

Hus av fraktcontainrar

-Vad bör man tänka på vid byggandet av containerhus i Finland?

Tobias Grönroos

Examensarbete för byggmästare (YH)-examen

Utbildningen byggnads- och samhällsteknik

Raseborg 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Tobias Grönroos

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

Inriktning:

Handledare: Johan Degerlund

Titel: Hus av fraktcontainrar – Vad bör man tänka på vid byggandet av containerhus i Finland?

Datum: 09.12.2022 Sidantal: 30

Bilagor: 3

Abstrakt

Detta är ett examensarbete för byggmästare (YH)- examen. Examensarbetet är till sin omfattning 10 studiepoäng.

Arbetet handlar om containerhus i Finland och vad man bör tänka på vid byggande av dessa typer av hus. Arbetet beskriver och jämför olika fraktcontainermodeller, isoleringsmaterial och ventilationssystem. Dessutom redogörs för fördelar och nackdelar med användandet av containrar vid byggandet av hus.

Syftet med arbetet var att undersöka vad man bör tänka på vid byggandet av containerhus i Finland.

Arbetet har genomförts genom att insamla material från tidigare arbeten, litteratur och öppna källor som byggnadsbloggar och tidningsartiklar. Därtill har en representant från byggnadstillsynen i Raseborg intervjuats. Det samlade materialet har sedan analyserats och sammanfattats. Resultatet har presenterats löpande genom texten och sammanfattats och diskuterats i slutet.

Språk: svenska

Nyckelord: container, containerhus, ventilation, isolering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Tobias Grönroos

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

Suuntautumisvaihtoehto:

Ohjaaja(t): Johan Degerlund

Nimike: Talojen rakentaminen laivakonteista - Mitä tulee ottaa huomioon, kun rakennetaan konttitaloja Suomessa?

Päivämäärä: 09.12.2022 Sivumäärä 30 Liitteet 3

Tiivistelmä

Tämä on rakennusmestari (AMK) tutkinnon opinnäyte. Työ vastaa 10 opintopistettä.

Tämä opinnäytetyö käsittelee konttitaloja Suomessa ja sitä, mitä on otettava huomioon, kun rakennetaan tällaisia taloja. Työssä kuvataan ja vertaillaan erilaisia konttimalleja, eristysmateriaaleja ja ilmanvaihtojärjestelmiä. Lisäksi kuvataan konttien käytön etuja ja haittoja talojen rakentamisessa.

Työn tavoitteena oli selvittää, mitä tulisi ottaa huomioon konttitalojen rakentamisessa Suomessa.

Työ toteutettiin keräämällä aineistoa aiemmista töistä, kirjallisuudesta ja avoimista lähteistä. Lisäksi haastateltiin Raaseporin rakennusvalvonnan edustajaa. Kerätty aineisto analysoitiin ja siitä tehtiin yhteenveto. Tuloksia esitellään koko tekstin ajan ja niistä tehdään yhteenveto ja keskustellaan tekstin lopussa.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kontti, konttitalo, ilmanvaihto, eristys,

BACHELOR'S THESIS

Author: Tobias Grönroos

Degree Programme: Construction Management

Specialisation:

Supervisor: Johan Degerlund

Title: Building Houses From Shipping Containers - What Should Be Considered When Building Container Houses in Finland?

Date: 09.12.2022 Number of pages 30 Appendices 3

Abstract

This is the Degree Thesis of the Bachelor's degree in Construction Management. The extent of the Degree Thesis is in total 10 ECTS.

This thesis is about container houses in Finland and what to consider when building these types of houses. The work described and compared different shipping container models, insulation materials and ventilation systems. In addition, advantages and disadvantages of the use of containers in the construction of houses were described.

The aim of the work was to investigate what should be considered when building container houses in Finland.

The work was carried out by collecting material from previous work, literature and open sources. In addition, a representative of the building inspectorate in Raasepori was interviewed. The collected material was then analyzed and summarized. The results were presented throughout the text and summarized and discussed at the end.

Language: Swedish

Key words: container, container house, ventilation, insulation

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och mål	2
1.2	Metod och material	2
1.2.1	Intervju som metod	2
2	Fraktcontainer	3
2.1	Allmän information om fraktcontainrar	3
2.2	Olika modeller av fraktcontainrar	4
2.3	Byggda containerhus i Finland.....	6
3	Att bygga containerhus i Finland	7
3.1	Byggregler att beakta	7
3.2	Isolering av containerhus	8
3.2.1	Mineralull.....	9
3.2.2	Polyuretanskum.....	10
3.2.3	Cellplast	11
3.2.4	Val av isolering.....	12
3.3	Ventilation i containerhus	14
3.3.1	Mekanisk frånluft (F)	14
3.3.2	Mekanisk till – och frånluftsventilation (FT).....	15
3.3.3	Mekanisk till- och frånluft med värmeåtervinning (FTX)	15
3.3.4	Val av ventilation	16
4	Fördelar och nackdelar med containerhus.....	17
4.1	Fördelar med containerhus	17
4.2	Nackdelar med containerhus	18
5	Byggnadstillsynen i Raseborg	18
5.1	Presentation av resultat	19
6	Diskussion och sammanfattning.....	22
	Källförteckning.....	24

BILAGA 1 Frågeformulär

BILAGA 2 U-värde beräkning med mineralull

BILAGA 3 U-värde beräkning med polyuretan

1 Inledning

Containerhus är ett relativt nytt koncept att bygga hus på. Det är ett sätt att återanvända gammalt material och ge containern en ny uppgift. Fraktcontainrars ursprungliga uppgift är att frakta gods över hav och land. I och med överflöd av gamla containrar började man fundera på alternativa ändamål för containern och började bygga små bostäder av dem. Framst har de använts vid tillfälliga konstruktioner, som skydd och sjukhus i flyktingläger, av armén på militärbaser och ofta som hem för arbetare på byggarbetsplatser. Under det senaste decenniet har containrar även börjat användas för att konstruera hus. Väljer man att använda flera containrar, öppnas möjligheten att skapa unika designer som överhäng, vilket möjliggör en känsla av att vara i luften då en container kan "hänga i luften". Dessutom möjliggör användandet av containrar unika takterrasser. I dagsläget har containerhusen utvecklats och det är inte alltid så lätt att avgöra om ett hus är byggt av containrar eller inte. Genom att man kombinerar traditionella byggmaterial med containrar skapas så kallade hybridbyggnader som kan se ut som vilken annan byggnad som helst.

Idén att kombinera flera containrar för att bygga ett hus uppfanns av amerikanen Philip Clark. År 1987 ansökte Clark om patent på byggandet av containerhus: *Method for converting one or more steel shipping containers into a habitable building* (United States Patent, 1989). Trots att Clark har patent på idén att bygga containerhus skrev den engelska arkitekten Nicholas Lacey i sin universitetsavhandling år 1970 om att förvandla fraktcontainrar till beboeliga bostäder. Lacey har sedan dess genomfört många av sina idéer och skapat höghus av fraktcontainrar. (Discover Containers, u.å.).

Jag har valt att skriva mitt examensarbete om containerhus eftersom jag tycket att det är ett intressant ämne och återvinning är ett aktuellt ämne i dagens samhälle. Arbetet fokuserar på att lösa de problem som sannolikt kommer eller kan uppstå i ett större containerhusbygge i Finland. Arbetet kan användas som ett hjälpmedel för alla som planerar containerhusbygge.

1.1 Syfte och mål

Mitt examensarbete är inriktad på större bostadshus med fraktcontainrar som stomme. Syftet med arbetet är att undersöka vad man bör tänka på vid byggandet av containerhus i Finland. Följande frågeställningar ligger till grund för detta arbete:

1. Vad bör beaktas vid val av isolering och ventilation?
2. Vilka fördelar och nackdelar finns det vid användandet av containrar för byggandet av hus?
3. Vad anser byggnadstillsynen i Raseborg om byggandet av containerhus?

