



Bruk av tre i offentlige bygg

Oppdragsgiver:

Svinesundskommittén

Oppdrag:

Rapport

Dato:

2016-02-26

Skrevet av:

Lars Bugge

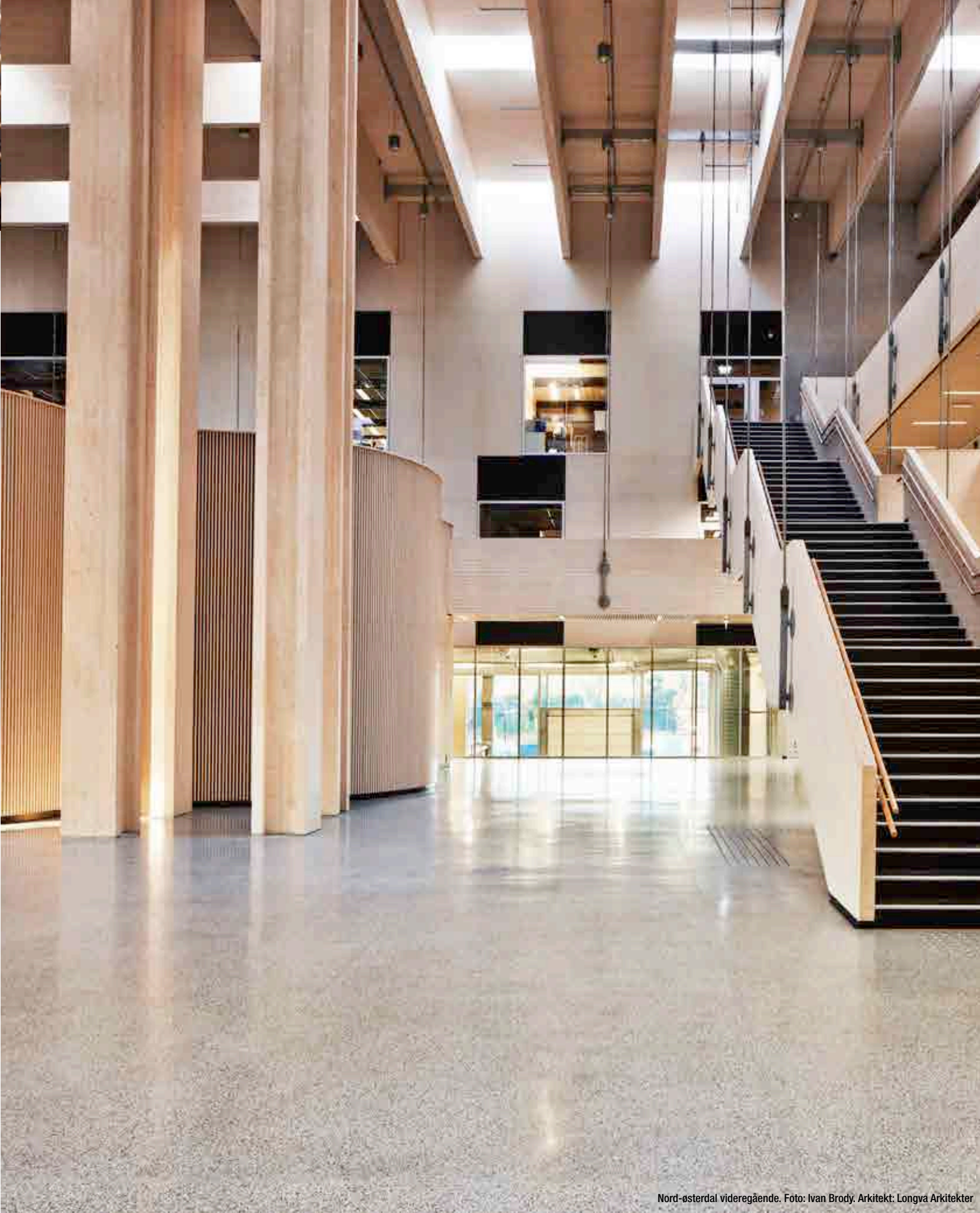
Kvalitetskontroll:

Anne Sigrid Nordby



Innhold

1	Oppsummering – sammendrag	3
2	Bygg i tre på 1-2-3	4
	Strandveien 37 i Trondheim	4
	«Treet» i Bergen	4
	Romsdal Videregående Skole	4
3	Trebygg – markedsutvikling	5
	Treprodukter	6
	Internasjonal utvikling	7
4	Miljømessige konsekvenser av å bygge i tre.	8
	Karbonbinding i tre	9
	Produksjonsutslipp	9
	Driftsrelatert energigevinst	9
	Eksempel: Råstølen sykehjem	10
5	Økonomiske konsekvenser av å bygge i tre	11
6	Tekniske og driftsmessige konsekvenser av å bygge i tre	13
	Brann	13
	Støy	13
	Vekt	13
	Byggetid	14
	Tekniske installasjoner	14
	Overflater og slitasje	14
	Fukt	14
	Overflatebehandling og hygroskopi	14
7	Andre bruksmessige konsekvenser	15
	Avhending / riving av bygg	15
8	Næringsutvikling – Hva kan økt bruk av treverk bety?	16
9	Eksempelhistorier	18
	Ullerud helsebygg	18
	Vennesla bibliotek og kulturhus	18
	Flerbrukshaller med limtrebjelker	18
	Bildmuseet i Umeå	19
	Moholt 5050	20
	Nord-Østerdal skole	20
	Dalarna mediebibliotek	21
	Åsveien skole	22
	Råå barnehage i Helsingborg	22
	Sal Haaken	22
10	Utvalgte kilder	23



Nord-østerdal videregående. Foto: Ivan Brody. Arkitekt: Longva Arkitekter

1. Oppsummering

I Norge har vi lang tradisjon med bruk av tre som byggemateriale. I moderne tid og i urban kontekst har imidlertid stål og betong vært mest brukt, og det er først i løpet av de siste 20-25 årene at tre for alvor også har fått anvendelse i større byggeprosjekter. Dette skyldes i hovedsak at vi har fått utviklet nye trebaserte byggelementer, blant annet konstruksjoner i limtre og massivtre. I tillegg har byggeforskriftene etter hvert åpnet for bruk av disse. Gunstige miljøegenskaper har også styrket interessen for bruk av tre i større byggverk.

Denne rapporten tar for seg viktige egenskaper ved tre i bygg som byggherrer og andre beslutningstakere kan ha nytte av å kjenne til. I korte trekk handler dette om:

- At trematerialer representerer lave klimagassutslipp
- At trematerialer kan anvendes i de fleste typer offentlige bygg, og tilpasses moderne, funksjonell arkitektur
- At trebygg ofte innebærer relativt kort byggetid og lavt transportbehov for materialer
- At moderne trebygg, i første rekke i massivtre, etter hvert viser seg å kunne konkurrere også når det gjelder kostnader/investeringsbehov
- At trebygg ofte oppfattes å gi godt innemiljø og høy trivsel
- At trematerialer, under visse betingelser, kan bidra til lavere energibehov i driftsfasen
- At trematerialer brukt i større bygg kan bidra til viktig verdiskapning og næringsutvikling, både lokalt og regionalt. Dette handler ikke bare om skogbruk, men en rekke bransjer som inngår i verdikjedene frem til ferdigstilling av bygg.

I byggebransjen konkurrerer de ulike materialtypene med hverandre. I dette bildet er det viktig å minne om at tre gjerne kan brukes i kombinasjon med betong, stål, aluminium og glass.

