

Limtrebru

Litt bakgrunn

Nye byggemetoder og –materialer er på full fart inn i byggeindustrien. Betong og stål har lenge vært dominerende materialer i bærende konstruksjoner i større byggverk, ikke minst for bruer. Men nå kommer konstruksjoner av limtre og kompakttre, - noe som kan bli morgendagens byggemethode. Limtre er ikke nytt i seg selv, men kan representere en renesanse. Vi har allerede fått flere kjente landemerker. Leonardo da Vinci-brua over E18 i Ås er et klassisk eksempel. Velkjent er også takkonstruksjonen på Oslo Lufthavn på Gardermoen - med sine lange spenn og med myk bølgeform.



Leonardo da Vinci-brua i Ås



Gardermoen

Limtrebruer av ulike typer dukker opp ”over alt”, noe bildene under antyder:



Limtrebru ved Tynset



Fotgjengerbru i kompakttre i Ski (se nedenfor)
bilde fra åpningen

Bærekraftig utvikling

Kompakttre og limtre kan altså erstatte betong i bruer. Men det er også eksempler på at kompakttre anvendes i boligblokker på flere etasjer og parkeringshus – både som bærende konstruksjoner og etasjeskillere. Ettersom denne nye anvendelsen blir mer kjent, vil vi sikkert se limtre også på andre områder.

Det er flere grunner til at disse nye materialer og byggemetoder introduseres. Limtreelementene produseres innendørs i en hall, noe som bidrar til en mer effektiv industriproduksjon. Arbeidet foregår innomhus, skjermet for vær og vind, hvilket kan bety et bedre arbeidsmiljø for arbeidsstokken. Produksjonstiden på selve byggeplassen reduseres betydelig.

Framfor alt er det viktig er at denne produksjonen er miljøvennlig. Trevirke er en fornybar ressurs som inngår karbonets naturlige kretsløp. Når man vurderer miljøkostnadene i livsløpet til en bolig eller ei bru, kommer disse trekonstruksjonene gunstig ut.

Til sammenlikning gir produksjon av sement betydelige utslipp av CO₂ til atmosfæren. Derfor vil det være gunstig å ha et alternativ til betong i form av limtre og kompakttre til bærende konstruksjoner.

Limtre og kompakttre i skolen

Siden dette kan være framtidens materialer, bør også elevene i skolen bli kjent med disse. En gang skal de velge utdanning og yrke og bør derfor være orientert om utvikling på arbeidsmarkedet som alt er i gang. Dette er interessante materialer å ha kunnskap om man ønsker å bli *arkitekt, byggingeniør, tømrer* eller andre byggrelaterete fag.

Samarbeid med treindustrien.

Nedenstående prosjekt med limtrebru kan være et klasseprosjekt eller inngå i utdanningsvalg (UV). Noe av siktemålet for UV er at elevene skal kunne orientere seg mot videregående utdanning og senere yrker. Da kan det være naturlig å samarbeide med en videregående skole og/eller en bedrift innen treindustrien. Disse kan være gjester i opplegg på skolen eller klassen kan besøke vgs eller bedriften.

Også i valgfaget *teknologi i praksis* kan dette prosjektet gå inn.

Mange skoler har alt innarbeidet brubygging i sine undervisningsprogram. Det bygges bruer i papirrør, sugerør, spagetti, osv. Nedenfor vises at limtre kan komme inn som et alternativt byggemateriale. Dette betyr et mer realistisk materiale, siden det brukes i virkelige bruer – og mer *autentisk undervisning*. De andre nevnte materialene er alle ”skole”materialer kun ment som en illustrasjon på virkeligheten. Dette er noe av bakgrunnen for at utvikling av nedenstående prosjekt.



Limtrebjelkene er levert som elementer fra fabrikk, impregnert og klare til montering.

Bjelkeelementene heises på plass ett for ett før de forankres i hverandre med lange gjennomgående stålstenger og skrues sammen med muttere. Her utgjør veidekket og den bærende konstruksjonen en enhet av massivt tre – *kompakttre*.

Det gjenstår da å montere rekkverk og asfaltering, før brua er ferdig.

Limtrebru som skoleprosjekt.

Dette prosjektet kan egne seg som tverrfaglig prosjekt med KoH, naturfag og matematikk. Det kan kjøres som klasseprosjekt, men kan også passe under Programfag til valg.

Mellomtrinn og ungdomstrinn

Materialer.

