

MHM-element i småhusbyggande

Inblick i kostnader, planering och förverkligande

Ville Alén

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildning i bygnads- och samhällsteknik

Raseborg 2024

EXAMENSARBETE

Författare: Ville Alén

Utbildning och ort: Utbildning i byggnads- och samhällsteknik, ingenjör (YH), Raseborg

Inriktning: Konstruktionsplanering

Handledare: Johan Degerlund

Titel: MHM-element i småhusbyggande

Datum: 22.05.2024 Sidantal: 31

Bilagor: 15

Abstrakt

Detta examensarbete är beställt av Byggcenter Forsström Ab för att få en inblick i vad MHM-element är samt dess egenskaper och kostnader. Examensarbetet presenterar användningen av Massiv-Holz-Mauer (MHM)-element inom byggbranschen, med fokus på planering, förverkligande och kostnader.

Syftet med arbetet är att få fram alla egenskaper hos MHM-elementen för att göra dem mer kända inom byggnadsbranschen, att ge en bild av hur de är uppbyggda och vilka fördelar, men också brister som de har. Arbetet presenterar även skillnader i kostnader för MHM-element i jämförelse med andra byggmetoder.

Examensarbetet är uppbyggt på litteraturstudier, intervjuer och egna erfarenheter kring kostnadsberäkning. En jämförelse mellan MHM-element och traditionellt lösvirkeshus utförs för att få en analys av kostnadsskillnaderna i byggskedet av projekt.

MHM-elementen har en värmeisolerande förmåga och baserar sig långt på miljövänligt byggmaterial. De är ett bra alternativ till byggmaterial. I arbetet presenteras även certifikat som MHM-elementen innehar, för att lyfta upp säkerhet och uppfyllande av regler och kundönskemål.

Språk: svenska

Nyckelord: MHM-element, Kostnader, Planering, Projekt

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Ville Alén

Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK), Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu

Ohjaaja(t): Johan Degerlund

Nimike: MHM-elementit omakotitalon rakentamisessa

Päivämäärä: 22.05.2024 Sivumäärä: 31

Liitteet: 15

Tiivistelmä

Byggcenter Forsström Ab tilasi tämän opinnäytetyön, jonka tarkoituksena oli saada käsitys siitä, mitä MHM-elementit ovat, mitä ominaisuuksia niillä on ja mitkä ovat niiden kustannukset. Opinnäytetyössä esitellään Massiv-Holz-Mauer (MHM) -elementtien käyttöä rakennusteollisuudessa keskittyen suunnitteluun, toteutukseen ja kustannuksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on esitellä kaikki MHM-elementtien ominaisuudet, jotta ne tulisivat tunnetummiksi rakennusteollisuudessa, jotta saataisiin kuva siitä, miten ne on rakennettu ja mitä etuja, mutta myös mitä puutteita niillä on. Työssä esitellään myös MHM-elementtien kustannuseroja verrattuna muihin rakennustapoihin.

Opinnäytetyö perustuu kirjallisuustutkimuksiin, haastatteluihin ja omakohtaisiin kokemuksiin kustannuslaskennasta. MHM-elementtien ja perinteisten puutalojen vertailussa analysoidaan kustannuseroja hankkeiden rakennusvaiheessa.

MHM-elementeillä on lämmöneristyskyky ja ne perustuvat ympäristöystävällisiin rakennusmateriaaleihin. Ne ovat hyvä vaihtoehto rakennusmateriaaleille. Työssä esitellään myös MHM-elementtien hallussa olevia sertifikaatteja, jotka korostavat turvallisuutta sekä säännösten ja asiakasvaatimusten noudattamista.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: MHM-elementit, kustannukset, suunnittelu, projektit

BACHELOR'S THESIS

Author: Ville Alén

Degree Programme: Civil and Construction Engineering, Raseborg

Specialisation: Structural Design

Supervisor(s): Johan Degerlund

Title: MHM Elements in House Construction

Date: 22.05.2024 Number of pages: 31

Appendices: 15

Abstract

This thesis was commissioned by Byggcenter Forsström Ab to gain an insight into what MHM elements are, their properties and costs. The thesis presented the use of Massiv-Holz-Mauer (MHM) elements in the construction industry, with a focus on planning, realization and costs.

The aim of the thesis was to present all the characteristics of the MHM elements in order to make them better known in the construction industry, to give a picture of how they are constructed and what advantages, but also shortcomings they have. The work also presented differences in the costs of MHM elements in comparison with other construction methods.

The thesis was based on literature studies, interviews and personal experience of cost calculation. A comparison between MHM elements and traditional loose timber houses was carried out to analyze the cost differences in the construction phase of projects.

MHM elements have a thermal insulation capacity and are based on environmentally friendly building materials. They are a good alternative to building materials. The work also presented certificates held by MHM elements, to highlight safety and compliance with regulations and customer requirements.

Language: Swedish

Key words: MHM elements, costs, planning, projects

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och metod	1
2	Allmänt om MHM-element	2
2.1	Tillverkning av MHM-element	3
2.1.1	Spårning av enskilda brädor	3
2.1.2	Elementtillverkning	4
2.1.3	Slutliga bearbetningar	4
3	Inner- och ytterväggar	6
3.1	Innerväggar	6
3.1.1	Insidans byggmaterial	7
3.2	Ytterväggar	8
4	U-värden	10
5	Brandegenskaper	11
6	Fördelar med MHM-elementhus	12
7	CE-märkning av MHM-väggelement enligt ETA-15/0760	13
8	Esthus certifikat	14
9	Projekt	15
10	Planering	18
10.1	Intervjuer	18
11	Jämförelse mellan MHM-element och vanlig "lösvirkes" uppbyggda hus	21
12	Diskussion	28
13	Slutsats	29
14	Källförteckning	30

1 Inledning

Beställaren av detta examensarbete är Byggcenter Forsström Ab. Byggcenter Forsström Ab, ett företag verksamt inom byggbranschen. Verksamheten utgörs av planeringstjänster, ritnings- samt lovtjänster, övervakning, ansvarsuppgifter samt byggarbeten av varierande slag. Företaget är grundat 2015 och omsatte 2022 ca 1,2 miljoner euro. Byggcenter Forsström Ab sysselsätter, delvis genom underleverantörer, ca 16 personer varav ca 5–7 är heltidsanställda.

1.1 Bakgrund

Företaget är grundat av Vilhelm Forsström och Carl Forsström, båda utbildade ingenjörer från YH Novia Ekenäs. Byggnadsarbete har länge varit stöttepelaren i verksamheten, medan planeringssidan sakta växt sig större. Ett tätt samarbete med lokala arkitekter har gjort att företaget kommit i kontakt med objekt där intressanta materialval samt konstruktioner förekommer. Speciellt konstruktionsplaneringen, koordineringen samt byggnadsarbetet av dessa projekt har bidragit till företaget stadigt kunnat växa. Företaget visioners är att även i fortsättningen kunna växa i samma takt. Specifikt planeringssidan ligger i fokus där man inom en snar framtid hoppas kunna anställa flera ingenjörer för planeringsarbete.

1.2 Syfte och metod

Syftet med arbetet är att presentera egenskaper hos MHM-element för att öka kännedom om dessa inom byggbranschen. Det inkluderar att man förstår deras uppbyggnad, fördelar och eventuella nackdelar. I arbetet jämförs också kostnadsskillnader mellan byggmetoder.