1.2 Metod och material

Jag kommer att bekanta mig med tidigare utförda arbeten samt material från öppna källor och litteratur. Eftersom byggandet av containerhus är ett relativt nytt koncept är användandet av öppna källor som byggbloggar och tidningsartiklar nödvändigt för examensarbetets genomförbarhet. För att få ett djup i arbetet har även byggnadstillsynen i Raseborg intervjuats gällande deras syn på byggandet av containerhus.

1.2.1 Intervju som metod

Valet att intervjua via E-post gjordes av Joakim Wilkman från Byggnadsnämnden i Raseborg, antagligen eftersom det passade hans schema bättre. Fördelen med att intervjua via e-post är att respondenten får tid att reflektera över sina svar och oväntade frågor (Ryen, 2004). Eftersom byggandet av containerhus är ett relativt nytt koncept och det enligt min vetenskap inte finns något containerhus i Raseborg ger e-postintervju troligen ett djupare svar. En annan fördel är att respondenten kan svara på intervjun då det passar hen. Därtill är materialet färdigtranskriberat, vilket är tidssparande. En nackdel med e-postintervju är att jag inte kan ställa följdfrågor på ett enkelt sätt. Dessutom finns risken för missförstånd och möjligheten att rätta till dem uteblir. Klargörandet av intervjun kommer att göras genom att använda mig av citat ur intervjun och löpande text. (Ryen, 2004).

2 Fraktcontainer

I detta kapitel kommer fraktcontainerns bakgrund att presenteras. Vidare följer kapitlet med en presentation av olika containermodeller. Kapitlet avslutas med en presentation av byggda containerhus i Finland.

2.1 Allmän information om fraktcontainerar

Fraktcontainerar är ursprungligen gjorda för att frakta gods från ett ställe till ett annat. Den nutida containern uppfanns av amerikanen Malcolm McLean år 1956. Till en början tillverkades containrarna med olika mått och fastsättningar beroende på tillverkaren. De olika måtten gjorde att det ofta uppstod problem vid transporter och avlastningar när olika tillverkade containerar blandades ihop. För att undvika detta bestämde den amerikanska regeringen 1968 att alla fraktcontainerar ska tillverkas enligt en internationell ISO, *International system of Units* standardisering. Resultatet av denna standardisering är att det idag finns två standardiserade containermodeller en 20 fot lång (6 meter) och en 40 fot lång (12 meter). Utöver dessa två finns det även ett fåtal andra storlekar, exempelvis modellen 40 fot High Cube. Namnet kommer från dess inre höjd som är 2,69 i stället för de traditionella containrarna med ett inre mått på 2,39 m. (Konttivuokraus, 2021).

En containers pris varierar beroende på modell och kondition. En gammal välanvänd container är givetvis förmånligare än en ny. En begagnad 20 fots (6m) container kostar mellan 1500 och 3000 euro, nypris kring 3000 euro. En begagnad 40 fots (12m) container kostar mellan 2000 och 4000 euro, nypris mellan 4000 och 5000 euro. Priset varierar även mellan olika företag. I Finland kan containerar köpas från olika företag som exempelvis företagen Konttivuokraus OY och Nettikone.

Fraktcontainerar är gjorda av cortenstål, även kallat för rosttrögt stål. Namnet säger själv att det är rostbeständigt. Cortenstål rostar till en början, men processen avstannar sedan och stålet får ett jämt och skyddande lager av rost. Vidare betyder detta att om färgen från containern skulle slitas och flagna bort, skulle det inte leda till bildandet av rosthål i containern. Containerns hållbara material möjliggör för containern att motstå extrema förhållanden som saltvatten, vind, is, eld, sol och även våldsamt hantering. (Mccontainers, u.å.).

Under det senaste decenniet har användandet av containrar för byggandet av hus ökat. Fraktcontainrar används för byggandet av stommen men i vissa fall också som slutlig yta på antingen in- eller utsidan av huset. Idag finns det flera företag som erbjuder byggandet av containerhus, exempelvis i Västra Nyland verkar företaget Arctic Container OY i Helsingfors.

2.2 Olika modeller av fraktcontainrar

Den 20-fot långa containern (se figur 1) är den mindre av de två standardiserade containermodellerna. Innermåttet för denna modell är längd 5,89 meter, bredd 2,33 meter och höjd 2,39 meter. Med en lastkapacitet på 28 ton är detta en mycket kraftig container som ofta används för transport av metall och andra tunga gods som inte ryms i en container på 40 fot.



Figur 1. Bild på en 20-fots container. (Vuokrakontti, u.å.)

40-fots container (se figur 2) är den andra standardiserade containermodellen och även den vanligaste containerstorleken. Denna modell utgör mer än hälften av den globala containerflottan. 40-fots containerns innermått är 11,99 meter i längd, 2,33 meter i bredd och 2,37 meter i höjd. Containern har en lastkapacitet på 28 ton vilket lämpar sig för gods som kräver större utrymme men väger mindre. Lastkapaciteten är således den samma som 20 fots container modellen.



Standard 40-fot

Yttermått: 12,19m x 2,44m x 2,59m

Innermått: 11,99m x 2,33m x 2,37m

Volym: 67 m³

Lastkapacitet: 28 ton

Figur 2. Bild på en 40-fots container. (Konttivuokraus, u.å.)

Container på bilden nedan (figur 3) är en 40-fots High cube container. Den har samma längd och bredd som en vanlig 40-fots container men är 30cm högre dvs. 2,69 meter (Konttivuokraus, 2021). Denna modell (HC) rekommenderas vid byggandet av hus eftersom takhöjden i ett hus måste enligt finsk lag vara 2,40 meter (Miljöministeriets förordning om bostadsutrymmen, inkvarteringslokaler och arbetsutrymmen 1008/2017, § 4). Dessutom underlättar den förhöjda takhöjden byggsleden som isolering och montering av vattendragning, ventilation och elektricitet. Ytterligare förloras en del av takhöjden vid isolering och byggandet av golv och tak.



40-fot High Cube

Yttermått: 12,19m x 2,44m x 2,89m

Innermått: 11,99m x 2,33m x 2,69m

Volym: 76 m³

Lastkapacitet: 28 ton

Figur 3. Bild på en 40-fots High Cube container. (Konttivuokraus, u.å.)

2.3 Byggda containerhus i Finland

Det första containerhuset som är byggt för åretruntboende och även det enda med permanent bygglov, byggdes i Vichtis år 2018. Huset byggdes av fyra containrar, två 40 fots och två 20 fots containrar som svetsades ihop. Husets totala areal är 159 m² varav 129m² är bostadsyta. Husets ägare Niina Merta har sagt i en intervju med Rakennusmaailma att grannarna till en början var skeptiska över containerhuset men anser idag huset vara områdets finaste. Därtill finns det i Tusby ett antal containerhus men de har tillfälliga bygglov och i Hartola finns en sommarstuga med permanent bygglov. (Saarinen, 2019).

För några år sedan (2015) planerades ett containerhögghus i Vanda, men planerna gick i stöpet p.g.a. att ljudisoleringskraven inte kunde uppfyllas. Det finns en skepticism kring byggandet av containerhus i Finland. Exempelvis tvivlar företaget Konttikodit att containerhus kommer att få framgång i Finland, åtminstone inte gällande året runt boende. Tvivlen grundar sig i Finlands hårda byggbestämmelser. Däremot finns både intresse och kunskande angående byggandet av containerhus i Finland. (Saarinen, 2019).

Därtill finns den en misstro kring containerhusbyggens kostnader. Enligt Kimmo Lehtola från företaget Konttikodit har de fått flera förfrågningar på containerhus och de har även gett flera offerter på helhetsplanering och genomföranden, men många projekt blir ändå inte av då det finns en illusion av att byggandet av containerhus vore billigt. (Saarinen, 2019).

