

Flervåningshus i trä

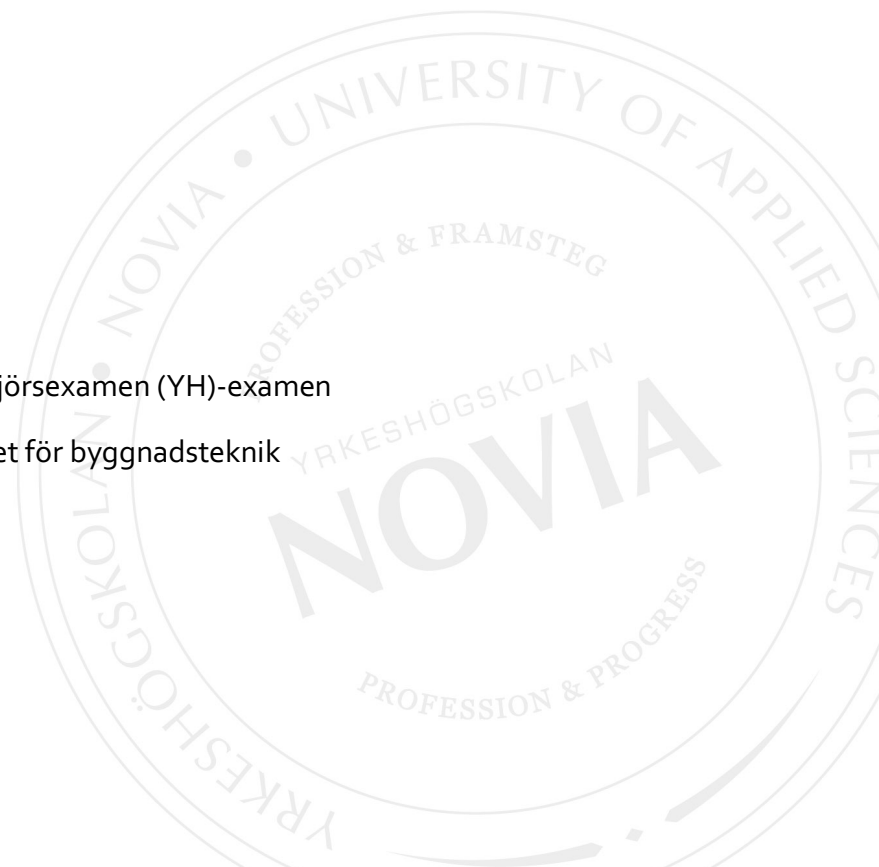
Undersökning av fördelar, marknaden och bestämmelser
med att bygga i trä

Jens Mård

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Jens Mård
Utbildning och ort: Byggnadsteknik Vasa
Inriktningsalternativ: Byggnadsproduktion
Handledare: Kimmo Koivisto

Titel: Flervåningshus i trä

Datum 24.4.2018

Sidantal 28

Abstrakt

Detta arbete utfördes på begäran av Jake Rakennus Bygg Ab. Syftet med examensarbetet var att genom undersökningar och litteraturstudier sammanställa information om tidigare undersökningar, om fördelar och om bestämmelser med att bygga flervåningshus i trä. Därtill ingick det i uppgiften att undersöka hur marknaden ser ut i framtiden då det gäller flervåningshus i trä; studera om det finns en framtid med att bygga flervåningshus i trä och hur mycket det byggs i trä i våra grannländer; hur mycket det byggs i Finland.

När Finlands landareal består av 75–80 % skog och med att man minskar det ekologiska fotavtrycket med hela 45 % i jämförelse med betong, borde vi börja använda trämaterial mera och hitta nya lösningar där trämaterial används. Att väcka intresse och se vikten av att använda trä som material var målet med detta examensarbete.

Resultatet visar att intresse för flervåningshus i trä har ökat här i Finland. Takt med att intresset för miljöfrågor ökar och att man blir allt mera mån om naturen, blir valet av byggmaterial centralt när man väljer bostad. Man ser en tydlig ökning i Norge, Sverige och också i Finland när det kommer att välja trä som byggmaterial. Finland är lite efter Norge och Sverige när man jämför länderna, men tydliga tecken visar på att intresset ökar även här.

Språk: svenska

Nyckelord: bygga i trä, ekologiskt, miljövänligt, byggmaterial

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jens Mård
Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennustuotanto
Ohjaaja: Kimmo Koivisto

Nimike: Puukerrosrakentaminen

Päivämäärä 24.4.2016

Sivumäärä 28

Tiivistelmä

Tämä lopputyön toteutetaan Jake Rakennus Oy:n pyynnöstä. Lopputyön tarkoitus oli koota yhteen informaatioita aikaisemmista tutkimuksista ja kirjallisuudesta koskien kerrostalojen puurakentamisen eduista ja määräyksistä. Tutkin myös miltä markkinat näyttävät tulevaisuudessa kun on kyse puusta rakennetuista kerrostaloista. Samoin tutkin onko kerrostalojen puurakentamisella tulevaisuutta ja kuinka paljon sitä tehdään meidän naapurimaissamme ja kuinka paljon rakennetaan Suomessa.

Koska Suomen maa pinta-ala koostuu 75-80% metsästä ja koska ekologinen jalanjälki vähenee jopa 45% verrattuna betonilla rakentamiseen, tulisi meidän käyttää enemmän puumateriaalia ja löytää uusia ratkaisuja missä puumateriaalia voisi käyttää. Tämän lopputyön tarkoituksena on herättää kiinnostusta käyttämään puumateriaalia ja painottaa sen tärkeyttä.

Tutkimalla kirjallisuutta ja eri tutkimuksia joita tehty, voi todeta että kiinnostus kerrostalojen puusta rakentamiseen on lisääntynyt Suomessa. Samaan aikaan on ihmiset kiinnostus ympäristökysymyksiin lisääntynyt ja pidettäessä huolta ympäristöstä on rakennusmateriaalin valinta keskeinen asia kun valitaan asuntoa.

Puun valinta rakennusmateriaaliksi on selvästi lisääntynyt Norjassa, Ruotsissa ja myös Suomessa. Suomi on vähän Norjaa ja Ruotsia jäljessä kun verrataan näitä maita, mutta selvät merkit osoittavat että kiinnostus on lisääntynyt.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: Rakennus puussa, Ekologinen, Ympäristöystävällinen, Rakennusmateriaali

BACHELOR'S THESIS

Author: Jens Mård
Degree Program: Construction Engineering
Specialization: Building Production
Supervisor: Kimmo Koivisto

Title: Multi-Story Wooden Buildings

Date April 24, 2018

Number of pages 28

Abstract

This Bachelor's thesis is written on behalf of Jake Rakennus Bygg Ab. The purpose of this Bachelor's thesis was, through enquiries and literature studies to compile information about the previous enquiries, benefits and regulations with multi-story wooden buildings. Furthermore, the aim was to investigate how the market looks in the future regarding multi-story wooden buildings, and to study if there is a future for the building of wooden buildings and finally, how much it is built in wood in our neighboring countries.

While Finland's land area consists of 75-80% of forest, building in wood reduces the ecological footprint with a total of 45% in comparison with building in concrete. Because of that we should start using wood materials more and find new solutions where we can use wood. The purpose with this Bachelor's thesis, therefore, is to raise interest and emphasize the importance of using wood as building material.

On the result of the literature studies and enquiries which has been made it can be seen that interest in multi-story wooden buildings has increased here in Finland. When people become more protective of nature, the choice of building materials becomes more important when choosing a home. There is also a clear increase in Norway, Sweden and also in Finland when it comes to choosing wood as building materials. Finland is a bit after Norway and Sweden when comparing the countries, but clear signs indicate that the interest is increasing.