Arbetsmetoden har omfattat litteraturstudier, intervjuer och egen erfarenhet kring kostnadsberäkning. Dessutom utförs en jämförelse mellan MHM-element och traditionellt uppbyggt hus för att analysera kostnadsskillnaderna under byggprocessens olika faser.

2 Allmänt om MHM-element

MHM-elementet som är förkortat av Massiv-Holz-Mauer, är en typ av byggmaterial som består av massiva träskikt som är korsvis staplade och fästa ihop med räfflade aluminiumspik. Figur 1 visar exempel på ett korsvis staplad MHM-element som är ihop fäst med räfflade aluminiums spikar. Elementen används oftast som väggkonstruktioner inom byggindustrin.

MHM-element lämpar sig endast som vertikala strukturer. MHM-element kan inte användas som balkar eller som platta för mellanbjälklag. (mhm-info, 2018).

Spiktekniken gör det möjligt att tillverka elementen väldigt snabbt och effektivt. MHM-element har en förmåga att erbjuda naturlig isolering tack vare luftfickor som bildas mellan de staplade träskikten och elementen har bra stabilitet. Bredden på MHM element kan variera men är oftast mellan 3 och 4 meter, och den maximala längden är 6 meter. Tjockleken varierar också mellan 11,5 cm och 34 cm. (Puuinfo, 2020; massivholzmauer, 2023)



Figur 1. Korsvis staplad MHM-element som är ihop fäst med räfflade aluminiums spikar. (Alén,2024).

Ett MHM-element kräver inte separat förstyvning men ett enskilt element är inte tillräckligt lufttätt så elementet kommer att kräva separata konstruktionsskikt så att det blir tät. (Puuinfo, 2020; massivholzmauer, 2023)

Beroende på om MHM-elementet används som innervägg eller yttervägg varierar tjockleken på elementet, alltså antal lager brädor och hur de kläs in eller isoleras. Ytterväggen hjälper till och gör det möjligt att hålla värmen inne genom att det skapas små spår och mönster i de oslipade brädorna under tillverkningen. Det gör att de bildas en luftkudde i det färdiga elementet som gör att väggen kommer att få bättre isolering med upp till 30 % mer än någon annan slags massivträvägg. Tack vare detta gör det att MHM-element har en bättre förmåga att hålla jämn temperatur och skydda från sommarvärme och även vinterkyla. (massivholzmauer, 2023) MHM-element kan både vara bärande och icke-bärande väggkonstruktioner. MHM-skivan är inte användbar som bjälklag för mellan- eller över bjälklag. (Puuinfo, 2020)

2.1 Tillverkning av MHM-element

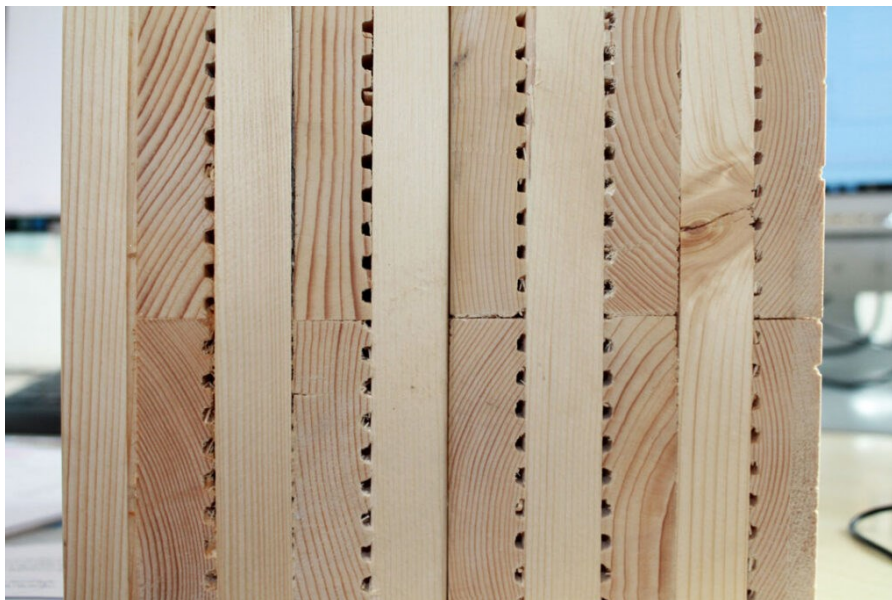
Virket som används vid tillverkning av MHM-element är torkat barrvirke. Virket är obehandlat och det behövs inget lim eller andra kemiska behandlingar vid tillverkningen. Detta gör att produkten är utsläppsfri och gör att den är väldigt miljövänlig och hälsosam för bostadsutrymmen. (mhmsvergie, 2017)

Till tillverkningsprocessen hör tre olika faser: spårning av enskilda brädor, tillverkning av enskilda väggplattor och fogningen. (mhmsvergie, 2017)

2.1.1 Spårning av enskilda brädor

I spårningen av enskilda brädor väljs torkade brädor ut som sedan bearbetas. Bredden på brädorna skall vara mellan 140–240 mm. De spårar luftfickor i brädorna i brädornas längre sida och skärs även en sidospont för att se till att elementen passar bättre ihop i sidled. På grund av spårningen bildas det bättre termisk isoleringsvärde i elementen. Det maximala spårdjupet som görs i brädorna är 3 mm och brädorna är 24 mm tjocka. Figur 2 visar exempel

på ett MHM-element var man får en helhetsbild över spårens maximala djup samt brädornas tjocklek. (Puuinfo, 2020; mhmsvergie, 2017)



Figur 2. MHM-element. (Puuinfo, 2020).

2.1.2 Elementtillverkning

I fas 2 tillverkas elementet med hjälp av automatiserad produktion. I produktionen pressas brädorna samman i både längdriktning och tvärriktning. De är sedan spikade ihop med räfflade aluminium spikar lager för lager med hjälp av ett specialverktyg. Vid varje diagonal skärning förbinds elementet med två spikar så långt ifrån varandra som det är möjligt, detta gör att det skapas så hög stabilitet som möjligt. (mhmsvergie, 2017)

2.1.3 Slutliga bearbetningar

Efter fas 2 så flyttar man de råa väggelementen vidare för att göra nödvändiga CNC-bearbetningar. Vid denna fas skärs öppningar ut, som fönsteröppningar och dörröppningar. I CNC-bearbetningar görs även borrhål för värmesystem och även borrhål för lyftanordningar för installation av väggelementen. Spår och håltagningar för eluttag och andra installationer kan även fräsas ut som är nödvändigt att få in i elementet, detta kan ses i figur 3. Aluminiumspikarna kommer inte att påverkas av alla skärningar och utfräsningar.

Vid skärning och utfräsning har det ingen betydelse ifall man träffar aluminiumspikarna. Spikarna kommer gå av eftersom fräsen eller borsten är av hårdare material än aluminium. (Puuinfo, 2020; mhmsvergie, 2017)



Figur 3. Installationskanaler. (MHM, 2022).