3 Att bygga containerhus i Finland

I detta kapitel kommer byggnadsregler som bör beaktas vid byggandet av containerhus att redogöras för och lösningar kommer att diskuteras. Vidare följer kapitlet av en presentation och argumentation för isolering och ventilation av containerhus som delvis avviker sig från byggandet av övriga hus.

3.1 Byggregler att beakta

Finland har stränga byggbestämmelser, vilket även medför motgångar vid användandet av containrar som bostad. Ovan nämndes det att planerna för ett containerhögghus i Vanda föll samman eftersom det inte kunde uppfylla ljudisoleringskraven. Enligt finsk lag måste bostaden planeras och genomföras så att maximiljudnivån inte överskrider 30 decibel och i rum som används för att sova eller vila i får inte överskrida 25 decibel (Miljöministeriets förordning om ljudmiljön i byggnader 796/2017, § 5).

En annan utmaning är att de normala 20- och 40-fots containrarna har en innerhöjd på 2,39 meter. Enligt § 4 i Miljöministeriets förordning om bostadsutrymmen, inkvarteringslokaler och arbetsutrymmen (1008/217) måste en bostad ha en takhöjd på åtminstone 2,4 meter för att uppfylla byggbestämmelserna. Detta problem går att lösa genom att använda sig av containermodellen 40-fot High Cube med dess inre höjd på 2,69m eller genom att stapla flera containrar på varandra och öppna upp den nedre containers tak.

Ytterligare finns det delvis en missuppfattning om att ett containerhus skulle kunna byggas utan bygglov. Containerhus omfattas av samma byggregler som övriga hus. Eftersom containern i sig inte är en byggprodukt, kan en noggrann byggnadsinspektör kräva ett separat godkännande för att en container ska anses vara lämplig att bo i (Saarinen, 2019). De finska byggreglerna ställer även tuffa krav på bland annat isolering av golv, väggar och tak. En ytterväggs U-värde får exempelvis inte överskrida 0,17 W/m²K om inte andra delar av byggnadens mantel är bättre isolerade så att den totala värmeförlusten är samma eller mindre än ett hus som har referensvärdeskonstruktioner. Värmeförlusten genom byggnaders klimatskal ska beräknas genom att tillämpa en specifik formel. Byggnadens ändamål och byggnadsdelarnas areor bestämmer vilka referensvärden som skall användas som värmegenomgångskoefficienter vid uträkningen för värmeförlusten från olika

byggnadsdelar. (24 § Värmeförlust genom byggnaders klimatskal i Miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda).

W/m^2k är en enhet i byggnadsfysiken som används när man pratar om U-värde. U-värdet är ett mått på ett byggnadsmaterial eller byggnadsdels isoleringsförmåga. Ju lägre siffra, desto bättre U-värde. En byggnadsdel med ett lågt U-värde har alltså en bättre isoleringsförmåga än en byggnadsdel med högt U-värde. Värmegenomgångskoefficienten kallas för U-värde och enheten är W/m^2k . Miljöministeriet förordningar om energicertifikat för byggnader ställer flera krav på enskilda konstruktionsdelarnas maximala U-värde, vilket presenteras i tabellen nedan (Figur 4). (Miljöministeriets förordning om energicertifikat för byggnader 2017/1048).

Byggnadsdel	2018–
Yttervägg	0,17*
Bottenbjälklag på mark	0,16
Bottenbjälklag med kryprum	0,17
Bottenbjälklag mot det fria	0,09
Vindsbjälklag	0,09
Dörr	1,0
Fönster	1,0
Delvis uppvärmda utrymmen	
Yttervägg	0,26*
Bottenbjälklag på mark	0,24
Bottenbjälklag med kryprum	0,26
Bottenbjälklag mot det fria	0,14
Vindsbjälklag	0,14
Dörr	1,4
Fönster	1,4

Figur 4. U-värdes krav på skilda konstruktionsdelar. (Miljöministeriets förordning om energicertifikat för byggnader 2017/1048, Bilaga 1)

3.2 Isolering av containerhus

Då fraktcontainrar används för byggandet av hus finns det flera saker som måste tas i beaktande. Det viktigaste är att besitta förståelse och kunskap över materialet som används. Stål har en mycket hög värmeledningsförmåga, vilket gör att container i sin helhet

blir en köldbrygga. Med köldbrygga menas att värme leds ut ur huset via en konstruktionsdel på vintern eller raka motsatsen på sommaren dvs. att värme från uteluft leds in i huset. Därför är valet av isoleringen betydande vid byggandet av containerhus. Isoleringen kan göras på antingen inner- eller yttersidan av containern. Valet av isoleringens sida är mera en kosmetisk fråga. Vill man att container ska synas, för att skapa ett mera industriellt utseende, bör insidan isoleras eller om ett mera traditionellt utseende eftersträvas, bör utsidan isoleras. En nackdel med att isolera containern på insidan är att bostadsvolymen minskar.

Isoleringen påverkar husets energianvändning samt välmående. Därför är det viktigt att se till att isoleringen görs ordentligt för att minska antalet köldbryggor. Ett bra sätt att försäkra sig om ett bra utfört isoleringsarbete är att kontrollera den monterade isoleringen med hjälp av värmekamera. Genom att använda värmekamera upptäcks om isoleringen är bristfällig på något ställe och därmed kräver förbättring.

De material som användas vid isolering av bostäder är bland annat mineralull, träfiberskivor, ekovilla, polyuretanskum eller cellplast. Mineralull, polyuretanskum och cellplast kommer behandlas mer ingående nedan eftersom de är lämpade vid isolering av containerhus.

3.2.1 Mineralull

Mineralull är ett gemensamt namn för stenudd och glasull och är det isoleringsmaterial som främst används vid isolering av hus. Vid tillverkningen av stenudd används huvudsakligen diabas (berg typ) som råvara och vid glasull används framför allt sand men också glaskross som råmaterial. Råmaterialen smälts ihop och bildas till fiber. Fibermaterialen är helt obrännbara vilket gör produkten brandsäker. Materialet är billigt i jämförelse med övriga isoleringsmaterial. Mineralullskiva har en termisk ledningsförmåga (lambdavärde) på λ_D : 0,036 W / mK (K-rauta, u.å.). Mineralull förekommer i olika former; skivor (se figur 5), mattor eller lösull. Lösull är ett bra alternativ för containerhus eftersom den blåses på plats med hjälp av en "blåsmaskin" och kan därför söka in sig mellan plåtvågorna, vilket undviker köldbryggor och oisolerade luftfickor i väggen. Mineralullens goda ljudisoleringsförmåga används både i ljud- och vibrationsisolering. (Burström, 2007).

En nackdel med mineralullen är dess volym, vilket förminskar containerhusens storlek drastiskt om isoleringen görs på insidan av containern. En fördel med mineralull är dess goda brandmotståndsförmåga (Burström, 2007)



Figur 5. Mineralull. (PAROC, u.å.)

3.2.2 Polyuretanskum

Polyuretan är isolering i form av skum. Även det mest komplexa formerna och strukturerna kan isoleras i sin helhet med polyuretan, vilket gör materialet utmärkt vid isolering av containrar. Detta då polyuretanan går att spruta in i plåtvågorna. Isoleringen blir både skarvfri och fungerar som ångspärr. Om arbetet utförs med noggrannhet kan man även försäkra sig att inga köldbryggor uppstår.