2. Bygg i tre på 1-2-3

Siden tusenårsskiftet har det vært en positiv utvikling når det gjelder tre som bygningsmateriale. Før dette var det ikke tillatt å bygge mer enn tre etasjer i treverk. Dermed ble tre i praksis begrenset til bruk i eneboliger og rekkehus.

Norsk trearkitektur har også de senere årene utviklet og utmerket seg og fått stor internasjonal oppmerksomhet. Kanskje var trebruk i bygg som for eksempel Gardermoen (OSL) og Vikingskipet på Hamar viktige inspirasjonskilder for utviklingen senere.

I dag bygges det et stadig økende antall større boligprosjekter og næringsbygg samt omsorgs- og skolebygg i tre. Noen viktige eksempler er:

Foto: Per Skogstad



Strandveien 37 i Trondheim

I 2005 ble ungdomsboligene i Strandveien 37 på Svartlamoen i Trondheim ferdige. Med sine 1030 kvadratmeter fordelt på 5 etasjer var dette blant de største trebyggene i Norge. Både vegger og dekker er utformet i massivtre.



Foto: BOB Eiendomsutvikling AS

«Treet» i Bergen

Midt i desember 2015 ble verdens høyeste trehus, boligblokken «Treet» tatt i bruk. Bygget, som står rett ved Puddefjordsbroen i Bergen, rommer 62 leiligheter og er med sine 14 etasjer 51 meter høyt. Bestående av 48 moduler bygd i limtre, demonstrerer «Treet» det mest avanserte innen norsk (tre-) byggekunst.

Romsdal Videregående Skole

I februar 2016 startet byggingen av Romsdal Videregående Skole. Skolen blir på hele 12 700 kvadratmeter og får plass til 950 elever. Når det står klart til skolestart i august 2018, kan skolen smykke seg med så langt være det størst massivtrebygget i Norge.

Disse tre eksemplene vitner om moderne videreføring av en lang norsk byggetradisjon der tre har vært det fremtredende materialvalget. Siden vikingenes tid har vi brukt tre til skip og bygninger. Stavkonstruksjonen gjorde det mulig å reise kirker i middelalderen – en løsning som har ført til at stavkirkene våre er blant verdens eldste trebygg. Videre har tømmerbygg i mange varianter dominert byggeskikken i bygder og byer i århundrer. Mange av dem lever fortsatt i beste velgående, ikke minst i trebyer som Stavanger, Bergen og Trondheim. Lafteteknikken har gjort det mulig å gjenbruke tømmerbygg, og ført til at flere bygg er blitt fraktet til byer fra distriktene rundt. Teknikken var en viktig grunn til at Trondheim ble gjenreist i rekordfart etter store bybranner i 1840-årene.

De tre eksemplene viser også at bygg som huser viktige samfunnsinstitusjoner kan lages i tre. Limtre og massivtre gir viktige muligheter. Bygningselementer i tre kan designes, produseres og sammenstilles like effektivt som elementer i stål og betong. Materialer konkurrerer med hverandre, og i byggebransjen har de hver sine grupper av talsmenn og forkjempere. I noen tilfeller kan betong og stål være formålstjenlige å velge, i andre tilfeller treverk. Men det er også viktig å minne om at materialene fint lar seg kombinere og gi flotte resultater.

3. Trebygg – markedsutvikling

1

2



Når vi tenker på trebygg, er det lett å se for seg en tradisjonell enebolig eller et rekkehus. Noen ser nok også for seg tømmerhus og stavkirker. Alle basert på enten tømmerstokker eller bygg med planker og bord.

I de siste 20-25 år har treprodukter for byggebransjen utviklet seg. Vi har f.eks. lenge brukt limtrebjelker innvendig i bygg. Men limtre har etter hvert blitt vanligere som bærende konstruksjoner i store bygg. Bare kikk opp i taket neste gang du reiser fra Gardermoen, eller ut av bilvinduet når du kjører på østlandet et sted; sjansen for at du vil krysse over på en trebru har blitt større med årene. Og selv om Vegvesenet enda ikke har konkludert, kan verdens lengste trebru på 1,4 km fortsatt bli realitet når ny Mjøsbu skal bygges om noen år.

1. Limtrekonstruksjonen til Treet i Bergen
Foto: Moelven
2. Sletta bru, E6, Eidsvoll. Foto Erik Aasheim



Hytte på Skåtøy ved Kragerø, kledd med trespon fra Norsk Spon as. Arkitekt/foto: hlm arkitektur as.

Treprodukter

Massivtre er betegnelsen på bygningselementer satt sammen av treplanker. Elementene kan settes sammen på ulike måter. Plankene legges som oftest i 3-5 lag hvor hvert lag ligger vinkelrett på det neste. Lagene limes, spikres, skrus eller dybles sammen til store plater eller skiver som kan være 1-3 meter brede og opp til 16 meter lange. Dybler er tørre treplugger som slås ned i ferdigborede hull i elementet. Disse vil etter hvert ekspandere og holde elementet sammen, hvilket gjør at det består 100% av tre. Massivtre-elementer kan brukes i de fleste byggtypen, som vegger, etasjeskillere/dekker og tak.

Moderne bruk av massivtre skriver seg tilbake til 1970-tallet, da elementer av treplank ble satt sammen til dekker på broer i Canada. Det finnes også historier om at man i midtvesten i USA bygde elementer av lavkvalitetsplank fra sagbrukene og bygde hus av disse. I Europa tok interessen for massivtre seg opp på 1990-tallet, først og fremst i land som Østerrike, Sveits og Tyskland. I de siste 8-10 årene har massivtre gjort seg stadig mer gjeldene både i svensk og norsk byggebransje, men ofte er elementene hentet fra utlandet.

Limtre og massivtre gjør tre mer attraktivt som materiale i moderne bygg. Det er imidlertid en rekke andre produkttyper, ofte kalt «Engineered Wood Products» (EWP), som har blitt utviklet i de senere år, og som gjør det mulig å bygge med tre i industrialiserte prosesser. Disse produktene bidrar til å øke verdien av biprodukter (flis), og de representerer løsninger som lar seg utnytte i moderne byggtknikk.



Masonite I-bjelke.

Noen eksempler er:

- Masonite-bjelker er satt sammen av treplank og trefiberplater, og kan brukes som stendere i vegger og bjelker i gulv og tak. Produktet har høy styrke i forhold til vekt, er formfast, kan lett bearbeides (bl.a. hulltaking) og er gunstig med tanke på lyd/støy. Masonite produseres av Byggma i Sverige.
- Plater av ulike typer. I første rekke OSB (oriented strand board) og MDF (medium density fibreboard), i tillegg til mer tradisjonelle spon- og finerplater.
- Fingerskjøting: Teknologi for skjøting av plank.

Det utvikles stadig nye og også sammensatte treprodukter for byggeindustrien, for eksempel er «TermoElement»: en byggeblokk som kan brukes istedenfor tradisjonelt reisverk. Et annet eksempel er såkalt hulldekke (fagverksbjelke) i tre utviklet av Jatak.

På Havdal gård i Melhus produseres saget og kløyvd trespon som kan brukes som ytterkledning og takteking. Spon herfra har vært benyttet på en rekke profilerte bygg de seneste årene. Administrasjonsbygget til Viken Skog ved Hønefoss (Stein Halvorsen arkitekt) har en innvendig «grankongle» som er kledd i spon, og som er opplyst og godt synlig fra europaveien på kveldstid. Og på Skåtøy ved Kragerø har HLM arkitektur tegnet en hytte med sponkledning som har fått oppmerksomhet for sin spesielle arkitektur og pressedekning i bl.a the Guardian.

