

Etagehuse af træ

Af NOVA 5 arkitekter a/s v/Anders Dragheim og Jørgen Kreiner-Møller

Med de nye brandbestemmelser er det i Danmark blevet muligt at udføre byggeri med bærende konstruktioner af træ i op til fire etager. Denne artikel skal derfor forsøge at give en præsentation af mulighederne med denne byggeteknik.

Træhuse har i mange år indtaget en beskedent plads i dansk byggeri, men i andre lande har de i de seneste år vundet stor udbredelse.

I nogle lande har træhuse en lang og stærk tradition. Ud over lande som Sverige og Norge er det særligt i Nordamerika, hvor 90% af boligerne op til fire etager bygges med bærende konstruktioner i træ.

I Danmark har tegl i flere hundrede år været det fremherskende materiale til facader og tage, i de seneste 30 års industrialiserede byggerier dog fortrængt af betonelementer.

Bortset fra byggeri af pavilloner i ét plan og typesommerhuse har vi kun få eksempler på nyere træbaserede byggesystemer.

Espansiva

I 1970 kunne Jørn Utzon præsentere et byggesystem til et-etages boligbyggeri, "Espansiva", som desværre aldrig fik større udbredelse.

Utzon udviklede en række forskellige projekter ud fra en fælles overordnet planlægningsfilosofi om et additivt byggeri. Et af disse projekter var netop byggesystemet "Espansiva". Med dette system kunne mange forskellige boligtyper opføres, og senere om- og tilbygninger kunne ubesværet udføres. Systemet var et forsøg på en konsekvent anvendelse af industrielt fremstillede bygningsdele. Bygningsdelene kunne adderes til bygninger, uden at komponenterne på nogen måde skulle beskæres eller tilpasses. Arbejdet på byggepladsen blev derved en ren montageproces, hvor elementerne blev sammenboltet.

Systemet var udviklet i samarbejde med en gruppe af leverandører, og det var tanken, at man hos den lokale trælasthandel skulle kunne indkøbe den bærende konstruktion i form af limtræsrammer og plane lette facadeelementer. Systemet fik kun beskedent udbredelse og bortset fra en prototype, en gårdhavebolig til Utzon-familien, er der kun få opførte eksempler.

Ud fra en aktuell materialeøkonomisk og økologisk betragtning er systemets konsekvente addition af limtræssøjler ikke rimelig, da der er et unødigt stort materialeforbrug.

Systemets gennemreflekterede tektoniske idégrundlag er dog enestående og til stor inspiration for alle husbyggere.

Modulent

Arkitektfirmaet Halldor Gunnlögsson & Jørn Nielsen udarbejdede samtidig i begyndelsen af 70'erne et fint tænkt byggesystem til rumstore færdigaperede containere i træ. Grundelementet i dette system er en skotøjsæskeformet kasse, umiddelbart med meget begrænsede muligheder for at skabe gode boliger. Altså et helt andet udgangspunkt end Espansivas forholdsvis små, plane byggeelementer, der kunne sammenbygges med mange muligheder. Ved at sammenkoble, stable og forskyde de kasseformede elementer kunne der skabes variation og forskellige størrelser boliger. Samtidig blev det forudsat, at boligarealet i de præfabrikerede elementer skulle suppleres med terrasse- og altantilbygninger udført på stedet.

Det lykkedes Gunnlögsson & Nielsen at skitsere fine velfungerende boligtyper i en og to etager, og i Sortemosen ved Herlev nordvest for København blev der opført en større bebyggelse med flere hundrede boliger, samlet i mindre overskuelige boliggrupper. Denne bebyggelse er meget fint disponeret med et organisk rumforløb, og med et forbilledligt samspil mellem facetterede kubiske rækker af to-etagers rækkehuse og de omgivende grønne rum.

CASA NOVA

I maj 1994 udskrev Erhvervsfremme Styrelsen og Boligministeriet en konkurrence om "Proces- og produktudvikling i byggeriet".

Formålet med konkurrencen var at øge produktiviteten i byggeriet og styrke nye samarbejdsformer med længerevarende strategiske alliancer.

Der var fire vinderforslag: to som primært beskæftigede sig med byggeproces, samarbejde og logistik samt to forslag, der primært drejede sig om byggesystemer. Herunder det nyskabende CASA NOVA-projekt til etagehuse med bærende konstruktioner af træ. Forslaget var udarbejdet af entreprenørfirmaet Skanska, ingeniørfirmaet COWI og NOVA 5 arkitekter.

CASA NOVA-projektet er det danske træhus-koncept, der på nuværende tidspunkt er længst fremme. Projektets hovedidé er at overføre principper fra det industrialiserede betonbyggeri til træ.

Det første byggeri, Mariehøj, med 36 boliger blev gennemført i Hørsholm under vanskelige planmæssige forudsætninger.

Det største projekt, der er opført på nuværende tidspunkt er bebyggelsen på Thrigesvej i Herning. Bebyggelsen består af tre blokke i tre etager med i alt 72 boliger, placeret i en vifte i et tidligere industriområde.