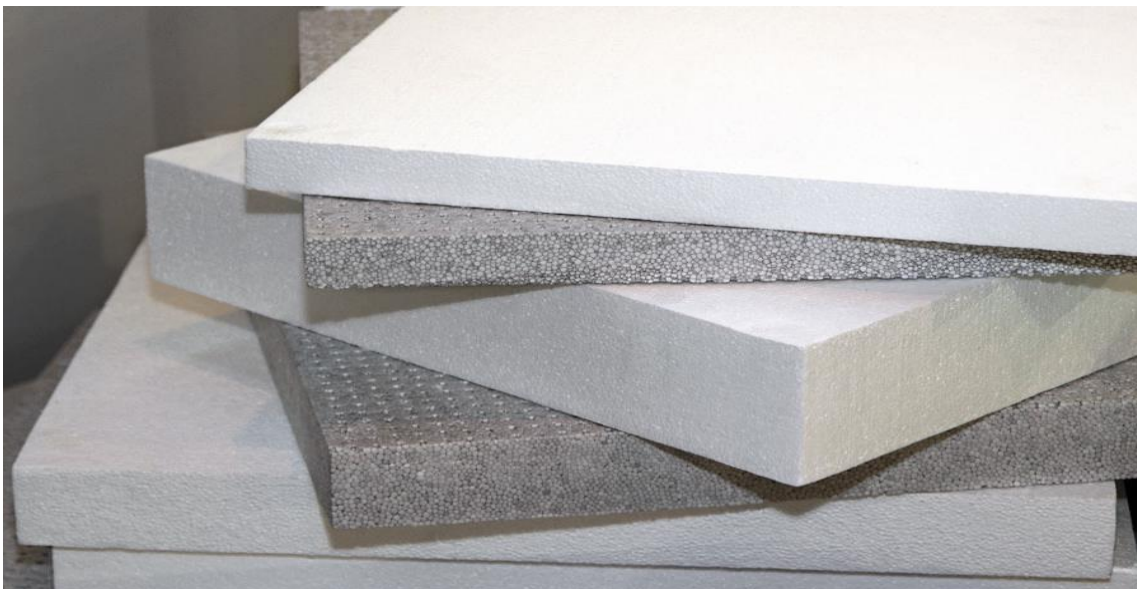
Figur 6. Polyuretans isolering i en container. (Thremo-logic, u.å.)

Det finns två olika typer av polyuretan beroende om isoleringen görs på utsidan eller insidan av en container som visas i figur 6. Sluten cellisolering används på ytterväggar, grund och tak medan öppen cellisolering används på innerväggar. Den slutna cellisoleringens främsta fördel är dess energieffektivitet. Materialet har en hög isoleringsförmåga som grundas i dess isolerande gas. Gasen medför effektiv luftbarriär samt låg gas- och vattengenomsläpp. Den öppna cellisoleringens främsta fördel är dess ljudisoleringsförmåga. En nackdel med polyuretanskum är att dess dåliga brandbeständighet. Dessutom är polyuretan oljebaserad, vilket gör att materialet inte är miljövänlig. (Ekospray, u.å.).

Priset för polyuretan varierar beroende på offert från företag till företag, men generellt är det ett dyrare alternativ än mineralull. I Västra Nyland verkar det flera företag som utför denna tjänst. Bland annat APNE OY i Lojo och W ERISTYS OY i Helsingfors. Den termiska ledningsförmågan (lambdavärde) hos uretanskum är $\lambda_D: 0,026 \text{ W/m}^2\text{k}$.

3.2.3 Cellplast

Cellplast som oftast kallas för styrox eller frigolit i folkmun tillverkas i olika skivformer (se figur 7). Cellplast består till 98% av luft och till 2% av polystyren. Det är ett välanvänt isoleringsmaterial som använts i decennier vid isolering av både golv, väggar och tak. Materialet har en hög isoleringsförmåga, med en termisk ledningsförmåga (lambdavärde) på $\lambda_D: 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ (K-rauta, u.å.), vilket ungefär är det samma som mineralullen har. Cellplast är lätt att hantera och är kostnadseffektivt (Ikem, u.å.).



Figur 7. Olika cellplastskivor. (dinbyggare, u.å.)

Cellplast används och monteras på samma sätt som mineralull. Likt polyuretanskummet har cellplast hög fukttålighet, vilket betyder att man inte behöver oroa sig för att det skulle börja mögla. Ur brandsynpunkt är cellplast ett olämpligt material eftersom den både smälter och brinner. (Burström, 2007).

Cellplast är liksom polyuretan en oljebaserad produkt och därmed inte miljövänlig, även om det kan återvinnas. Däremot är cellplast beständigt mot biologiska angrepp och angrips således inte av mögel. (Dinbyggare.se, u.å.).

3.2.4 Val av isolering

Alan Ibrahim har i sin studie *Isolering av fraktcontainers ytterväggar* (2020) undersökt vilket isoleringsmaterial som är det bästa att isolera fraktcontainrarnas ytterväggar med. I studien inkluderar han bland annat sprutisolering av polyuretan och mineralull. I undersökningen gick Ibrahim även in på U-värdeberäkningar, risker för köldbryggor och kostnader.

Resultatet av studien var att polyuretanet har den bästa värmeisoleringsförmågan vilket betyder att mindre mängd material behövs för att uppnå miljöministeriets krav på u-värde i respektive byggnadsdel. Däremot är polyuretanet det dyrare alternativet. I studien kom Ibrahim även fram till att bästa sättet att undvika köldbryggor är genom att undvika att placera väggens träregel i direktkontakt med containerplåten. Vid användning av

polyuretan som isolering bör lufttrum alltså lämnas bakom träreglarna och containerväggen, detta för att komma åt att isolera området mellan regeln och containerplåten. När det kommer till mineralull bör en drevremsa av mineralull limmas på träregeln som sedan kläms fast mot containerplåten för att bryta köldbryggan. (Ibrahim, 2020).

Utifrån resultatet av Ibrahims studie (2020), i kombination med egen undersökning av olika isoleringsmaterial skulle jag välja att använda mig av polyuretanskum vid isolering av insidan. Polyuretan är det dyrare alternativet men jag är övertygad om att slutresultatet skulle bli det lämpligaste eftersom polyuretanutet skulle på bästa sätt undvika luftfickor i isoleringen och tillika fungera som ångspärr. Fastän polyuretan är det dyraste av materialen, så går arbetet snabbare, vilket kan påverka isoleringens slutpris. Mängden isoleringsmaterial som krävs i ytterväggarna för att uppnå U-värdes kravet har beräknats med hjälp av Puuinfos U-värdes beräknade på Microsoft Excel (se bilaga 2 och 3).

Polyuretan på insidan:	13mm Gipsskiva
	198mm Polyuretan med träreglar c/c 600mm
	2mm Container plåt
	$\lambda: 0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$
Mineralull på utsidan:	2mm Containerplåt
	198mm Mineralull med träreglar c/c 600mm
	48mm Mineralull med träreglar c/c 600mm
	12mm Vindskyddsskiva
	$\lambda: 0,163 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cellplasten har inte beräknats eftersom den har samma lambdavärde som mineralullen.

Figur 8. Mängden isoleringsmaterial som använts vid uträkningen av U-värdet.(Grönroos, 2022)

Valet är att isolera utsidan av mineralull eller insidan av polyuretan eller cellplast. Vill man att huset ska få ett traditionellt utseende med till exempel träfasader är isoleringen av mineralull på utsidan ett alternativ. Om ett mera industriellt utseende är vad som strävas efter, isolerar man insidan med polyuretan eller cellplast. Däremot kan valet att använda sig av containrar vid byggandet av hus ifrågasättas om de ändå täcks in med en träfasad.

3.3 Ventilation i containerhus

Balans mellan luft, fukt och värme är nyckeln till ett hus med bra inomhusklimat. Dålig ventilation kan skapa många problem såsom mögel och röta, vilket i sin följd kan leda till olika hälsorisker. Dessa problem beror ofta på fuktighet och dåligt luftflöde, vilket bildas när luften och fukten blir instängd. I vårt nordiska klimat är hus uppvärmda stora delar av året, vilket leder till värmetransporter mellan den varma inneluften och den kalla uteluften. Det finns en naturlig balans och den strävar efter att jämna ut klimatet mellan ute- och inneluften. Därför är ventilation och isolering viktiga för att hålla ett komfortabelt inomhusklimat. (Sandberg, 2011).