Det finnes også en del treprodukter som ikke har nådd kommersialiseringsfasen enda. Gode eksempler på dette er ulike typer «byggeklosser», i visse tilfeller basert på gjenbruk av treplank. Et eksempel er «Stavneblokka» som er en slags trematerialets svar på «Leca»-blokken. Stavneblokka er satt sammen av gjenbrukte planker til et massivtreelement som kan stables oppå hverandre og danne vegger.



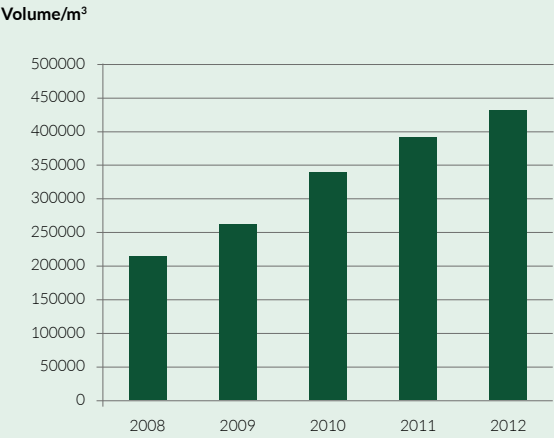
Stillerom av Stavneblokker remonteres på ny lokasjon i Trondheim. Foto: Anne Sigrd Nordby

Internasjonal utvikling

Internasjonalt har anvendelsen av tre som bygningsmateriale utviklet seg betydelig i de senere år. Særlig gjelder dette land i Europa som Østerrike, Sveits og Tyskland. I USA og Canada er også tre i sterk fremgang. Noen forklaringer på veksten er:

- Utvikling av treprodukter som lar seg utnytte i industrielle byggeprosesser
- Miljøegenskaper, bl.a. med hensyn på klimagassutslipp
- Gunstig innemiljø og kobling til alternative klimatiseringsløsninger

Diagrammet under viser veksten i Europa for produksjon av massivtre: Long-term outlook for engineeredwood products in Europe, Heikki Manninen, Technical Report 91, 2014.



Vekst av massivtreproduksjon i Europa, i volum massivtre (m3)



4. Miljømessige konsekvenser av å bygge i tre

Nye løsninger for bruk av tre (arkitektur, produkter) har gjort at tre gir betong og stål sterkere konkurranse når det gjelder materialvalg i offentlige bygg. Ofte står sterke talsmenn for hver av materialtypene mot hverandre, og ofte brukes energi- og miljørelaterte argumenter i ordskiftet. Nedenfor gis det noen beskrivelser og forklaringer av hvordan tre fungerer som materiale i ulike perspektiv.

Her er det viktig å være klar over at vurderingene ofte går over i hverandre. Et eksempel som illustrerer dette er: Enkelte massivtrevegger trenger ikke maling, sparkling eller annen behandling. Dette reduserer malebehovet og dermed også både investerings- og vedlikeholdsbudsjettet. Samtidig unngår man emisjoner (gasser fra maling, lim og fugeprodukter) som alternativt må ventileres ut. Man bruker altså færre materialressurser og reduserer ventilasjonsbehovet (miljøvennlig og økonomisk). Imidlertid bør man være klar over at fravær av overflatebehandling på utsatte steder i f.eks et skolebygg også kan føre til økte rengjøringskostnader. Derfor bør disse tiltakene vurderes i sammenheng.

En bygning representerer miljøbelastninger fra råvarer som hentes ut av naturen via materialproduksjon og videre gjennom bygging, drift og til slutt riving og evt. energigjenvinning eller resirkulering. Tiltak for å redusere disse belastningene blir stadig mer aktuelt pga økt miljøbevissthet hos byggherrer.

Karbonbinding i tre

Tre er fornybart og leder ikke til klimagassutslipp, hevder mange. Det er riktig at tre og annen biomasse gjennom karbonkretsløpet binder karbon gjennom omdannelse av CO₂ i fotosyntesen. Rundt regnet vil ett kilo tre binde en mengde karbon som tilsvarer så mye som 1,8 kg CO₂. Men, man må samtidig huske på at når et tre hugges, står en stor andel biomasse (greiner, topper, rot) igjen i skogen. Alt dette brytes ned over tid og danner CO₂. Det samme vil skje med en stor andel biprodukter fra trelastproduksjon (bark og flis) som ofte brukes i energiproduksjon, bl.a. til tretørking og for å lage damp i papirfabrikker.

Betong på sin side, vil over tid karbonatisere og binde noe av det kjemiske utslippet tilbake. Man kan si at betong på et vis fungerer som et CO₂-sluk, og betongbransjen har fremhevet denne prosessen som en miljøfordel. Imidlertid er den totale klimaeffekten av karbonatisering beskjedent sett i forhold til karbonlagring i biomasse.

Produksjonsutslipp

Før man kan benytte de ulike byggevarene, har alle materialtyper gjennomgått produksjonsprosesser. Og nesten alle produksjonsprosesser innebærer ulike typer klimagassutslipp. En rekke studier av klimagassutslipp ved produksjon av byggematerialer viser at tre generelt kommer godt ut når man sammenligner med stål og betong (resirkulert stål og lavkarbon-betong inkludert). Dette skyldes først og fremst at produksjon av både stål og betong er svært energikrevende, og at det i tillegg frigis CO₂ direkte gjennom kalsineringsprosessen for betong.

Det hersker forholdsvis bred enighet blant eksperter om at tre, både fra naturens side og gjennom lave produksjonsutslipp, har viktige fortrinn knyttet til klimagassutslipp. F.eks. er det gjennom flere av pilotprosjektene i forskningssenteret Zero Emission Buildings (NTNU/Sintef) og i FutureBuilt-programmet vist at bruk av tre kan redusere klimagassutslippene fra materialbruken betraktelig.

For å kunne måles på likt grunnlag, må byggematerialer settes sammen til sammenlignbare bygningsdeler. I en studie gjennomført av Asplan Viak for Husbanken/ Miljømerket Svanen i 2015, ble konstruktive bæresystemer i henholdsvis tre, betong stål og aluminium vurdert. Beregningene inkluderte en rekke variabler i forhold til beregningsmetode, og viste at uansett metode så var det bæresystemet i tre som kom best ut når det gjelder produksjonsrelaterte klimagassutslipp.

Driftsrelatert energigevinst

Legger man seg ned på et svaberg en solfylt sommerdag, vil man kjenne at fjellet føles varmt lenge etter at solen har gått ned. Fjell har

«Tre leder altså varme og kulde dårlig. Bare prøv å gå fra et tregulv og over på et flislagt gulv - der varmekablene er skrudd av! Det vil føles kaldt selv om begge gulv har nøyaktig lik overflatetemperatur»

god evne til å lagre varme (høy varmekapasitet) og evne til å lede varme (høy varmeledningsevne). Tre derimot, har også forholdsvis høy varmekapasitet, men lav varmeledningsevne, - det vet alle som til slutt har greid å få en vinterkald tømmerhytte varm! Dette betyr at stein og betong vil være mer effektivt å bruke enn tre dersom målet er å utnytte kulde/varmelagringsevne over døgnet for å redusere energi- og effektbehov i et bygg.

Tre leder altså varme og kulde dårlig. Bare prøv å gå fra et tregulv og over på et flislagt gulv - der varmekablene er skrudd av! Det vil føles kaldt selv om begge gulv har nøyaktig lik overflatetemperatur.

Disse egenskapene kan utnyttes når bygg planlegges. Nettopp fordi harde gulv som betong, flis, skifer osv. leder bort varme, vil de føles kalde. Såpass kalde at varmekabler står på hele året for å gi nødvendig komfort. I et rom med tregulv kan man derfor ofte greie seg med noe lavere romtemperatur enn dersom gulvet var av harde materialer. Dette er forhold som over tid kan bidra til at tre påvirker energiforbruket positivt.