3 Inner- och ytterväggar

Inner- och ytterväggar har långt samma uppbyggnad, de största skillnaderna är mängden bränskikt och det utvändiga skiktet som finns på ytterväggar. (massivholzmauer, 2023)

Bränskiktens tjockleken varierar från 140mm till 260mm. För både inner- och ytterväggar är både de yttre och inre bräderna alltid spikade vertikalt. (mhmsvergie, 2017)

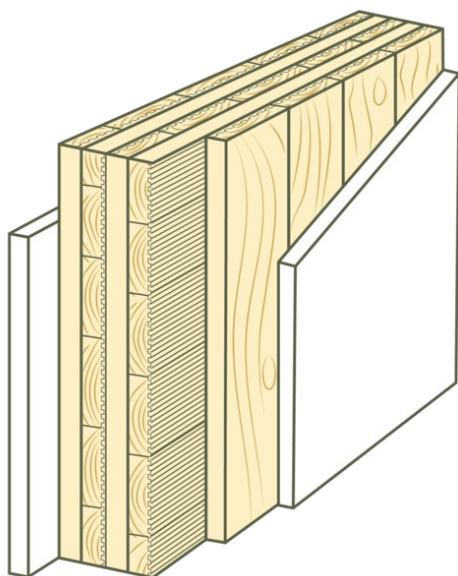
3.1 Innerväggar

En färdig innervägg har tre olika skikt, invändig klädning sedan MHM-element och sedan invändig klädning igen. I figur 4 visas det hur en innervägg är uppbyggd.

Innerväggar har tjocklek mellan 100 mm och 200 mm detta beror på hur många bränskikt mellanväggen har, vanligtvis väljs mellan 5–7 bränskikt som MHM-innervägg (se figur: 6 olika typer av MHM-väggar). Det olika tjocklekarna kan väljas beroende på önskad isoleringsnivå samt för olika krav som kan behövas. Efter installation av elementen kommer innerväggelementet att få klädning på båda sidorna för att det skall vara en färdig väggyta. (massivholzmauer, 2023)

Väggelementen kan kläs med olika material, enligt kundens och byggherrens önskan. Skiktet kan vara allt från torrt byggmaterial som gipsskiva och plywood till synligt trä samt lerklinker och även andra byggmaterial fungerar som sikt för att få färdig väggyta. (massivholzmauer, 2023)

Det lager som vanligtvis placeras direkt på elementen möjliggör att invändig klädning kan fungera som ett skydd mot fukt. Inomhusklimatet påverkas positivt på grund av MHM-elementets positiva termiska egenskaper. (massivholzmauer, 2023)



Figur 4. Innerväggselement av MHM. (massivholzmauer, 2023).

3.1.1 Insidans byggmaterial

Gipsskivor och plywood hör till torra byggmaterial som kan placeras direkt på MHM-elementen vid invändig ytbeklädnad. Efter inklädning är det enkelt att applicera färg eller annan struktur på de byggmaterial som har valts enligt byggherrens och kundens smak. (massivholzmauer, 2023)

Synligt trä är ett annat alternativ som kan appliceras direkt på MHM-elementet vid invändig klädning. Detta kan vara panel eller annan slags träyta. De här materialen kan tillverkas av MHM-tillverkarna. Materialet kan även användas som ett alternativ för att avsluta interiören för konstruktionen. (mhmsvergie, 2017)

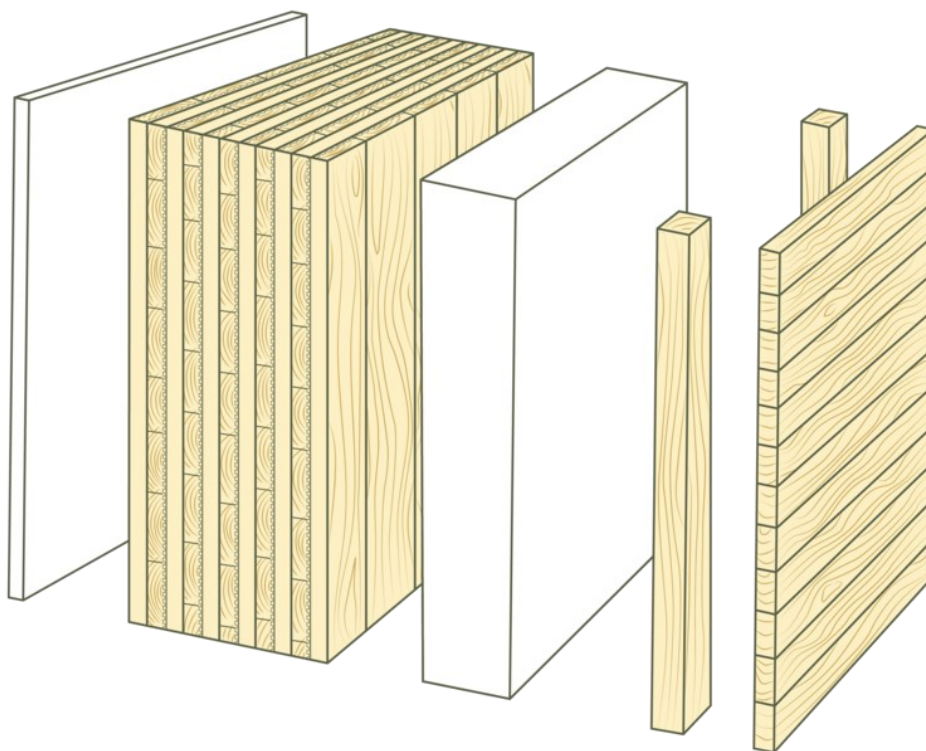
Putsyta kan även appliceras på invändig klädning, som lerputs eller kalkputs. För att kunna applicera dessa måste väggen först ha en stödplatta av gipsmaterial eller andra träullspaneler så att det går att sätta på lerputs eller kalkputs. (mhmsvergie, 2017)

3.2 Ytterväggar

En yttervägg har tre olika skikt, utvändig fasad sedan MHM-element och sedan invändig klädning. I figur 5 kan man se hur skikten är uppbyggda.

Ytterväggar har en tjocklek mellan 20 centimeter och 25 centimeter. Detta beror på hur många brädsnitt mellanväggen har. Vanligtvis väljs mellan 9–11 brädsnitt som MHM-yttervägg (se figur: 6 olika typer av MHM-väggar). Men det kan även ingå upp till 15 skikt ifall kraven behöver det. (massivholzmauer, 2023)

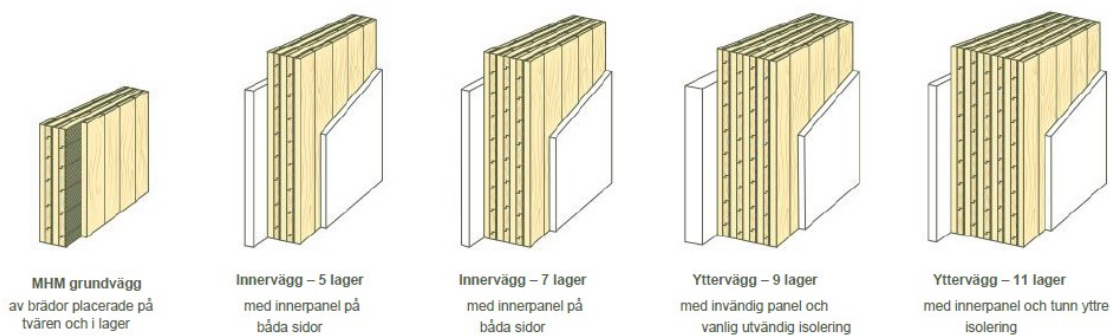
Precis så som innerväggarna så kläs ena sidan av elementet med invändig klädning som synligt trä, torra byggmaterial, lerklinker eller annat byggmaterial. Detta skikt placeras direkt på MHM-elementet. Detta görs så att underliggande träet får mest ut av dess naturliga absorptionsförmåga och dess träets termiska egenskaper så att man skall få så bra inomhusklimat som möjligt. (massivholzmauer, 2023)



Figur 5. Yttervägg av MHM. (massivholzmauer, 2023).