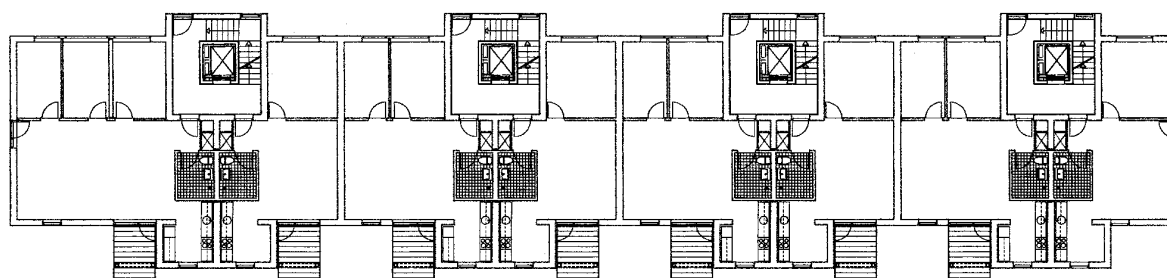
Byggeteknisk beskrivelse af CASA NOVA

Byggesystemet er baseret på plane, rumstore, præfabrikerede elementer med høj færdiggørelsesgrad. Det statiske system er opbygget med bærende tværvægge og dækbjælker i husets længderetning. Der anvendes bjælker og stolper med en tykkelse på 45 mm og højder efter placeringen: 120 mm i indre bærende vægge, 195 mm i ydervægge (af hensyn til isoleringstykkelsen) og 220 mm i bjælkelag. Alle trækonstruktioner beklædes med gipsplader i overensstemmelse med brandkravene. I de stabiliserende vægge anvendes alene gipsplader, når belastningerne ikke er for store,

og der er udviklet elementer til yder- og indervægge samt etageadskillelser. Tagelementerne er udført som kompakte elementer uden udluftning, men kan i øvrigt erstattes af traditionelle træspær. Bade- og vådrum tilstræbes udført som rumstore units, da man vurderer at denne løsning giver den bedste kvalitet i udførelsen og den største sikkerhed for vandtæthed. På grund af brandkrav udføres de bærende konstruktioner i trapper og reposer af ubrændbare materialer som stål og beton. Dækelementernes modulære bredde er 2400 mm, og spændvidden kan blive op til 4 m med konstruktionstræ – med limtræ dog op til 5-6 m.



Figur 1. CASA NOVA byggesystem, 72 boliger på Thrigesvej i Herning.



Figur 2. CASA NOVA, etageplan.

Vægelementerne er etagehøje, mens længden af hensyn til udførelse og montage højst kan være 5 m. Byggesystemet er udformet, så der kun skal anvendes let grej ved montagen – i hovedsagen en let kran, en sømpistol og en skruemaskine.

En mere detaljeret beskrivelse af Herning-projektet kan findes i Byggeindustrien nr. 1, 1999.

Aktuelt planlægger konsortiet byggerier i Hald Ege ved Viborg, Randers, Ikast, Silkeborg, Odense og Kolding.

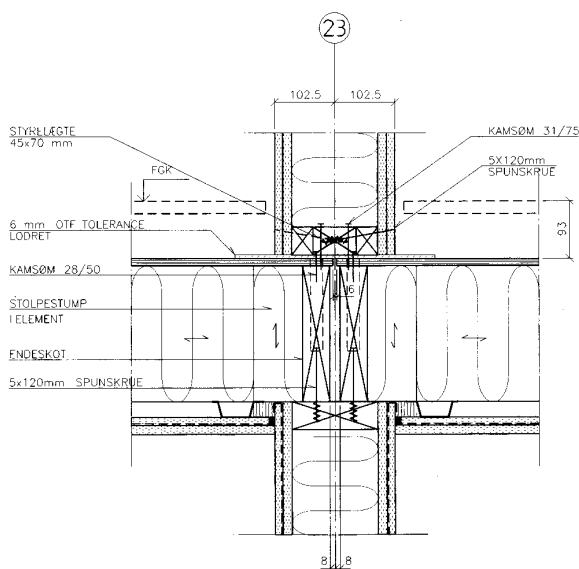
I 1996 udarbejdede en arbejdsgruppe under Miljø- og Energiministeriet en rapport om etagehuse med

bærende konstruktioner af træ og brandtekniske forhold.

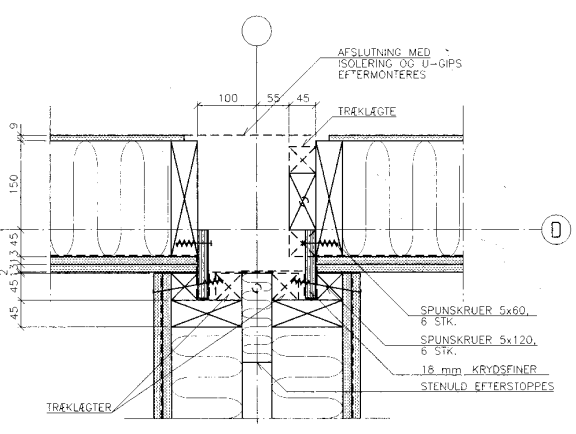
Grønland

I Grønland har der siden byggeriet af kolonihavnene været en tradition for at bygge enfamilie- og rækkehuse i træ. For Grønlands Tekniske Organisation blev der udviklet en række typehuse, bl.a. gennemførte Fællestegnestuen en meget fin serie.

