Blomster

Stolpverk valdes som bärande konstruktion med isolering av kutterspån och fyllning med obränd lersten i sydvästäggen. Invändigt kläs konstruktionen med pärlspont och utvändigt med råspont, ströläkt och slutligen en sågad lockläktpanel.

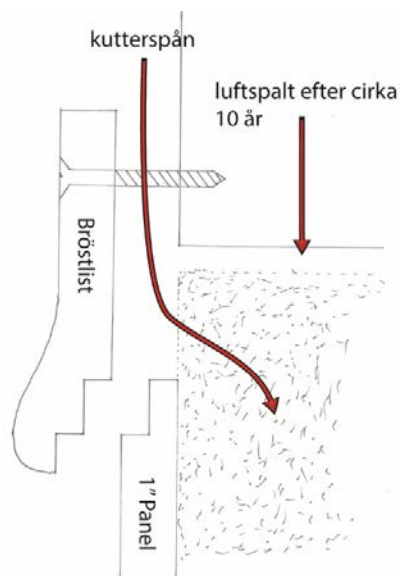
Stommen dymlas med trädymlingar vid alla möten mellan horisontella, sneda och vertikala stolpar. De vertikala stolparna kommer bygga mer inåt konstruktionen för att skapa ett utrymme mellan den invändiga panelen och syllerna för att möjliggöra för isoleringen att fritt kunna transporteras mellan vägg och golvbjälklag (se figur 45). Snedsträvorna kommer vara i en klenare dimension än de vertikala stolparna så att de blir ett mindre hinder för kutterspånerna. Alla avväxlingar för fönster och dörrar innebär ett definitivt hinder för isoleringen att röra sig i konstruktionen varför en bredare bröstlist placeras under alla fönster vilken kommer möjliggöra påfyllning av kutterspån till väggen och vidare ner till golvbjälklaget (se figur 42 & 44).



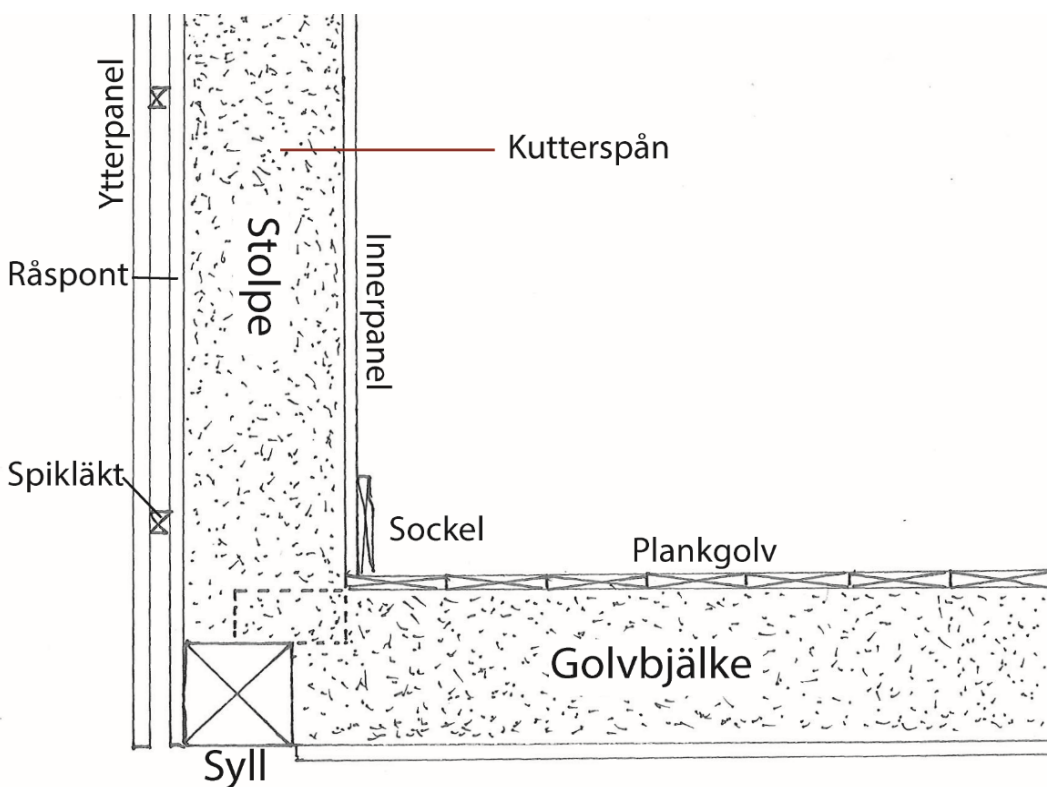
Figur 40 visar väggen sedd från insidan. Panelen prefabriceras i mindre element vilka sedan kläms fast med bröstlisten och sockeln. Bakom panelen är isoleringen. Ritning: Isak Blomster