Treverk kan ta opp i seg og avgi fuktighet, ettersom tre er et såkalt hygroskopisk materiale. Ved faseskifte, når vann veksler mellom å være damp i rommet og i væskefase i treverket, foregår samtidig en energioverføring (latent varmeutveksling). Dette gir tre en ekstra «varmetreghet» som også kan benyttes til å dempe temperaturvariasjoner.

De hygroskopiske kvalitetene fører til såkalt fuktbufring – utjevning av fuktbelastninger – og kan dermed bidra til lavere ventilasjonsbehov i rom ved mye fukt, eller der det er høye krav til stabilt fuktnivå (f.eks i museumssamlinger). Lavere ventilasjonsbehov betyr bl.a. at man bruker mindre energi fordi man da ikke trenger å «dytte» så mange kubikkmeter luft gjennom bygget, og man får færre kubikkmeter luft å varme opp.

Så langt kan man neppe si at det finnes noe entydig samstemthet blant eksperter på klimatisering av bygg (materialbruk, energi, ventilasjon) om at trebygg har generelt bedre egenskaper knyttet til energiforbruk enn andre bygg. Det man imidlertid kan si er at trematerialer har interessante egenskaper knyttet til å buffre varme og kulde, samt fukt og forurensninger. Det er behov for mer forskning for å fullt ut forstå disse effektene, men eksempelet nedenfor antyder hvordan man ser for seg at det er mulig å utnytte treverkets hygroskopiske og fuktbufrende egenskaper:

Eksempel: Råstølen sykehjem

På oppdrag fra Bergen kommune utførte Asplan Viak en analyse høsten 2014 knyttet til konsept-/materialvalg for Råstølen sykehjem. Man stilte spørsmålene:

- Vil en løsning med massivtre kunne bidra til reduksjon av energibruken til oppvarming og ventilasjon gjennom å utnytte treets hygroskopiske og fuktbufrende egenskaper?
- Vil luftmengder tilført ved hjelp av mekanisk ventilasjon kunne reduseres ved bruk av treets hygroskopiske og fuktbufrende egenskaper?

Resultatene fra simuleringen tyder på at aktiv bruk av eksponerte treoverflater vil kunne bidra til et noe redusert energiforbruk. Luftmengder kan reduseres ved en kombinasjon av god ventilasjonsstyring (VAV) og utnyttelse av treets hygroskopiske egenskaper. VAV, hygroskopiske mekanismer og stor himlingshøyde (på beboerrom) vil samvirke til å redusere krav til mekaniske ventilasjonsluftmengder. Gjennom å tilpasse og utnytte disse egenskapene til byggenes ulike funksjoner kan man oppnå viktige miljømessige, økonomiske og trivsmessige fordeler.

5. Økonomiske konsekvenser av å bygge i tre

Sammenlignet med sine konkurrenter har tre åpenbare miljøfordeler, særlig knyttet til klimagassutslipp. Når det gjelder byggekostnader er bildet mer sammensatt. Erfaringer i de senere år tyder på at f.eks. massivtre har krevd et noe høyere investeringsbehov, isolert sett, enn alternativene. I dette bildet er det viktig å minne om at mange de senere års større byggeprosjekter i tre, bl.a. illustrert i kap. 8 (eksempelhistorier), er spesialdesignede bygg. Å utnytte kunnskap fra tidligere byggeprosjekter for derved å redusere kostnader, er utfordrende for slike bygg.

Flere forholdsvis store byggeprosjekter som ble startet opp i 2014 og 2015 kan tyde på at massivtreøsninger styrker sin konkurranseevne også når det gjelder kostnader. Den økte bruken av massivtre i studentboliger, en byggtipe som i større grad kan «masseproduseres», kan tyde på nettopp dette. Kostnadene for slike boliger må i stor grad ligge innenfor hva som er bestemt av Kunnskapsdepartementets rammer, og dermed være forholdsvis rimelige å bygge.

Da Frogn kommune sommeren 2015 bestemte seg for å satse på massivtre i sitt hittil største byggeprosjekt (Ullerud Helsebygg på 11 500 kvadratmeter nybygg), sier det kanskje noe om at trebygg etter hvert kan konkurrere både på kostnader og kvalitet. I dette prosjektet lå massivtrealternativet om lag 6-14% lavere i pris enn 3 konkurrerende tilbud basert på løsninger i stål og betong.

Men, over levetiden til et bygg er det økonomiske bildet sammensatt, og man kan ikke vurdere investeringsbehov alene. Ofte benyttes derfor livssyklus kostnader (LCC) for å vurdere alternativer opp mot hverandre. LCC er en metode som gjør det mulig å vurdere kostnader for et byggverk for alle livsløpsfaser. (Metoden er standardisert i NS 3454.) LCC beregnes med summen av kapitalkostnader og nåverdi av kostnader til drift, vedlikehold og utvikling, minus en restkostnad. Kort byggetid har f.eks. vært anført som et argument for å velge massivtre. Kort byggetid betyr at kapitalen bundet i bygget kan komme raskere i omloop (bli brukt), noe som igjen vil slå positivt ut i en LCC analyse.

«De som velger å bygge i tre i dag, bidrar samtidig til å gjøre trebygg billigere i fremtiden»

6. Tekniske og driftsmessige konsekvenser av å bygge i tre

Betong og stål har vært brukt i større bygg i svært lang tid, og byggemetoder er godt utviklet. Det samme kan ikke sies om bruk av tre. Etter hvert som de store trebygg-prosjektene øker i antall, vil både leverandører, rådgivere og entreprenører vinne erfaringer. Konkurranse og profesjonalitet vil kunne tilta. Trebyggeri vil følge de samme lærekurver som andre bransjer og teknologier gjør, og dette betyr at enhetskostnader over tid vil falle. Som illustrasjon på dette utviklingstrekket, vises det ofte til hvordan prisen for mobiltelefoner falt gjennom 2000-tallet, eller hvordan kostnadene, og dermed også prisene, har falt for solceller de siste årene.

Dette betyr at de som velger å bygge i tre i dag, bidrar samtidig til å gjøre trebygg billigere i fremtiden.

Livssyklusanalyser (LCA) kan fortelle om miljøegenskaper ved ulike byggetekniske løsninger. Slike analyser kan f.eks. brukes for å vise hvordan ulike materialvalg vil føre til ulike utslipp av klimagasser og andre miljøbelastninger. Analyser av livssykluskostnader (LCC) vil si noe om hvilke årlige kostnader en byggherre må forvente at et

byggeprosjekt som f.eks. en skole vil gi over levetiden. Hva en skole krever av investeringer er viktig, men kostnader for drift og vedlikehold kan være vel så viktige å vurdere forut for en investeringsbeslutning. Dermed er det god grunn til å kreve begge typer analyser når byggeprosjekter legges ut på anbud. Analysene vil også klargjøre viktige forskjeller knyttet til materialvalg. Både LCA- og LCC-analyser kan bidra til å skyve kundepreferanser over mot tre, særlig fordi tre scorer høyt i LCA-analyser.

Nedenfor nevnes noen viktige egenskaper ved tre, knyttet til selve byggeprosessen og til bygningsdrift.

Brann

At tre er brennbart vet alle. Men vi vet også mye om hvordan tre oppfører seg når det tar fyr og utvikler brann. Tidligere kunne man oppleve at brannfare ble brukt som argument mot å bruke trematerialer i større bygg. Men trekonstruksjoner med store tverrsnitt som tømmer, limtrebjelker og massivtre har høy brannmotstand og representerer som regel en mindre risiko for sammenbrudd under brann enn f.eks. stålkonstruksjoner. Ved brann vil f.eks. overflaten av en limtrekonstruksjon forkalles og hindre tilførsel av luft (oksygen) som trengs for å holde brannen gående.