När det kommer till val av ventilation, finns det flera alternativ. Mekanisk frånluft (F), Mekanisk till- och frånluft (FT) och Mekanisk till- och frånluft med värmeåtervinning (FTX) har framkommit i tidigare byggda containerhus och kommer att behandlas mer ingående nedan.

3.3.1 Mekanisk frånluft (F)

Mekaniskt frånluftssystem är ett av många ventilationssystem. Mekanisk frånluft fungerar genom en centralt placerad fläkt, ofta placerad på taket. Denna fläkt suger ut inomhusluften ur bostaden, vilket skapar ett undertryck i bostaden som i sin tur gör att ny utomhusluft söker in sig genom tilluftventiler och eventuella friskluftsventiler i fönster. (Aerius, 2022).

Mekaniska frånluftssystemet används ofta i våtrum men kan också kopplas ihop med köksfläkten, för extra ventilation och för att få bort orenheter, vilket bildar ett så kallat Alliance-system. Systemet skapar dessutom ett undertryck vilket man till en viss grad strävar efter. (Aerius, 2022).

3.3.2 Mekanisk till – och frånluftsventilation (FT)

Ett mekaniskt till-och frånluftsventilation system kontrollerar mängden luft som transporteras både ut och in i ett hus med hjälp av fläktar och ett kanalsystem. Systemet kontrollerar luftflödet så att det enkelt går att uppnå ett önskat inomhusklimat och möjliggör också energiåtervinning via den varma frånluften. Risken för mögel och skador minskar även eftersom fukten effektivt ventileras ut ur huset. Frånluftsfläktarna ska installeras i kök och våtrum, medan tilluftsfläktar installeras till vardagsrum och sovrum. (Polarpumpen, u.å.).

3.3.3 Mekanisk till- och frånluft med värmeåtervinning (FTX)

Ett FTX system är ett fläktstyrt till- och frånluftssystem med värmeåtervinning. Principen är den samma som ett FT system men här tilläggs ett värmeåtervinningsystem. Det finns två lösningar på FTX system: Centraliserad ventilation eller decentraliserad ventilation. Vid centraliserad ventilation placeras värmeaggregatet i ett eget serviceutrymme, vilket inte är optimalt i ett containerhus eftersom boarealen är begränsad. Därför kommer i stället decentraliserade ventilationssystemet att redogöras för. De har enkla och smidiga lösningar som passar ypperligt för ett containerhus. (Polarpumpen, u.å.).

Decentraliserad ventilation är ett mekaniskt till- och frånluftsventilationssystem med en keramisk värmeväxlare. Ventilationen är i princip en produkt och ser ungefär ut som vanliga till-eller frånluftventiler (se figur 8). Ventilationssystemet består av minst två enheter som arbetar parvis för att kunna uppnå optimalt luftflöde och återvinna värme. Enheten fungerar med ett sug/blås system som var sjuttionde sekund byter riktning. Dvs. ena fläkten suger ut varm, använd luft ur huset och den andra blåser in frisk uteluft. När varm inneluft suges ut lagras värmen i den keramiska värmeväxlaren, vilket gör att då fläktarna byter riktning efter 70 sekunder, värms den kalla uteluften upp av värmeväxlaren. Värmeåtervinningen för parvisa enheter ligger normalt kring 85%. Med en inbyggd fuktgivare kan systemet vid behov ställas in så att det endast verkar som frånluftsfläkt. Systemet är balanserat och blåser ut lika mycket luft som det tar in. (Energy Building, u.å.).



Figur 9. Bild på en decentraliserat isoleringssystem. (Getair, u.å.)

3.3.4 Val av ventilation

Valet av ventilation varierar lika mycket från hus som till ägare. De tre olika ventilationssystemen har använts i olika containerhus tidigare, vilket visar att alla är lämpliga. Dock är utmaningen att montera ett kanalsystem i taket för ett (FT) system betydligt större än att använda sig av ett decentraliserat system. Ventilationskanalerna ger en lägre takhöjd, orsakar köldbryggor och gör bygget allmänt svårare.

Sammanfattningsvis är mekaniska till- och frånluftssystemet det ogynnsammaste alternativet för ventilation containerhus eftersom det innebär installation av ventilationskanaler i innertaket och detta skulle leda till att huset förlorar takhöjd som är lägre än normalt redan från början. Tidigare byggda containerhus har använt sig av mekanisk frånluftventilation eller decentraliserad ventilation. Personligen skulle jag välja det sistnämnda alternativet eftersom det är simpelt, kostnads- och tidseffektivt.

4 Fördelar och nackdelar med containerhus

Under arbetets gång framkom fördelar och nackdelar med användandet av containrar vid byggandet av hus. I detta kapitel kommer därför fördelar och nackdelar med byggandet av containerhus att redogöras för.

4.1 Fördelar med containerhus

En fördel med containerhus är att det är ett miljövänligt alternativ att bygga på. Detta eftersom man återanvänder en produkt vars primära syfte uppfyllts. Att återvinna en container genom att smälta ner den är både kostsamt och tidskrävande, vilket har medfört det stora överflödet av tomma containrar. I många länder finns det ett överflöd av containrar, eftersom importen är större än exporten. Dessutom är det oftast billigare att köpa en ny container i Asien än att transportera tomma containrar tillbaka till exportländerna. (Bygg, u.å.).

En annan fördel med att använda containrar vid byggandet av hus är dess stålstomme. En container tål väldigt mycket belastning och därför fungerar den utmärkt som stomme. När containrarna används för frakt av gods, lastas dom upp till 28 ton och radas på varandra, vilket beskriver hur durabla containrarna är. Stål har också en förmåga att motstå de värsta naturliga elementen. Dessutom är stål det mest återvinningsvänliga materialet hittills, vilket har en stor betydelse i dagsläge. (Levada, 2021). Därtill är fukt ett av de vanligaste problemen i bostadshus, vilket inte är ett problem med en stålstomme eftersom stål är ett oorganiskt material och drabbas därför inte av fukt eller mögelangrepp. Om det bildas fukt i en trästomme kan det leda till dålig inomhusluft och försämrade hållfasthet, vilket inte är fallet vid användningen av stål. (Hägg, 2014).

Ytterligare en fördel med att använda containrar vid byggandet av hus är att containern är sluten under byggskedet. I det finska klimatet brukar regn och snö ofta vara ett problem under de tidiga byggfaserna. Med ett containerhus behöver man inte vara orolig över att konstruktionen ska ta skada av väder eller lägga tid på att täcka in huset med diverse regnskydd. Detta då en container är vattentät och även om man har öppningar i container så tar inte stålstommen skada av regnet.

4.2 Nackdelar med containerhus

Fastän det finns flera fördelar med att använda containrar vid byggandet av hus så finns det även en risk för hälsoskada, vilket man bör ha i åtanke vid val av container. Containerar är byggda för att tåla hårda väderförhållanden som vind och saltvatten. Detta gör att containern är målad med en färg som inte prioriterar gasutsläpp. För att kontrollera att ett byggnadsmaterial inte är skadligt för hälsan i form av gasutsläpp ska man söka efter M1 klassificeringen. (Rakennustieto, 2022). Denna klassificering saknas oftast på använda containrar.

Dessutom finns det en risk att containern använts för att frakta giftiga kemikalier som kan ha sugits in i golvet. För att undvika risken av giftiga gaser i containerhuset, är det rekommenderat att alltid byta golv. I Kalifornien har man exempelvis förbjudit byggnader av containerhus om det inte kan dokumenteras vad som fraktats i containern och att den bara varit i användning någon enstaka gång. (Eskilsson, 2022).