Resonemang

Stolpverksstomme valdes framför regelstomme därför att den ansågs lättare att montera ned, mer estetiskt tilltalande av beställaren samt en konstruktivt mer hållbar konstruktion tack vare sina grövre dimensioner och självstabiliserande egenskaper, en regelstomme behöver snedsträvor eller skivor för att klara horisontella laster. Kutterspån valdes som isolering på grund av den rika tillgången på materialet lokalt samt den förhållandevis låga kostnaden. Det kutterspån dock medför är problemet att det kan sjunka ihop och kan behöva fyllas på efterhand⁹ men tas det hänsyn till det i form och konstruktion så är det ett mindre problem. Det skulle gå att med hjälp av en värmekamera kontrollera väggens isoleringsförmåga och identifiera var det eventuellt saknas isoleringsmaterial för att sedan kunna åtgärda detta. Den horisontella bröstlisten under fönstren och de djupare vertikala stolparna i väggen är konstruktionslösningar avsedda att möjliggöra för



Figur 42 en detaljlösning från väggkonstruktionen vilken möjliggör påfyllning av kutterspån när den har sjunkit ihop efter cirka 10-20 år. Ritning: Isak Blomster.



Figur 43. Kutterspån ges möjlighet att flytta sig i mötet vägg och golv tack vare de grövre dimensionerna i golvbjälke samt i de vertikala stolparna i förhållande till syll som annars skulle skapa ett hinder för kutterspån. Ritning: Isak Blomster.

⁹ Samtal med hantverkare Mats Renström Mars 2018.

kutterspånnet att transporteras mellan vägg och golvkonstruktion.

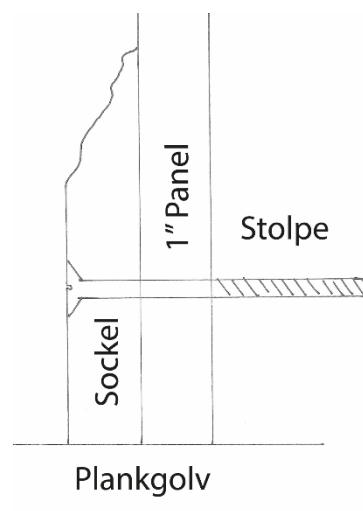
På husets sydvästsida kommer fyllnaden i väggen delvis bestå utav lerblock istället för kutterspån för att möjliggöra en värme -transport och -lagring från det varmare orangeriet till det kallare lagerutrymmet. Den lösningen utarbetades när beställaren påpekade minimitemperaturen på 10°C i lagerutrymmet. Förhoppningen är att den lösningen bidrar till uppvärmningen av huset under åtta av årets tolv månader, kanske även mer.

Den invändiga panelen kan spikas på 2x2"-reglar och prefabriceras i bredder om cirka 240 cm. Byggnadselementen kan därefter klämmas fast av golvsöckeln samt den bredare bröstlisten under fönstren. Samma princip kan användas med råsponten och ytterpanelen. Vilka exakta mått de prefabricerade panelerna skulle ha behöver undersökas mer när övriga dimensioner är bestämda i detalj.

De fönster och dörrar som planeras användas kommer till största delen vara återbrukade och finns redan på platsen. Återbruksmarknaden har, trots sina fördelar när det kommer till inbyggd energi, inte prioriterats i projektet då det är en tidskrävande och tillfällighetsberoende marknad. Det som det ändå funnits relativt god tillgång på är tegelpannor och fönster och dörrar av olika slag. I det här fallet hade beställaren själv fönster och dörrar, vilka kommer användas i projektet.