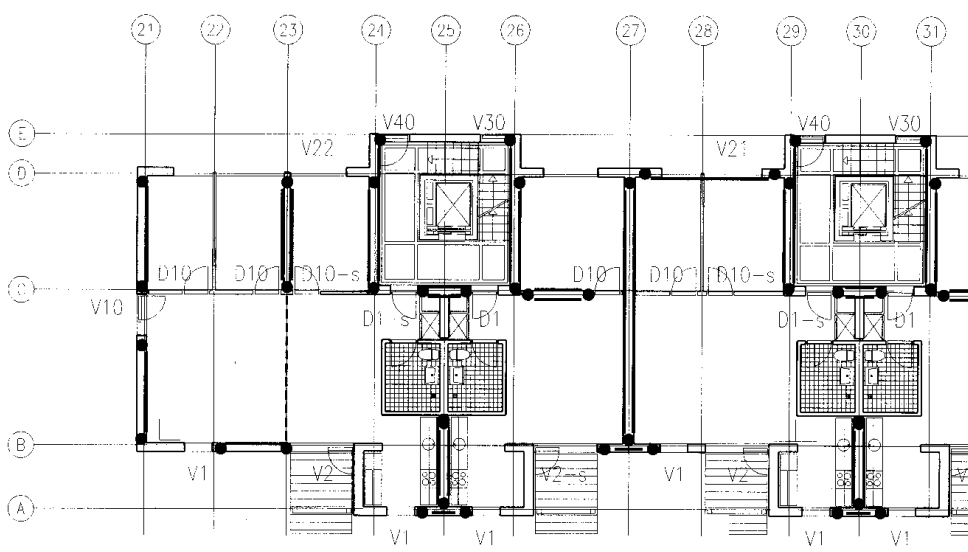
Flere firmaer, herunder Roslev Huse, byggede i en årrække typehuse i flere kvarterer i Nuuk samt i øvrige byer på Grønland.



Figur 3. CASA NOVA. Lodret snit i etagekryds/bærende tværvæg.



Figur 4. CASA NOVA. Vandret snit i facade/tværvæg.



Figur 5. CASA NOVA. Plan over stabiliserende gipsskiver med forankringer markeret med boller.

Roslev Huses bygninger blev produceret på en fabrik i Skive som plane elementer tilpasset containermål. Baderum blev udført som kabiner, og de blev fyldt med køkkenelementer, beslag, søm og skruer under transporten. På en pladsstøbt sokkel blev elementerne monteret og forsynet med yderbeklædning samt indvendig finish, et arbejde der var ret uafhængigt af vejret.

I den seneste årrække er træhusbyggeriet stort set blevet erstattet af store etagebebyggelser opført i betonelementer, men dette byggeri er ikke populært i Grønland.

Konstruktionsmetoder

Bjælkehytten eller det knudetømrede hus

Den simpleste konstruktion, der stadig anvendes i forbindelse med feriehusproduktion, er det knudetømrede hus, hvor bjælker stables i hele længder og skarres sammen i hjørnerne. I sin oprindelige form er bjælkerne stadig runde afbarkede træstammer, men normalt er de groft afrettet og fællet i samlingerne. Denne byggemetode har et meget stort forbrug af træ og efter dagens krav til isolering en for ringe isoleringsværdi.

Platform framing

I Nordamerika bygges stadig langt de fleste træhuse ved platform framing. Træskelet til vægge og facader samles liggende på gulvet af det hus, der er under opførelse, derefter rejses de og beklædes. Der lægges låg på i form af etageadskillelse – hvorefter processen gentages etagevis indtil huset har nået rejsehøjden. Halvfems procent af boligbyggeriet i op til fire etager bygges på denne måde i det nordlige USA og Canada.

Denne konstruktionsmetode er baseret på en gennemført håndværksmæssig produktion på byggepladsen, med de produktionsmæssige problemer det ofte medfører (logistik, vejrlig m.m.).

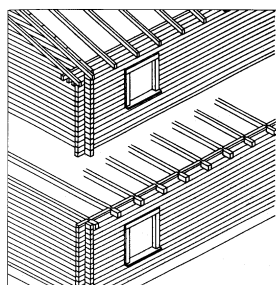
Balloon framing

En variant af platform framing er balloon framing. Forskellen på de to metoder er primært, at ved platform framing produceres en etage helt færdig, hvorefter den næste etage bygges på den nyligt færdige platform/etagedæk. Ved balloon framing er der gennemgående lodrette stolper fra fundament til rejsehøjde.

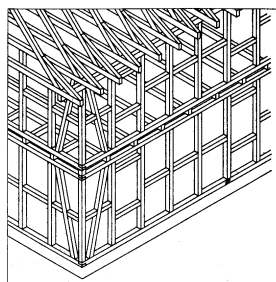
Balloon framing giver bedre stabilitet og mindre forbrug af træ. Begrænsningen er praktisk tilgængelige trælængder, og metoden anvendes derfor kun i op til tre etager.