Ifall det skall installeras el eller annat som måste dras i väggarna skall det göras spår eller andra utfräsningar i MHM-elementets insida mellan invändig klädning och MHM-elementet.

Utvändig fasad kan fritt konstruerats och väljas enligt kundens behov. Ett ytterligare isoleringslager kan appliceras för att få den önskade energistandarden. (massivholzmauer, 2023)



Figur 6. Olika typer av MHM-väggar. (MHM, 2022).

4 U-värden

MHM-element får ett högt isoleringsvärde i och med att under tillverkningen så spåras brädorna med flera små spår, det gör att i färdiga MHM-element har det bildats en så kallad luftkudde och detta kan påverka MHM-elementet med cirka 30 procent bättre isoleringsvärde än andra alternativ för massiva trä. (mhmsvergie, 2017)

U-värden kan sänkas med hjälp av att tilläggsisolera, detta gör det möjligt till att åstadkomma olika U-värdes krav ifall det är i behov av att sänkas ner.

Tabell 1. U-värden för MHM-element.

U-värden för MHM-element utan tilläggsisolering:	U-värden för MHM-element med 10cm tilläggsisolering:
34,0cm = 0,26W/m ² K	34,0cm = 0,16W/m ² K
29,5cm = 0,30W/m ² K	29,5cm = 0,17W/m ² K
25,0cm = 0,35W/m ² K	25,0cm = 0,19W/m ² K
20,5cm = 0,43W/m ² K	20,5cm = 0,21W/m ² K

(Digipolis, 2018).

I tabell 1 kan man se att U-värdet kommer ner en hel del med att tilläggsisolera. MHM-elementen är uppbyggda i skikt, desto flera skikt elementet har desto bättre U-värde får byggnadsdelen. (Digipolis, 2018)

5 Brandegenskaper

På grund av luftfickorna och springorna i MHM-skivan kan det vara utmanande att fastställa dess brandtålighet. Om det finns brandkrav för byggnaden, rekommenderas det att MHM-skivan helt täcks med ett brandskyddande material, som till exempel gipsskiva. (massivholzmauer, 2023)

MHM-element har hög grad av brandsäkerhet på grund av att de är gjorda av trä och har en låg värmeledningsförmåga. Detta resulterar i att värmen inte når grannrummen snabbt. När värmen inte slipper att nå grannrummen snabbt så kan bränderna hållas mera kontrollerbara och sprider sig långsammare. (Esthus, 2024)

MHM-element har även testats för ljudnivåer. Massiva träväggar skyddar också mot högfrekvent strålning. Trätorkningen gör produkten stark mot skadedjur som gillar trä. MHM-konstruktionen ger mycket bra skydd mot slag och yttre påfrestningar, mycket bättre än vanliga träkonstruktioner. (massivholzmauer, 2023)

På grund av låg termisk ledningsförmåga värms MHM-element långsamt upp som minskar risken för en brand att sprida sig längs uppvärmda ytor och rököverföring genom sprickorna i väggen. Även aluminiumspikarna ger väggen en förbättrad uthållighet och förhindrar att bränskikten lossnar vid brand. Förkolning kommer vid brand att ske vid det yttersta lagret som utsätts för branden direkt. Därför fungerar det lagret som en slags skyddssköld som gör att förkolningen minskar gradvis. På grund av att MHM-element inte kräver något extra lim vid tillverkning finns det inte heller risk vid brand att elementet släpper ut några extra giftiga ångor och har inte heller några extra brännbara komponenter i sig. (katus, 2023)

6 Fördelar med MHM-elementhus

MHM-element innehåller endast obehandlat trä och inga extra lim eller andra kemikalier, detta gör att det inte finns chans för att elementen kan frigöra skadliga ämnen för hälsan. Även när det inte finns några kemikalier eller lim gör det att inomhusklimatet inte påverkas negativt när inte det finns några hinder på vägen. Lim och andra plastfilmer och kemikalier är inte genomsläppliga därför påverkas inte MHM-element av det. (husfabrik, 2020)

MHM-element är byggt av torrt byggmaterial vilket gör att risken för mögelväxtlighet minskas drastiskt. Detta kommer göra att personer med allergier kommer att känna stor skillnad på inomhusklimatet och även personer utan allergier kommer också att påverkas positivt av inomhusklimatet. Detta på grund av att väggarna i MHM-elementhus andas bättre när de är konstruerade att kunna uppta fukten och sedan kunna lagra den och sedan släppa ut den. (husfabrik, 2020)

MHM-hus har lång livslängd, på grund av att det är byggt av trä. Detta kan bevisas med att se tillbaka på flera gamla byggnader som är byggda av trä. Som exempel gamla kyrkor byggda av trä samt andra historiska byggnader byggda av trä hur de har bibehållits och ännu står idag. (MHM, 2022)

7 CE-märkning av MHM-väggelement enligt ETA-15/0760

ETA är en slags bedömning av prestandan för en byggprodukt i Europa. Förkortningen ETA kommer från European Technical Assessment. En byggprodukt kan få en ETA för att kunna sälja inom EU ifall produkten inte passar under vanliga standarder. Med en ETA bevisar det att produkten har godkända egenskaper för att få användas i byggprojekt. MHM-element måste följa vissa kriterier för att få CE-märkning, genom att följa ETA 15/0760 gör det att MHM-elementet får CE-märkning och får således då som tillverkare tillgång till hela den europeiska marknaden. Detta gör att tillverkaren lätt kan jämföra sina produkter med andra tillverkares produkter. För att få CE-märkningen så följer man ETA 15/0760, där man beskriver produkten, dess egenskaper och var den produceras. Man utför även en tillverkningskontroll. (ri, 2022)

Vissa kriterier för att MHM-elementen skall få CE-märkning:

- Åtminstone 5 närliggande lager och upp till 15 lager som är arrangerade vinkelrätt i förhållande till varandra
- Skivorna skall vara visuellt eller maskinellt hållfasthetsgarderade
- Får endast användas tekniskt torkat trä
- Aluminiumspikarna skall vara 2,5 x 50 mm
- Tjockleken skall vara 115–345 mm
- Bredden max 4 m
- Längden max 6 m
- Maximala bredden på fogar mellan skivor 3 mm
- Brädorna får max ha en tjocklek på 23 ± 2 mm, bredden på brädorna skall vara 140–260 mm (massivholzmauer, 2023)

8 Esthus certifikat

MHM-elementen som är beställda till projektet som presenteras i kapitel nio är från Esthus.

MHM-elementen som kommer från Esthus har flera certifikat och standarder som de följer.