Trelister fra BOLIGabc	2 x 15 mm
Trelim	
Gjengestang 3 mm	
Muttere 3 mm	evt blomsterpinner

Verktøy

Håndverktøy
Tenger
Sag
Baufil
Klemmer, tvinger (flere)
Sløydbenk med skrustikke

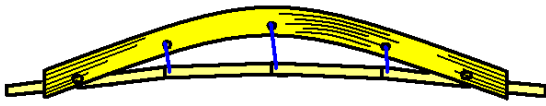
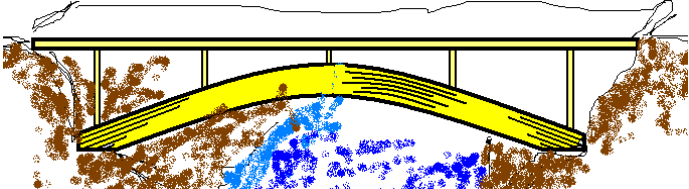
Kravsspesifikasjon – starten på denne type prosjekt.

En designer, arkitekt og byggingeniør starter med å sette opp en *kravsspesifikasjon* sammen med kunden eller oppdragsgiver/byggherre. Man blir enige på forhånd om utseende, pris, leveringstidspunkt, mm. For ei bru kan den beskrives med lengde, bredde, om det skal være en bilbru, fotgjengerbru, osv., styrke, materialvalg, hvordan den skal tilpasses til terrenget, osv.

En kravsspesifikasjon må gjerne settes opp sammen med teknisk etat i kommunen eller annen samarbeidspartner / oppdragsgiver.

Ideutvikling - skisser

Arbeidet fortsetter med noen raske **skisser** over mulig utseende og konstruksjon. Deretter bør det følge en mer **nøyaktig tegning i målestokk** på linje med andre ToD-prosjekter.

	
<p>Buebru av limtre, der veibanen er inne i konstruksjonen</p>	<p>Buebru av limtre, der veibanen ligger oppå den bærende konstruksjonen. Her tenkt inn i et landskap.</p>

Gjennomføring.

Her fokuseres på hvordan man kan lage limtrebjelkene i klasserommet. Forhold som har med prosjekter generelt tas ikke opp, - regnes som kjent.

Metode 1. Bildene nedenfor viser hvordan man kan sette bærebuen i spenn i ønsket profil ved hjelp av skrustikka på en sløydbenk og et antall klemmer. Dette gir en bue med jevn krumming.

		
<p>Påføring av lim og sammføying</p>	<p>Skrustikke på sløydbenken kan være nyttig – spennes til riktig høyde</p>	<p>Klemmene (*) eller tvinger er nødvendig til limet er tørket</p>

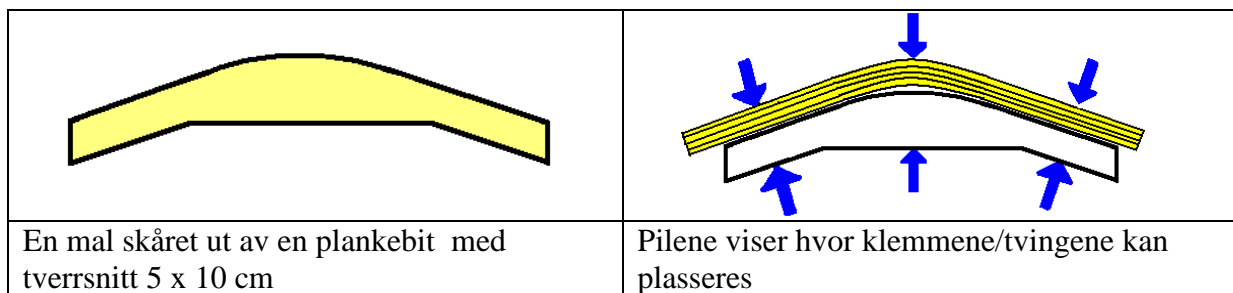
* Å lage slike klemmer kan i seg selv være et lite forprosjekt: Metallforming: Kapp flattjern og bøy det i en skrustikke. Bor for eksempel 5 mm hull og lag gjenger med *gjengetapp*. Lang skrue med vingemutter opp under hodet, der gjengene "knuses" med en dor eller meisel. Det var alt!



Bearbeiding av limtrevangen kan gjøres med høvel, pussemaskin, sandpapir, eller liknende

Metode 2. En alternativ metode er å lage en mal av et trestykke, for eksempel skjære ut en profil av en lengde av en plankebit med tverrsnitt 5 x 10 cm – som gir en overligger og en underligger. Læreren kan skjære til den ut på en båndsag. *Den vil være nødvendig for at klemmene/tvingene skal ”få tak”.*

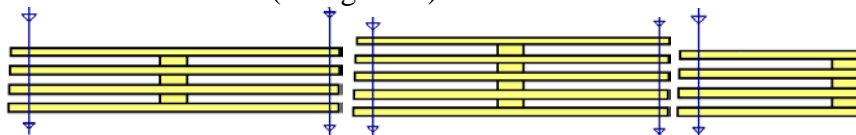
Ønsker man en annen type profil med krumme og rette deler - evt med bølgeform (konf. Oslo lufthavn) – trenger man en slik mal for ønsket profil i tre, slik figuren nedenfor viser.



