

Nyhedsbrev nr. 8 | Maj 2023  
Climate Challenge Laboratory | Bygning 313

# Et syv etagers træbyggeri tager form

Tema: Trækonstruktion

DTU Campus Service  
Danmarks Tekniske Universitet

# Et syv etagers træbyggeri tager form

DTU er ved at opføre det første træbyggeri på DTU Lyngby Campus. Med sin syvetagers trækonstruktion bliver Climate Challenge Laboratory et af Danmarks højeste træbyggerier. Det kræver nye løsninger og arbejdsgange på pladsen.

Millimeterpræcision. Beskyttelse mod sol og regn. Nye arbejdsgange. Det stiller andre krav til planlægning, udførelse og samarbejde – både i projektteamet og på byggepladsen, når DTU rejser en syvetagers trækonstruktion som en af landets første bygherrer.

I dette nyhedsbrev fortæller Jakob Haugaard Hansen, der er produktionsleder ved hovedentreprenør MT Højgaard, hvordan han og teamet på pladsen håndterer udfordringen. Stig Tomasson, konstruktionsingeniør ved Artelia (tidl. MOE, red.), og Per Thomas Dahl, direktør i CLT Danmark, som har været en del af projektering og planlægning supplerer med deres erfaringer. Sidst i nyhedsbrevet er status på byggesagen og et overblik over alle involverede.

## Erfarne håndværkere bygger deres første CLT-byggeri

Som noget særligt består Climate Challenge Laboratory både af en laboratoriedel, som bliver opført i beton, og en kontordel, som bliver opført i træ. På pladsen monterer Jakob Haugaard Hansen og et erfarent team af håndværkere træelementerne i det første CLT-byggeri, de har haft mellem hænderne. Forud ligger flere måneders forberedelser, der skal sikre, at kvaliteten er i orden.



**CLT-ansvar.** Jakob Haugaard Hansen er produktionsleder og har +20 års erfaring med større renoveringsprojekter i MT Højgaard. I Climate Challenge Laboratory har han CLT-ansvaret og det overordnede ansvar for arbejdet på byggepladsen.

## Hvilken rolle har du?

Jeg har CLT-ansvaret. Min opgave er at sikre at udførelsen på byggepladsen foregår sikkerhedsmæssigt og kvalitetsmæssigt korrekt og i overensstemmelse med det, vi er blevet berammet af fra leverandøren CLT Denmark og ingeniørerne hos Artelia. Det vil sige, at det vi har snakket ud fra, også er det, der sker.

*”Der er stor bevågenhed fra alle kanter, også på selve udførelsesprocessen. Den faglige stolthed spiller også ind. Det er helt rart at sige til en tømrer, at vi skal arbejde med træ.”*

– Jakob Haugaard Hansen produktionsleder, MTH

## Hvad er din erfaring med CLT-byggeri?

Det er første gang, jeg er med til at opføre et CLT-byggeri af den størrelse. Der er stor bevågenhed fra alle kanter, også på selve udførelsesprocessen. Den faglige stolthed spiller også ind. Det er helt rart at sige til en tømrer, at vi skal arbejde med træ. De kan godt lide konstruktionens kæmpestore dimensionering. Men de er også klar over, at hvert skridt vi tager skal være velovervejet. Vi gør ikke bare, som vi plejer i de 17-18 år, vi har rejst kassetter (type af trækonstruktion, red.). Tingene er sat i relief med de dimensioner, vi arbejder med.

## Hvad består trækonstruktionen af?

Søjler, dækelementer og en atriumtrappe. Søjlerne er 50x50 cm limtræssøjler. Nede i stueetagen er de 5,40 meter høje. De kommer med stålbeslag, så de kan blive spændt sammen. Når søjlerne er monteret, skal vi lægge dækkene på. De kommer med slidser, der er rundet ud i hjørnerne og på midten er de skåret ud, så de passer over søjlerne. Lige inden vi lægger taget, hejser vi trappen ind og derefter lukker vi bygningen.

*Hvad er anderledes i CLT-byggeri end i et betonhus?*

Tolerancerne. Træelementerne kommer med tømmermålene og betonen kommer med sin tolerance. Du har meget større tolerancer, når det er beton. Der er mulighed for at lave udsparinger til sidst, det er der ikke med træelementerne. Det er derfor, vi bruger ekstra tid på stueetagen. Når trappen kommer, er der ikke 3-4 cm at løbe på. Tolerancen er en 1 cm. Og så skal den glide ned igennem hullet i dækkene.

Andre steder møder træ og beton hinanden. Vi har et trappetårn i beton og stor bærende betonvæg (modullinje 11), hvor 'betonerne' har fået at vide, de skal køre skærpet eftersyn. Sådan at de folk, der udfører det, er 100% sikre på, at her ligger vi ikke med tolerancer på centimeter men med millimeter. For alt limtræet er skåret til på forhånd og det skal passe sammen på pladsen.

## CLT

CLT (Cross laminated timber) er et massivtræelement, der består af typisk 3, 5, 7, evt. flere, på hinanden vinkelrette lag. CLT har egenskaber som beton og gør det muligt at bygge stort og højt med træ. Et CLT massivtræelement er stift og stærkt og ideelt til lange spænd som ved fx etageadskillelser, gulve og lofter.

CLT er velegnet til præfabrikation, som giver en meget hurtig og effektiv byggeproces, ligesom nedtagning er enkel når bygningens levetid er forbi. Dertil kommer at massivtræelementer vejer mindre end beton, så man kan nøjes med et mindre og billigere fundament, ligesom elementer og paneler kan håndteres af mindre kraner på byggepladsen.

Kilde: træ.dk



**CLT og beton.** Climate Challenge Laboratory bliver opført som en hybridløsning med en trækonstruktion og en betonkonstruktion. Foto: DTU

## 99,8% præcision vs. træskolængder

Mens CLT Denmark leverer træelementer med 1-2 mm tolerance, arbejder man med 'træskolængder', når man opfører byggeri i beton. Derfor er der ekstra bevågenhed på samlingerne, hvor træ og beton mødes. Første udfordring var fundamentet og søjler i stueetagen, der netop er rejst.

*Er det noget, som har overrasket jer?*

Nej, men lige pludselig står du midt ude i det, du har set på nogle tegninger. Det er så stort og tungt. Det er så store kræfter og så store laster i spil. Derfor er det vigtigt for os, at vores tidsplan er realistisk, så vi ikke bare løber derudaf. Dét, vi laver i bunden, forplanter sig hele vejen op gennem etagerne, så vi har sagt til vores udførende folk "Brug tiden. Hellere at det står korrekt, fremfor vi skal til at rykke noget." Det sidste kvalitetstjek, vi lavede på søjlerne i stueetagen, viste en fravigelse på maksimalt 3 millimeter på søjler, som er 5,40 meter høje. Og da vi lagde dæk på første etage, var det så lækkert. Dækkene er 18 x 2,95 meter og de er tunge, men da tårnkranen lagde elementerne ned, kunne vi bare stå og guide dem på plads. På toppen er et RHS-beslag, og der skal være 1 cm hele vejen rundt. Det var det lige præcist.

Så alt det sved og tårer drengene har brugt på søjlerne, er givet godt ud. Det er en ren fornøjelse og et kæmpe skulderklap til dem, der udfører arbejdet på pladsen. At de har forstået, at det ikke bare skal gå hurtigt, det skal være korrekt.

*Hvordan har I fået det til at spille?*

Vi har holdt mange APV-møder (arbejdsprocesvurdering, red.) for at få de udførende med. På møderne beskriver vi, hvilket arbejde vi skal lave og hvordan udfører vi det - fra start til slut. Vi har holdt to seancer á 5 timer, hvor vi har haft sikkerhedsliner med, fastgørelser, beslag og vi har gennemgået, hvordan dækelementerne kommer og også, hvem der har ansvaret på selve den udførende dag.

På dagen starter vi med et toolbox-møde, inden kranmanden suser op i kranen. Her laver svendene og kranføreren en handlingsplan sammen. Vi har også lavet otte billboards, hvor man kan se, hvordan arbejdet skal udføres.

Men vigtigst har vi indskærpet, at vi ikke bygger noget, vi ikke kan stå inde for. Hvis man ikke har den rigtige viden, så henvender man sig til mig eller min kollega. Ved jeg det ikke, så søger vi viden hos CLT Denmark eller Artelia. Når vi bygger i CLT, opstår der nye spørgsmål, selvom vi alle er erfarne.

### Tolerancer

En tolerance er en genstands maksimale, tilladte afvigelse i vægt eller mål fra et fastsat mål eller en given standard.

Kilde: Ordnet.dk



**Præcisionsarbejde.** Betondækket fungerer som fundament for træhuset. På pladsen er bolte støbt ind i dækket, og de skal passe med søjlernes præmonterede beslag. Foto: DTU



**Tavler.** På etagerne er opsat tavler, hvor tømrerne kan se, hvordan alle elementer skal samles og med hvilke skruer.  
Foto: DTU

#### *Hvad kunne det være?*

I CLT-byggeri skal håndværkeren bruge den rigtige skrue. I normalt tømmerarbejde kan man altid få det til at passe, men i CLT er træet skåret og du kan ikke lave tilretninger. Ingeniøren har også regnet statikken ud fra specifikke møtrikker og bolte. Så når vi starter på første sal, laver vi nogle bokse, hvor samtlige bolte ligger og vi har tavler, hvor det er beskrevet, hvorhenne de skal bruges. Så er man i tvivl, går man over og kigger på tavlerne. Udover at vi hos MT Højgaard har fokus på CLT, har vi også bedt Artelia om udvidet fagtilsyn. Det omhandler både tilslutningerne mellem CLT-elementerne og beton på konstruktionsdelen og så fugt. Vi er meget opmærksomme på, at vi ikke får fugt indbygget. Inden vi begynder at lukke noget, kommer der en udvidet kontrol som del af vores fugtstrategi.

#### *I har en fugtstrategi?*

Ja, både MT Højgaard og Artelia måler fugt. Vi udfører modtagerkontrol, når vi får træelementerne fra CLT Danmark, og hvis de er over 12%, så bliver de sendt retur. Desuden inddækker vi søjlerne i plastik. Vores arbejdsproces minimerer fugtproblematikken, fordi vi hele tiden har styr på den. Derudover har vi løbende kontrol. En gang ugentligt hopper vi rundt på samtlige søjler og laver fugtmålinger. Hvis noget ligger højt eller lavt, har vi et beredskab.

#### *Hvordan håndterer man, at der kommer regn, når I opfører konstruktionen?*

Man kan godt rejse søjlerne, selvom der er regn. De har en beklædning rundt om og er også imprægneret for at sikre, de ikke suger fugt. Vi har sat en wet-guard på dækelementerne. Vi kigger selvfølgelig også på vejruddisgen og planlægger derefter. Vi har nogle fleksible drenge, så mens vi rejser CLT-konstruktionen, er der dage, hvor vi kommer hjem før, mens vi andre dage trækker det lidt længere, fordi vejret er godt.

**"I normalt tømmerarbejde kan man altid få det til at passe, men i CLT er træet skåret og du kan ikke lave tilretninger. Ingeniøren har også regnet statikken ud fra specifikke møtrikker og bolte.**

**Så når vi starter på første sal, laver vi nogle bokse, hvor samtlige bolte ligger og vi har tavler, hvor det er beskrevet, hvorhenne de skal bruges. Er man i tvivl, går man over og kigger på tavlerne."**

**– Jakob Haugaard Hansen produktionsleder, MTH**

## Erfaringer har givet nye løsninger

Arbejdsprocessen på pladsen er planlagt i projekteringsfasen – og i tæt dialog med håndværkerne og leverandøren. Erfaringer fra andre byggerier, har også betydet at MT Højgaard har udviklet nye løsninger.

### Hvordan har I grebet planlægningen an?

Vi har været ude og se, hvordan man har opført CLT-konstruktioner andre steder. Desuden har mine drenge allerede forholdt sig til projektet for 7-8 måneder siden. For eksempel har jeg hentet søjler hos leverandøren, så de kunne se, hvad vi snakkede om. Allerede der kunne vi snakke os varme i, hvad der er smart at gøre. Vi fik faktisk også lavet modeller af stålbeslagene i mdf (type af træplade, red.). En ting er at se på en tegning, men beslagene vejer op mod 150 kg og modellerne viste, hvor store de er. Det er ikke noget, man bare smider op på skulderen, så det har været en øjenåbner.

### Hvilke løsninger har det givet?

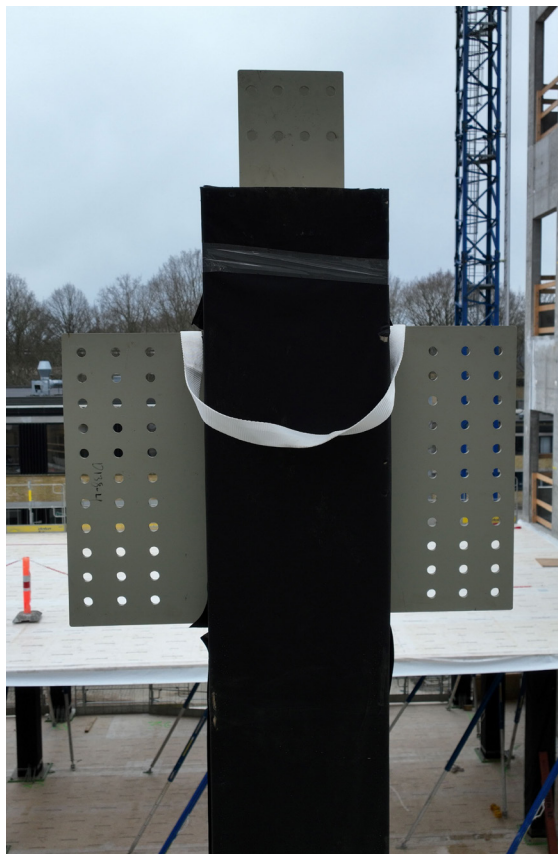
Først hed processen, at vi tager træet herud (på pladsen, red.) og selv sætter stålet på, men den proces blev revurderet. Det har sparet os for tid, men det er også mere ergonomisk korrekt at stå på en fabrik og gøre arbejdet ordentligt og præcist fremfor at stå udenfor udsat for vind og vejr. Nu er det samlet, når vi får det ud og så løfter vi det op med en kran.

“Vi fik lavet 1:1-modeller af stålbeslagene. Beslagene vejer op mod 150 kg og modellerne viste, hvor store de er. Det er ikke noget, man bare smider op på skulderen. Det har været en øjenåbner.”

– Jakob Haugaard Hansen produktionsleder, MTH

### Hvilke nye løsninger har I udviklet?

Jeg kan give to eksempler. Først har vi lavet huller til løftestropper til beslagene i toppen. Der er huller i hvert hjørne og vi løfter dem med stropper med bolte, der går igennem hullerne, så ham der står oppe på liften og skal tage det af kranen, kan håndtere det. I andre sager har vi set løsninger med kæmpestore stålbeslag, hvor man skulle stå og få i det. Her har løfteanordningen også været at spænde stropen rundt om kanten, hvor den jo strammer an, men så også løfter skævt. Med vores løsning hænger den lige, når du sætter den ned. Den anden ting er, at vi så nogle træ søjler på en byggeplads. De havde haft kapper på hjørnerne og så fået en farveforskel på grund af sollyset. Selvom, der var gået noget tid, var det ikke aftaget. Så udover vi har coatingen rundt på limtræet, pakker vi også søjlerne ind.



**Beslag.** MT Højgaard lavede en mock-up af beslagene i mdf-plade (billede tv), så tømrerne kunne være med til at finde løsninger på at håndtere CLT-elementerne på pladsen. Beslagene vejer omkring 150 kg. Foto: DTU



**På pladsen.** CLT Danmark producerer træ søjlerne og monterer beslagene på fabrik. CLT-elementerne bliver leveret på lastbiler i den rækkefølge de skal monteres på pladsen (billede tv). MT Højgaard hejser dem af direkte fra vognen i en særlig løfteanordning (billede th.) udviklet til at sikre elementerne sænkes lige ned og er nemme af afmontere for en tømrer. Foto: DTU

## CLT-leverandøren: Vi leverer i takt med entreprenørens behov



Per Thomas Dahl, der er direktør for CLT Danmark A/S, har i forskellig kontekst arbejdet med træbyggeri siden 2006. CLT Danmark A/S leverer træelementerne til Climate Challenge Laboratory og blev inddraget i byggesagen allerede i projekteringen.

mens MT Højgaard og Artelia måler fugtigheden, når CLT-elementerne kommer til pladsen og før vi lukker konstruktionen.

**“Byggepladsen er lille, så der er ikke megen plads til at opbevare materialer. Derfor præmonterer vi beslagene på limtræssøjlerne og har etableret en samlefabrik til dette formål.”**

– Per Thomas Dahl, direktør, CLT Danmark A/S

*Hvad er særligt interessant i byggeriet af Climate Challenge Laboratory fra dit synspunkt?*

Byggeprocessen er interessant. Fordi byggepladsen er lille, er der ikke megen plads til at opbevare materialer på stedet. Derfor præmonterer vi beslagene på limtræssøjlerne, inden de ankommer til byggepladsen. Vi har etableret en samlefabrik til dette formål. Således kan vi levere dem i takt med entreprenørens behov. Det har vi planlagt som et lean-flow ned til sidste detalje - hvornår elementerne bliver lavet og hvordan bliver de pakket og lagt på lastbilen, så de kan løftes af i rette rækkefølge på pladsen, osv.

Fugtstrategien er også værd at nævne. Mange tror, at fugt er et stort problem med træbyggeri. Men med massivtræelementer udgør dette ikke en stor risiko, blot man følger vores anvisninger. Og det er ikke svært. Vi har sammen med MT Højgaard lavet den plan, som nu bliver eksekveret. Det betyder, at vi behandler elementernes overflader, dækker kanterne af med membraner, endetræsbeskytter søjlerne,

*Hvad har du taget med dig fra arbejdet med Climate Challenge Laboratory?*

Det gode samarbejde. Det lyder måske fluffy, men et godt samarbejds-klima betyder meget. Vi gør meget ud af, at der er et flow i byggeforløbet, idet alle afhængige af hinanden. Det er vigtigt, at vi hver især lever op til vores og det bestræber vi os på til det yderste.

Som leverandør har det også være positivt at opleve den nysgerrighed, der er på CLT og træ-løsninger. Det er blevet mere almindeligt at tænke den vej og det er med til, at vi får skuldrene ned ved andre sager, når vi med dette projekt bygger i højden med træ. Det er jo prøvet før mange andre steder, så det kan vi også godt herhjemme. Omvendt vil behovet for træbyggeri i Danmark nok primært være fra 7 etager og nedefter.

## Ingeniøren: CLT vinder på modulariteten



Stig Tomasson, er fagansvarlig for konstruktioner hos Artelia Group (tidl. MOE, red.) og certificeret statiker på Climate Challenge Laboratory. Han har nu et års erfaring med CLT-elementer.

*Hvad er særligt interessant i byggeriet af Climate Challenge Laboratory fra dit synspunkt?*

Det er målet om at bygge det optimale laboratoriebyggeri. Vi bygger Climate Challenge Laboratory til den forskning, der foregår i kælderen, og de fintfølede elektronmikroskoper stiller ekstraordinære vibrationskrav. Her har vi bygget videre på erfaringerne fra B310 og B357. Noget særligt i B313 (Climate Challenge Laboratory, red.) er så, at vi bygger en kontordel og en laboratedel ind i samme bygning og endda med forskellige materialer - træ og beton.

Konstruktivt bruger vi kælderetagen som fundament for træhuset og det har givet os udfordringer, vi måtte løse hen ad vejen. Man skal være meget opmærksom på grænsefladen mellem de to forskellige konstruktioner. Som eksempel har vi stålbjælker med indstøbte bolte i betondækket over kælderen, og de bolte skal passe med beslagene på træsøjlerne. Udfordringen er, at vi arbejder med meget finere tolerancer i træbyggeri end i beton.

*Hvad har du taget med dig fra Climate Challenge Laboratory?*

Tyngdekraften er den samme på træbyggeri og betonbyggeri. Dét, man skal være opmærksom på, er samlingerne og så de spændvidder, man arbejder med. I træbyggeri kan man ikke få de samme spænd som i beton. Man får mindre spænd, flere søjler, flere bjælker og flere vægge. Der er også andre lyd- og brandforhold end i betonbyggeri, som man skal tage højde for. CLT vinder på modulariteten. Hvis man ikke bygger modulært med CLT, så kommer der for mange varianter og forskellige samlinger, og det er ved samlinger, at trækonstruktionen bliver besværlig og dyr. Man skal også være opmærksom på, at der er meget stål i samlingerne, de er mere voldsomme end jeg troede, da vi startede. Dem har vi arbejdet med arkitektonisk. De er meget større end ellers, så man skal gøre det til en del af arkitekturen og husets fortælling.

**"Hvis man ikke bygger modulært med CLT, så kommer der for mange varianter og forskellige samlinger, og det er ved samlinger, at trækonstruktionen bliver besværlig og dyr."**

– Stig Tomasson, ingeniør og statiker, Artelia



**Træ og beton.** På byggepladsen rejser trækonstruktionen sig etage for etage. Foto: DTU



# Basis information

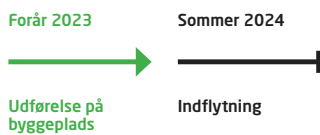
## Byggearbejder

Montagen af CLT-trækonstruktionerne er i gang og første etage er rejst. CLT-montagen forventes afsluttet uge 19. 16. maj er der rejsegilde.

## Status på projektet

DTU CAS er i gang med at udvikle indretningsprojektet med rådgivere og slutbrugere. En kunstner er ved at udvikle et skitseforslag til kunst i fællesarealerne.

## Tidsplan



## Kontaktoplysninger på DTU CAS' projektteam

Francois Svend Court-Payen  
Projektchef & sektionsleder, Campus Service  
Telefon 28263526  
Email [fraco@dtu.dk](mailto:fraco@dtu.dk)

Laila Halkjær  
Projektleder, Campus Service  
Telefon 93511823  
Email [laiha@dtu.dk](mailto:laiha@dtu.dk)

Nicolai B. Bredal-Jørgensen  
Projektleder, Campus Service  
Telefon 93518977  
Email [nicb@dtu.dk](mailto:nicb@dtu.dk)

Maja Frederikke Høgsbro  
Projektleder, Campus Service  
Telefon 93511087  
Email [majah@dtu.dk](mailto:majah@dtu.dk)