Återvinningsbarhet

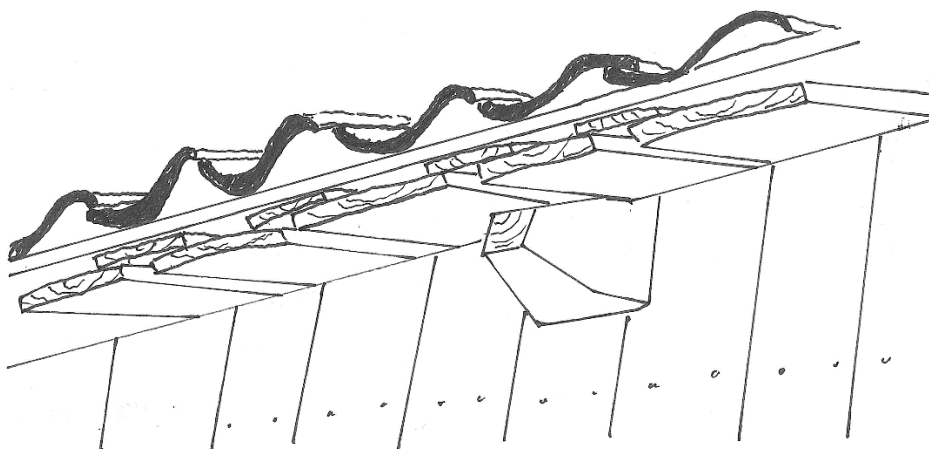
I och med att stolpverkstomme valts som bärande konstruktion kan dymlingarna slås ur eller i värsta fall borraras ur och därefter plockas ned och sätts upp igen utan att tappa sina egenskaper. De prefabricerade panelelementen skulle kunna lossas från stommen genom att lossa på klämlisterna vilka kommer vara skruvade. När Panelerna lossas kommer kutterspånerna att falla ut och kan antingen samlas ihop och användas igen eller komposteras.



Figur 44 visar en detaljlösning där innerpanelen kläms fast med hjälp av sockeln. Ritning: Isak Blomster.

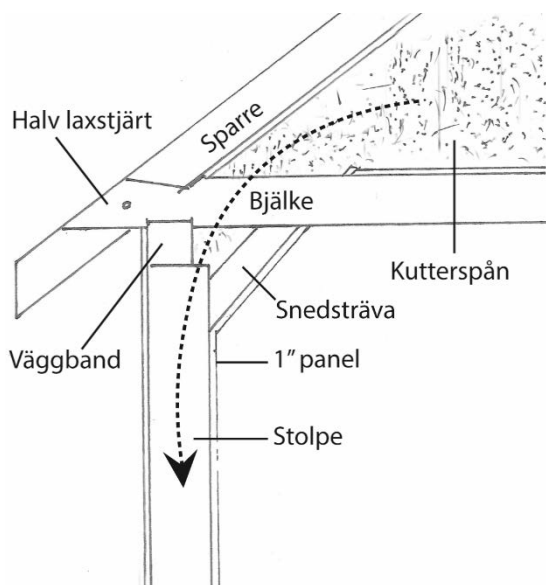
4.5 Tak

Konstruktionsförslag



Figur 45 visar ett tak med falttak, även kallat brädtak, som underlagstäckning och tegeltak som yttertaktäckning. Ritning: Isak Blomster från bild (Godal 2012).

Den bärande konstruktionen för taket kommer bestå av takstolar tillverkade av 5" x 5" stolpar. Takstolarna kommer bestå av två sparrar, vilka slitsas i nock (se figur 50), och en horisontell bjälke. Bjälken och sparrarna sammanfogas med blad och halv laxstjärt (se figur 48). Takstolarna fixeras med en krysskam (se figur 49) i väggbandet samt med en snedsträva mellan de vertikala stolparna och takbjälkarna.



Figur 46 visar snedsträvorna mellan vertikal stolpe och takstol vilken möjliggör för kutterspån att flytta sig från takbjälklaget till väggfacken. Ritning: Isak Blomster.

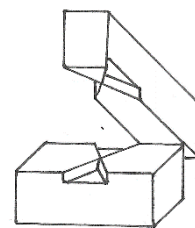
På takstolarna läggs horisontell bärläkt och på det ett brädtak med hyvlade brädor. På brädtaket läktas det upp för tegel och slutligen läggs det återbrukade tegeltaket.