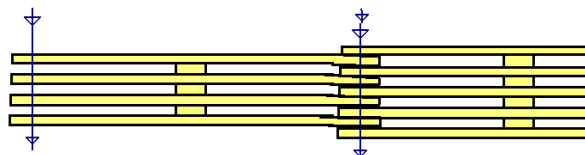
Kjørebane til brua.

Enkelt alternativ. Den enkleste måten å lage en kjørebane /gangbane til brua er en plate av kryssfiner eller huntonitt. Den henges opp i ståltråden festet i bruvangen gjennom hull man har boret.

Mer krevende alternativ. Brubanen kan lages av elementer for fingerskjøting. Hvert element er limt sammen av tynne lister (5 x 10 mm) med en liten bit på midten / på enden mellom til å holde avstanden. (Se figurene)



Nedenfor er vist ”fingerskjøtingen”. Elementene er skjøvet sammen slik at pilene faller sammen. Der skal det bores hull til tverrstagene på endene og stagene/ståltråden som kjørebane skal henge i.



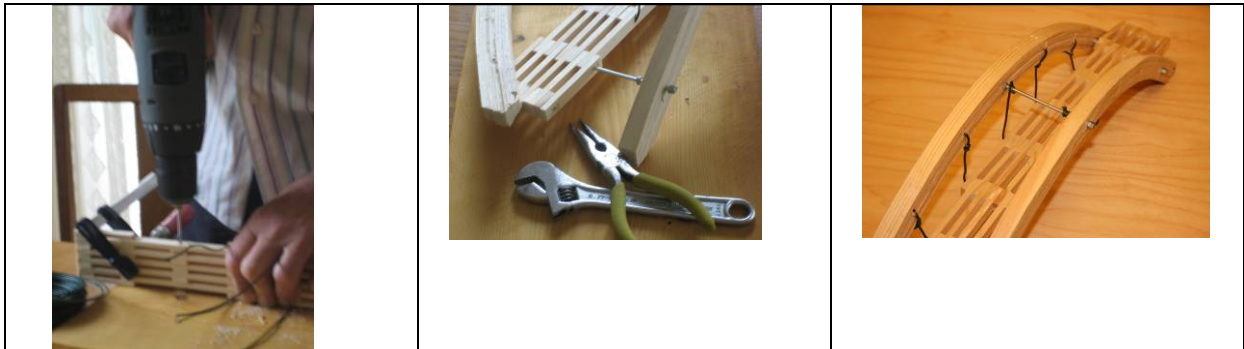
Sammenføring av bruvangene med brubanen.

Her er brukt gjengestang (som kjøpes i lengder på 1 m, Ø 3mm) som tverrstag og som kappes i passende brubredde med baufil, f.eks. 3 stk. Bor 3 hull gjennom begge bruvangene på en gang – på midten og ved endene. Hullene blir rettest om man bruker en søylebordrill. Fest de 3 tverrstagene med muttere både på innsida og ytersida av hver bruvange.

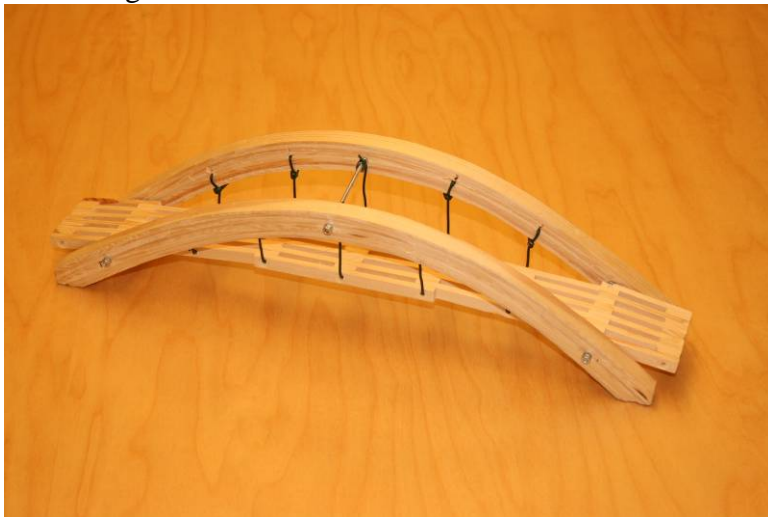
Dermed har man allerede en svært sterk bærende konstruksjon.

Brubanen har hengere laget av ståltråd – her med grønn strømpe fra en blomsterhandler/gartner.

Kreftene på brua er lett å «lese»: Hengerne kan kun ta STREKKREFTER. Det er limtrevangene som tar TRYKKREFTENE. Brua blir svært sterk – du kan godt stå på den!



Den ferdige brua av limtre:



Nettsteder:
www.trefokus.no