Language: Swedish Key words: Building in Wood, Ecological, Eco-friendly,
Construction Material

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Beställare.....	1
2	Syfte och mål.....	2
3	Allmänt om trä.....	3
3.1	CLT-virke.....	4
3.2	LVL-virke.....	5
4	Finlands bestämmelser vid konstruktioner av trä.....	6
5	Hur mycket byggs trähusmoduler i nordiska länderna.....	7
6	Fuktbestämmelser	10
6.1	Fuktsäkerhet i byggprojektet	11
6.2	Fukt vid konstruktioner i trä	12
7	Väderskydd vid byggnadsskedet	14
7.1	Lösning av olika väderskydd	14
8	Jämförelse av inomhusluften mellan trä och betong	18
8.1	Träbyggnader	18
8.2	Betongbyggnader	19
9	Brandbestämmelser	20
10	Konklusion.....	24
11	Fortsatta studier	25
	Källförteckning	26

Figurförteckning

Figur 1: Träproduktens kretslopp.....	3
Figur 2: Strukturen hos CLT-virke.....	5
Figur 3: Bild av LVL-virkets uppbyggnad.....	6
Figur 4: Projektet Treet i Bergen.....	8
Figur 5: Här ser man tydligt kombinationen med cederträ och zink.....	10
Figur 6: Ser hur fukten rör sig vid konvektion och vid diffusion.....	13
Figur 7: Bild på fasadväderskydd på ställning.....	15
Figur 8: En bild på fast takväderskydd.....	15
Figur 9: Bilden visar ett mobilt väderskydd.....	16
Figur 10: Klättrande väderskydd. Figur 10: Detalj på klättrande väderskydd.....	17

Tabellförteckning

Tabell 1: Tillåtna höjder, våningsantal och yta i brandklass P2.....	21
Tabell 2: Brandmotstånd med olika typer av CLT-skiva.....	23

1 Inledning

Bakgrunden till examensarbetet är att Jake Rakennus Bygg Ab har planer på att bygga ett projekt med flervåningshus i trä. Jake Bygg strävar till miljövänliga och friska hus för kommande generationer. Med flervåningsträhusbyggandet finns det många okända faktorer, därför finns det ett intresse att studera och undersöka vad det finns för egenskaper som är goda men också vad som är svårt att utföra med att bygga flervåningshus i trä. Kommer att undersöka lagstiftning i Finland vad som sägs när man bygger i trä. Studera närmare på de bestämmelser som finns om fukt- och brandisolering.

Med att bygga flervåningshus i trä minskar man det ekologiska fotavtrycket med hela 45 % i jämförelse med betong.¹ När man ser på världen så borde det ekologiska fotavtrycket vara väsentlig när man planerar att bygga och driver ett företag. Därför är det väsentligt att man undersöker och studerar vad det finns för fördelar, bestämmelse och hur intresset ser ut med att bygga i trä. Med bra planering kan man förkorta byggtiden och förhoppningsvis få en lösning där användaren får må bra och vara friska i ett gott inomhusklimat.

Att bygga flervåningshus i trä kommer att bli allt vanligare. Det kräver att man har mera kunskap av byggandet, men när man undersöker och studerar olika fall, leder det till att man hittar de rätta lösningar. Behöver kanske göra ett pilotprojekt och testa sig fram, men framtiden ska det finnas lösningar som är miljövänliga och ekologiska. Lagen vid byggandet av flervåningshus har i många år varit begränsade. Men på den senaste tiden har många lagar och bestämmelse ändrats och på så sätt gynna byggandet av trä. Kommer också undersöka om inomhusluften är bättre i träbyggnader eller om betongbyggnader är bättre när man ser från kundens perspektiv.

1.1 Beställare

Beställaren och uppdragsgivare för detta slutarbete är Jake Rakennus Bygg Ab. Företaget grundades år 2003 av bröderna Johan och Jonny Asplund. Efter två år anslöt sig Kenneth Asplund till företaget. Jake Rakennus Bygg Ab:s verksamhetsplats är i Jakobstad men

¹ YLE Nyheter, Trähöghusbyggande i startgroparna

marknadsområdet rör sig i hela Österbotten och Mellersta Österbotten. Företaget har en omsättning som rör sig kring 4–5 miljoner €.²

De har i nuläget en personal på 13 personer, men samt ett omfattande nät av samarbetspartners. År 2016 hade företaget en omsättning på 5,5 miljoner €.³ Företaget är också medlem i Cleantech Finland, för att de strävar till hög kvalitet och miljövänligt byggnads service.⁴ Jake Bygg strävar till miljövänliga och friska hus för kommande generationer. Jake Byggs vision är 100 % friska byggnader.

Jake Rakennus Bygg Ab har också utvecklat en elektronisk servicehandbok som heter MyNest. MyNest är ett verktyg där man samlar och sparar alla dokument från planering till överlåtelse. En professionell serviceplan med återkommande service som meddelar kunden när det är dags för service. Med hjälp av detta verktyg kan man förbättra andrahandsvärdet på fastigheten och att man får bo i ett friskt och välfungerande hus.⁵

2 Syfte och mål

Syftet med detta arbete var att väcka mera intresse för byggandet av trä. I Finland är betongen och stålet fortfarande dominerande. När man tänker på flervåningshus, bostadshöghus eller kontorsfastigheter med flera våningar tänker man automatiskt att det är gjort av betong eller stål. Trä som material har vi gott om och det växer mera i dagsläget än vad vi förbrukar, Finlands gröna guld som vi brukar säga. Därför borde entreprenörer inom privata sektorn och kommunala sektorn få upp ögonen vad man kan åstadkomma med bärande konstruktioner av trä i flervåningshus.

Syftet var också att folket ska få insikt av kvaliteten att bo i ett trähus. Att ändra inställningen på byggbranschens vi har här i Finland när det gäller flervåningshus i trä. Vi har mängder av skog i vårt land, varför inte använda och ta del av den råvaran? Miljöaspekten borde också ha en stor inverkan för entreprenörer, byggherrar och kunder när val av byggmaterial väljs.

Målet var att få en sammanfattning av varför man borde välja bärande konstruktioner i trä istället för annat material, när det berör byggnader med fler än två våningar. Målet var att ge

² Jake Rakennus Bygg Ab 05.02.2018

³ Jake Rakennus Bygg Ab 05.02.2018

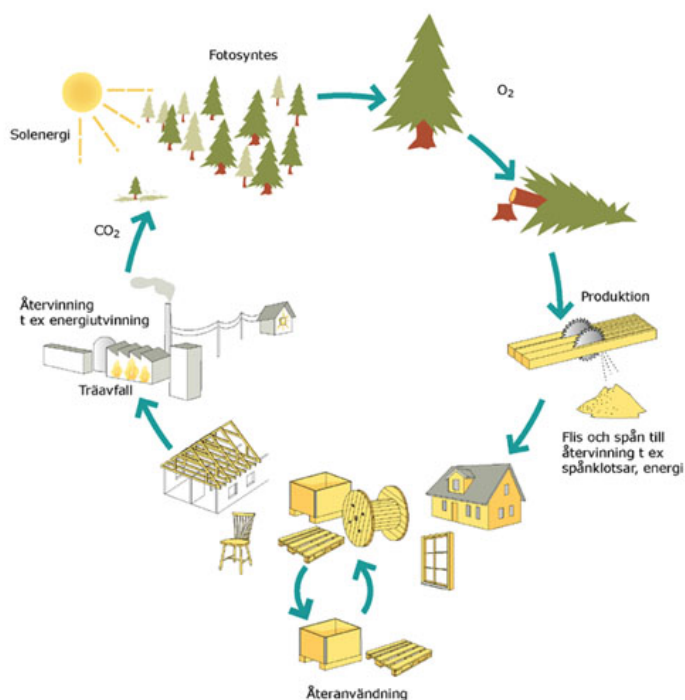
⁴ Cleantech Finland 05.02.2018

⁵ MyNest 05.02.2018

en inblick i vilka goda egenskaper trämaterial har och till vilken nytta vi har att använda mera trä i byggbranschen. Studera vilka metoder som utnyttjas vid skydd av väder, snö och regn då arbetsplatsen material behövs skyddas. Kommer också att gå in på hur mycket det byggs i trä i Norden och om byggbranschen är på väg att börja utnyttja denna skog vi har i landet. Målet var att undersöka om marknaden är på väg att explodera inom träbranschen här i Finland också.

3 Allmänt om trä

I Finland har vi stora mängder skog, 75–80 % av landarealen är skog. I Finland sköts och används träet på så sätt att det växer betydligt mer än vad som i nuvarande situation utnyttjas.⁶ Därför vore det skäl att använda de resurser vi här i Finland har. Därför borde man söka fram goda lösningar när man bygger flervåningshus så man kunde bygga det med trä. Det sägs att trä är mest överlägsen ekologiska byggmaterial.



Figur 1: Träproduktens kretslopp.⁷

⁶ Bioekonomi, Trä och skog

⁷ Träguiden.se

Detta kretslopp är avgörande skillnad i jämförelse med andra byggmaterial. Återanvändning och återvinning av andra byggmaterial är nödvändiga i ett fungerande samhälle eftersom materialet är en icke förnybar råvara. Dessa krav som ställs på andra material är helt irrelevanta när det gäller träprodukter. Men av ekonomiska skäl kan man välja att återanvända träprodukter.⁸ Trä är en förnybart och också återvinningsbart material som binder atmosfärens koldioxid i sig under uppväxten. Detta är en väldigt stor faktor varför trä borde användas, det påverkar klimatförändringen att sakta ner.⁹

3.1 CLT-virke

CLT är en förkortning på engelska och betyder Cross Laminated Timber och på svenska kan man översätta det till korrslimmat massivträ. CLT är som den svenska översättningen säger att man har skikt korsvis limmade enkelskiktsskivor. CLT används från granvirke eller tallvirke. Skivorna byggs vid fabriker och tillverkas oftast i färdiga element. CLT är väldigt tøjbar och man kan kombinerade det lätt med andra material. Därför är det lätt att använda när man tänker på arkitekturen på hus, broar, industrier och lokalbyggnader. CLT maximala dimensionering i nuläget rör sig upp till 2950x16000 mm.¹⁰ I Sverige används begreppet KL-trä som är en jämförelse med den engelska benämning CLT.