Søjle/dragerkonstruktioner

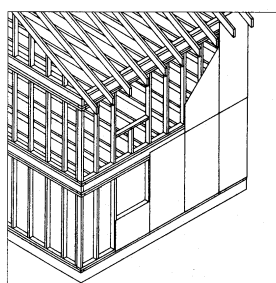
Et udbredt princip til dansk småhusbyggeri er udførelse af et bærende skelet i form af søjler og dragere, der efterfølgende udfyldes med isolering og beklædes



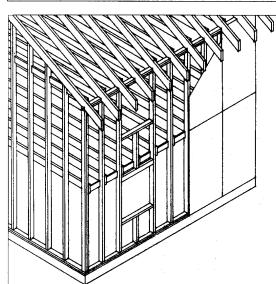
Bjælkehytte.



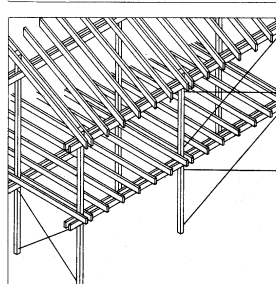
Bindingsværk.



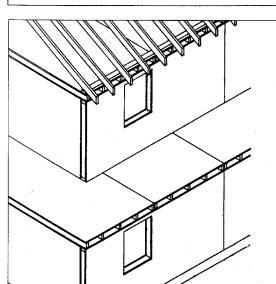
Platform frame.



Balloon frame.



Søjle/drager.



Plane elementer.

Figur 6. Traditionelle konstruktionsmetoder ved træhusbyggeri.

med forskellige materialer som brædder eller plader.

Træskeletkonstruktionen forudsætter en håndværksmæssig produktion på byggepladsen uden mulighed for præfabrikation. Metoden giver stor frihed under planlægningen og ved senere ændringer. Ulemper er først og fremmest, at man ikke udnytter bæreevnen i de udfyldende elementer. Forbruget af træ og andre materialer er derfor relativt højt.

Elementbyggeri af plane elementer – stress-skin

I Danmark har vi en 30 år lang tradition for byggeri med vægskiver og etagedæk i betonelementer. Denne teknologi er uhyre gennearbejdet, og erfaringer opsamlet fra produktion af mange tusinde boligenheder har givet en betydelig almen byggeteknisk viden.

I samme periode har træindustrien udviklet industrielt fremstillede plane træelementer, såkaldte ”stress-skin” elementer, baseret på et træskelet med en pålimet krydsfinerplade.

Elementerne anvendes fortrinsvis til tagkonstruktioner som erstatning for traditionelle tømmerkonstruktioner med spær, lægter, undertag og færdig tagbeklædning.

Fordelen ved at anvende tagkassetter er en hurtig udført tagkonstruktion, hvilket minimerer vandproblemer i konstruktionerne under udførelsen.

Den industrielle produktion af tagkassetter kan uden problemer anvendes til fremstilling af vægskiver og etagedæk som basis for huse med samtlige bærende konstruktioner af træ.

Elementerne kan leveres med varierende færdiggørelsesgrad fra rå elementer, som får den færdige beklædning påsat på byggepladsen til helt færdige væg-elementer med facade- og vægbeklædning, vinduer og døre.

Massivtrækonstruktioner

Et af de seneste og mere kuriøse forsøg på at udvikle et nyt byggesystem i træ er de såkaldte ”massivholz-systemer”, hvor man bygger både vægge og etagedæk af massivt træ.

Metoden giver udmærkede lyd- og brandforhold, men bortset fra områder med stor overskudsproduktion af træ er den ret kostbar.

Rumstore elementer

Det amerikanske system med ”mobile homes” er udført som rumstore enheder helt færdigproduceret på fabrik med al indvendig aptering. I øvrigt tilsvarende det tidligere omtalte Modulent byggesystem fra 70'erne.

Kasserne kan stables og sammenbygges, den største begrænsning er, at rummene ikke kan være større, end at de kan transporteres på landevejen.

Brandforhold

Træ er et brændbart materiale. Derfor er man nødt til at tage en række forholdsregler for at opnå brandsikre bygningskonstruktioner.

Den primære brandsikkerhed i moderne træhuse er den samme som i andet byggeri. Reglerne sikrer at en eventuel brand ikke spreder sig i rummene og derfra til konstruktionen og til nabobygninger.

I Middelalderen blev grundene inden for bymurene ekstremt tæt bebyggede, og en brand kunne få katastrofale følger. Københavns historie er også en historie om gentagne brande, og ”ildebrandshuse” er et begreb i hovedstadens historie.

Med udviklingen af byggelovgivningen i Danmark, blev der opstillet regler for afstande, højder og konstruktive brandtekniske forhold.

Brandmæssigt blev konstruktionerne delt op i BS-bygningsdele, der består helt af ubrændbart materiale, og BD-bygningsdele, der kan indeholde brændbart materiale – herunder træ.