På snedsträvorna, som binder samman takbjälkarna och de vertikala stolparna, fästs panel vilken fortsätter upp mellan takbjälkarna och upp på takbjälkarnas ovarsidor för att skapa kontinuerliga fack från vinden vidare ned i väggen. Den lösningen underlättar påfyllning av kutterspån via vinden ner i väggen och vidare ned i golvet samtidigt som den

minskar köldbryggan som annars uppstår vid mötet mellan tak och vägg (se figur 48).

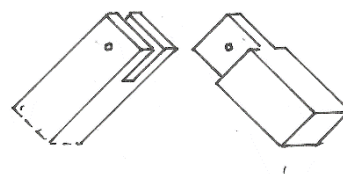
Resonemang

Att välja taktäckning var inte okomplicerat och olika material vägdes mot varandra utifrån aspekterna hållbarhet, kostnad och estetik. Valet begränsades till att stå mellan hyvlade takspån, brädtak eller tegeltak. Spåntak som underlagstäckning och tegel som yttertak är den konstruktionslösning som används i de befintliga husen på platsen. Kostnaden för ett brädtak ansågs vara lägre och fylla samma funktion. Brädtak används inte på den aktuella tomten men har använts som underlagstäckning i



Figur 48 visar en krysskam med vilken takbjälken fixeras i väggbandet. Ritning: Isak Blomster från bild (Hermods 1923).

närområdet¹⁰ och i Norge var brädtak under en period den vanligaste underlagstäckningen (Godal 2012) och det används som taktäckning i Sverige än idag. Taktegel finns det relativt gott om på återbruksmarknaden och finns representerat på området (se figur 27) varför det valdes. Konstruktionslösningarna till takstolarna inspirerades dels från Hermods korrespondenskurs för timmermän från 1923 och den befintliga bebyggelsen.



Figur 47 visar hur sparrarna slitsas ihop. Ritning: Isak Blomster från bild (Hermods 1923).

Ett önskemål från beställaren var att det skulle vara högt i tak och mycket rymd i lagerlokalen. Det vägdes mot att inte bygga för högt då det riskerade att skugga byggnaden som ligger nordväst om det tilltänkta huset (se figur 26). Därför valdes lösningen med innertaket ovanpå takbjälkarna istället för under. Valet av kutterspån som isoleringsmaterial påverkade även formen i lagerlokalen då det sattes in snedsträvor mellan takbjälkarna och de vertikala stolparna i väggen (se figur 48) för att möjliggöra för kutterspån att transporteras fritt mellan taket och väggarna för att därmed undvika att få en luftspalt i väggfackens övre kant.

Återvinningsbarhet

Taktegel är relativt lätt att plocka ned varsamt och återanvända. Brädtaket skulle kunna prefabriceras på marken och skruvas fast på taket vilket skulle underlätta vid demontering. Takstolarna kommer att vara dymlade vilket möjliggör isärtagning av dessa. Isoleringen av kutterspån går att samla ihop och återanvända eller kompostera. Panelen som fästs på snedsträvorna kommer förmodligen spikas medan panelen på takbjälkarna enkelt skulle kunna klämmas fast med en trälist och skruv ovanifrån.

¹⁰ Samtal med hantverkare Mats Renström Mars 2018.

4. DISKUSSION

Konstruktionsval

De resultat jag fått fram är exempel på konstruktioner som praktiskt går att genomföra inom rimlig tid samt som producenterna av materialen kan leverera i den mängd material som behövs. Något som vore intressant att gå djupare i är huruvida materialen och konstruktionerna står sig genom hela byggprocessen. Skulle det gå att applicera samma princip vid elinstallationer och vatten och avlopp exempelvis. Det finns en del certifierade vagg-till-vagga produkter som det skulle gå att undersöka om de skulle kunna användas. Därefter vore det intressant att undersöka om hela huset skulle gå att certifiera som en sammansatt vagg-till-vagga produkt.

Inbyggd klimatpåverkan

Att räkna på inbyggd klimatpåverkan är ett komplext ämne då det är svårt att dra gränsen för var man ska sluta räkna. Innebär lastbilstransporten enbart koldioxidutsläppen som uppstår vid själva transporten? eller är det så att själva produktionen av lastbilen också bör räknas in. I så fall ska klimatutsläppen för alla material som ingår i lastbilen räknas med och produktionen och utvinningen av dessa. Sedan kommer vi till fabriken som tillverkar lastbilen, vad kostar den i klimatutsläpp? Det blir snabbt komplext.