Dessa är:

- ISO 9001:2015, innehåller riktlinjer som skall följas för att göra att produkten eller tjänsten som säljs har hög kvalitetsstandard. Så som att uppfylla kundkrav, kvalitetsledningssystem, ledarskap, planering, stöd, verksamhet, utvärdering av prestanda och förbättring. (Robitaille, 2015; Esthus M. t., 2023)
- ISO 14001:2015, innehåller riktlinjer om hur företaget gör med miljöansvaret och hur de påverkar miljön. Detta görs för att minska på miljöpåverkan. Företaget bör visa att de försöker minska på miljöpåverkan och följer miljölagarna och alla krav och även visa att de försöker att ständigt minska på miljöpåverkan. (Dentch, 2016; Esthus M. t., 2023)
- ETA & CE-märkning, sedan 2019 har Esthus haft ETA för träramselement. Och har CE-märkning utgått från ETA-17/0579 som är gjort av ZAG. (Esthus M. t., 2023; 17/0579, 2019)
- PEFC, tyder på att produkten i detta fall MHM-elementen är tillverkade av skog som brukat på hållbart sätt. Detta gör att produkten får en PEFC-märkning när de följer PEFCs krav. (PEFC, 2001; Esthus M. t., 2023)
- FSC®, betyder att trä till produkten är valt från ansvarsfullt skogsbruk. I detta fall betyder det att MHM-elementens virke är valt från ansvarfullt skogsbruk och gör att de får FSC-märkning när de följer FSC:s regler. (fsc, 2023)

9 Projekt

Projektet är ett nybygge på ca. 250 m² som kommer att byggas i Raseborg, bygget och konstruktionsplaneringen (RAK-ritningar) kommer att utföras i största hand av Byggcenter Forsström. Projektet är en arkitektritad hus som kommer att bestå av 2 våningar, första våningen kommer att bli en källargrund som kommer göras av isolerade gjutblock (LL400) och andra våningen som kommer i största hela bestå av MHM-element. (Forsström, 2023)

MHM-elementen kommer att beställas från Estland via Esthus. Det innebär att projektet även har andra entreprenörer än endast Byggcenter Forsström. (Forsström, 2023)

Beställning av MHM-elementen och uppsättning görs av Esthus. Uppsättningen brukar oftast vara med i offerten som kommer via företaget, detta på grund av att det skall transporteras och tillverkas i Estland och har speciella anslutningar. (Forsström, 2023)

Innan uppsättningen av MHM-elementen måste källargrunden vara klar. Källargrunden kommer att göras färdigt av Byggcenter Forsström. Källargrunden kommer att göras av LL400, som har ett U-värde på 0,17 W/m²K (Iammi, 2013)

Övrig information angående projektet:

- Maskinell ventilation
- Jordvärme, vattenburen golvvärme
- Brandklass 3 (P3), krävs ingen extra brandsektion på grund av det endast är en bostad
- Första MHM-elementhuset i Raseborg
- Inte ett passivt hus
- Skall inte vara av endast ekologiska material
- 7 rum, kök, matsal, vardagsrum, 2 badrum, 1 wc, hjälpkök, förråd, tekniskt rum
- MHM-elementen levereras från Esthus, plus färdiga mellanbjälklag

10 Planering

Planeringen kommer endast att omfatta MHM-elementen och våning 2 som kan ses i figur 8 eftersom våningen kommer att konstrueras av MHM-element medan våning 1 kommer att bli uppbyggt av isolerade gjutblock (LL400).

Till uppbyggnaden av våning 2 är MHM-element beställt från Esthus. Ritningarna har skickats på planlösningen och skärningarna till företaget att de kan beräkna hur mycket element som kommer att behövas.

10.1 Intervjuer

Intervju med Arkitekt Mathias Nyström:

Mathias har varit med och planerat några MHM-elementhus, detta är hans tredje projekt. Varför just planeringen görs kring MHM-elementhus är för att kunden ville ha så nära som möjligt stock, och detta gav alternativ för MHM. Kunderna vill även inte ha några limprodukter i konstruktionen. Och tack vare att det inte finns några kemikalier i MHM-element så blev det MHM-element i stället för CLT.

För att få huset till så massivt trä som möjligt, så görs elementen tjockare och tilläggsisoleringen mindre. Enligt Arkitekt Mathias Nyström (Personlig kommunikation 22.3.2024) förekommer de inte några större problem med bygglov som handlar om MHM-elementen.

Arkitekt Mathias Nyström (Personlig kommunikation 22.3.2024) berättar även att planeringen från en arkitekts sida för MHM-elementhus inte skiljer sig från andra arkitektplanerade hus. Mathias har gjort ARK-ritningar för projektet och samt andra detaljritningar.

Intervju med Marek Mardisoo, MHM produktchef från Esthus:

Enligt Esthus MHM-produktchef Marek Mardisoo (Personlig kommunikation 26.3.2024) är det vid installation av MHM element viktigt att ha mellanbjälklaget färdigt så att det är lättare att installera elementen. Även under intervjun frågade han ifall det på projektplatsen finns

där MHM elementet skall byggas stor väg, ifall det ryms en ca 13m lång lastbil. Enligt Esthus MHM-produktchef Marek Mardisoo (Personlig kommunikation 26.3.2024) är det lättare vid installation av Esthus MHM-element ifall ett stort fordon ryms, detta gör att planeringen och transporten av MHM-element blir billigare när det inte behövs flera fordon än ett för MHM-elementen. Detta gör att det blir miljövänligare också nämner han.

Viktigt för planeringen är att få in alla RAK-ritningar så att Esthus kan börja producera MHM-elementen. Enligt Esthus MHM-produktchef Marek Mardisoo (Personlig kommunikation 26.3.2024) är det viktigt att det sker noggrann planering mellan MHM-produktion och andra entreprenörerna. Det är avgörande att alla får tillgång och godkänner de dokument och ritningar som krävs för att framställa produkten på ett sätt som uppfyller alla nödvändiga krav.

MHM-produktchef Marek Mardisoo (Personlig kommunikation 26.3.2024) säger även att vid planering är det väldigt viktigt att nämna vilka som är bärande väggar och var badrum blir ifall golven skall sänkas för gjutning. Det är viktigt så att produktionen vet vad som behöver göras och vilka tjocklekar på elementen det behövs.

MHM-produktchef Marek Mardisoo (Personlig kommunikation 26.3.2024) säger även att man kan beställa färdiga element med utfräsningar för teknik ifall man skickar in el-ritningar, detta gör att det underlättar för de entreprenörer som fortsätter efter uppsättning av elementen. Det påverkar produktionspriset lite men detta sparar vid ett senare skede vill han påstå när man inte själv behöver göra alla utfräsningar.

Marek (Personlig kommunikation 26.3.2024) antar att produktionen av MHM-elementen kommer att ta ca 5 dagar och sedan upplyftning av elementen kommer att också ta ca 5 dagar. Marek menar att detta gör att man i ett snabbare skede kan fortsätta med byggnaden och att det är en stor fördel med MHM-element.

Enligt MHM-produktchef Marek Mardisoo (Personlig kommunikation 26.3.2024) är det bra att efter uppsättning av MHM-elementen att tänka på vissa saker på byggandet, som att när man lägger in fönster är det bra att skruva in karmskruvarna i 45° vinkel för att när MHM-element är korsvis staplade finns det annars stor risk att skruven far in i en luftspalt på den vertikala bräden och skruven tar inte fast. Det är även viktigt att komma ihåg eldragningen upp vid elementen att man fräser ut innan man fäster takstolar.