Den gældende byggelovgivning indeholder regler for brandbeskyttelse af trækonstruktioner i fx 30 og 60 minutter, ligesom der findes regler for hindring af brandsmitte.

Hvert land i Europa har sine egne regler til sikring mod brand, og de er ret forskellige. I de seneste år har man søgt at harmonisere reglerne, men der er stadig meget store forskelle fra land til land.

Passiv brandsikring

Brandsikkerhed kan opnås ved at beskytte de brandbare bygningsdele, herunder træ, med materialer som gipsplader og mineraluld. Med gipsplader og mineraluld kan man opnå at konstruktioner i træ ikke påvirkes af branden i et vist tidsrum.

Aktiv brandsikring

I Amerika har man i mange år beskyttet bygninger mod brand ved sprinkling. Det mest udbredte er de såkaldte boligsprinklere, der er et forenklet system med tomme plastrør, der i givet fald vil forsynes med vand direkte fra forsyningsnettet. Denne type sprinklere er derfor langt billigere end de sprinklersystemer man normalt kender i Danmark med vandfyldte stålrør og egen separat vandforsyning. I Finland anvendes også boligsprinklere.

Ny dansk lovgivning om træhuse

Bygningsreglementets nye bestemmelser for etagehuse med bærende konstruktioner i træ sikrer at sikkerheden i træhuse er den samme som i andet byggeri (Tillæg 1).

Bygninger med bærende konstruktioner af træ opdeles i to grupper med henholdsvis over og under to etager:

- For bygninger op til to etager ændres kravene til de bærende konstruktioner, så det bliver muligt generelt at anvende BD-bygningsdele i stedet for BS-bygningsdele.
- For bygninger i tre og fire etager indføres den samme lempelse, dog suppleret med et krav om, at de bærende konstruktioner til og med gulv i øverste etage skal udføres med et brandbeskyttelsessystem *eller* at bygningen forsynes med boligsprinklere.
- For bygninger med bærende konstruktioner i træ skærpes overfladekravene generelt til klasse 1 beklædning, under visse betingelser dog klasse 2 beklædning.

Der er endvidere lempelser så brandsektionsadskillelser kan udføres som BD-bygningsdel 60, hovedtrapper (flugtveje) kan udføres i træ og altaner kan udføres i træ i op til fire etager.

Det er herefter muligt at udføre etagehuse af træ i op til fire etager uden dispensationer!

Fugtforhold

Træ er fugtfølsomt, og ved længere tids påvirkning vil fugtindholdet i træet stige. Hvis træ har et vandindhold på 20% eller derover, vil betingelserne for udvikling af råd og svamp være til stede, og de fleste træarter har øget risiko for at blive nedbrudt.

Træarterne har forskellige egenskaber, nogle kan klare længere tids vandpåvirkning og træfugtighed bedre end andre. Et studie af tidligere perioders byggeteknik viser, at der var en stor forståelse for en økonomisk rigtig anvendelse af de forskellige træarter og træsorteringer til forskellige bygningsdele.

Et studie i træskibsbyggeteknik dokumenterer også, at der tidligere har været et stort kendskab til træarternes materialekvaliteter og herunder også egenskaber i forbindelse med vandpåvirkning.

Til eksempel var det udbredt at bygge skibe "lærk på eg", altså beklædning af lærketræ monteret på køl og spanter af egetømmer.

Naturlig træbeskyttelse

Der findes træarter der har et naturligt indhold af svampedræbende stoffer, der gør træet holdbart selvom det befinder sig i et fugtigt miljø, der for gængse træsorter er nedbrydende.

Det drejer sig bl. a. om de artsbeslægtede Western Red Cedar og Thuja.

Andre træarter indeholder megen naturlig olie, som er beskyttende mod fugt. Det drejer sig primært om de arter man ofte på grund af voksestedet kalder regnskovstræ: fx teak, mahogni og azobe.

Disse træsorter er så at sige selvimpregnerende.

Der findes også nordiske træsorter med naturlig

beskyttelse, fx egetræ, som er beskyttet af et stort indhold af garvesyre.

Dette naturlige indhold af beskyttelsesstoffer gør disse træarter særlig velegnede til fugtpåvirkede konstruktioner, fx ved havnebygning og kontakt med jord.

Kemisk træbeskyttelse

De selvimpregnerede træsorter er ret kostbare og flere af dem skal importeres fra lande uden for Europa, så de søges erstattet af billigere træsorter, hvor det er muligt. Der er her opstået et oplagt marked for at forbedre holdbarheden af primært nåltræer som fyr, lærk og gran.

Tidligere beskyttede man udelukkende træet med overfladebehandling, og klassiske malerbehandlinger er udviklet igennem generationer; men der var mange miljøproblemer forbundet med disse malingstyper (blyhvidt, blymønje o.a.), og de krævede meget tid og en stor arbejdsindsats. Det klassiske eksempel er de fine hollandske malinger, som samlet tog syv år inden døren eller vinduet var færdigbehandlet!

Siden slutningen af 50'erne er det blevet normalt at imprægner træet under tryk eller ved vakuum, hvorved en større del af træet bliver beskyttet.