Förnyelsebara material

I uppsatsen har några förnyelsebara och några icke förnyelsebara material använts. Trä och näver är exempel på förnyelsebara material och sten och metall är exempel på icke förnyelsebara. De icke förnyelsebara materialen måste användas så att de går att återanvända, annars kommer de ta slut. Stenmaterial bör därför exempelvis inte gjutas samman med betong vilken gör att stenmaterialen förlorar sina egenskaper och försvårar därmed återanvändningen av dessa.

De förnyelsebara materialen har också begränsningar. Avverkar vi exempelvis mer trä än tillväxten är på våra skogar så kommer även den resursen att ta slut. Därför behöver vi använda flera olika förnyelsebara material och inte bara fokusera på en resurs. Att använda lokalt tillgängliga material kan vara en möjlighet för att lösa den problematiken då det avgör vilka material som finns och kan användas samt att miljöeffekterna av utvinningen av materialen blir lokal och stärker miljöaspekten mellan produktion och konsumtion, den blir mer relevant än om utvinningen av materialen görs på andra sidan jorden där vi inte ser den.

Enkelhet

Materialen och konstruktionerna presenterade i uppsatsen valdes delvis på grund av sin ”enkelhet”. Att hålla en process ”enkel” inom byggnation är svårt och vad menas med enkel? I det här fallet har materialen genomgått en kort förädlingsprocess, undantaget spiken/skruvarna, vilken gör det lättare att spåra vad materialen ”kostat” räknat i klimatutsläpp. Konstruktionerna som används går att underhålla och bygger på materialen som finns platsen, de utgår förhoppningsvis inte ur sortimentet på ett tag utan de finns där om kompletteringar behövs göras. Den ”enkla” processen är ofta något som utmärker traditionella material och tekniker och visar att de är högst relevanta idag som kunskapskälla och inspiration för nybyggnation.

Vagga-till-vagga

Vagga-till-vagga som koncept valdes på grund av konceptets strävan mot att inte bara påverka vår hälsa och jordens miljö mindre utan att skapa en positiv inverkan. Miljöcertifieringar idag tenderar att fokusera på att begränsa den negativa påverkan som den certifierade produkten innebär, i andra ord göra den mindre dålig, inte bra. Ett argument till varför det är så kan vara att det finns en ”verklighet” där ute vilken inte är kompatibel med ett miljöförbättrande certifieringssystem, att det är för nytt, det behövs tid för att ställa om. Utifrån det argumentet kan två slutsatser dras: att den verklighet det pratas om inte är verkligheten jorden som livsmiljö utan något annat och att mer forskning som undersöker möjligheten att tillämpa ett miljöförbättrande system i ”verkligheten” behövs.

Avväganden

I processen fick vi göra ett antal olika avväganden. Ett av dem var i vilken utsträckning återbruksmarknaden skulle användas. Kan det antas att alla återbrukade material är bra? Har inte återbrukade material någon inbyggd energiskuld? Kan användandet av återbrukade material eller restprodukter motivera att bibehålla en föregående potentiellt miljöskadlig process? Eller ska de återbrukade materialen tillräknas sin ursprungliga inbyggda klimatskuld? Vem är ansvarig för kvalitén på de återbrukade materialen och hur säkerställs den?

En annan svårighet med återbruksmarknaden är att den inte är så utbredd då selektiv rivning inte praktiseras i den utsträckning som den skulle kunna, vilket gör att tillgången på återbrukade byggnadsmaterial är osäker och säljs inte sällan i mindre eller större partier.

Det som bör beaktas vid användandet av återbrukade byggnadsmaterial är att materialen inte förutsätts vara miljöriktiga utan utvärderas utifrån samma principer som nyproducerade byggnadsmaterial när det gäller kemikalier och funktion.

Material, konstruktion och form

Som i alla byggprojekt är möjligheten att påverka stor tidigt i processen och minskar allt eftersom fler beslut tas och beställningar görs på grund av den ökade ekonomiska insatsen. Alla val som behandlas i uppsatsen är gjorda under ett tidigt stadiet i processen.

Det som märktes tydligt var hur starkt sammankopplade material, konstruktion och form var. Materialen kan påverka både formgivningen och vilken konstruktion som väljs. Det möjliggör även att konstruktioner kan användas som formelement och inte ställs underordnad formen för att lösa ett konstruktivt problem. Målet i en process bör vara att få alla tre faktorerna att samverka vilket kräver att kunskapen om de tre aspekterna är närvarande genom hela processen.