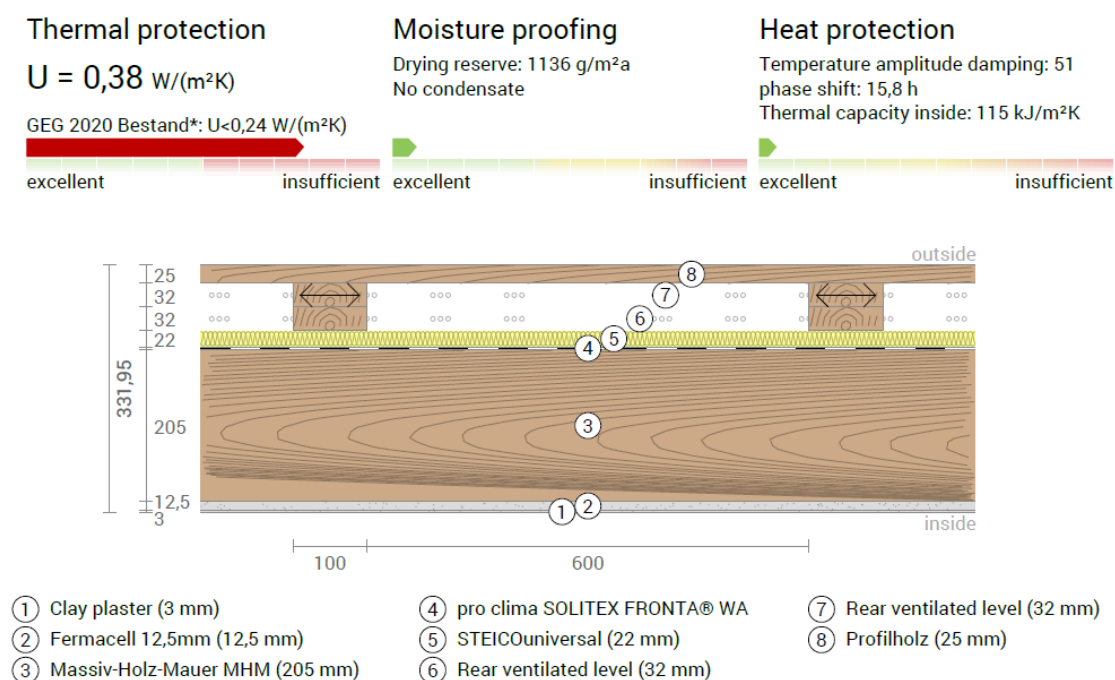
Efter planering och beställning, har Esthus fått fram en modell på hur MHM-elementen kommer att se ut, modellen kan ses i figur 9.



Figur 9. MHM-element för projekt, våning 2. (Esthus, 2024).

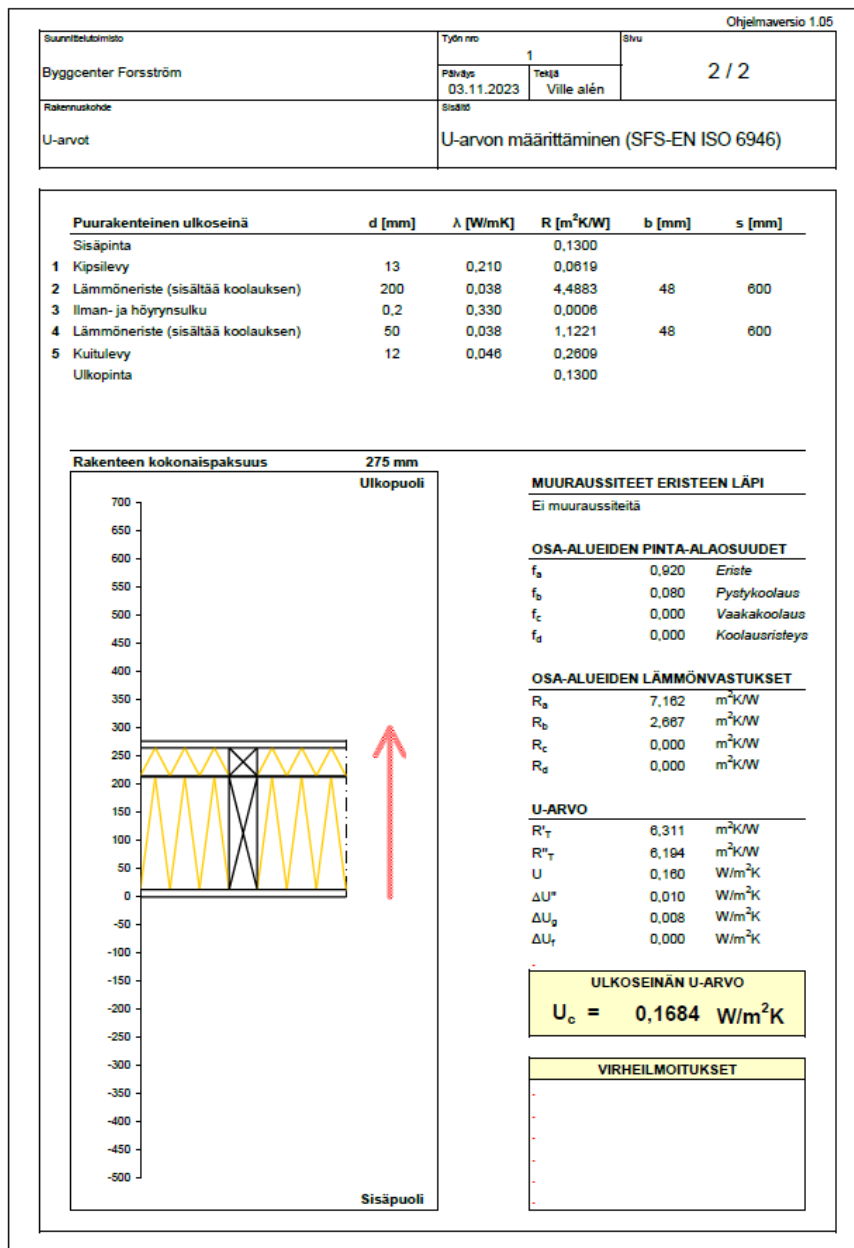
11 Jämförelse mellan MHM-element och vanlig ”lösvirkes” uppbyggda hus

Jämförelsen mellan MHM-element och vanligt lösvirkes uppbyggt hus är gjord enligt de material som skulle ersätta MHM-elementen. Källargrund kommer att bli den samma oavsett ifall det skulle vara MHM-element eller lösvirkeshus. Så kostnadsberäkningen tar inte upp något om källargrunden. Utsidan av MHM-elementet skulle bli det samma så virket för korsskålning och brädfodringen är inte med i beräkningen, inte heller insidans ytmaterial är medräknat.



Figur 10. U-värde för projektets MHM-väggelement (Esthus, 2024).


MHM-elementet som är beställt från Esthus har ett U-värde på $0,38 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, U-värdet kan man se i figur 10 som är godkänt för massivträ (rakentaja, 2023). Men för att få kostnadsberäkningen korrekt för alternativet med lösvirke är man tvungen att gå enligt $U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ för egnahemshus, figur 11 visar U-värdet för upp stolpande av projekt. (rakentaja, 2023).



Figur 11. U-värde för upp stolpande av projektet. (Alén,2024).

Priserna för material till allt som är behövt till upp stolpande är tagna från K-Rautas hemsida och kan variera enligt inflation. Kostnadsberäkningens priser kan ändra enligt vad företag fakturerar för timarvode. I tabell 2 kan man se kostnadsberäkningen för detta projekt ifall byggnaden skulle göras av lösvirke. (K-rauta, 2023)

Tabell 2. Kostnadsberäkning för upp stolpat hus.