Det har været en udbredt opfattelse, at trykimprægneret træ holdt stort set evigt uden vedligehold. Men ændringen af trykimprægneringsmetoder og -midler, ikke mindst af miljøhensyn, nødvendiggør en overfladebehandling hvor træet er udsat for vejrlig.

Trykimprægneringsmidlerne består primært af kobber og kemisk udviklede pesticider på vandbasis. Imprægneringsmidlerne er godkendt af Miljøstyrelsen og effektiviteten er kontrolleret af Nordisk Træbeskyttelsesråd (NTR).

Konstruktiv træbeskyttelse

Det handler først og fremmest om at beskytte træet konstruktivt og at anvende de enkelte træarter til det, de er egnede til.

På traditionelle træhuse kan man studere en stor del af de regler, man bør overholde, når træ anvendes til udvendig beklædning. De anvendte detaljer er udviklet ud fra mange års erfaringer med hvor problemerne opstår, og hvordan man bedst undgår dem.

Træet skal beskyttes mod konstant opfugtning, og det skal sikres mulighed for hurtig udtørring.

Store udhæng og høje sokler er en forudsætning for at træ har en rimelig levetid i vort klima, men også de enkelte dele af bygningen skal udformes med stor omtanke, så konstruktionen afviser vandet.

Lydforhold

Lette konstruktioner er ligesom tunge konstruktioner følsomme for banke- og trinlyd. Lette bygningsdele

er yderligere følsomme over for luftlyd. Det er derfor nødvendigt at foretage særlige tiltag for at opnå god lydisolering.

Etagedæk

Etagedæk skal have tilført vægt for at reducere luftlyd. I traditionelle etageadskillelser med træbjælker klarede man dette problem ved lerindskud mellem bjælkerne.

I moderne træhuse gør man ofte noget lignende, men nu anvender man sædvanligvis oventørret sand i kombination med gipsplader. I visse nyere træhuse arbejder man med en kompositkonstruktion, hvor man kombinerer beton eller selvnivellerende afretningslag med dragere af træ.

Ud over at indbygge tyngde i etagedæk er det en fordel at adskille den bærende konstruktion fra loftet i det underliggende lejemål, fx ved at ophænge dette i akustikprofiler. Trinlydisolationen kan forbedres med svømmende gulve eller strøgulve på bløde brikker.

Lejlighedsskel

Vertikale lejlighedsskel lydisoleres mest effektivt ved at udføre helt adskilte konstruktioner. Der opstilles to selvstændige vægge, og hvis begge vægge er tætte giver dette den nødvendige lydskillelse.

I de aktuelle danske projekter er den vertikale lydisolering målt til 58 dB, den horisontale til 59 dB og trinlydsniveauet til ca. 50 dB.

BR 95 kræver i etageboliger mindst en luftlydisolation på 53 dB vertikalt og 52 dB horisontalt, desuden må trinlydsniveauet højst være 58 dB. Det er altså en klar forbedring, som beboerne også har registreret.

Indeklima

Træhuse er opført i en helt tør byggeteknik, som i modsætning til byggeri med beton eller mursten ikke indbygger vand i konstruktionen.

Et træhus opsuger ikke og afgiver ikke fugt i tilnærmelsesvis det omfang, som et beton- eller et murret hus gør.

Det er væsentligt billigere at udføre et velisoleret og tæt træhus end et hus i de fleste andre materialer.

Huset vil derfor føles lunere og mere fri for træk end traditionelle byggerier.

Det tørre indeklima mindsker risiko for luftvejsinfektioner, ligesom det hæmmer generne ved allergi, astma og lignende.

Levetidsbetragtninger

Træ holder ubegrænset, hvis man anvender de rette træarter, udfører korrekte konstruktioner og vedligeholder dem.

Norske stavkirker står der endnu efter 800 år og har det stadigvæk godt. Mange midlertidige baraker og krisehjælpsbyggerier står også endnu, medmindre de har stået i vejen for byudviklingen.

Her kan nævnes Kanonbådsskurene på Holmen, krigsfangelejrene fra 1. Verdenskrig i Horserød og Hald Ege, husvildebarakker på Lersø Park Allé (nederet for at give plads til betonlejekaserner), Nødskolen i Husum, Ballonparken på Islands Brygge, Finnebyerne i Århus og Svenskehusene i Nexø og Rønne, opført efter 2. Verdenskrig.

Træ er ikke vedligeholdelsesfrit, hvilket ingen materialer er. Det afgørende er hvilken vedligeholdelse der er nødvendig, hvor ofte den skal udføres og om den *kan* udføres. Træ kan altid vedligeholdes.

Mange nyere, mere eller mindre syntetiske materialer kan ikke altid vedligeholdes. De må kasseres, når de ikke længere har et acceptabelt udseende eller funktion.

Det er et stort problem for meget industrialiseret byggeri, hvor man i disse år renoverer og udskifter for milliarder af kroner.

Bortset fra de træarter, der har et naturligt indhold af beskyttende midler, skal alt udvendigt træ vedligeholdes.