Ytterligare en nackdel med containerhus är att det är ett relativt ovanligt koncept att bygga på, därmed saknas det klara instruktioner över hur det ska konstrueras. Detta gör att det är svårt att hitta information och litteratur kopplat till ämnet.

5 Byggnadstillsynen i Raseborg

En del av arbetet var att kontakta Byggnadstillsynen i Raseborg för att få bättre insyn på hur de ser på containerhus och dess möjligheter i Raseborg. Till byggnadstillsynsmyndigheternas arbetsuppgifter hör att ge råd och övervaka vad som byggs i Raseborg. De sköter behandlingen av tillstånd som gäller byggande och tillsynen över byggarbetet.

Joakim Wilkman från byggnadstillsynen i Raseborg deltog genom att besvara ett frågeformulär per e-post. Frågeformuläret (se bilaga 1) konstruerade jag utifrån byggnadstillsynens arbetsuppgifter och kännedom samt examensarbetets frågeställningar. Nedan följer en presentation av Wilkmans svar. Intervjuszvaren går i helhet att läsa i bilaga 1.

5.1 Presentation av resultat

Joakim Wilkman arbetar som byggnadsinspektör på byggnadstillsynen i Raseborg. Vad som hör till en byggnadsinspektörs arbetsuppgifter sammanfattas i Wilkmans svar nedan:

Svar 1:

Markanvändnings och bygglagen anger våra uppgifter. Vår uppgift är alltså att se till att det byggs enligt lag, detaljplan, byggnadsordningen och att byggnaderna har de tekniska egenskaperna som krävs (Wilkman, 2022).

Utifrån Wilkmans svar kan sammanfattas att byggnadstillsynens arbetsuppgifter är att se till att "allt" byggs enligt lag och bestämmelser samt att byggnaderna har de tekniska egenskaper som krävs. En normal arbetsdag för Wilkman består av olika former av kundrådgivning, beredning av bygglov och åtgärdstillstånd samt att utföra syner på byggplatser. Wilkmans arbetsuppgifter är således att kontrollera att byggandet i Raseborg följer markanvändnings- och bygglagen. Containerhus är däremot ovanligt i Raseborg, något som nämnts tidigare i arbetet. På frågan om Wilkman är bekant med containerhus från tidigare och om det vid hans kännedom ansökts om bygglov gällande containerhus i Raseborg svarade han enligt nedan:

Svar 2:

Här beror det lite på var man drar gränsen. T ex Leiras vid Björknäs industriområde byggde i tiderna en kontorsbyggnad med containermoduler från Cramo. Modulbyggande i övrigt är förstås vanligare (Wilkman, 2022).

Utifrån Wilkmans svar kan slutsatsen dras att det inte byggts något bostadshus av containrar i Raseborg. Däremot har det byggts en kontorsbyggnad av containermoduler. Vid frågan om vilka utmaningar som kan förekomma vid ansökan om byggnadslov för ett containerhus svarade Wilkman enligt svar 3:

Svar 3:

Största utmaningen är väl att få byggnaden att passa in med beaktande av kraven i byggnadsordningen: Byggande i anslutning till befintliga byggnader ska anpassas till det tidigare byggsättet och det befintliga byggnadsbeståndet i fråga om

placering, storlek, utformning, fasadmaterial, färgsättning och fasadutformning. Byggnaderna på en byggplats ska utgöra en med avseende på miljöbilden/stadsbilden harmonisk helhet. Byggnadens betydelse för landskapsbilden ska också beaktas (Wilkman, 2022).

Detta är något som delvis nämnts tidigare i arbetet. Wilkman poängterar byggnadsordningens krav gällande ett hus utseende, att det passar in i miljö- eller stadsbilden. Detta problem kan lösas genom att klä in utsidan med diverse fasad material som t. ex träpanel och på detta sätt att få ett traditionellt utseende på containerhuset. Om planen är att klä in containerhusets utsida, kan förundras över varför man väljer att använda sig av en eller flera fraktcontainrar om slutliga målet ändå är att utseende ska vara traditionellt. I frågan om det finns några specifika kriterier gällande containerhus svarade Wilkman enligt svar 4:

Svar 4:

Lagen tar inte specifikt ställning till containerhus (Wilkman, 2022).

Orsaken till att lagen inte tar specifikt ställning till containerhus är att en fraktcontainers huvudsakliga ändamål är att frakta gods och inte att använda den som bostad. Containerhus är ett senare uppfunnet val, vilket inte ingår i några specifika byggramar. Däremot kan man inte veta hur lagstiftningen ser ut om 10 år. Vid frågan gällande Wilkmans personliga åsikt gällande containerhus och vad han tror om deras möjligheter i Finland svarade han enligt svar 5:

Svar 5:

Jag förstår intresset som väl närmast kommer från andra länder med annan lagstiftning. Med vår gällande lagstiftning är möjligheterna begränsade, men ser man på kommande, dvs lagförslaget till ny bygglag 1.1.2024 så kan möjligheterna vara något helt annat (Wilkman, 2022).

Wilkman poängterar att den finska bygglagen medför begränsningar vid byggandet av containerhus. Det är dock inte omöjligt att bygga containerhus eftersom det redan gjorts, vilket presenterats ovan (se kapitel 2.3). Wilkman tar även upp det nya lagförslaget på bygglagens förnyande som kunde utvidga möjligheterna för byggandet av containerhus. I regeringens proposition RP 139/2022 rd föreslås bland annat stadgandet av en ny bygglag. Att bygga ett hus av fraktcontainrar innebär för- och nackdelar. I kapitel fyra ovan presenterades för- och nackdelar med användandet av containrar vid byggandet hus. Även Wilkman frågades om det enligt honom finns några för- och nackdelar med byggandet av containerhus. Wilkmans åsikt om fördelen med byggandet a containerhus går att läsa i svar sex och nackdelen i svar sju:

Svar 6:

Fördelen är väl att kunna bygga byggnaden i en hall eller utanför och föra en färdig byggnad utan skador till byggplatsen (Wilkman, 2022).

Svar 7:

Nackdelen är väl begränsningarna som finns med storleken och utformningen, samt avsaknad av fördelar från lagstiftning ("kryphål") (Wilkman, 2022).

Enligt Wilkman är en fördel med containerhus att kunna bygga det i skydd och sedan transportera det färdiga huset till byggplatsen. Denna möjlighet gäller främst containerhus bestående av en singel container. Vid byggande av ett större containerhus är detta troligen inte ett alternativ eftersom man då skulle bygga containerhus i element/skilda containrar och sedan ansluta dem på byggplatsen. Med tanke på isolering skulle risken för bildandet av köldbryggor uppstå samt andra svårigheter gällande enhetligheten. Wilkmans presenterade nackdel kan även antas gälla singel containerhus eftersom storlek och utformning inte i sig är en begränsning då flera containrar används. Nackdelen gällande avsaknad av fördelar från lagstiftningen är något som nämnts i kapitel 3.1 ovan.

6 Diskussion och sammanfattning

Syftet med examensarbetet var att undersöka vad man bör tänka på vid byggandet av containerhus i Finland. Undersökningen har gjorts genom att besvara examensarbetets tre frågeställningar. Examensarbetets första frågeställning gällde vad som bör beaktas vid val av isolering och ventilation. Vid isolering av containerhus har mineralull, polyuretan och cellplast jämförts utifrån möjligheter och material och resultatet visar att sprutning av polyuretan i containerns innerväggar är det bästa alternativet. Valet gjordes baserat på tidigare studier och tidigare byggda containerhus.