Totalt: 32 916,83 €

Arbete / Skede	Man	Dagar	Timmar	Timpeng	Kostnad
Byggarbete	2	20	320	42 €	13 440,00 €
Transport					1 000,00 €
			Totalt	Moms 0%	14 440,00 €
				Moms 24%	17 905,60 €

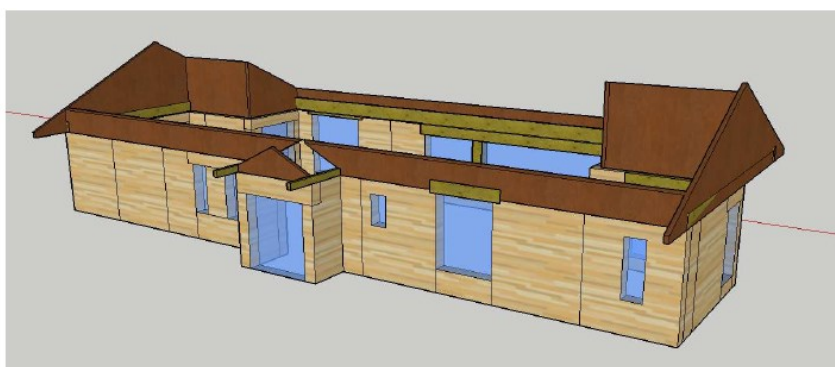
Material	å pris [€]	enhet	mängd	Påslag 10%[€]	Kostnad
Stom & Trävirke					3 936,80 €
48x48	1,25 €	m	366	36,6	494,10 €
KP 39x66	3,10 €	m	201	20,1	643,20 €
48x198	4,99 €	m	550	55	2 799,50 €
Ekovilla					10 454,43 €
50mm	9,49 €	€/m ²	283,5	28,35	2 718,77 €
Blåsning	19,00 €	€/m ²	210	21	4 011,00 €
Papper (60m ²)	82,00 €	st	4		328,00 €
Tejp	20,95 €	st	6		125,70 €
Vindskyddskiva	13,86 €	€/m ²	236		3 270,96 €
Skruv & Spik					620,00 €
Paslode 90x3,1	175,00 €	st	2		350,00 €
Paslode 63x2,8	135,00 €	st	2		270,00 €
				Material Totalt:	15 011,23 €

(Alén, 2024).

I kostnadsberäkning som man kan se i tabell 2 har man tagit fram de beräknade kostnaderna för uppstolpning med lösvirke för projektet. För att utvärdera ekonomin i projektet jämförs kostnadsberäkning med en offert från Esthus, som kan ses i tabell 3. Genom denna

jämförelse kan man få en klarare bild av eventuella skillnader och likheter mellan de förväntade kostnaderna enligt beräkningen och det faktiska priset som erbjuds av Esthus.

Tabell 3. Offert på Esthus.



EstHus OÜ offers:

Design service: as explained below	3 040,00 €
Foundation works: as explained below	0,00 €
Building materials: as explained below	39 411,67 €
External windows and doors: as explained below	0,00 €
Transportation: as explained below	2 200,00 €
Construction works: as explained below	0,00 €
Extras: as explained below	0,00 €
Total price without VAT:	44 651,67 €
VAT 24%:	10 716,40 €
Total price with VAT:	55 368,07 €

Desing service		3 040,00 €		
-	Architectural blueprint of a building project		Excluded	
-	Architectural preliminary project		Excluded	
-	Energy performance certificate		Excluded	
-	Coordination of the building project with the Rescue Board		Excluded	
-	Application for a building permit		Excluded	
-	Supervising constructive part of the construction project	Included		
-	Production drawings	Included		
-	Installation guidance drawings	Included		
-	Construction project statical calculation		Excluded	
-	Construction detail drawings		Excluded	
-	Geodetic base plan		Excluded	
-	Outdoor pipeline projects and approval		Excluded	
-	Foundation project		Excluded	
-	Water and sewerage project		Excluded	
-	Electrical project		Excluded	
-	Low-voltage project (communication, alarm, etc.)		Excluded	
-	Ventilation project		Excluded	
-	Heating and cooling project		Excluded	
-	Interior design project		Excluded	
-	Landscaping project		Excluded	

Foundation works and materials		0,00 €	Excluded	
---------------------------------------	--	---------------	-----------------	--

Building materials: Floor materials, FE elements; U=0,... W/(m2·K)		0,00 €	Excluded	
---	--	---------------	-----------------	--

Building materials: external walls; U=0,38 W/(m2·K)		31 054,91 €		
-	External cladding		Excluded	
-	Window, door and other subsill where needed		Excluded	
-	Ventilation batten 32x100mm		Excluded	
-	Insect mesh in the ventilation groove		Excluded	
-	Ventilation batten 32x100mm		Excluded	
-	Special façade and insulation fastener screws (HBS 6*120mm)	Included		
-	Insulation, woodfiber Steico Universal 22m (aprox.236 m2)	Included		PEFC
-	21 mm plywood for external windows and doors * ?		Excluded	
-	GL sills and beams according to constructive project	Included		FSC
-	Pro Clima membrane, installed in factory	Included		
-	250 mm MHM nailed massive wood panels (aprox. 48 pieces)	Included		FSC
-	48*98 mm bottom sill board		Excluded	
-	Hydro and sealing tape Tektis		Excluded	
-	48*98 mm upper sill board		Excluded	
-	Fasteners for MHM connections	Included		
-	Communication grooves, sockets and entry holes	Included		
-	Internal coating: Fermacell, wooden cladding, clay or lime plaster		Excluded	
-	Everything else that is not mentioned is not offered			

Building materials: internal walls		8 356,76 €		
-	Internal coating: Fermacell, wooden cladding, clay or lime plaster		Excluded	
-	115 mm MHM nailed massive wood panels (24 pieces)	Included		FSC
-	48*73mm lower sill board		Excluded	
-	Hydro and sealing tape Tektis		Excluded	
-	Fasterens for MHM connections	Included		
-	Communication grooves, sockets and entry holes	Included		
-	Internal coating: Fermacell, wooden cladding, clay or lime plaster		Excluded	
External windows and doors		0,00 €	Excluded	
Transportation: Packing, loading and transport to the site		2 200,00 €		
-	Packing	Included		
-	Uploading the truck	Included		
-	4 trucks; 2,35*13,5m standard truck with tent, unloading time 3h	Included		
	NB! The price does not include transhipment if the destination cannot be reached by a 13,5m semi-trailer		Excluded	
Construction works: crane rental		0,00 €	Excluded	
Construction works: Montage of the elements and extra materials		0,00 €	Excluded	

(Esthus, 2024).

Priserna skiljer sig en del. Detta kan ses i tabell 4 som visar prisskillnaderna för de 2 olika metoderna, detta betyder inte att det ena alternativet är bättre än det andra. Båda har sina för- och nackdelar.

Tabell 4. Prisskillnader från de 2 olika metoderna.

Metoder:	Kostnadsberäkning på upp stolpat hus	MHM-elementoffert från Esthus
Pris:	32 916 ,83€	55 368 ,07€
Prisskillnad:	22 451 ,24€	
Procentuell ökning	$(22\,451,24\text{€}/32\,916,83\text{€}) * 100 = 68,18\%$	

(Alén,2024).

Enligt ekonomiska jämförelsen är MHM-elementmetoden 68,18% dyrare än lösvirkesmetoden.

Ekonomiska jämförelsen är endast uträknad för ett objekt, detta gör att det inte blir så korrekt som man skulle vilja få det. För att få en mera ingivande blick för kostnadsskillnaderna borde man ha flera objekt att jämföra med, och även ha flera MHM-tillverkare för att kunna se prisskillnaderna.

Till kostnadsberäkningen har jag endast använt mig av en byggvaruhandel, detta kan även ha skillnad i priserna. Eftersom olika företag har olika priser.

Ett annan sak som också påverkar priset är att projektet inte har utförts ännu, detta gör att man inte vet än ifall det kommer tilläggs kostnader under byggnadsskedet.

Priserna är även väldigt konjunkturkänsliga, det påverkar även en hel del.