Ved å prosjektere riktig kan trekonstruksjoner oppfylle branntekniske forskrifter og krav for mange typer bygg. Slik prosjektering kan bl.a. handle om overdimensjonering, anvendelse av brannhemmende materialer, sprinkling, men også valg av kombinasjoner med andre materialtyper.

Støy

Støyutfordringer vil oppstå i de fleste typer større bygg. Man får bl.a. behov for å dempe luftlyd som f.eks. høy musikk fra nabo og trinnlyd som kommer gjennom gulv/etasjeskiller og trapper. Støydemping oppnås når man f.eks. legger lag med ulike materialer oppå hverandre i en gulvkonstruksjon. Det kan være tre i kombinasjon med ulike isolasjonsmaterialer, plater, og til og med sand og grus i visse tilfeller. De fleste støyutfordringer kan løses gjennom grundig prosjektering.

Vekt

Massivtre veier 400-500 kg/m³, betong veier 2000-2500 kg/m³, og stål veier 7900 kg/m³. Materialene utnyttes naturligvis på ulike måter i konstruksjoner, men rent vektmessig kan trekonstruksjoner ha betydelige fordeler som i seg selv gir viktige miljømessige og økonomiske gevinster. Mindre vekt gir lavere transportbehov og kan dessuten innebære mindre omfattende grunn- og fundamenteringsarbeid. Lav vekt kan gi viktige muligheter når bygg skal bygges på eller rehabiliteres. På minussiden gir lav vekt større utfordringer når det gjelder å motstå krefter og svingninger forårsaket av vind.

7. Andre bruksmessige konsekvenser

Byggetid

Når trebygg (massivtre og moduler) lages ferdig på fabrikk, betyr det kort tid på byggeplass. Slike bygg bygges ikke i tradisjonell forstand, de monteres. Dette gir grunnlag for å øke kvalitet gjennom kontrollerte byggeprosesser, lavere kostnader knyttet til rasjonell produksjon (bl.a. færre folk involvert), mindre avfall på byggeplass m.m. Det bør imidlertid også påpekes at treverk i byggefasen ikke bør utsettes for mye nedbør som kan gi grobunn for misfarging og muggdannelse. Selv om man ideelt sett derfor bør beskytte mot regnvær f.eks. ved å benytte et telt over bygget, viser flere gjennomførte prosjekter at treverket tåler en del nedbør uten at det oppstår utfordringer av større omfang.

Tekniske installasjoner

I et massivtre-råbygg kan man starte øvrige byggearbeider umiddelbart etter montering, i motsetning til råbygg i stål og betong. Treverk trenger ingen påstøp, ingen tørketid, og det er dessuten enkelt å bearbeide (lage hull og åpninger). Treverk er også enkelt å feste ulike komponenter i - alt fra f.eks. kabelbruer til innredningsdetaljer.

Gjennom fabrikkproduksjon av trebygg, f.eks. i massivtre, er det fullt mulig å få til løsninger der føringer for el-kabler og rør blir skjult. Men det fordrer et grundig prosjekteringsarbeid, der alle store og små detaljer er tatt med. Nøye prosjektering og planlegging gir uansett muligheter for ryddige og kostnadseffektive byggeprosesser.

Overflater og slitasje

I driftsfasen vil man f.eks. for et skole- eller barnehagebygg oppleve slitasje på både ytre og indre overflater. Trepanel kan eventuelt stå ubehandlet på yttervegg, men i mange tilfeller foretrekkes maling, beis eller andre overflateprodukter pga ønske om farge. På indre overflater vil tre tåle skader bedre enn f.eks. gipsplater. Massivtrevegger tåler langt på vei samme påkjenninger som betong. Noen skader vil treverket selv kunne reparere når treet «sveller» tilbake etter vask.

Fukt

Som nevnt har tre en god evne til å ta opp og avgi fukt (hygroskopisk). En grunn til å velge hygroskopiske materialer som tre, er at man reduserer risikoen for fukt og kondensdannelser i konstruksjoner og på overflater. Dermed reduseres fare for mugg og råte, og man kan forvente en lenger teknisk levetid for materialene. En viktig forutsetning er imidlertid at konstruksjoner detaljeres slik at fukten tørkes ut mellom belastningsperiodene. Dersom fuktig treverk ikke får tilgang på luft øker faren for at nedbryting starter og vi får råtedannelse. Derfor er det viktig at man for trekonstruksjoner unngår hulrom som ikke luftes, og at treverk som ikke er spesialbehandlet (impregnert) ikke kommer i kontakt med fuktig grunn.

Overflatebehandling og hygroskopi

Forutsetningen for å kunne dra nytte av treets hygroskopiske og fuktbufrende egenskaper er at overflatene beholdes dampåpne og at porene ikke tettes igjen med maling eller lakk. Vanlige malingstyper (akryl/ alkyd/ olje/ polyuretan-basert) har høy dampmotstand, mens andre overflatebehandlinger peker seg ut som mer dampåpne - i første rekke luting, kalkfarge, limfarge, oljeemulsjonsmaling, silikatmaling og silikonemulsjonsmaling.

De aktuelle behandlingene er matte og har begrenset vaskbarhet. Det må derfor gjennomføres tilpasninger som begrenser problemer knyttet til dette. Det kan dreie seg om detaljeringstiltak i tillegg til sonedelt behandling. Sonedelt behandling innebærer at dampåpne overflatebehandlinger i første rekke benyttes i himling og øverst på vegg. For å ivareta både fuktbufriingskapasitet og vaskbarhet av rom bør man:

- Minske risiko for støvsamling gjennom riktig finish/montering
- Differensiere soner ift behov for renhold (vurdere hygiene/estetikk)
- Velge rett overflatebehandling på rett sted, og fortrinnsvis beholde fuktbufriingskapasiteten på størstedelen av innvendige flater

Man skal være varsom med å generalisere, men de fleste av oss assosierer tre med et godt innmiljø og trivsel i vid forstand. Tre har farge og mønstre som opptar øyet, kanskje en lukt som de fleste liker, og gir en akustikk som ofte bidrar til god atmosfære.

Kanskje fordi tre isolerer (har lav varmekonduktivitet) føles det godt å ta på. Mange liker rett og slett å ta og føle på treverk, og velbrukte treoverflater gir en særegen patina. Slitte håndtak og bordplater er vel med på å gjøre bondeantikviteter verdifulle? Og av drivved og solgrånet ytterkledding lages eksklusive designmøbler.

Trebruk kan påvirke innemiljøet på flere måter. De rent fysiske egenskapene som luftkvalitet, fuktighet, støv og partikler kan måles og dokumenteres. Sammenhengen mellom tre og psykologiske effekter, f.eks. følelse av velvære, og at tre kan virke stressreducerende, er vanskeligere å slå fast konkret. Noen undersøkelser kan imidlertid tyde på at det er en sammenheng.

Avhending / riving av bygg

I «gamle dager» hadde man ofte hundreårsperspektiv når man bygde. Vi ser nå at bygg som bare er 30-40 år gamle ofte rives helt, eller gjennomgår rehabilitering hvor både fasader og innvendig utrustning tas ut. Følgelig bør vi være opptatt av hva som skal skje med bygget når levetiden er over. Ikke alle er klar over at energiforbruket for å produsere materialer og å sette opp et nytt bygg i dag, er i samme størrelsesorden som 40-50 års energiforbruk til drift gjennom byggets levetid. Hvordan man anvender materialer har følgelig stor miljøkonsekvens!