I det här fallet har byggherren efterfrågat en byggnad med lager som primär funktion. Byggnaden ska smälta in på den plats på vilken den ska byggas. Det har uppskattats när formelement och konstruktioner används eller utgår ifrån de som redan finns representerade på platsen i form av byggnader från 1800-talet respektive 1920-talet. Den ekonomiska genomförbarheten har varit en aspekt som hela tiden alla val påverkats av. Byggnaden ska utstråla kvalitet, ärlighet och byggas med ett långsiktigt perspektiv.

Fallstudie som metod

Fallstudie valdes för att tvingas ta ett helhetsgrepp. Fallstudier går att genomföra på olika sätt, bland annat genom att själv delta (observation inifrån), eller att enbart observera (observation utifrån). I det här fallet har processen undersökts inifrån. Att forska och samtidigt delta har både fördelar och nackdelar. Jag som forskare påverkar i och med mitt deltagande resultaten men tvingas också att tränga in i den process som undersöks på ett annat sätt än om samma process skulle undersökts utifrån utan att delta. Skillnaden kan liknas med att studera någon som utövar ett hantverk (observation utifrån) eller att undersöka hantverket genom att själv utöva det (observation inifrån). Resultaten blir olika men inte på något sätt irrelevanta.

Semistrukturerade intervjuer

När jag genomförde intervjuerna, som mer antog formen av ett samtal, hade jag några utvalda frågor som vi diskuterade kring. På det sättet kändes intervjuerna dynamiska och naturliga. Det semistrukturerade angreppssättet var bra för att uppmuntra till ett resonerande kring exempelvis olika konstruktionslösningar. Formatet möjliggjorde nya lösningar och tankar och diskussion kring dessa. Att låta informanter resonera fritt kring ett givet ämne eller bestämt material kan vara mycket givande och intressant.

I en möjlig fördjupning av arbetet i framtiden skulle jag kunna se värdet av en mer strukturerad form av frågeställningar för att därmed kunna genomföra fler intervjuer. Ett frågeformulär skulle kunna användas vad gäller exempelvis olika konstruktionslösningar där en åsikt om konstruktionens för- och nackdelar efterfrågas. För att få svar som är förankrade i frågan på ett jämförbart sätt kan det vara bra att informanterna förses med information i god tid innan frågorna ställs. Exempelvis skulle det gå att använda en sammanfattad version av denna uppsats som underlag för vidare strukturerade intervjuer.

Resultatens tillförlitlighet

Det finns inte endast en lösning när det kommer till material och konstruktionsval. Många aspekter bör vägas in i en byggprocess. Den här uppsatsen tar upp några aspekter och ger förslag på lösningar i ett specifikt fall.

De presenterade materialen och konstruktionerna är resultaten av en förstudie till en byggnation och visar vad en arkitekt, beställare och jag gemensamt kommit fram till. Detta gör att resultaten är mer verklighetsförankrade än om frågan undersökts enbart i teorin.

En del resultat kan generaliseras. För att kunna göra en mer robust bedömning behövs fler fallstudier där frågan undersöks. De valda materialen finns tillgängliga lokalt i stora delar av Sverige varför det skulle kunna vara lämpliga att använda även på andra platser i Sverige.

Ämnets relevans

Relevansen för ämnet av detta arbete är hög. Vi behöver genomgå en omställning till ett mer hållbart samhälle där vi utnyttjar våra resurser på ett hållbart och cirkulärt sätt. Alla statliga institutioner har krav på sig från Sveriges regering att arbeta med hållbarhetsfrågor och det bör genomsyra hela strukturen.