Vedligeholdelsesintervallerne kan dog øges væsentligt ved at udføre gennemtænkte konstruktioner og korrekt overfladebehandling, som svarer til det miljø konstruktionen befinder sig i.

Økologiske forhold

Træhuse har fået en velfortjent renæssance i moderne byggeri. Træ som byggemateriale har da også mange økologiske fordele:

- Træ er et naturligt og rigt forekommende materiale, der indgår i det biologiske kredsløb.
- Træ er let at forarbejde og kræver kun et lille energiforbrug til fremstilling, transport og montage.
- Træ giver mulighed for et fleksibelt byggeri med varierende boligformer og rig arkitektur.
- Byggeri med træ giver et godt og tørt indeklima.
- Byggeri med træ giver optimale muligheder for høje isoleringsværdier.
- Træ har ved den rette anvendelse og vedligehold en lang levetid.
- Træ er enkelt at genanvende og kan bortskaffes uden væsentlige miljømæssige omkostninger.
- Træ modvirker drivhuseffekten ved at der i træet opbevares CO₂.
- Træ har et positivt energiregnskab, idet der udvindes mere energi ved forbrænding af træet efter brug end der medgik til fremstilling af træproduktet.

Erfaringer

De etagehuse i træ, der i de seneste år er blevet opført i Europa, er udført efter forskellige byggetekniske koncepter (se litteraturlisten). Disse er søgt udviklet ved nye konstruktive systemer og en ny rationel byggeproces. Uanset disse forskelligheder i produktion og proces er der for de opførte eksempler nogle fælles positive tendenser:

Det er karakteristisk at byggetiden er kortere end for traditionelt byggeri.

Priserne synes at bevæge sig nedad, især forsøgene i Bayern har vist endog meget lave priser.

Beboerne er generelt glade for at bo i træhuse og hævder, at der er et meget godt indeklima.

I Sverige har afprøvning af de forskellige byggemetoder vist at "Platform framing" giver den bedste økonomi.

Det danske CASA NOVA konsortium mener dog at det mest fornuftige er at udføre mest muligt af produktionen på fabrik og levere elementerne på byggepladsen med størst mulig færdiggørelsesgrad.

I de to første forsøgsprojekter er dækelementer leveret alene som den bærende konstruktion, der på stedet er forsynet med akkustikloft og gulvopbygning. Vægelementer er leveret uden indergips og facadebeklædning. I de kommende projekter er det planen at forøge færdiggørelsen af elementer, fx ønskes facader leveret isat vinduer og med færdig beklædning.

Den danske tradition med at flytte en større del af byggeriets produktion over på værksted eller fabrik under optimale forhold med henblik på optimering af kvalitet og kvalitetsstyring, kan med fordel udnyttes til en produktion af elementer til etagehuse i træ. Mange års positive erfaringer med trækassetteproduktion dokumenterer denne mulighed for industriel produktion.

Dette kan også begrundes med byggepladsforholdene i vort regnfulde klima. Afdækning af træbaserede byggekomponenter under og efter montering mod vejrlig på byggepladsen er vigtig og må indgå som et væsentligt planlægningsparameter. Her vil den industrielle produktion, hvor aktiviteten på pladsen i det væsentlige kun er montage, betyde en minimering af byggetiden, og dermed også af problemer med og udgifter til afdækning.

Dette taler for en så høj præfabrikationsgrad som overhovedet muligt, når der skal bygges etageboliger i træ. Når man både i Sverige og Tyskland fortsat ønsker en håndværksmæssig produktion efter "platform framing" metoden eller lignende, tages det som udtryk for disse byggemarkeders generelt manglende erfaring med mere industriel byggeproduktion. Sammenligningen med betonbyggeri ligger lige for. Mange af de betonkonstruktioner i boliger, der i Danmark helt in-

diskutabelt bliver produceret som elementer, vil i Tyskland med samme sikkerhed blive udført som pladsstøbte konstruktioner.

Markedsforholdene betyder fortsat små serier og et fastholdt krav om stor fleksibilitet til boligernes og dermed til byggekomponenternes udformning. Byggevareproducenter, der ønsker at indgå i en produktion af træbaserede elementer, skal forholde sig til denne realitet og tilrettelægge produktionsforholdene efter dette.

Forsøgene med massivt træ forekommer umiddelbart spændende, men materialeforbruget er stort i forhold til ønsker om materialeminimering og begrænsning af ressourceforbrug.

Anbefalinger

At bygge med træ kræver kendskab til træets særlige egenskaber, idet nedbrydning af organiske konstruktioner sker hurtigere end uorganiske konstruktioner, hvis ikke man respekterer de elementære regler for træhusbyggeri.