12 Diskussion

Med detta arbete och dess undersökning har jag kommit fram till att MHM-element är ett effektivt byggmaterial inom byggindustrin. Dess fördelar är att de går snabbt att tillverka och har bra isoleringsvärden och är stabila. MHM-element har möjlighet att vara bärande och icke-bärande väggar. I arbetet tas även tillverkningsprocessen upp och vad som kan göras under den, en bra fördel med MHM-element är CNC-bearbetningen som kan göras vid tillverkningskedet som möjliggör att andra arbetskedan i senare tillfällen går snabbare som eldragning och annan teknisk dragning.

Undersökningen tar även upp prisskillnaden mellan MHM-elementen och uppstolpat lösvirke, vilket är ett faktum. MHM-element försnabbar projektet men huset kommer att få ett U-värde på $0,38 W/m^2K$ ifall det skulle tillverkas av lösvirke skulle byggnaden få ett U-värde på $0,17W/m^2K$ men uppstolpningen skulle ta längre.

Lösvirkesmetoden är väldigt mycket billigare för projektet och med den metoden får man ett lägre U-värde som resulterar i lägre uppvärmningskostnader. Men MHM-element har även kapacitet att få sänkt U-värde med flera lager träskikt i elementen och med tilläggsisolering, vilket skulle resultera i lägre uppvärmningskostnader.

Undersökningen tar även fram andra fördelar för MHM-elementen så som säkerhet mot brand och att de har lång livslängd. De är också miljövänliga från tillverkning till installation. MHM-element följer även standarder och har certifikat som ETA och CE-märkning. Detta gör att man kan lita på att elementen är av god kvalitet och uppfyller europeiska krav.

I arbetet ingår intervjuer med kunniga entreprenörer inom ämnet, som menar planering och samarbete mellan alla parter är viktigt för att man skall kunna säkerställa smidigt och effektivt arbete under installation. Detta gör att kostnader minskar och även miljöpåverkan eftersom mindre tid går åt till att lösa problem under installation ifall planeringen har varit bra.

Priset skiljer sig med cirka 20 000€ mellan de olika byggnadsmetoderna.

13 Slutsats

Med examensarbetet har jag kommit fram till att MHM-element är ett bra alternativ till byggprojekt eftersom de är ett miljövänligt alternativ eftersom elementen är tillverkade av obehandlat trä och inte använder sig av några lim eller andra kemikalier i tillverkningsprocessen, vilket gör att de är utsläppsfria och hälsosamma för inomhusmiljön, som resulterar i ett bättre inomhusklimat, och MHM-element har även en bra isolerande egenskap som gör det möjligt att hus kan hålla jämn inomhustemperatur och kan även under sommaren skydda mot värme och under vintern skydda mot kyla vilket i sin del leder till lägre energikostnader. MHM-element har en god brandsäkerhet, på grund av att elementet har en låg termisk ledningsförmåga när den har gjord av trä, som resulterar i att spridning av brand minskar och elementen värms upp långsamt. MHM-element är väldigt ljudisolerande tack vare den massiva träkonstruktionen. MHM-element är väldigt snabba och enkla att installera, detta resulterar i att arbetskostnader och byggtiden kommer att minska.

Lösvirkesmetoden för projektet har även sina fördelar med att den är billigare och ett lägre U-värde, och därmed lägre uppvärmningskostnader men MHM-element har även kapacitet till att sänka U-värdet med flera lager trä skikt i elementet och med tilläggsisolering.

MHM-element har även certifikat som CE-märkning och uppfyller europeiska tekniska bedömningsstandarder, vilket i sin tur säkerställer att elementen uppfyller hög kvalité och är ett bra alternativ för byggprojekt.

14 Källförteckning

- 17/0579, E. (2019). <https://www.eota.eu/etassessments/5591>. Hämtat från <https://www.eota.eu/etassessments/5591>.
- Dentch, M. P. (2016). *The ISO 14001:2015 Implementation Handbook : Using the Process Approach to Build an Environmental Management System*.
- Digipolis. (den 31 1 2018). <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5597538/Digipolis%20ladattavat%20materialit/hankkeet/mhm-info-31.1-2018.pdf>. Hämtat från <https://www.digipolis.fi/etusivu>.
- Esthus. (2024). <https://esthus.eu/en/>. Hämtat från <https://esthus.eu/en/>.
- Esthus, M. t. (2023). Hämtat från <https://esthus.se/wp-content/uploads/2023/10/Mhm-teknologi-%E2%80%93-EstHus.pdf>.
- fsc. (2023). <https://se.fsc.org/se-sv>. Hämtat från <https://se.fsc.org/se-sv>.
- husfabrik. (2020). <https://www.husfabrik.eu/mhm-panels/>. Hämtat från <https://www.husfabrik.eu/mhm-panels/>.
- katus. (2023). <https://katus.eu/learn/courses/mhm-eco-friendly-alternative-to-clt-panels>. Hämtat från <https://katus.eu/learn/courses/mhm-eco-friendly-alternative-to-clt-panels>.
- K-rauta. (2023). <https://www.k-rauta.fi/>. Hämtat från <https://www.k-rauta.fi/>.
- lammi. (2013). <https://www.lammi.fi/harkko/wp-content/uploads/sites/3/2018/09/L%C3%A4mp%C3%B6kivet-suunnitteluohje-2013-3.pdf>. Hämtat från <https://www.lammi.fi/harkko/wp-content/uploads/sites/3/2018/09/L%C3%A4mp%C3%B6kivet-suunnitteluohje-2013-3.pdf>.
- massivholzmauer. (2023). <https://www.massivholzmauer.de/en/products/massivholz-mauerr>.
- MHM, B. (2022). https://www.massivholzmauer.de/fileadmin/Download/int/WEB_MHM_Broschuerere_Image_DINA4_V05_FI_221103.pdf. Hämtat från https://www.massivholzmauer.de/fileadmin/Download/int/WEB_MHM_Broschuerere_Image_DINA4_V05_FI_221103.pdf.
- mhm-info. (2018). <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5597538/Digipolis%20ladattavat%20materialit/hankkeet/mhm-info-31.1-2018.pdf>. Hämtat från <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5597538/Digipolis%20ladattavat%20materialit/hankkeet/mhm-info-31.1-2018.pdf>.
- mhmsvergie. (2017). mhmsverige.se/mhm. Hämtat från <https://mhmsverige.se/mhm>.

PEFC. (2001). <https://cdn.pefc.org/pefc.se/media/2020-12/a4b23075-0c99-4b2c-afc9-cf593316e9c8/5ba8c865-7f79-5524-9452-25774636001c.pdf>. Hämtat från <https://cdn.pefc.org/pefc.se/media/2020-12/a4b23075-0c99-4b2c-afc9-cf593316e9c8/5ba8c865-7f79-5524-9452-25774636001c.pdf>.

Puuinfo. (den 23 Juni 2020). *Puuinfo.fi*. Hämtat från <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/olet-taalla-liittimilla-kootut-massiivipuulevyt-mlt-mhm-dlt/>.

rakentaja. (2023). <https://rakentaja.fi/artikkelit/rakennusosien-u-arvot/>. Hämtat från <https://rakentaja.fi/artikkelit/rakennusosien-u-arvot/>.

ri. (2022). <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/tjanster/eta-europeisk-teknisk-bedomning>. Hämtat från <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/tjanster/eta-europeisk-teknisk-bedomning>.

Robitaille, D. E. (2015). *ISO 9001:2015 Handbook for Small and Medium-Sized Businesses*.