Treverk fra rivingsprosjekter (rivingsvirke) blir som oftest kvernet og brukt som brensel. Andre materialer går gjennom mer ressurskrevende nedstrømsprosesser, og inngår ikke alltid i noen form for kretsløp. Generelt brukes mye ressurser i dag for å kartlegge og behandle

miljøfarlig avfall fra ulike typer materialer og tilsetningsstoffer som i årenes løp har vært brukt i byggevarer. For å forenkle sortering og tilrettelegge for gode nedstrømsløsninger, er det en fordel å bruke større kvanta av velprevde og miljømessig uproblematisk byggematerialer i konstruksjoner som enkelt lar seg demontere.

I fremtiden kan større oppmerksomhet omkring kretsløpsøkonomi, eller sirkulærøkonomi, føre til at konstruksjoner fra et eksisterende bygg i større grad vil kunne gjenbrukes på nytt. F.eks. er det i prinsippet fullt mulig å ombruke limtrebjelker og massivtreelementer i nye konstruksjoner. Dette vil i såfall kunne bidra til å redusere miljøbelastninger for byggematerialer i betydelig grad. Og, ser en tilbake i tid, vil dette slett ikke være noe nytt; gamle laftebygg kan være flyttet og ombrukt både to og tre ganger!

«Treverk fra rivingsprosjekter (rivingsvirke) blir som oftest kvernet og brukt som brensel. Andre materialer går gjennom mer ressurskrevende nedstrømsprosesser, og inngår ikke alltid i noen form for kretsløp»

8. Næringsutvikling – hva kan økt bruk av treverk bety?

Fra tre kan man lage et utall typer produkter, ikke bare bygningsmaterialer. Gjennom sitt brede produktspekter har ikke minst Borregaard vist hvilke muligheter som finnes. F.eks. er vaniljesmaken i iskrem basert på vanilin som lages av tømmer!

Ved å benytte moderne treeteknologi kan tre konkurrere med andre byggematerialer i de fleste typer bygg. Men det vil kreve at man greier å industrialisere og utvikle verdikjeden skog - hogst - sagbruk - tørke, og videre prosjektering, bearbeiding, logistikk og design.

Tidligere leverte sagbrukene i hovedsak plank og listverk. Når hus ble bygd omdannet byggmestre og tømrere disse råmaterialene til et sluttprodukt på byggeplass, tidvis med varierende planlegging og prosjektering.

Etter hvert ble sagbrukene med videre i verdikjeden; man etablerte ferdighusprodukter, ofte basert på sammensetting av ferdigbygde moduler fra fabrikk.

Sagbrukene ser ut til å gå videre i retning av industrialisering:

- Modulbygging fortsetter og utvikles videre
- Man ferdigprosjekterer og lager «pre-cut»-løsninger
- Man lager ferdige konstruksjoner som monteres på byggeplass
- I tillegg kommer produkter med spesialbehandling av flater;
- Impregnering, varmebehandling m. m.
- Ferdig malt eller beiset panel

Dette viser at skog og skogbruk gir opphav for flere og lengre verdikjeder. Derfor inkluderes gjerne nye typer fagfolk, slik som produktutviklere, designere/arkitekter, byggingeniører, materialspecialister osv.

Skal flere mindre aktører lykkes med en rolle innenfor disse verdikjedene, kan det å etablere nettverk og utvikle såkalte «næringsklynger» være viktig. Noen aktører blir for små til å makte større leveranser på egenhånd. Men i etablerte samarbeidskonstellasjoner med andre, vil det f.eks. være mulig å tilby større bygg (skoler, barnehager, bo- og behandlingshjem).

«Dette viser at skog og skogbruk gir opphav for flere og lengre verdikjeder. Derfor inkluderes gjerne nye typer fagfolk, slik som produktutviklere, designere/arkitekter, byggingeniører, materialspecialister osv.»



Foto: Jan Vidar Martinsen, Jenserud Foto Ans

En rekke studentboliger har vært bygd i de senere år, mange av dem i massivtre. I følge iTre AS, som pr mai 2015 har vært involvert i planlegging og bygging av over 4000 studenthybler, går det med om lag 21 m³ tømmer (vel 8 m³ massivtre) pr hybel. Litt enkelt illustrert betyr det at en tømmertrailer frakter nok tømmer til to studenthybler. Eller sagt på en annen måte: iTre AS sine studenboligprosjekter gir behov for 84 000 m³ sagtømmer.

Uttak av sagtømmer skjer i hovedsak ved såkalt sluttavvirkning der alle treslag og kvaliteter på et område hentes ut samtidig. Ved sluttavvirkning er det vanlig at om lag halvparten av tømmeret har god nok kvalitet til å bli plank (sagtømmer), og resten blir råstoff for papir eller energi (masse- og energivirke). Skal man ha ut 84 000 m³ sagtømmer betyr dette at man i alt vil hugge det dobbelte volumet, dvs 168 000 m³ tømmer. Sammenligner man dette tallet f.eks. med den samlede avvirkningen i Østfold fylke for 2014, på 704 000 m³, ser man at etterspørselen av tømmer fra massivtreproduksjon kan bli forholdsvis betydningsfullt.

En annen måte å illustrere verdiskapning på grunnlag av tre i bygg, er å se prisen på råstoff opp mot pris på ferdigvare. Som nevnt trengs det om lag 2,5 m³ sagtømmer for å produsere én m³ massivtre. Gitt en enhetspris til skogeier på 500 kr/m³ for sagtømmer, betyr det at råstoffkostnaden for en kubikkmeter massivtre er ca 1200-1300 kr. En representativ pris på massivtre i byggeprosjekter er om lag 1000 Euro/m³, eller 9 500 kr/m³. Talleksemplet viser at foredlingsverdien fra sagbruk, produksjon, konstruksjon/design og transport frem til byggeplass er på 7-8 ganger verdien av selve råstoffet. Fortjenesten som ligger i denne merverdien går i dag i stor grad til utenlandske aktører i store byggeprosjekter der norske produsenter ikke kan levere nok volum.

Videre industrialisering vil trolig ha stor betydning for å øke bruk av tre i bygg. At den svenske stor-aktøren Stora Enso nå er Europas største massivtre produsent kan tyde på det. I Europa, og kanskje spesielt i Østerrike, står imidlertid mindre massivtreprodusenter for en stor andel av årlig produksjonsvolum, om lag 25% i 2012. Dette har trolig å gjøre med at mindre produsenter her har lyktes med å «kapre» markeder for mindre prosjekter, først og fremst ene- og flermannsboliger. Dette viser at mindre norske aktører også bør kunne hevde seg i markeder med avanserte trebaserte bygningsmaterialer. Et eksempel på dette kan være å levere deler til landbruksbygg.

9. Eksempelhistorier



Illustrasjon: Rønsen Arkitekter

Ullerud helsebygg

Med et bruttoareal på om lag 12 000 m², blir Ullerud helsebygg det største byggeprosjektet i Frogn kommunes historie. Helsebygget blir bygget i massivtre fordi dette alternativet var best på pris og miljø. Livssykluskostnadene (LCC) til bygget var et viktig kriterium og bidro til at valget falt på massivtre. Bygget skal sertifiseres etter BREEAM

- NOR standarden i kategorien «VERY GOOD». Helsebygget vil få 108 sykehjemsplasser, lærings-, mestrings- og rehabiliteringssenter, dagsenter for eldre og sentralkjøkken. Byggearbeidene startet i juni 2015, og bygget forventes ferdigstilt våren 2017.