När det gäller hållbarhetsfrågor är det viktigt att se till helheten och hur olika forskningsområden och professioner passar in. Det kan därmed vara lämpligt att våga utforska gränslandet mellan olika vetenskapsfält för att kunna hitta nya lösningar. Traditionella material och tekniker faller under ett vetenskapsfält, medan undersökningar av inomhusluftkvalitet inom ett annat. Likaså uträkning av koldioxid och miljövård. Detsamma gäller för arkitektur och formgivning. Men icke desto mindre hänger allt detta ihop och kan kunskap från ett område inte bidra till utveckling inom ett annat område kan det bli svårt att skapa hållbara lösningar. Att uppföra en byggnad är ett exempel på en komplex överlappande situation. Det är i gränslandet som svaren kan finnas. För att kunna täcka marken mellan olika forskningsfält krävs tvärvetenskaplig forskning där olika

kunskaper finns representerade. Därmed kan det vara motiverat med fler och mer djuplodande fallstudier där konkreta byggprojekt analyseras utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

För mig har det varit uppenbart att kunskap från traditionella material och tekniker borde kunna användas idag för att skapa en mer hållbar byggnation av hus. Men det har inte alltid varit lätt att motivera ingången kring nyproduktion, då huvudfokus i övrigt ofta är restaurering eller återuppbyggnad. Här finns, tror jag, ett inspirerande fält att utforska vidare. Särskilt tillsammans med andra yrkeskategorier, som arkitekter och ingenjörer.

Slutsatser

Traditionella material och konstruktioner kan bidra till en mer hållbar husproduktion. Mer forskning behövs i ämnet där hela processen undersöks från idé till färdigt hus med allt vad det innebär.

Att använda lokala material kan stärka kopplingen mellan hus och resurs, konsumtion och produktion och därmed få positiva sociala, miljömässiga och ekonomiska effekter.

Att använda de presenterade materialerna och konstruktionerna skulle resultera i ett nästintill helt komposterbart och helt återvinningsbart hus där byggnadsdelarna lätt går att demontera och använda igen.

5. KÄLLOR

Tryckta källor

Andersson, G. (2016). *Timmerbyggnader - Tematiska undersökningar av traditionella timringsmetoder*. Mariestad: Hantverkslaboratoriet.

Antell, O. (1986). *Taktegel, tegeltak*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning.

Berge, B. (2009). *The ecology of building materials*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier/Architectural Press.

Bring, C. (1958). Kubbgolv i industrilokaler. *Uppsatser om golv*. Stockholm: Statens nämnd för byggnadsforskning. <http://docplayer.se/6745438-Uppsa-tstrr-oili-golv.html>

Björk, C., Kallstenius, P., Reppen, L. (2003). *Så byggdes husen 1880-1980: arkitektur, konstruktion och material i våra flerbostadshus under 100 år*. 5., [utök.] uppl. Stockholm: Formas.

Björling, N. (2016). *Sköra stadslandskap - planeringsmetoder för att öppna urbaniseringens rumsliga inläsningar*. Diss. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Blomster, I. (2017). Traditionelle Baumaterialien aus Schweden geben den Ton an. *Wood-K plus News*, (214), ss. 16.

Dahlgren, T., Wistrand, S., Wiström, M. (2004). *Nordiska träd och träslag*. Stockholm: Ljungbergs tryckeri klippan.

Darling, E., Cros, C., Wargocki, P., Kolarik, J., Morrison, G., Corsi, R. (2012). Impacts of a clay plaster on indoor air quality assessed using chemical and sensory measurements. *Building and Environment*, (57), ss. 370-376.

Ensjö Einarsson, P. (2010). *Det traditionella timmerhuset i ett livscykelperspektiv - en jämförelse mellan timmerhus och regelverksbus med avseende på global uppvärmning samt energi- och resurskonsumtion*. Kandidatuppsats, Avdelningen för Kulturvård. Gotland: Högskolan på Gotland.

Fernandes, J., Mateus, R., & Bragança, L. (2013). *The potential of vernacular materials to the sustainable building design*. In M. Correia, G. Carlos, & S. Rocha (Eds.), *Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development* (pp. 623–629). Vila Nova da Cerveira, Portugal: CRC Press/Taylor & Francis Group.

Fritzon, B. (2002). *Återbruk av byggmaterial – en fallstudie av Kvarteret Gränden*. Rapport. Avdelningen för byggnadsekonomi. Lund: Lunds Universitet.

Godal, J. (2012). *Tekking og kledning med emne frå skog og mark: frå den eldre materialforståinga*. Trondheim: Akademika.