Då det gäller bjälklag som kan denna typ av material levereras i stora spännvidder. På så sätt ger mera valfriheter i olika planlösningar, kan bidra till stora öppna ytor, kan effektivt och snabbt monteras. Väggar väljs ofta av samma material på grund av sin stabiliserande och lastbärande kapacitet.¹¹

Denna typ av material har också goda egenskaper då det gäller absorbering av ljud och fungerar även som brandavskiljning. När det berör yttertak så fungerar materialitet som stabiliserande och kan levereras som sammansatta element färdigt som då senare beläggs med plåt.¹²

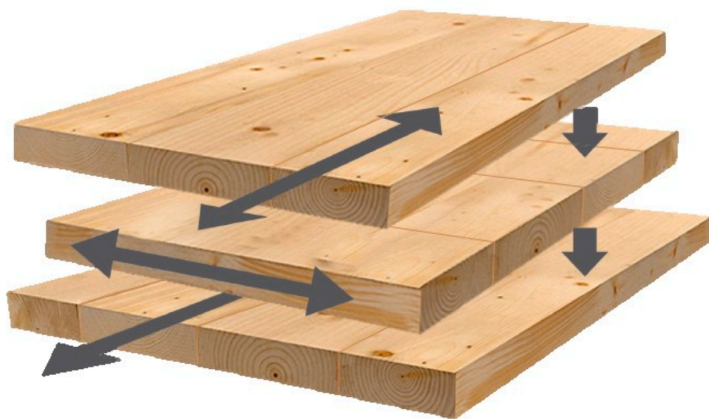
⁸ Träguiden 8.1.2018

⁹ Bioekonomi

¹⁰ Stora Enso 2013, 8.1.2018

¹¹ Martinsons, Formstabilit, starkt och enkelt att monter 28.2.2018

¹² Martinsons, Formstabilit, starkt och enkelt att monter 28.2.2018



Figur 2: Strukturen hos CLT-virke.¹³

Fördelar med CLT är många, det är ekologiskt och hållbart byggsätt. Materialet är betydligt lättare än betong och tegel. Har en isolerande egenskap och har en bra brandskyddsegenskap. Det har också en behaglig och hälsosamt rumsklimat.¹⁴

3.2 LVL-virke

LVL är också en förkortning på engelska och betyder Laminted Veneer Lumber. På svenska kan man översätta det till träbaserade produkter av faner. LVL är uppbyggda med tunna skikt som limmas samman av träfanerark till 20–90 mm tjocka konstruktionsskivor. Deras maximala dimensioner är i nuläget kring 3000x24000 mm. Med hjälp av denna struktur, när de limmar ihop tunna skivor så reduceras inverkan av olika slags avvikelser trämaterialiet kan ha.¹⁵

¹³ Minnesota Universitet 2014, Maria F.L.Mallo Thesis

¹⁴ Stora Enso 2013, 8.1.2018

¹⁵ Träguiden 8.1.2018



Figur 3: Bild av LVL-virkets uppbyggnad.¹⁶

4 Finlands bestämmelser vid konstruktioner av trä

Finlands bestämmelser när det berör flervåningshus i trä har ändrats mycket den senaste tiden. 1. September 1997 blev lagen ändrade att man tilläts bygga hus fler än två våningar men max fyra våningar. 15.4.2011 ändrade lagen återigen som berör bärande konstruktioner i trä. År 2011 blev det tillåtet att bygga ända upp till 8-våningars hus i trä.¹⁷

När man ser på egenskaperna för de material som används i träkonstruktionerna ska det påvisas att materialet är CE-märkt. Tillverkaren kan också ha ansökt om europeiskt godkännande eller att det har gjorts en bedömning av produkten av europeiskt tekniska som tillåter det i användningen. Om så inte är fallet ska det finnas anvisningar och att egenskaperna är produktgodkänt i enlighet med lagen för vissa byggprodukter (954/2012).¹⁸

Ska också påvisas att det dokumenterade beräkningar som underlag när man dimensionerad bärande konstruktioner. Där ska det kunna påvisa anvisningar på att man använt sig av finska standarden och de olika kraven som finns allmänt i Europa. Om man använder träfiberskivor som vindförstyvande material så ska det vara i enlighet med ETA-godkännande eller de standarder som finns. När vindförstyvning dimensioneras så ska metoden följa anvisningar i RIL 120-2004 och de standarderna i ENV 1995-1-1. Om man väljer att använda sig av andra metoder ska allt dokumenteras och uppföljas, kan också göra ett test i full skala. Man

¹⁶ Timber and building supplies, 8.1.2018

¹⁷ Puukerrostalojen asukas- ja rakennuttajakyselyn tulokest 2000 ja 2017

¹⁸ Finlands byggbestämmelsesamling, träkonstruktioner

ska definiera egenskaper som böjhållfastheten, elasticitetskoefficienter, tvärdraghållfastheten i skivan och hur fuktabsorption påverkar hållfastheten.¹⁹

5 Hur mycket byggs trähusmoduler i nordiska länderna

I Finland har det byggts 59 stycken bostadshöghus i trä. Puuinfo har då räknat med att det ska vara fler än två våningar och allt bärande konstruktion ska vara gjorda av trämaterial. Denna rapport kom ut 23.8.2017. I dessa byggnader är det sammanlagt upp till 1437 bostäder. Kontorsfastigheter i flervåningsträhus finns det fyra av i Finland. Senaste året har flervåningshus byggandet stigit, år 2016 så påbörjades byggandet av runt 600 nya höghus i trä och sammanlagt upp till 6000 nya lokaler.²⁰

Enligt en undersökning som gjordes har upp till hälften av de användarna av husen valt sin bostad endast för att den är byggd i trä. Denna undersökning har gjorts på de kunder som bor i höghuset i trä på Busholmen i Helsingfors. Detta projekt är ett åttavåningshus där tanken är att samla information och erfarenhet utan att man har skyddat byggarbetsplatsen under byggandet. Men det de inte räknade med var att det ändå uppkom mögel i olika fogar och skarvar. Även fast det regnade mycket under projektets gång valde de att bygga utan väderskydd.²¹

I Vik i Helsingfors har det byggts ett kvarter med flervåningshus i trä. Som är ett av de största projekt med bärande konstruktion i trä i Finland. Totalt rör det sig kring 113 bostäder, husen har 3 till 4 våningar och består av sex hus.²²

I förorten Kuokkala utanför Jyväskylä byggdes tre bostadshus med träkonstruktion, de har ett varierande våningsantal men de rör sig mellan sex till åtta våningar höga. Målet med detta projekt var att utveckla ekologiska och billiga bostäder. De jobbade endast med moduler som var förtillverkade inomhus och konstruerad så att modulerna var färdigt förberedda vid inkopplings skedet vid byggskedet. De olika lägenheterna består av två olika moduler. I ena modul fanns sov-, vardagsrum och balkong och i den andra fanns då entrén, kök och badrum.

¹⁹ Miljöministeriets förordning om typgodkännande av byggskivor s.4

²⁰ Puuinfo.fi 7.2.2018

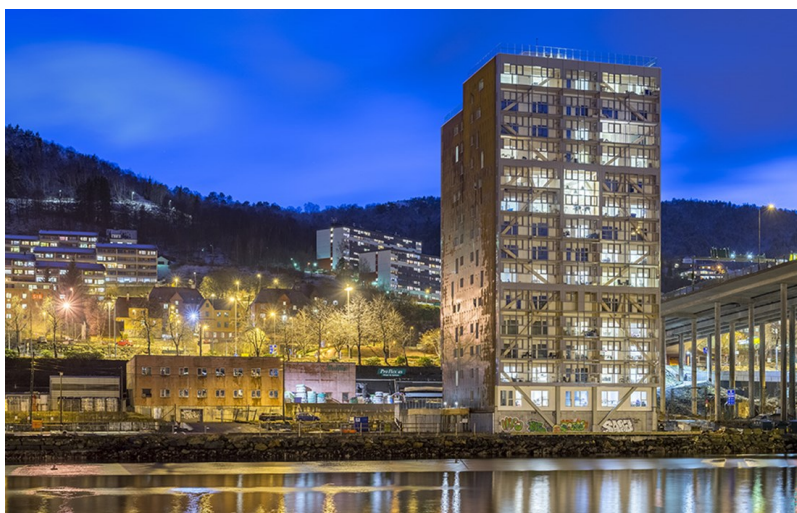
²¹ HBL.fi 7.2.2018

²² MetsäWood, Ett stort kvarter med flervåningshus i trä

På detta sätt kunde de garantera bra kvalitet och att tidsåtgången för byggnadsskedet skulle minimeras.²³