Foto: Emile Ashley copyright Helen & Hard

Vennesla bibliotek og kulturhus

I Vennesla bibliotek og kulturhus er kurvede limtrebjelker brukt for å skape et spesielt visuelt uttrykk, i tillegg til å fungere som bærekonstruksjon. Hovedkonstruksjonen består av 27 ribber som spenner over hele rommet og inneholder tekniske føringer og innebygd møbler. Kulthuset er designet av Helen & Hard, og inneholder et nytt bibliotek, kafé og offentlige møteplasser. Bygget har vunnet flere norske priser, og ble i januar 2016 kåret til verdens 4. vakreste bibliotek av den populære nettavisen Huffington Post, som har 81 millioner lesere over hele verden.

Flerbrukshaller med limtrebjelker

Bærekonstruksjoner med lange spenn til for eksempel idrettshaller kan fint bygges med limtrebjelker. Eksempler er Vikingskipet på Hamar, Håkonshall på Lillehammer og Sveriges største idretts- og kulturarena, Göransson Arena i Sandviken. Olympiahallen i Hamar har limtrebjelker på opp til 96 m, og huser en av verdens største skøytebaner. Håkonshall er en flerbrukshall, opprinnelig bygd som en av to ishockeyarenaer til OL 1994. Göransson Arena brukes til bandy-kamper, konserter og diverse kulturarrangement.



Bildmuseet i Umeå

Bildmuseet er et svensk statlig eid kunstbygg for internasjonal samtidskunst, og ble oppført i 2012. Bygget er 36 meter høyt og har 7 etasjer. Henning Larsen Architects har tegnet det sammen med White arkitekter. Fasaden er kledd med panel av sibirsk lerk.

Fotograf: Åke E:son Lindman. Arkitekt: Henning Larsen Architects

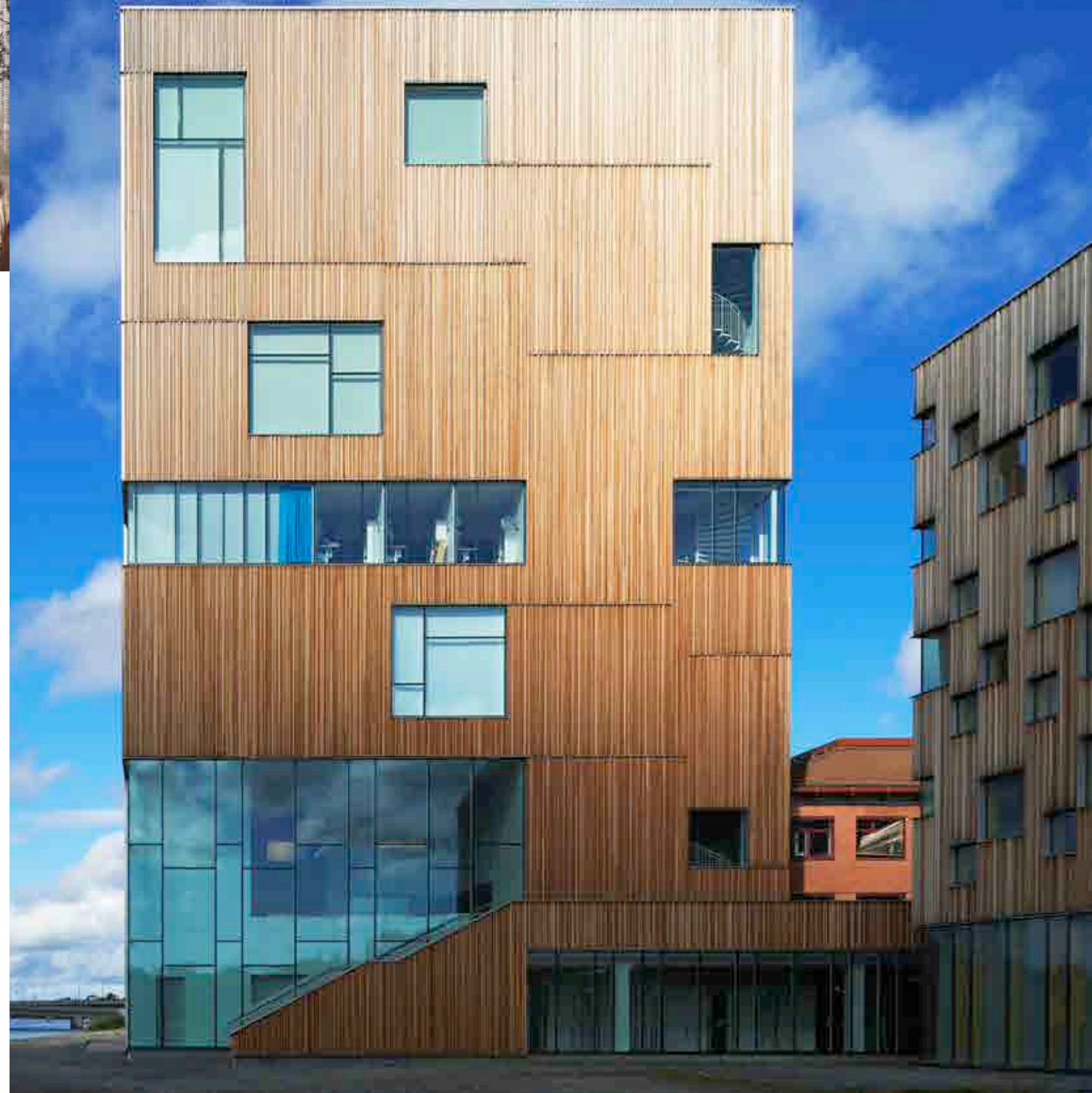




Foto: Anne Sigrid Nordby

Moholt 5050

Den nye studentbyen på Moholt i Trondheim representerer Nord-Europas største massivtreprosjekt, og omfatter 5 boligblokker på 9 etasjer samt bibliotek og barnehage. Byggearbeidene startet i mars 2015, og Moholt 5050 skal stå klar våren 2016. Byggene består av pre-fabrikerte moduler av krysslagte massivtrelementer (CLT), noe som har resultert i en rask byggeprosess. Entreprenører for prosjektet, Veidekke, kan bekrefte at den første blokka ble reist i løpet av 5,5 uker.

Nord-østerdal skole

Nord-østerdal videregående i Tynset er en ny samlet videregående skole for hele Nordøsterdalen, og er et resultat av en åpen arkitektkonkurranse i 2009 som ble vunnet av Longva arkitekter. Hedmark fylkeskommune ønsket å reflektere sin posisjon som skog- og trefylke gjennom utstrakt bruk av trevirke i skolebygget. Skolens funksjoner er samlet rundt et stort atrium med innvendige fasader i finer og massive limtresøyler som bærer taket. Prosjektet ble kåret til Årets trebyggeri 2013.



Foto: Kåre Viemose

Dalarna mediebibliotek

Dalarna mediebibliotek tilhører høgsolen i Falun. Biblioteket ble kåret til verdens beste undervisningslokaer av World Architecture Festival i Singapore i 2014. Juryen roset bygget for sine enkle og dynamiske rom, og for god balanse mellom funksjon og estetiske uttrykk. Bygget er også nominert til den svenske arkitekturprisen Träpriset 2016. Biblioteket er tegnet av det danske arkitektbyrået ADEPT.