- Goodbun, J. Jaschke, K. (2012). *Architecture and Relational Resources: Towards a New Materialist Practice*. Architectural Design, Volume 82 Issue 4 page 28-33.
- Gullstrand, K., Persson, S. (2009). *Miljöutredning av Llentab AB:s verksamheter i Sverige*. Examensarbete i miljövetenskap. Halmstad Högskola: Halmstad.
- Henriksson, G. (1996). *Skiftesverk i Sverige: ett tusenårigt byggnadsätt*. Stockholm: Byggeforskningsrådet.
- Hermods (1923). *Konstruktionslära för timmermän*. Korrespondenskurs. Hermods korrespondensinstitut.
- Hjort Lassen, U., Melin, K-M., Lange, U. (2010). Stolpverket i logen på Maglö. *Bebyggelsehistorisk tidskrift*, (10), ss. 58-77.
- Hjort Lassen, U. (2014). *The invisible tools of a timber framer - A survey of principles, situations and procedures for marking*. Diss. Göteborg: Göteborgs Universitet.
- Höllbacher, E. (2014). *VOC emissions from wood products and indoor air quality*. Wood-K plus, Project rapport. Wien: Wood-K plus.
- Johaneum (?). *Stone Pine – positive health effects of stone pine furniture*. Österrike: Institute of Health Technology and Prevention Research.
- McDonough, W., Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things* (1.th ed.). New York: North Point Press.
- Persson, T. (red.), Persson, C. (red.), Nihlgård, B. & Baramryd, T. (2010). *Klimat och miljöstrategi i ett samlat perspektiv*. Upplaga 2. Studentlitteratur: Lund.
- Planet Ark (2015). *Wood –Housing, health, humanity*. Rapport: Sydney.
- Röstlund, I. (2017). *Form follows material – Design with local resources*. Masteruppsats. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Widman, J. (2001). *Stålet och miljön - Om den svenska stålindustrins insatser för miljön vad gäller stålets produktion, användning och återvinning*. Stålbyggnadsinstitutet: Stockholm.
- Wikström, E. (2014). ”*Skiftesverk 2.0*”. Masteruppsats. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Zetterlund, M., Kiilgaard, R., Arm, M. (2017). *Hållbar lokalisering av tänker och materialterminaler– Metodik för att jämföra olika alternativ*. Statens geotekniska institut: Linköping.

Rapporter

Boverket (2006). *Ekologiskt byggande – En granskning ur miljö- och hälsoperspektiv*. Boverket: Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2015). *Kartläggning av farliga ämnen i byggprodukter i Sverige* (Rapport PM 9/15). Stockholm: Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se/global/pm/2015/pm-9-15-kartlaggning-av-farliga-amnen-i-bygg-produkter-i-sverige.pdf>

Kemikalieinspektionen (2015). *Hälsoskadliga kemiska ämnen i byggprodukter – förslag till nationella regler* (Rapport 8/15). Stockholm: Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se/global/rapporter/2015/rapport-8-15-halsoskadliga-kemiska-amnen-i-byggprodukter.pdf>

Naturvårdsverket (2017). *Fördjupad analys av svensk klimatstatistik 2017* (Rapport 6782). Stockholm:

Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6782-3.pdf?pid=21185>

Regeringskansliet (2016). *Parisavtalet*. Stockholm:

Regeringskansliet. <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/parisavtalet/> [2018-02-04]

Regeringskansliet (2016). *Att förändra vår värld: Agenda 2030 för hållbar utveckling* (Svensk översättning av FN:s Transforming our World: The 2030 agenda for sustainable development). Stockholm: Regeringskansliet.

United Nations Development Programme (2015). *Globala målen - för hållbar utveckling*. www.globalamalen.se [2017-05-20]

Kemikalieinspektionen (2015). *Hälsoskadliga kemiska ämnen i byggprodukter – förslag till nationella regler* (Rapport 8/15). Stockholm: Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se/global/rapporter/2015/rapport-8-15-halsoskadliga-kemiska-amnen-i-byggprodukter.pdf>

Elektroniska källor

Rockström, J. (Augusti 2010). *Let the environment guide our development*. https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development/up-next [2018-01-18]

Kellner, J. (Oktober 2015). *Själva byggandet en större miljöbov än väntat*.

<http://byggindustrin.se/artikel/debatt/sjalva-byggandet-en-storre-miljobov-vantat-22115> [2018-02-04]

Opublicerade källor

Jönsson, J. (2017). *Metoder för att utforma fackfyllnadens möte med stolpen i ett halvaket skelettverk*. [opublicerat kandidatuppsatsmanus]. Mariestad: Göteborgs Universitet