Ventilationssystemen Mekanisk frånluft (F), Mekanisk från- och tilluft (FT) och mekanisk från- och tilluft med värmeåtervinning (FTX) har presenterats och jämförts. Alla tre ventilationssystemen är fullt möjliga att användas för ventilation i ett containerhus. Däremot har den decentraliserade ventilationen ett mycket simpelt installationssätt, vilket inte kräver ventilationskanaler i innertaket som de andra systemen gör. Decentraliserade ventilationssystemet är även ett kostnads- och tidssparade alternativ. Med detta som bakgrund skulle jag välja decentraliserad ventilation.

Examensarbetets andra frågeställning gällde vilka fördelar och nackdelar som finns vid användandet av containrar för byggandet av hus. De fördelar jag hittade var att det är ett miljövänligt byggsätt, containrar bildar en kraftig stålstomme och vid byggande av containerhus behöver man inte lägga tid på regnskydd och intäckning eftersom containern är sluten. De nackdelar jag hittade var att containern kan vara målad med giftig färg eller att giftiga kemikalier har transporterats i den. Att bygga hus av containrar är ett relativt ovanligt koncept och därför finns det inte så mycket litteratur om ämnet. Dessa resultat kan ifrågasättas eftersom det är mina subjektiva åsikter.

Examensarbetets sista frågeställning gällde vad byggnadstillsynen i Raseborg anser om byggandet av containerhus. Jag intervjuade Joakim Wilkman från Byggnadstillsynen i Raseborg per e-post för att få bättre kännedom om containerhusens möjlighet ur ett lagligt perspektiv och byggnadstillsynens uppgifter. Wilkman berättade att en normal dag på byggnadstillsynen består av kundrådgivning, beredning av bygglov och åtgärdsstillstånd samt syner på byggplatser. Wilkman berättade även att det inte finns några specifika lagar gällande containerhus, vilket betyder att containerhus har samma byggkrav som vilket annat hus. Olika för- och nackdelar togs upp samt att containerhusens möjligheter kan

förbättras inom snar framtid eftersom ett lagförslag till ny bygglag föreslås att ändras den 1.1.2024.

Containerhus har varit ett fängslande och lärorikt ämne att skriva om. Det har framkommit under arbetets gång att det inte finns någon manual för byggandet av containerhus eftersom det ännu är så nytt. Vikten av kreativitet i byggandet har även visat sig vara påtaglig. Tidigare byggda containerhus har enligt diverse källor och bloggar grundat sig i viljan att återvinna containrar och önskan att ha ett hus som sticker ut ur mängden.

Personligen tror jag att byggandet av containerhus kommer att utvecklas och experimenteras med. Hållbar utveckling och miljövänlighet blir mer och mer ett krav i stället för ett aktivt val. Däremot är bostadsytan en av de viktigaste faktorerna att ta i beaktande vid byggandet av containerhus. Hur ska man planera lösningar för att uppfylla byggkraven och tillika få ett idealiskt inomhusklimat utan att förlora stora delar av ytan?

Det skulle vara intressant att i framtida examensarbeten ur ett teoretiskt perspektiv undersöka själva hållfastheten och momentkrafterna i ett planerat containerhus med flera våningar och överhäng.

Källförteckning

Aerius Ventilation. (2022). *Dags att byta ventilationsfläkt på taket? Allt du behöver om att byta takfläkt i din villa*. Hämtat 08.10.2022. <https://aerius.se/byta-takflakt-for-ventilation/>

Burström, P.G. (2007). *Byggnadsmaterial: uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. (467-470). (2. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Dinbyggare.se. (u.å.). *Cellplast – ett alltmer eftertraktat isoleringsmaterial*. Hämtat 25.11.2022: <https://www.dinbyggare.se/cellplast-ett-alltmer-eftertraktat-isoleringsmaterial/>

Bygg (u.å.). *Bygg ett containerhus*. Hämtat 25.11.2022. bygg.se/bygg-ett-containerhus/

Dinbyggare.se. (u.å.). *Cellplast – ett alltmer eftertraktat isoleringsmaterial*. Hämtat 25.11.2022: <https://www.dinbyggare.se/cellplast-ett-alltmer-eftertraktat-isoleringsmaterial/>

Discover containers. (u.å.). Uppdaterad 21.06.2022). *Discovery Container History: Boxes to Buildings*. Hämtat 25.10.2022. <https://www.discovercontainers.com/a-complete-history-of-the-shipping-container/>

Ekospray by bang & bonsomer. (u.å.). *Ekospray Polyretanskum- den mest effektiva och miljövänliga isolationslösningen på marknaden!*. Läst 31.10.2022. <https://ekospray.fi/sv/>

Energy Building. (u.å.). *Decentraliserad ventilation – så funkar det*. Hämtat 25.11.2022. <https://www.energybuilding.se/decentraliserad-ventilation-sa-funkar-det/>

Eskilsson, M. (20.01.2022). *Bygga containerhus – utmaningar, priser & regler*. Byggahus.se. Hämtat 25.11.2022. <https://www.byggahus.se/bygga-containerhus-utmaningar-priser-regler>

GetAir. (u.å.). *Frisk luft-enkelt*. Hämtat 25.11.2022. <https://www.getair.eu/se/>

Hägg, M. (2014). *Varför byggs det inte fler småhus med stålstomme?* Byggingenjör Hållbart byggande. Avdelningen för ekoteknik och hållbart byggande (Kandidat). Sverige: Mittuniversitetet. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:735164/FULLTEXT01.pdf>

Ibrahim, A. (2020). *Isolering av fraktcontainers ytterväggar*. Ingenjörsexamen (Kandidat). Ingenjörsprogrammet. Högskolan dalarna. Sverige. Hämtat från <https://du.diva-portal.org/smash/get/diva2:1638413/FULLTEXT01.pdf>

Ikem. (u.å.). *Bygg säkert med cellplast*. Hämtat 24.11.2022:
<https://www.ikem.se/globalassets/o.eps-sverige/dokument-eps/info-material/bygg-sakert-med-cellplast.pdf>

Konttivuokraus OY. (2021). *20'-DC merikontti*. Hämtat 31.10.2022.
<https://www.konttivuokraus.fi/product/myydaan-20-jalan-merikontti/#dimensions>

Konttivuokraus OY. (2021). *40'-DC merikontti*. Hämtat 31.10.2022.
<https://www.konttivuokraus.fi/product/osta-40dc-merikontti/#dimensions>

Konttivuokraus OY. (2021). *40' High Cube (HC) merikontti*. Hämtat 31.10.2022.
<https://www.konttivuokraus.fi/product/osta-40hc-merikontti/#dimensions>

Konttivuokraus OY. (2021). *Konttien historia*. Hämtat 25.10.2022.
<https://www.konttivuokraus.fi/konttivinkki- blogi/konttien-historia/>

K-Rauta. Sverige. (u.å). *Cellplast Jackon Jackopor S80 1200X600X40mm Rak Kant*. Hämtat 31.10.2022 <https://www.k-rauta.se/produkt/cellplast-jackon-jackopor-s80-1200x600x40mm-rak-kant/7032299843665>

Levada, F. (09.12.2021). *De främsta skälen till att bygga stålhus*. (Blogginlägg). Hämtat 15.11.2022 från <https://levstal.com/sv/blog/de-framsta-skalen-till-att-bygga-stalhus/>

Mcontainers. (u.å.) *20' DC-container*. Hämtat 31.10.2022.
<https://mcontainers.se/product/20-dc-fraktcontainer/? ga=2.217203862.1607110980.1667244487-1317947500.1666620827#description>

Miljöministeriets förordning om energicertifikat för byggnader 2017/1048. (2017). Hämtat från <https://www.finlex.fi>

Miljöministeriets förordning om ljudmiljön i byggnader 796/2017. (2017). Hämtat från <https://www.finlex.fi>

Miljöministeriets förordning om bostadsutrymmen, inkvarteringslokaler och arbetsutrymmen 1008/2017. (2017). Hämtat från <https://www.finlex.fi>

Polarpumpen. (u.å.) *Mekaniskt till- och frånluftsventilation (FT)*. Hämtat 20.11.2022.
<https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/inomhusklimat/ventilation/ventilationsteknik-och-olika-ventilationssystem/mechanisk-till--och-franluftsventilation-ft/>

Polarpumpen. (u.å.)
<https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/inomhusklimat/ventilation/ventilationsteknik-och-olika-ventilationssystem/mechanisk-till--och-franluftsventilation-med-varmeatervinning-ftx/>

Rakennustieto. (2022). *Mikä on M1?*. Hämtat 20.10.2022.