- Byggeprocessen skal gennemtænkes – man kan med fordel bygge "lodret" i stedet for som ved betonbyggeri "vandret", så bygningen hurtigt bliver lukket og med tag.
- Bygningskroppen bør planlægges med henblik på at undgå komplicerede geometriske former og materialeskift, der øger risikoen for sammenbygningsfejl og skader.
- Sokler skal holde facadens træ fri for opsprøjt og snedriver. Højden skal være minimum 20 cm, gerne større. Belægningen omkring husene bør reducere opsprøjt, fx er søsten eller grus velegnet.
- Facadekonstruktionerne skal udføres med naturlig ventilation og indbyggede drypnæser. Ved høje facader bør der også være etagevis vandafvisning, "øjenbryn". Træ skal beskyttes mod konstant opfugtning, og det skal have mulighed for at tørre hurtigt ud. Fugtindholdet skal holdes under 20%. Skråskæring, friholdelse og forsegling af endetræ øger levetiden.
- Tage bør være sammenhængende og med så få genembrydninger som muligt og altid med hældning.
- Store tagudhæng reducerer effektivt slagregn på facader.
- Træarter skal anvendes svarende til deres naturlige egenskaber – naturligt bestandigt træ kan anvendes selv hvor der er konstant fugt, hvorimod almindelige nordiske træarter skal beskyttes.
- Af miljømæssige grunde skal konstruktiv træbeskyttelse prioriteres fremfor kemisk træbeskyttelse, og alle detaljer skal udformes ud fra dette.

- Installationer skal være tilgængelige med uhindret mulighed for inspektion, reparation og tilføjelse af ny installationer.
- Sikkerhed for tæthed i vådrum er endnu vigtigere i et hus opført i organiske materialer end i et betonhus. Fabriksfremstillede badekabiner giver bedst mulighed for korrekte udførelser og kontrol af vand-tætningssystemer.

Arkitektonisk udtryk

At bygge et etagehus med bærende konstruktioner i træ eller beton er overordnet den samme arkitekt-opgave. Opgaven er altid at forme veldisponerede rummelige boliger med smukke rum og med optimale boligfunktionelle kvaliteter ud fra den økonomiske ramme, der er til rådighed. Der er i den sammenhæng hele tiden brug for et kvalificeret udviklingsarbejde med etageboligens udformning, således at boligen og de nære omgivelser modsvarer tidens krav, samtidig med at den fleksibelt kan tilpasse sig nye behov.

De svenske byggerier er gennemgående romantiske og aflæses som en nytolkning af svensk træhusarkitektur; men svensk arkitektur er ofte mere romantisk end hovedtendensen i nordeuropæisk arkitektur. Og den svenske konkurrence "Trähus 2001" blev en skuffelse i arkitektonisk henseende. Her blev det nutidige arkitektoniske billede på et moderne hus præmieret, ukarakteristisk og helt uden forståelse for at det var et moderne træhus, det var opgaven at tegne.

I Finland er der naturligvis eksempler på etagehuse i træ opført i en helt moderne arkitektur, og den finske åbenhed og vilje til ny form og design slår igennem.

De sydtyske byggerier er præget af fremsyn og med en spændende arkitektur, som konsekvent signalerer moderne træhuse. Eneste malurt i bægeret må være, at de tydeligvis ikke tager problemerne med konstruktiv træbeskyttelse alvorligt – allerede få år efter opførelsen er flere af byggeriernes facader misfarvede, og træet er truet af nedbrydning.

Det er muligt at få et etagehus i træ til at ligne alt muligt andet end et træhus, ligesom det i den danske typehusproduktion er lykkedes at få det skalmurede træskelethus til at ligne et traditionelt muret hus.

Ud fra en opfattelse af, at der på et eller andet niveau må være en sammenhæng mellem form og indhold, er der brug for at arbejde med det arkitektoniske udtryk af etagehuse i træ. Det lette, industrielt producerede træelementhus skal udformes arkitektonisk med respekt for de bygningsfysiske realiteter! Et industrialiseret hus, der udtrykker kvalitet og ikke barak og billigt byggeri – et byggeri, der naturligt passer ind i både en bymæssig og i en mere åben landskabelig sammenhæng.

Træet skal bruges med omtanke. Træets store materialemæssige kvaliteter, dets varme stofflighed skal artikuleres og være inden for "rækkevidde". Træet skal ikke kun pakkes ind bag gipsplader, men bruges synligt, hvor det af brandmæssige og klimamæssige grunde er muligt.

Træets mangfoldighed i overfladetekstur og bearbejdningsgrad skal udnyttes – fra den rå ubehandlede træstamme, den uhøvlede bjælke og det ru bræt over laminerede søjler og bjælker og glatte høvlede brædde- beklædninger til fine snedkermæssige detaljer med vindues- og dørindfatninger med lysets spil i udsøgte profilforløb.

På samme måde skal de mange forskellige overfladebehandlinger og farveholdninger medtænkes, og de skal anvendes bevidst i udformningen af det arkitektoniske billede – lige fra det ubehandlede træ, den laserende malerbehandling og til den fuldt dækkende glatte, blanke malerbehandling.

Litteratur

Riberholt, Hilmer: CASA NOVA – træbaserede etagehuse. *Byggeindustrien* nr. 1, 1999, p. 10-15.

Etagehuse af træ i Europa – en eksempelsamling. Udarbejdet for By- og Boligministeriet oktober 1999 af NOVA 5 arkitekter a/s. Kbh. 1999. 119 s.