Nord-østerdal videregående. Foto: Ivan Brody, Arkitekt: Longva Arkitekter



Foto: Jostein Byhre Baardsen

Sal Haaken

I tilknytning til Henie Onstad kunstsenter på Høvikodden ble det i 2003 bygget et utstillingsbygg i massivt. Sal Haaken var en gave til Bærum kommune fra galleristen Haaken Christensen. Ifølge arkitekt Stein Halvorsen er tankegangen bak utformingen at det er en sammenheng mellom naturopplevelsen og kunstopplevelsen. Opprinnelig var bygget planlagt oppført i betong, men ble i stedet bygget i tre pga et mer naturlig uttrykk og ikke minst fordi tre er et bedre materiale for de krevende museumstekniske kravene til inneklima. Den kurvede massivtreveggen er 60 meter lang og er satt sammen av 15 meter lange kurvede grantrebjelker i tre lag, dekket av et ytre lag av sibirsk lerk.

Råå barnehage i Helsingborg

Råå barnehage i Helsingborg – designet av danske Dorte Mandrup Arkitekter – har vunnet flere arkitekturpriser for sin spesielle arkitektoniske form. Bygget tar utgangspunkt i det omgivende landskapet med sanddyner og fiskebåter. Fasade og tak er kledd med smale spiler av treslaget Robinia. Bærende innervegger består av finérbjelker.

Fotograf: Adam Mørk. Arkitekt: Dorte Mandrup Arkitekter.



Foto: Eggen Arkitekter AS



Foto: Eggen Arkitekter AS

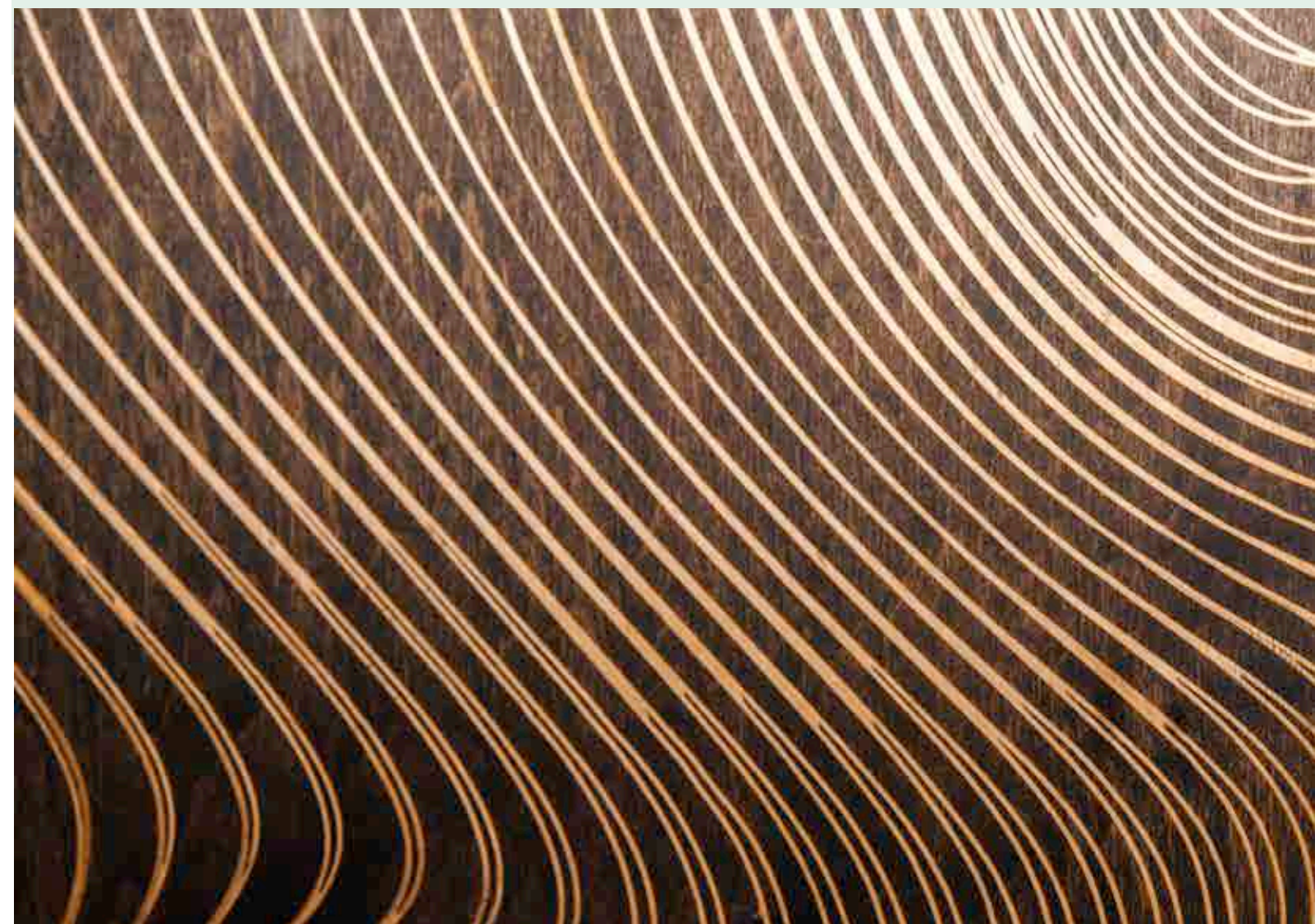
Åsveien skole

Nye Åsveien barneskole i Trondheim, tegnet av Eggen arkitekter, er bygget med tanke på å redusere klimagassutslipp fra både drift av bygget og produksjon av byggematerialer. Bærende konstruksjoner består av massivtre og limtre. Fasaden har kledning av malmfuru. Den store andelen trematerialer har redusert klimagassutslippet for materialer med over 40 prosent sammenliknet med den opprinnelige skolen. Dette til tross for at den nye skolen har et større areal.



10. Utvalgte kilder

- www.trefokus.no (diverse sider og rapporter)
- www.treteknisk.no (diverse rapporter)
- www.innovasjon Norge.no (bl.a. 40 forbildebygg i tre)
- www.skog.no
- www.vegvesen.no
- www.moelven.com
- www.storaenso.com
- www.martinsons.se
- www.derome.se
- www.lindbacks.se
- www.treindustrien.no/AbsoluttPassivEnergidesign_kZrto.pdf.file
- www.svensktra.se (diverse publikasjoner)
- www.trabyggnadskansliet.se
- Treteknisk institutt, Fokus på tre 38, «Tre og brann»
- Industrielt produserte landbruksbygg 01.06.2011, presentasjon av Ola Øyen, Silvinova AS.
- Long-term outlook for engineeredwood products in Europe, Heikki Manninen, Technical Report 91, 2014
- «Det goda byggandet» (brosjyre), Sveriges Träbyggnads Kansli
- Studentboliger – et markedsområde i vekst for trebaserte konsepter, presentasjon av Bjørn Nordermoen, iTre, Skog og tre 2015.
- «Tre for bygg og bygg i tre», rapport Statsbygg, 2013
- Analyse av bruk av tre i Sverige, Finland, Østerrike, Sveits og Sør-Tyskland, Rambøll, rapport for Statsbygg, 2012
- Stavneblokk Prosjektrapport fase II. Kristin Støren Wigum, Anne Sigrd Nordby og Kenneth Urdshals, November 2012
- Det goda byggandet, Sveriges träbyggnadskansli
- Ett nytt byggande för en ny tid. Svenskt Trä
- Helhetlig miljøvurdering av byggematerialer. Christian Solli, Anne Sigrd Nordby og Oddbjørn Dahlstrøm. Husbanken/ Asplan Viak, Oktober 2015
- Absolutt Passiv Energidesign. Del-rapport til prosjektet helTRENkelt Gaia Lista/Asplan Viak/Treteknisk Institutt/Silvinova, desember 2014





Denne rapporten er finansiert av:

