

Knut Einar Larsen, NTNU:

## **1-2-TRE:lab. NTNUs Laboratorium for digital modellering og prefabrikasjon**

[www.ntnu.no/1-2-tre](http://www.ntnu.no/1-2-tre)

### **Digital og kundetilpasset storskala produksjon**

Digitale teknologier har radikalt endret forholdet mellom arkitektonisk konsept og konstruksjon. Mange byggeprosjekter i dag skapes digitalt og realiseres digitalt gjennom "fil-til-fabrikk" prosesser i en optimalisert digital kjede fra arkitektens modell til produsentens datanumerisk styrte (CNC) produksjonsmaskiner og montering på byggeplass ved bruk av laser-teknologi og strekkoder. Med en CNC-maskin er det akkurat like rimelig og kostnadseffektivt å produsere 1000 unike objekter som det er å produsere 1000 like. Som i andre industrier (f.eks. fly-, bil- og klesindustrien) vil også kundetilpasset storskala produksjon ("mass-customization") kunne bli en del av byggeindustrien så snart det digitale produksjonsparadigmet blir utnyttet fullt ut.

Eksempler på bruk av digitale teknologier i fly- og bil- og skipsbyggingsindustrien viser hvordan det er mulig å koordinere design og konstruksjon. I disse industriene foregår arbeidet gjennom hele verdikjeden fra planlegging til produksjon digitalt. Behovet for tegninger er så å si fullstendig eliminert. Resultatet er en smidigere prosess med kortere byggetid og reduserte produksjonskostnader og avfallsmengder, mens kvaliteten på produktene har økt drastisk. Flymodellen Boeing 777 som ble utviklet først på 1990-tallet, er blitt kalt det første papirløse flyet fordi det kun ble benyttet en felles digital modell av alle involverte aktører gjennom hele tilblivelsen av flyet fra planlegging til produksjon.

### **Prefabrikasjon og digitale modeller**

Det er en naturlig forbindelse mellom datateknologien i BIM og bygningsteknologien i prefabrikasjon ("off-site production"). Allerede i dag ser vi - spesielt i USA - at produsenter eller leverandører av bygningskomponenter gjør disse tilgjengelige som digitale modeller som representerer komponentenes geometri og egenskaper. Det enkelte arkitektkontor kan så utvikle systemer som samler disse komponentene for å skape mange forskjellige og varierte sammenstillinger både digitalt i prosjekteringsfasen og fysisk gjennom produksjonen fra fabrikk til montering på byggeplass. En produksjonsprosess som blir drevet av en 3D modell ville bli langt mer presis, effektiv og fleksibel enn en prosess drevet av 2D tegninger. Dette er klart dokumentert gjennom den strømlinjeforming av produksjonsprosesser vi har sett i bil- og flyindustrien. BIM åpner muligheten til en type prefabrikasjon i byggeindustrien uten den uniformitet og monotonien som karakteriserte masseproduksjonen av bygninger i tiden før datamaskinens inntreden, f.eks. slik vi kan se i mye av bebyggelsen fra 1960-tallet.

Et annet aspekt ved prefabrikasjon er at dette kan gi betydelige miljøgevinster. For det første er det i fabrikken lettere å håndtere og å gjenbruke avfall, spesielt innen trebearbeidende industri der avfall kan brukes som energi til bl.a. oppvarming. Materialspill er også lettere å kontrollere i en digitalt styrt prosess med fabrikkproduksjon der for eksempel kutt av materialer til komponenter meget lett kan optimaliseres.

### **NTNUs 1-2-TRE:lab**

Ved NTNU har fagmiljøer ved arkitekt- og bygningsingeniørlinjene siden 2006 arbeidet med å utvikle forskning og undervisning for studiet av digital modellering og prefabrikasjon av bygninger innenfor et prosjekt vi har kalt 1-2-TRE:lab. [[www.ntnu.no/1-2-tre](http://www.ntnu.no/1-2-tre)] Tallene (1,2) symboliserer prosjektets digitale innhold, mens bokstavene TRE refererer til det materialet vi har fokusert på. Initiativet har mottatt støtte fra Innovasjon Norge.

Vi har gjennomført to omfattende semesterkurs med studenter i 2006 og 2007 som har resultert i to permanente byggverk der alle komponenter er blitt produsert på CNC maskiner hos firmaer vi har samarbeidet med. Studentene utviklet konsepter gjennom bruk av forskjellige typer dataverktøy ved siden av skissering og bygging av fysiske modeller. Gradvis inkorporerte de materialet i en digital modell i en type programvare (CAD/CAM) som brukes av avansert trebearbeidende industri og som optimaliserer flyten mellom arkitektprosjekt og produksjonsmaskineri.



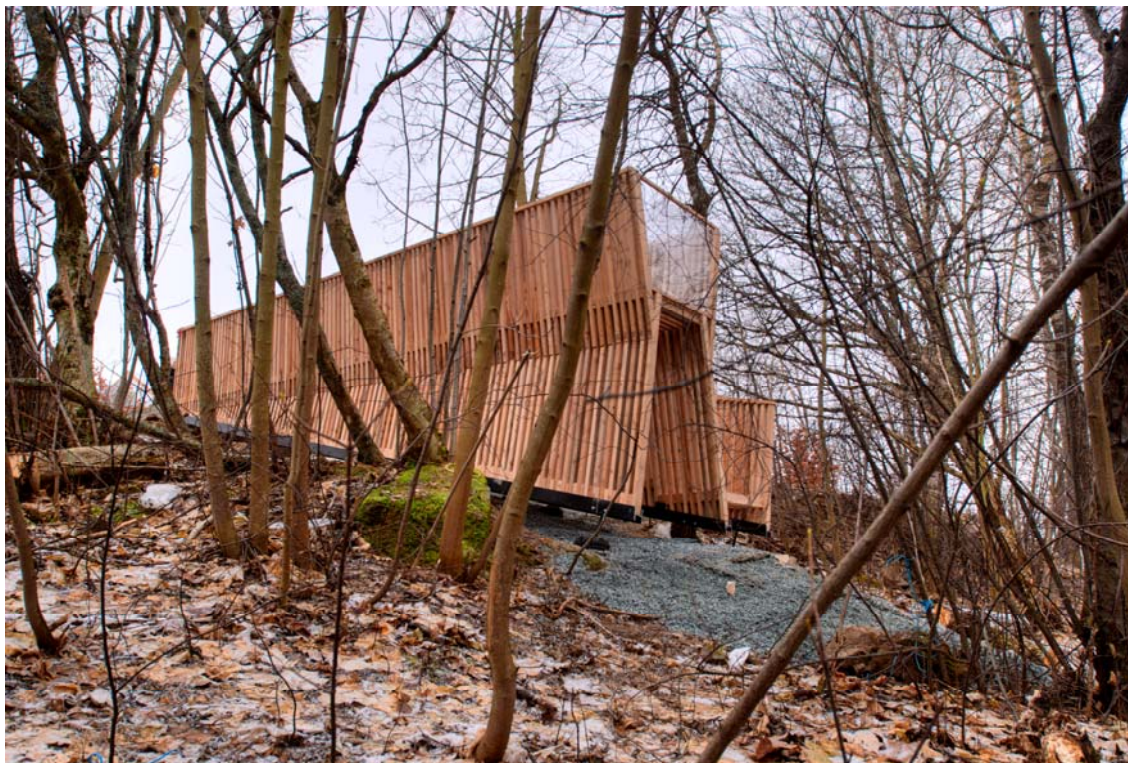
*Camera Obscura, Trondheim. Designet og produsert av arkitekt- og byggstudenter ved NTNU i kurset 1-2-TRE:6. Foto: Øystein Hermstad, Norsk Fotofagskole.*

Vår erfaring så langt er at et nært samarbeid og kommunikasjon mellom arkitekt og produsent er en forutsetning for å oppnå et vellykket resultat. Digital overføring av data erstatter ikke, men supplerer den menneskelige kommunikasjon. Likevel er den digitale

overføringen en forutsetning for at arkitekten igjen kan komme i førersetet i en produksjonsprosess og gjenvinne sin rolle som Architecton. Dette ønsket vi å vise gjennom seminaret INTERFACE | GRENSESNIITT vi arrangerte i Arkitektenes Hus i Oslo i mars 2008.

Mange norske produsenter av trebaserte komponenter har i dag tatt i bruk datastyrt (CNC) bearbeidingsmaskiner for å automatisere sin produksjon av relativt enkle komponenter slik som takstoler og bindingsverk for elementer. Eksemplene som ble presentert på seminaret viste at man med disse maskinene også er i stand til å produsere komplekse strukturer for å realisere sofistikerte arkitektoniske konsepter. For og lykkes er man avhengig av en god kommunikasjon mellom arkitekt og produsent var vår påstand, og dette viste eksemplene til det fulle.

Tre eksempelstudier ble gjennomgått for å vise forskjellige nivåer av kommunikasjon mellom arkitekter og produsenter, fra en direkte og friksjonsfri utveksling av data basert på en bygningsinformasjonsmodell (BIM) til en prosess som i sterk grad er basert på menneskelig kontakt. Hvert av de tre eksempelstudiene ble presentert av henholdsvis arkitekt og produsent.



*Viewing platform. Ringve botaniske hage, Trondheim. Designet og produsert av arkitektstudenter ved NTNU i kurset 1-2-TRE:7  
Foto: Pasi Aalto.*