I Sverige har trenden att bygga i trä ökat markant under åren. År 1994 så hävde de ett förbud som hade varit lagstadgad att det inte fick byggas fler än 2-våningars hus med trä. Efter att förbudet togs bort så har intresset ökat. Flervåningshus i trä mellan år 2000–2011 hade andelen ökat från 1 till 15 procent att bygga flervåningshus i trä. Byggandet av hallar har andelen ökat från 5 till hela 40 procent och vid brobyggandet av trä från 3 till 20 procent.²⁴ Exempel på vad som byggs så är i Nacka, där byggs ett sex våningar högt äldreboende och i Västerås ett flerfamiljehus på sju våningar med bärande konstruktioner av limträ.²⁵ Enligt svenska skogsstyrelsen har under de första sju månader avverkningsanmälningarna ökat med hela 30 % i södra Sverige år 2017 i jämförelse med de första sju månader år 2016. Orsaken är att det byggs mycket mera bostäder i trä men också stigande priser globalt har en inverkan på denna siffra.²⁶

I Norge byggdes för tre år sedan världens högsta bostadshuset på hela 14 våningar. Projektet byggdes i bergen och har fått namnet Treet. Treet bostadshus har en bärande konstruktion i limträ med väggmoduler gjort i fabrik. Med detta projekt har det skapat mera intresse för stora och höga bostadshus i trä. När projektet var klart så hade Norge högsta trähuset i världen²⁷



Figur 4: Projektet Treet i Bergen.²⁸

²³ Stadsbyggnad i trä, svenskt trä

²⁴ Fastighetstidningen.se, trä blir allt vanligare

²⁵ Borgunda bygghandel

²⁶ NTT Woodnet, Träbyggandet ökar skogsanvändningen 28.2.2018

²⁷ Borgunda bygghandel

²⁸ Svenskt trä.se av David Valldeby

I Brumunddal startades i april 2017 ett höghus i trä som ska bli världens högsta höghus i trä och vara till och med 30 meter högre än Treet i bergen. Projektet kommer att bli 80 meter högt och med en bärande konstruktion i limträ, utvändiga och invändiga konstruktioner kommer byggas på plats.²⁹

I Trondheim har de engagerat sig mycket i en satsning på användning av trä som byggmaterial. De lade upp år 2006 ett fyra års projekt som var ett försök att få Trondheim till ett modernt trä by. Projektet kallades *Trondheim- den moderne treby*. Med denna satsning är hoppet att få utveckla användningen av trä i större mängder. Att man skulle få intresset att öka både hos privata och kommunala sektorn och att man kunde öppna konceptet på bärande träkonstruktioner i flervåningshus. Trondheim kommun deltar i ett internationellt projekt som heter *Wooden Towns in Europe. The Past and the Future* som är en del av EU's Cultura 2000 satsning. Trondheim deltar också i nätverket *Nordiske trebyer*.³⁰

Danmarks flervåningsträhusbyggandet är i startskedet. Lagarna är fortfarande stränga när det berör branddimensioneringen. Men i Danmark har de haft ett byggsystem som har utvecklats och testats i två olika projekt med flervåningshus i trä. Detta byggsystem skiljer sig från de metoder vi använder oss av i andra länder i Norden. Projekten är konstruerade med en kombination där trapphusen är gjorda i stål, bärande stomme är av trä och hisschaft gjord i betong. Det typiska med danskt byggande är att systemet byggs mycket av prefabricering, med planelement som är rumsstora.³¹

Första projektet som blev byggt med detta byggsystem var i Hörsholm, norr om Köpenhamn. Detta projekt består av 36 lägenheter med två till tre våningar, byggnadsår var 1998. De har kombinerat fasaderna med tegel, puts och brand-impregnerat cederträ. Det andra projektet blev byggt i Herning i Jylland, projektet består av 72 lägenheter med tre våningars bostäder. Byggnadsåret var 1999 och denna fasad har en kombination med zink och brand-impregnerat cederträ.³²

²⁹ Tu.no världens högsta trähus-i Brumunddal 27.2.2018

³⁰ Tre i by-Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbana byggverk? s.19

³¹ Träinformation, Flervåningshus i Danmark sid.14

³² Träinformation, Flervåningshus i Danmark sid.15-16



Figur 5: Här ser man tydligt kombinationen med cederträ och zink.³³

Bärande konstruktionstyper är av samma typ som projektet i Hörsholm. Hisschakten var prefabricerade betongelement. Produktionen är värt att nämnas att det skiljer sig från det traditionella byggandet i dessa hus med att man bygger fack för fack från grund till tak. Det traditionella byggandet vid flervåningshus är att man bygger våning för våning.³⁴

Danmark har som mål att år 2050 ska landet vara fri från allt fossilt bränsle. Som läget ligger till i andra länder också så tar byggnader upp till 40 % av den totala energiförbrukningen i Danmark. Av de 40 % så tar hushållen upp till 25 %. Här ser man var man har stora möjligheter att minska energiförbrukningen. I Danmark har de en av de striktaste lagstadgar som berör grönt byggande och därför har landet försökt börja med nya lösningar då det berör flervåningshus i trä.³⁵

6 Fuktbestämmelser

Lagen säger att byggnaden ska planeras och projekteras på sådant sätt att det inte kan medföra hygien- eller hälsorisker för den som använder eller grannen på grund av fukt i byggnadsdelarna. Dessa egenskaper ska bibehållas med normalt underhåll under den så kallade rimliga brukstiden på denna byggnad.³⁶

³³ Träinformation, en tidning om trä sid.16

³⁴ Träinformation, Flervåningshus i Danmark sid.15-16

³⁵ Green and smart buildings in Denmark p.9

³⁶ C2 Finlands byggbestämmelsesamling

Byggmaterial är det viktigt att det skyddas från skadlig fukt under transport, lagring och under byggandet. Under byggnadsprojektet är det vanligt att man lagrar trävirke utomhus under ett tillfälligt regnskydd som ofta släpper igenom vatten och förstör virket. Vid fuktiga konstruktioner så är det väsentligt att man låter konstruktionen torkas före det täcks med ett materialskikt som fördröjer torkandet, på sådant sätt kan man undvika onödig fukt i konstruktionen.³⁷

Man bör också utreda så att man har stöd och kan försäkra sig om att konstruktionerna och konstruktionsdelarna som kommer fram i planerna fyller de fukttekniska kraven som ställs på dem.³⁸

6.1 Fuktsäkerhet i byggprojektet

När det kommer till fuktsäkerhet vid ett byggprojekt har miljöministeriet nya förordningar vad som gäller. Dessa förordningar kom ut i början av 2018. En fuktsäkerhetsbeskrivning ska uppföras för de som inleder ett byggprojekt.

I den beskrivning ska det innehålla allmänt om byggprojektet, krav på de olika skeden där fuktsäkerhet är viktigt att tänka på. Åtgärder och förfaranden för att visa att kraven uppfylls och information på vilka resurser man har som jobbar för att få byggprojektet fuktsäkert. I beskrivningen ska det också stå vem som ansvarar för övervakningen av fuktsäkerheten vid byggprojektet.³⁹

Den ansvarige arbetsledaren ska göra upp en fuktsäkerhetsplan på byggprojektet utgående från fuktsäkerhetsbeskrivningen. I innehållet på fuktsäkerhetsplanen ska det finnas underskrivna de personer som är ansvarig på de olika skeden vid byggprojektet.⁴⁰ Fuktsäkerhetsplanen ska också innehålla uppgifter hur byggnadsmaterial, byggprodukter och byggnadsdelar skyddas från eventuella risker så som väder eller andra förhållanden som kan skada materialet. Fuktsäkerhetsplanen ska också säkerställa att konstruktionens torkningstid bibehålls.⁴¹

Den som är ansvarig för fuktsäkerhetsplanen ska se till att material, byggprodukter och de konstruktionsdelar som är under konstruktion skyddas mot regn, snö och annan smuts som

³⁷ C2 Finlands byggbestämmelsesamling 1.4.10

³⁸ C2 Finlands byggbestämmelsesamling 1.4.11

³⁹ Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 12§-13§ s.4

⁴⁰ Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 12§-13§ s.4-5

⁴¹ Finlex 216/2015 15§

kan skada virket. Han är också ansvarig för att se till att byggmaterial skyddas på rätt sätt när det lagras på området.⁴²

Den som ansvar för fuktsäkert byggande ska vara noggrann att fukten och byggfukten torkas ut så länge så att konstruktionerna kan täckas för med ett materialskit, om materialet är ett sådant material att det fördröjer uttorkningen utan att det uppstår risk för fukt. Den ansvarige för den skilda byggfasen ska också se till att fukthalten som utförs med hjälp av fuktmätningar godkänns före nästa byggnadsfas kan påbörjas.⁴³

6.2 Fukt vid konstruktioner i trä

Trä är ett sådant material som reagerar snabbt på fukt och leder lätt till mögel och trä kan angripas snabbt om fukten kommer åt att röra sig fritt.⁴⁴ När man pratar om fukt i konstruktioner pratar man om fuktdiffusion och fuktkonvektion.

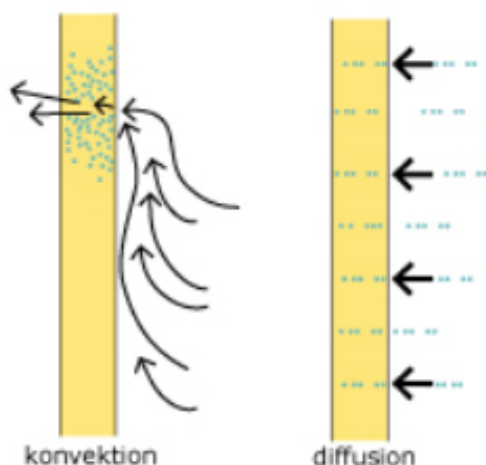
När man pratar om fuktdiffusion menar man när fuktvandringen genom en konstruktion är p.g.a. ånghalten är olika på konstruktionens båda sidor. När man pratar om fuktkonvektion vid en konstruktion menar man när fuktvandringen genom konstruktion uppstår p.g.a. när lufttrycket är olika på konstruktionens sidor så pressar fukten sig genom otätheter och hål.

Vid fuktkonvektion är skadan betydligt allvarligare i jämförelse med fuktdiffusion. För vid konvektion så för det sig med stora mängder fukt under en kort tid. Därför är det viktigt med en god lufttäthet i konstruktion och också genom att skapa undertryck i huset med hjälp av ventilationssystemen i byggnaden.

⁴² Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 14§-15§ s.4

⁴³ Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 14§-15§ s.5

⁴⁴ Kritiskt fuktillstånd på byggmaterial s.12



Figur 6: Ser hur fukten rör sig vid konvektion och vid diffusion.⁴⁵

Fukthalten i lufttorkat virke utomhus rör sig kring 15–25 %. Men man vill att fukthalten i trämaterial ska vara under 15 %. Då finns det olika sätt att torka virket på, kammartorkning, het-torkning, kondensattorkning, vakuumbtorkning och lufttorkning inomhus. Inget av de ovannämnda metoderna är i allmänhet den bästa torkningsmetoden, men de metoder används när man väljer metod utifrån användningen av timmer och kvalitetskrav. Om man är noggrann och väljer en av dessa torkningsmetoder kan kvaliteten påverkas väsentligt på den färdiga produkten.⁴⁶

Trävirke kommer alltid till arbetsplatsen i bra förpackningar och virket är torrt och ligger inte håller på marken. Det viktiga är när man har trävirke utomhus så ska det alltid vara skyddad från regn och snö. Men också att det ska slippa och luftas under regnskyddet så att det inte blir fukt mellan trävirket.⁴⁷

⁴⁵ Träguiden, 28.1.2018

⁴⁶ Träguiden 29.1.2018

⁴⁷ Puuinfo (Puun kosteuskäyttäytyminen)

7 Väderskydd vid byggnadsskedet

Väderskydd är ämnad för att skydda arbetare, arbetsplatsen och arbetsmaterial från regn, snö, is eller från en stark sol. Med väderskydd skapar man en trevlig atmosfär för anställda, bättre kvalitet och ökar arbetssäkerheten. Arbetet görs klart snabbare när arbetare hålls nöjda och arbetsplatsen torr. Väderskydd lönar sig vid större byggprojekt men kan också vara lönsamt vid mindre projekt.⁴⁸

Men vid byggandet av väderskydd betyder det också nya utmaningar. Det behövs underhållas och kräver tidsplanering också att konstruktions- och monteringsanvisningar följs noggrant. Med ett väderskydd kan det uppstå risker vid montage men med rätt skolning och rätta anvisningar så kan man minska på risker om man tar hela projektet i beaktan. Under bättre förhållanden under byggnadsskedet så minskas naturligt risker och olyckor. Väderskydd ger bättre kvalitet på huset och ger friska hus och friska anställda.⁴⁹

7.1 Lösning av olika väderskydd

Det finns några olika typer av väderskydd som kommer nämnas här nedan. Men varje enskilt projekt ska dimensioneras enskilt fall för olika laster som vind, snö och personer som kan befinna sig på väderskyddet. Detta betyder att det kan vara varierat med olika väderskydd på olika projekt, man måste ta ställning till det vid planering av ett projekt. När man gör en förfrågning på väderskydd behövs det vara med tydliga direktiv vad man vill ha vid detta projekt, för att oftast är det väldigt otydligt och det kan leda till att man endast tänker på presenningar som täcker bygget. Men det kan leda till att förutsättningar inte ger den fuktsäkra byggnaden man tänker på.

Fasadväderskydd på ställning, görs ofta med att man fäster en duk av plast på utsidan av fasadställningar och monterar fast i byggnaden. Vanligtvis monterar man fast duken i byggnadens takfot så att man får skydd uppifrån. Denna typ av väderskydd passar bra när det berör fasadarbeten som murning, putsning eller måleri, med andra ord vid väderkänsliga fasadarbeten. Men med denna metod skapar man en stor vind last, så det kritiska momentet är med förankringen vid ställningen att det utförs på rätt sätt och att det testas efteråt.

⁴⁸ Ramirent

⁴⁹ Layher.fi 3.2.2018

Vanligtvis så fäster man duken med en så kallad ”fäststroppar” som fungerar på så sätt att den är dimensionerad att ge vika vid en viss belastning så att det inte skapar ett faromoment.



Figur 7: Bild på fasadväderskydd på ställning.⁵⁰

Fast takväderskydd, består av fackverksbalkar i aluminium med mellanliggande stag som stabiliserar fackverket. Denna typ är ett fixerat väderskydd och man dimensionerar fackverken utifrån vind- och snölast som avgör bärigheten i fackverket. Vanligtvis täcker man fackverken med så kallad PVC-duk eller i lite ovanliga fall med skivor som är gjord av plast eller plåt. I de nya väderskydden så är balken i fackverket integrerad med längsgående kederlister som löper jäms med balken och duken är lätt att dra över fackverket. Kassetak kan i vissa fall byggas lite friare, men denna typ är ovanliga i dagsläget och för att få en fullständig täthet mot regn och snö kräver det mer av entreprenören.

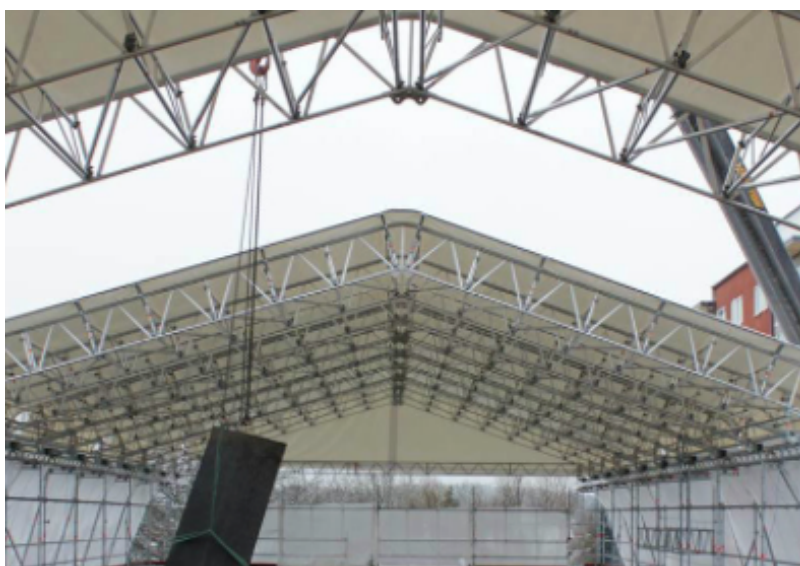


Figur 8: En bild på fast takväderskydd.⁵¹

⁵⁰ Fuktsäkerhet.se

⁵¹ Fuktsäkerhet.se

Mobilt takväderskydd liknar lite det fasta väderskyddet, men denna modell är rullbart p.g.a. det är monterat skenor eller räls av hjul. Med denna metod kan man dela upp väderskyddet i olika delar som görs flyttbara, man kan också göra så att hela väderskyddet är flyttbart. Finns olika lösningar med denna modell där man kan göra upp delar på samma fräls eller som ligger parallellt med den andra delen. Skenorna eller rälserna ligger oftast på fasadställningen men man kan också monteras på andra upplag. Med denna metod kan man också öppna väderskyddet och på så sätt få in material eller trähusmoduler, vilket underlättar en hel del. Men väderskyddet måste övervakas under lyftet och efter att materialet är dit satt att säkringar av väderskyddet är säkra.