<https://cer.rts.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus-m1/mika-on-m1/>

Ryen, A. (2004). *Kvalitativ intervju: från vetenskapsteori till fältstudier*. (första upplagan). Malmö: Liber ekonomi.

Saarinen, E. (red.). (2019). *Rakennusmaailma: Näin merikonteista syntyi talo*. Hämtat 31.10.2022. <https://rakennusmaailma.fi/nain-konteista-syntyi-talo/>

Sandberg, M. (2011). Otätheter och ventilation i småhus. I: Svenska byggnadsvårdsföreningen (red.), *Energiboken: energieffektivisering för småhusägare* (s. 58-63). Stockholm: Svenska byggnadsvårdsföreningen.

United States Patent, Clark. (1989). *Method for converting one or more steel shipping containers into a habitable building*. Hämtat 24.11.2022.

<https://patentimages.storage.googleapis.com/48/c5/f8/9183a02b6bbad5/US4854094.pdf>

f

BILAGA 1

FRÅGEFORMULÄR

1. Vad hör till era arbetsuppgifter?

Svar: Markanvändnings och bygglagen anger våra uppgifter. Vår uppgift är alltså att se till att det byggs enligt lag, detaljplan, byggnadsordningen och att byggnaderna har de tekniska egenskaperna som krävs. En normal arbetsdag på byggnadstillsyn består av kundrådgivning via telefon, epost och besök.

2. Är containerhus bekant för er? Har någon ansökt om bygglov för containerhus?

Svar: Här beror det lite på var man drar gränsen. T ex Leiras vid Björknäs industriområde byggde i tiderna en kontorsbyggnad med containermoduler från Cramo. Modulbyggande i övrigt är förstås vanligare.

3. Finns det några utmaningar vid ansökan om bygglov för containerhus?

Svar: Största utmaningen är väl att få byggnaden att passa in med beaktande av kraven i byggnadsordningen: Byggande i anslutning till befintliga byggnader ska anpassas till det tidigare byggsättet och det befintliga byggnadsbeståndet i fråga om placering, storlek, utformning, fasadmaterial, färgsättning och fasadutformning. Byggnaderna på en byggplats ska utgöra en med avseende på miljöbilden/stadsbilden harmonisk helhet. Byggnadens betydelse för landskapsbilden ska också beaktas.

4. Finns det några specifika kriterier för containerhus?

Svar: Lagen tar inte specifikt ställning till containerhus.

5. Hur ser du på containerhus och deras möjlighet i Finland?

Svar: Jag förstår intresset som väl närmast kommer från andra länder med annan lagstiftning. Med vår gällande lagstiftning är möjligheterna begränsade, men ser man på kommande, dvs lagförslaget till ny bygglag 1.1.2024 så kan möjligheterna vara något helt annat.

6. Finns det några fördelar med byggandet av containerhus?

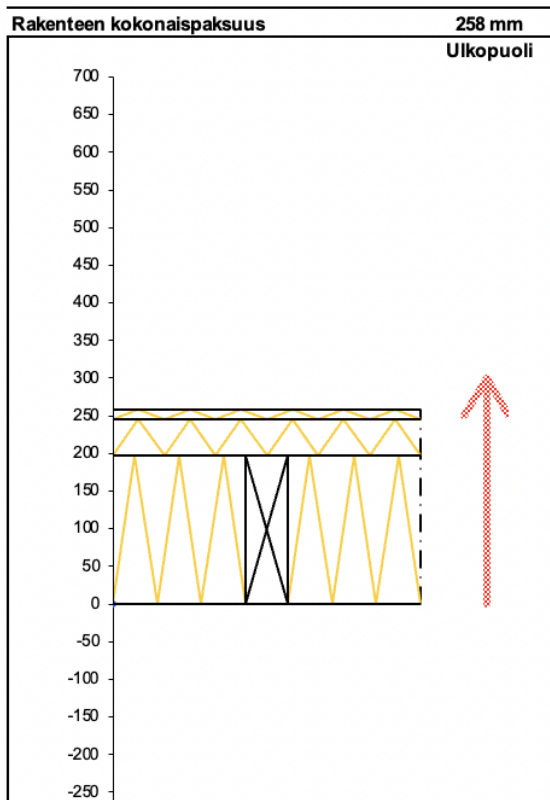
Svar: Fördelen är väl att kunna bygga byggnaden i en hall eller utanför och föra en färdig byggnad utan skador till byggplatsen.

7. Finns det några nackdelar med byggandet av containerhus?

Nackdelen är väl begränsningarna som finns med storleken och utformningen, samt avsaknad av fördelar från lagstiftning ("kryphål")

BILAGA 2

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	198	0,036	4,6348	48	600
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	48	0,036	1,1236	48	600
3 Lämmöneriste	12	0,046	0,2609		
Ulkopinta			0,1300		



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUEDET

f_a	0,846	Eriste
f_b	0,074	Pystykoolaus
f_c	0,074	Vaakakoolaus
f_d	0,006	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	7,354	m ² K/W
R_b	3,504	m ² K/W
R_c	6,421	m ² K/W
R_d	2,571	m ² K/W

U-ARVO

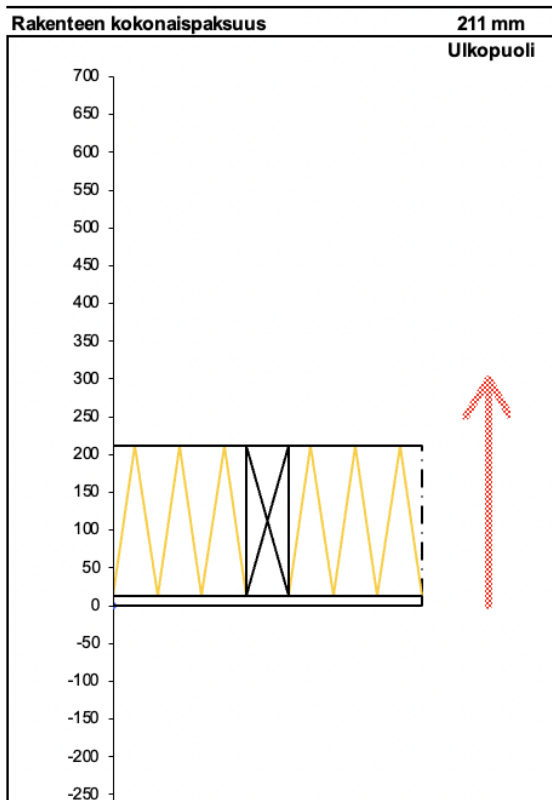
R'_T	6,665	m ² K/W
R''_T	6,279	m ² K/W
U	0,155	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,009	W/m ² K
ΔU_l	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,1638 \text{ W/m}^2\text{K}$$

BILAGA 3

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,250	0,0520		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	198	0,026	5,9069	48	600
Ulkopinta			0,1300		



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muurauksiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,920	<i>Eriste</i>
f_b	0,080	<i>Pystykoolaus</i>
f_c	0,000	<i>Vaakakoolaus</i>
f_d	0,000	<i>Koolausristeys</i>

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	7,927	m ² K/W
R_b	1,962	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	6,376	m ² K/W
R''_T	6,219	m ² K/W
U	0,159	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,009	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,1680 \text{ W/m}^2\text{K}$$