Figur 9: Bilden visar ett mobilt väderskydd.⁵²

Klättrande väderskydd följer samma princip och uppbyggnad men det monteras på en mastkonstruktion vid projektets start och så följs det våning för våning uppåt. När man alltid förankrar väderskyddet i byggnaden så krävs inte fullt lika omfattande stödstruktur med jämförelse av när väderskyddet byggs till fullhöjd från start. Denna metod att använda sig av klättrande väderskydd har använts vid flera trähusprojekt i Sverige. Man kan också komplettera med arbetsplattformar och en invändig travers som går från gavel till gavel och på så sätt ersätta en extern lyftkran.⁵³

⁵² Väderskydd.nu 4.2.2018

⁵³ Väderskydd.nu, Väderskydd mer än bara en presenning 7.2.2018



Figur 10: Klättrande väderskydd.⁵⁴



Figur 10: Detalj på klättrande väderskydd.⁵⁵

När man väl har valt den typ av väderskydd som passar bäst på detta projekt bör man anlita en auktoriserad ställningsentreprenör som kan säkerställa återkommande kontroller och också att de krav på säkerhet som finns uppfylls.⁵⁶ Lahyer har utfört en rapport där de har gjort upp en enkät i samarbete med byggherrar, entreprenörer och tekniska konsulter. Där de påvisar flera fördelar med att använda sig av väderskydd. Fördelar som huvudentreprenörer är som blivit lite nämnd före att man har bättre arbetsmiljö, kan lättare planera projektet ifråga, man når också en högre produktivitet, lägre direkta personalkostnader och eventuellt lägre kostnader för underentreprenörer. Nackdelar vid beräkning av entreprenad kan det vara svårare att vinna projektet och kan kännas lockande att ta bort väderskydd i kalkylen på kort sikt. Men slutanvändaren har en bättre vistelsemiljö och det är en minskad risk för fukt- och mögelproblem vid användning av väderskydd.⁵⁷

I enkätundersökningen ser man tydligt att då kunskap saknas så vågar man inte chansa. Det som man vill uppkomma med denna undersökning är att det borde ligga vid byggherren ett intresse att ha väderskydd vid förfrågningsunderlaget. Som byggherren är fördelen att använda sig av väderskydd tydliga. Man får en bättre kvalitet, en lägre kostnad när man ser på lång sikt och man gör projektet under en kortare tid. Nackdelen är att det är svårt att mäta

⁵⁴ Layher AB 4.2.2018

⁵⁵ Layher AB 4.2.2018

⁵⁶ Vaderskydd.nu, Väderskydd mer än bara en presenning 7.2.2018

⁵⁷ Vaderskydd.nu, Väderskydd mer än bara en presenning 7.2.2018

och bevisa att kostnadsbesparingar görs och därför kan kännas som merkostnad för väderskydd.⁵⁸

8 Jämförelse av inomhusluften mellan trä och betong

Inomhusluften är en viktig aspekt vid val av material, byggnadsprocessen, detaljer vid konstruktionsplaneringen och vilka hjälpmedel det finns för att se till att i slutändan kunden ska få må bra i byggnaderna. Dålig inomhusluft är ett vanligt förekommande problem som uppstår vid fuktskador. I Finland uppskattas det att sju till tio procent av egnahemshus och radhus och sex till nio procent av flervåningshus är allvarligt fukt- och mögelskadat. I vård- och undervisningssektorns byggnader räknar man med att procenten är enda upp till 12–26% som har allvarliga fukt- och mögelproblem. Om man ändrar procenten i euro rör det sig kring 3,3–34,3 miljarder euro i relation till nationalförmögenheten.⁵⁹

Enligt Statistikcentralen gick det år 2010 upp till 9,57 miljarder euro åt att reparera byggnader. Hälsoproblemen som orsakas av fukt- och mögelskador rör sig kring 23–953 miljoner euro. Med denna siffra ingår symtom, undersökning av sjukdomar, sjukdomar och förlust av arbetsförmåga. Undersökningar visar att risken för hosta, pipande andning och symtom i de övre luftvägarna ökar 1,5-faldigt. Undersökningen visar också att det finns bevis på att vid samband med fukt- och mögelproblem försämrar astma, snuva och akut bronkit⁶⁰. Enligt en undersökning som är gjord i Europa ökar kronisk bronkit till 1,38-faldigt hos barn där det finns synligt mögel. Med dessa siffror och undersökningar ser vi att vi har ett stort problem med inomhusluften här i Finland och att det är allvarligt.⁶¹

8.1 Träbyggnader

Träbyggnad med tjocka, massiva träväggar är det välkänt att inomhusklimatet är behagligt. När flera mätningar och datasimuleringar har gjorts för att se hur egentligen förhåller sig till i massivträhusen och deras energieffektivitet. Efter dessa mätningar visar resultatet att det är behagligt och att det kräver mindre energiförbrukning att värma upp byggnader i trä. Värmeledningsförmågan är låg i trä och det gör att det är behagligt att röra sig på golvytor

⁵⁸ En bättre byggprocess, rapport om väder skyddat byggande

⁵⁹ Eduskunta, Rakennusten kosteus-ja homeongelmat s.21

⁶⁰ Luftrörskatarr som kan leda till lunginflammation

⁶¹ Eduskunta, Rakennusten kosteus-ja homeongelmat s.21

och vid kontakt av väggytor. Med dessa faktorer när ytorna känns behagliga så leder det till att man kan sänka inomhusvärmen och ändå uppleva samma värme inomhus. Trä har hygroskopiska egenskaper och betyder att det har möjlighet att lagra och avge fukt till omgivningen vilket ger ett behagligt inomhusklimat.⁶²

Man kan fråga sig vad det är som skapar dåligt inomhusklimat. Det är förstås fukt som kan leda till mögel och fuktskador. Om man har för hög temperatur eller för låg temperatur. Damppartiklar, smuts och oväsen. Dåligt inomhusklimat fås om Co2-koncentratet är för högt. När man bygger i trä så kan man se på de olika egenskaper trä har. Trä jämnar fuktnivåer och på så sätt även luftfuktigheten. Trä har också en sådan egenskap att det reglerar temperaturen på samma sätt som fuktnivåerna. Trä avger mindre gaser, dammpartiklar och binder kol. Trä har också en sådan egenskap vid oväsen att den absorberar (suger upp) och dämpar ljudet.⁶³

År 2017 så gjorde professorn Markku Karjalainen en undersökning på nio projekt, sammanlagt 17 hus med 585 lägenheter. Av de 585 tillfrågade svarade 308 personer, av de var 70 % kvinnor, 50 % över 45 år och 20 % över 30 år. Av de tillfrågade var det 50 % som valde lägenheten på grund av att det var byggt i trä. 76 % av de frågade tyckte att den ekologiska faktorn inverkade på deras beslut. 96 % tyckte att sprinklersystem gjorde att de kände sig märkbart eller lite mera trygg. När de som bodde där blev tillfrågade vart de skulle flytta om de fick helt välja fritt så skulle upp till 57 % välja en byggnad av trä.⁶⁴

8.2 Betongbyggnader

De betonghus som har lättbetong också kallad blåbetong kan avge radon till inomhusluften. Radon finns naturligt i grundvatten och i naturen, men radonets sönderfallsprodukter som kallas radondöttrar kan orsaka lungcancer. Statens strålskyddsinstitut (SSI) i Sverige gjorde en undersökning år 2000 i lungcancer. SSI kom fram till att varje år uppkommer ca 500 fall av lungcancer som är orsakad av radon i bostäder. Miljöhälsoutredningen uppskattade ända från 400 upp till 900 fall lungcancer på grund av radon.⁶⁵ I undersökningen som Karjalainen gjorde i de projekt där trä användes som byggmaterial, blev de 308 personerna tillfrågade

⁶² Massivträ, handboken 2006 kap.3 sid.36

⁶³ Hunton, Trä bidrar till ett bättre inomhusklimat

⁶⁴ Puukerrostalojen asukas- ja rakennuttajakyselyn tulokset 2000 ja 2017

⁶⁵ Inomhusmiljö, god bebyggd miljö 27.2.2018

vart de skulle flytta om de fick välja helt fritt. Endast 2 % skulle välja att bo i en betong/tegelbyggnad.

Positiva saken med betong är att materialet inte påverkas så lätt av fukt. Men torkningstiden av betongen i byggnadsskedet är en nackdel. Torkningstiden tar länge och man måste vara säker på att betongen är tillräckligt torr när man lägger något annat material i kontakt med betongen. Problemet med betong är att det kan uppstå fukt när betongen är i kontakt med ett annat fukt känsligt byggmaterial. Men med rätta verktyg och olika metoder så kan man mäta fuktnivån och på så sätt undvika skador.⁶⁶

9 Brandbestämmelser

När man planerar ett projekt så ska det innehålla påvisningar av de tekniska kraven som ställs för brandsäkerhet. Man klassificerar byggnader i olika klasser. De olika brandklasserna är P1, P2 och P3. Finns också en brandklass som är P0, gäller då projektet helt planeras med hjälp av ett förfarande som baseras på en uppskattad brandutveckling. Man kan också planera olika brandklasser i samma bostad men då ska de olika klasserna vara förhindrad med en brandmur. I byggnader med fler än två våningar i brandklass P2 ska i en utgång vara försedd med skyddsbeklädnad i lägsta klass K₂10 som tillhör den byggnadsvaror som är den lägsta klass A3-s1, d0.⁶⁷

En släckningsanläggning som är automatisk som är ansluten till nödcentralen ska finnas i byggnader som har fler än två våningar och som är i brandklass P2. Om balkonger är planerade att användas som reservutgångar gäller också samma krav. I byggnader som har fler än 2 våningar och som har en brandklass P1, som har en högre höjd än 56 m så ska det alltid finnas automatisk släckningsanläggning.

Men i bostadsbyggnader som inte är högre än 14 m och alla våningsplan tillhör samma lägenhet där brandklass P2 gäller så gäller inte kravet på en automatisk släckningsanläggning. En automatisk släckningsanläggning gäller inte heller då brandklass P2 gäller när de bärande och sektionerande konstruktioner vid utgången är gjorda i byggnadsvaror som är av lägst klass A2-s1, d0.

⁶⁶ Fukt & uttorkning, Svensk Betong (Svensk Betong, u.d.)

⁶⁷ 848/2017 Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet

Här nedan följer en tabell över brandklass P2, där endast det som berör fler än två våningars byggnader är med.

Projekt	Högsta tillåtna våningsantal	Högsta tillåtna höjd	Högsta tillåtna våningyta
Bostads-, arbetsplats-, vårdinrättningar- och inkvarteringsbyggnader med flera än 2 våningar**	8*	28m*	12 000m2*
Affärsbyggnader och samlingsbyggnader**	4*	14m*	12 000m2*
Bostadsbyggnader med flera än 2 våningar och där alla våningar bostadsvis hör till samma bostadslägenhet**	4	14m	12 000m2*
* Byggnader är försedda med en automatisk släckningsanläggning som är kopplad till nödcentralen			
** I dessa byggnader tillåts inte utrymmen där belastningen på brand är över 1200MJ/m2			

Tabell 1: Tillåtna höjder, våningsantal och yta i brandklass P2.⁶⁸

Det finns också nämnda allmänna krav som berör ytterväggar, vindsbjälklag, taktäckning och avstånd mellan byggnader. Ytterväggarnas krav när det berör byggnader i brandklass P2 med fler än två våningar och brandklass P1 då höjden överstiger 56 m så ska värmeisolering och andra fyllningsmaterial vara lägst av klass A2-s1, d0. Om byggnaden är högst 56 m och är i brandklass P1 så ska värmeisolering uppfylla kraven i klass B-s1, d0. Då det gäller isolering som har gjorts för att skydda eller placerat på sådana ställen att det begränsar spridningen av brand är kravet minst hälften av det brandmotstånd som byggnadens sektionerade delar är. En icke-bärande stomme i ytterväggen i en byggnad med högst 56 m som är i brandklass P1 får byggnadsmaterial vara av klass D-s2, d2. Man kan också påvisa i byggnader med en höjd på max 56 m funktionsdugligheten med ett försök i full skala.⁶⁹

Vindsbjälklagets krav på värmeisolering och annat material som används som fyllning i byggnader med fler än två våningar i brandklass P2 och brandklass P1 då höjden överstiger

⁶⁸ Miljöministeriets förordning om brandsäkerhet s.5 tabell 1b.

⁶⁹ 848/2017 Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet

56 m så ska materialet vara av lägst klass A2-s1, d0. Då en byggnad har maximal höjd på 56 m och hör till brandklass P1 får man använda, när det gäller isolerande delar med värmeisolering på en klass B-s1, d0. Om man har placerat isolering på specifika platser för att förhindra spridning av brand så ska kravet motsvara brandmotståndstid för de sektionerande byggnadsdelar. Men de ovannämnda kraven gäller inte om det berör byggnader med en till två våningar utan vind. Eller om byggnader har en maximal höjd på 28 m, då ska kravet på värmeisolering vara hälften av brandmotståndtiden som sektionerande delen utgör. Man ska också tänka på genomföringar och andra möjliga installationer som görs, att det inte leder till att isoleringsmaterialets skydd försvagas på grund av de ovannämnda genomföringar eller installationer.⁷⁰

Kravet på taktäckning görs så att det inte antändes lätt av en brand från grannens byggnad. Det får inte heller spridas i taktäckningen eller under taket på ett sådant sätt som gynnar spridningen av branden. Klass Broof(t2) ska taktäckningen vara av. Finns också undantag då klass Broof(t2) inte behövs, vid en fristående byggnad utan eldstad eller också vid vissa specialfall då det inte finns risk för regional brand.

Då det gäller brandspridningen finns det krav som ska följas. Det får inte äventyra personer i andra byggnader och ska inte kunna orsaka samhällsliga förluster om en brand uppstår. Anståndet till grannens tomt eller där hen har byggplats ska vara så stort att brand inte kan lätt spridas. Om detta avstånd är mindre än åtta meter ska det genom konstruktionen eller med andra metoder begränsa brandspridningen. Därför är det lättare att planera avståndet större än åtta meter till grannens tomt. Om avståndet är nära och spridningen är ett faktum så ska brandmur användas.

Dessa nya förordningar vid branddimensioner och brand kraven träder i kraft den 1.1.2018. Men de projekt eller byggnader som har blivit planerade och påbörjade gäller bestämmelser vid den tidpunkt då det inledes.⁷¹

Limträkonstruktioner tror man att har ett dåligt brandmotstånd. Men på grund av de stora dimensionerna som används så ger det förhållandevis god skydd mot brand. När dimensionerna på virket ökar, så ökar också brandstabiliteten. Limträkonstruktioner brinner långsamt och antändningen är trög. När brand kommer i kontakt med limträ bildas det ett kolskikt på ytan som skyddar insidan av virket och bibehåller på så sätt sin bärförmåga. Vanligtvis rör sig inträngningshastigheten i limträ runt 0,5-1,0 mm per minut. Detta betyder

⁷⁰ 848/2017 Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet

⁷¹ 848/2017 Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet

att på 60 minuter brand så inträngs det 40 mm. Man kan också ytterligare skydda materialet mot brand med hjälp av inklädnad eller ytbehandling⁷²

Ytskikten har olika brandtekniska klasser och CLT-skivan uppfyller klassen D-s2,d0 när skivan är obehandlad. Om kraven är större än vad obehandlade virket uppfyller, så kan man brandskyddsmåla skivan eller så kan man med hjälp av brandskyddsimpregnerad gips eller panel klä in skivan. CLT-skivan har också långsamma inträngningshastighet då det bildas kolskikt vid brand. Kolskiktet har en värmeisolerande egenskap vilket göra att brandens inverkan bromsas ner.⁷³

Brandklass	Skivtjocklek (mm)
EI60	80 (3-skikt)
EI90	120 (5-skikt)

Tabell 2: Brandmotstånd med olika typer av CLT-skiva.⁷⁴

Inbränningshastighet hos CLT-skiva för barrträ enligt Eurokod 5 är 0,65-0,80 mm per minut. Skivorna har en konstruktion som är tät, har därför ett bra brandmotstånd och inbränningen kan betraktas som endimensionell.⁷⁵

⁷² Limträhandbok del.1 sid.21

⁷³ Brandegenskaper, Martinsons 18.4.2018 (Martinsons, u.d.) (Fröbel, 2016)

⁷⁴ KL-trähandbok, tabell 6.5 sid.121

⁷⁵ KL-trähandbok sid.121

10 Konklusion

Att bygga flervåningshus i trä ser vi att intresset ökar i Norden. Här i Finland är vi endast i startskottet men bestämmelser ändras med jämna mellanrum för att gynna flervåningshus i trä. 1.9.1997 blev det tillåtet att bygga upp till fyra våningar, 15.3.2011 blev det tillåtet att bygga upp till åtta våningar. Då man ser på den mängd skog vi har, får man allt fundera varför inte vi tar del av den. Här i Finland är 75–80 % av landarealen skog och i dagsläget används betydligt mindre än vad det växer i skogen. Borde få samhället mera angelägen att använda naturens resurser än att använda andra byggnadsmaterial som inte är lika miljövänliga.

När man ser på hur samhället utvecklas ser man att medborgare, kunder blir allt mera intresserade i frågor som berör miljön. Då man ser på miljöaspekten så minskar det ekologiska fotavtrycket med hela 45 % i jämförelse med flervåningshus i betong. Denna siffra har stor betydelse vid val av byggnadsmaterial för kunden.

Det problem som finns vid flervåningshus i trä är priset. Priset ökar lite när materialet är av trä, på grund av att man måste använda sig av sprinklersystem vid flervåningshus. Men en intressant undersökning som är gjord av Karjalainen svarade 96 % av de 308 som svarade att de kände sig betydligt eller till viss del tryggare att bo i ett hus med sprinklersystem. Under byggprocessen vid flervåningshus i trä underlättar det att använda sig av väderskydd, men denna faktor ökar också priset på det totala projektet. Men det man måste komma ihåg är att den totala byggtiden minskar betydligt vid användning av trä och på så sätt minskar lite på den totala entreprenaden.

Marknadsundersökningar som är gjorda vid de projekt som finns här i Finland ser framtiden ljus ut vid byggandet av trä. Människorna blir allt mera måna om naturen och tar miljön i beaktan då valet av byggmaterial väljs.

Jag vill till slut tacka Kimmo Koivisto som har varit min handledare från skolan och till Jonny Asplund från Jake Bygg Ab, för mycket bra handledning. De har varit till stor hjälp under examensarbetets gång.

11 Fortsatta studier

Kommer att studera vidare på detta ämne med en marknadsundersökning. Marknadsundersökningen blir tillämpad på mitt examensarbete men kommer inte bedömas från Yrkeshögskolan Novia.

Undersökningen kommer att studera vad folk anser om flervåningshus i trä när det berör mindre städer som Nykarleby och Jakobstad. Kommer att intervjua de som jobbar på de olika ställen och kommer också intervjua kommuner i områden för att se vad deras syn på flervåningshus i trä är. Om de ser en framtid i ämnet eller om det endast berör stora städer.

Målet med undersökningen är att se om det finns intresse för ämnet och vad de har för åsikter. Hoppas med denna undersökning väcka intresse hos de som planerar, byggherrar, kunder och som beställer projekt av entreprenörer att öppna ögonen för möjligheter som finns med att bygga i trä.

Källförteckning

- Bioekonomi. u.d. <http://bioekonomi.fi/puu-ja-metsa/>.
- Borgström, Eric, och Johan Fröbel. 2017. "Brand." i *KL-trähandbok, fakta av KL-träkonstruktioner*, 121. Stockholm: Svenskt Trä.
- Borgunda. 2016. *Borgunda bygghandel*. den 21 1.
<https://www.borgunda.se/varldens-hogsta-bostadshus-i-tra/>.
- Boverket. 2003. *Inomhusmiljö*. Sverige: Boverket.
- Byggnadsfysik. i *Massivträhandbok*, 35-37, 2006.
- Cleantech Finland. <http://www.cleantechfinland.com/-/jake-rakennus>.
- Enestam, Jan-Erik. 2006. "Finlands byggbestämmelsesamling." *Miljöministeriets förordning om typgodkännande av byggskivor*. den 15 Juni.
<https://www.finlex.fi/data/normit/28386/byggskivor.pdf>.
- Engineere Timber. u.d. *Timber and building supplies*.
<http://timberandbuildingsupplies.com.au/product/200-x-45-h2-lvl-variable-lengths-12-59m/>.
- Finlands författningssamling. 2017. *Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet*. Helsingfors, den 12 12.
- Fröbel, Johan. 2016. "Brandegenskaper." i *Limträhandbok Del 1*, av Johan Fröbel, 21. Stockholm: Svenskt trä.
- Fuktsäkerhet.se*.
<http://www.fuktsakerhet.se/sv/fukt/vaderskydd/Sidor/default.aspx>.
- garathun, Mari gisvold. 2017. "1 april startar bygget av världens högsta trähus." *tu.no*, den 12 2.
- Hunton. u.d. *Hunton.se*. <https://hunton.se/miljo/inomhusklimat/>.
- Jake Rakennus Bygg Ab. u.d. *Företag*. <http://www.jakerakennus.fi/foretag/>.
- K. Koivisto. 2017. "Nytt projekt jämför trä med betong." *HBL*, den 26 11.
- Kari Reijula, Guy Ahonen, Harri Alenius. 2012. "Eduskunta.fi." *Rakennusten kosteus- ja homeongelmat*. 10.
https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/trvj_1+2012.pdf.
- Karine Denizou, Sigurd Hveem och Berit Time. 2007. *Tre i by- Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbana byggverk?* Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Karjalainen, Markku. 2018. *Puukerrostalojen asukas- ja rakennuttajakyselyn tulokset 2000 ja 2017*. Vanda, Helsingfors, den 31 Januari.
- Layher. u.d. *En bättre byggprocess*. Layher.
- Layher. u.d. *Layher.se*. <https://www.layher.se/products-page/vaderskydd/>.

- Lindstrand, Nils. 2017. "Träbygget ökar skogsanvändningen." *NTT Woodnet*, den 13 September.
- Mallo, Maria F.L. 2014. *MS Thesis*. Minneapolis .
- Martinsons. <https://www.martinsons.se/byggprodukter/kl-tra>.
- Martinsons. u.d. *Brandegenskaper*. <https://www.martinsons.se/byggprodukter/kl-tra/projektera-och-bygg/brandegenskaper>.
- MetsäWood. 2010. *News cision*. den 13 12. <http://news.cision.com/se/metsa-wood/r/ett-stort-kvarter-med-flervaningshus-i-tra-byggs-i-helsingfors,c2312521>.
- Miljöministeriet. 2015. "Finlex." *Miljöministeriets förordning om planer och utredningar som gäller byggandet*. den 12 Mars. <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2015/20150216?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=216%2F2015>.
- Miljöministeriet. 2016. "Finlands byggbestämmelsesamling." *Konstruktioners hållfasthet och stabilitet*. den 20 12. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B07D0A17F-4010-45D6-9246-9DA44307FBA2%7D/134518>.
- Miljöministeriet. u.d. "C2 Finlands byggbestämmelsesamling." *Fukt*. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B1AAD075B-1850-4985-A971-F6C132C64B2B%7D/134444>.
- Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion. 2017 *Stadsrådet*. den 24 November. http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/uusi-asetus-edellyttaa-rakennushankkeelta-kosteudenhallintaselvitysta?_101_INSTANCE_3wyslLo1Z0ni_languageId=sv_SE.
- Mortense, Jonas, Klaus Kristiansen, och Fredrik Jonsbak Rohde. u.d. "The sustainable building industry in Denmark." i *Green and smart buildings in Denmark*, 9. Copenhagen: Copenhagen Cleantech Cluster.
- MyNest Hemsida. *MyNest*. <http://www.mynest.fi/sv/about/>.
- Per Widman. 2012. "Nu har byggarna fått träsmak." *Fastighetstidning*, den 1 11.
- Puuinfo. 2011. *Puuinfo*. den 23 11. http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/kysymyksia-ja-vastauksia/puun_kosteuskayttaytyminen_lattia.pdf.
- Puuinfo. u.d. *Puuinfo*. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen/puurakentamisen-asema-ja-mahdollisuudet-suomessa>.
- Ramirent. u.d. *Ramirent*. <http://www.ramirent.se/Losningar/StallningarVaderskyddFallskydd/>.
- Riberholt, Hilmer. 1999. "Flervåningshus i Danmark." *Träinformation, en tidning om trä*, Juni: 14-16.

SP Energiateknik. u.d. "Kritiskt fuktillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial."
Kunskapssammanfattning.

http://www.fuktsakerhet.se/sv/fakta/Documents/SP_RAPP_2005_11.pdf.

Stora Enso. 2013. *CLT*. <http://www.clt.info/se/produkter/>.

Streng, Rolf. 2014. "Trähöghusbyggande i startgroparna." *Yle Nyheter*, den 13 2.

Svensk Betong . u.d. *Fukt och uttorkning*. <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/betongens-egenskaper/fukt-och-uttorkning>.

trä, Svenskt. 2016. "Stadsbyggnad i trä." *Svenskt trä*.

Träguiden. 2003. *Svenskt trä*. den 09 01. <https://www.traguiden.se/om-tra/miljo/miljoeffekter/miljoeffekter/traprodukters-kretslopp/>.

Träguiden. 2017. *Träguiden*. den 15 08. <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/trabaserade-produkter/konstruktionselement1/trabaserade-kompositprodukter-av-faner-lvl-laminated-veneer-lumber/>.

Väderskydd. u.d. *Väderskydd.nu*. <http://www.vaderskydd.nu/valj-ratt-vaderskydd/vaderskydd-mer-an-bara-en-presenning/>.