

SUURET PUURAKENTEET

Suomesta on aiemmin puuttunut selkeä vaihtoehto kaarirakenteille suurilla jänneväleillä; kaarirakenteet ovat edullisin muoto rakenteelle mutta kaaren pelkistetty muoto rajaa käyttökohteita. Ristikkorakenteet antavat vapauden rakenteen muodolle ja erilaisille sovelluksille. Liima- ja kertopuuristikoiden liitokset ovat tap-pivaarnaliitoksia ja näiden lisäksi on käytettävissä suurien jännevälien puurakenteilla myös muitakin liitintyyppisiä kuten hammas- ja ren-gasvaarnat.

Sveitsiä on pidetty yhtenä julkisen puura-kentämisen esimerkkimaana. Siellä toteutettiin muutama näyttävä julkisen puurakentamisen kohde 80-luvun alussa ja nämä esimerkkikohteet synnyttivät Sveitsiin uuden puurakentami-sen aallon. Vastaava kehitys tapahtui Norjassa Lillehammerin talviolympialaisten aikaan kun talvikisoihin rakennettiin suuria puurakenteisia halleja. Sama konsepti toteutettiin Suomessa 90-luvun loppupuolella mm. TEKES:n teknologiaohjelmissa, teollisuuden tuotekehitys-toiminnassa ja puutuotealan kampanjoissa. Näiden toimenpiteiden johdosta Suomessa on toteutettu kymmeniä hyvän puurakentami-sen esimerkkejä suurissa puurakenteissa. Päiväkotien, koulujen, kirjastojen, urheiluhal-lien, siltojen ja näyttelytilojen puiset kantavat rakenteet ovat tänä päivänä Suomessa normaalia, hyväksi koettua ja taloudellista raken-tamista.

SUURET PUURAKENTEET

Näyttävin suomalaisen puurakentamisen esi-merkki on Sibeliustalo. Konserttitalo oli erittäin vaativa kohde sekä akustiikan että arkkite-

tehtuurin osalta ja siinä pyrittiin esittämään puurakentamisen parhaat mahdollisuudet. Sibeliustalossa yhdistyvät näyttävän arkkitehtuurin lisäksi uudet tekniset ratkaisut runkorakenteissa, konserttitalon vaipparatkaisuissa ja sisustustuotteissa.

Suurten puurakenteiden kantavat rakenteet ovat kaaria, ristikoita, kuoria tai kolminivelkehiä. Rakenteista kaari edullisin. Tasakorkean rakenteen materiaalimenekki on neljä kertaa suurempi kuin kaaren ja vastaavasti ristikkorakenteen alle kaksi kertaa kaaren menekki. Pirkka-hallissa on toteutettu em. rakenteiden yhdistelmä eli ristikkokaari, jossa yhdistyvät kaaren ja ristikon edut.

Jäähallien sisäilmasto asettaa kovia vaatimuksia kantaville rakenteille ja puurakenteet ovat osoittautuneet suosituiksi ratkaisuiksi jäähalleissa. Kantavissa rakenteissa on suosittu palkkirakenteita tai jäykistettyjä palkkeja. Kertopuu- ja liimapuuristikoiden palosuojattujen liitosratkaisuiden kehittyttyä ovat ristikkorakenteet osoittautuneet hyvin kilpailukykyiseksi kantavaksi rakenteeksi.

Pohjola-stadion Vantaalla on yksi esimerkki suomalaisen puutuotealan uudistuneesta strategiasta, kun puutuotealan yritys, Finnforest Oyj on kehittänyt laajan ja täysin kattavan katsomojärjestelmän. Tässä Silva-konseptissa tarjotaan modulaarisia vaihtoehtoja, joissa on käytetty puutuotteita hyvin monipuolisesti. Ulo-kepalkisto on toinen useasti käytetty katetun katsomon rakenneratkaisu. Ratkaisu voidaan toteuttaa useilla eri materiaalien yhdistelmillä.

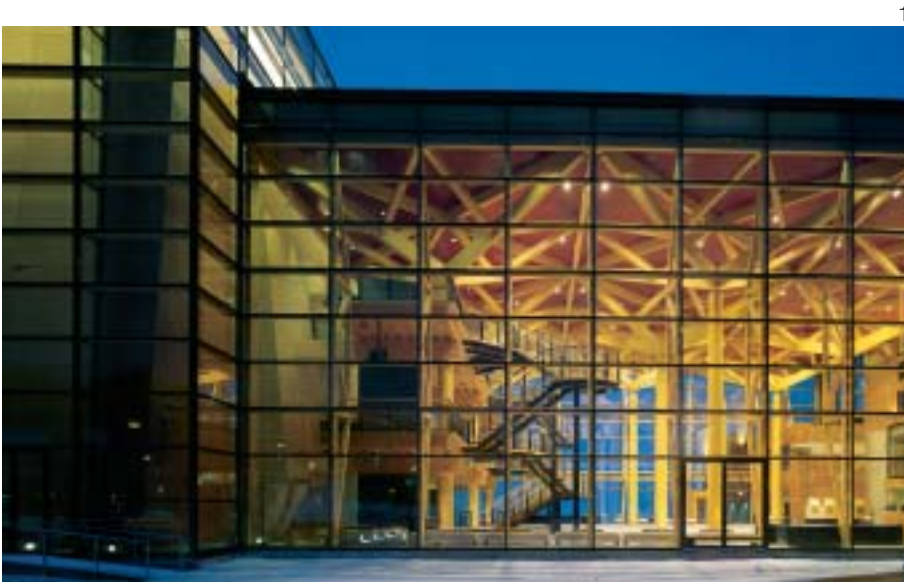
PUUSILLAT

Sillat ovat yksi vaativimmista puurakentami-sen kohteista kun rakenteet ovat sekä suurten staattisten että dynaamisten kuormien kuormittamia ja sateelta suojaamattomia. Tavallisesi siltojen rakenteet valitaan puhtaasti teknis-taloudellisten arvojen perusteella, jolloin sillat ovat hyvin pelkistettyjä palkkisilloja. Keski-Euroopassa on käytössä lukemattomasti monisatavuotisia puusilloja ja puusiltojen liitokset ovat joko mekaanisia liitoksia tai puusepänlitoksia. Tämän voidaan katsoa kuvaavan parhaiten puun ja liitoksien pitkä-aikaiskestävyyttä.

Vihantasalmen silta Mäntyharjulla on uuden silta-arkkitehtuurin ja -tekniikan näyttävä esi-merkki. Silta on tiettävästi maailman suurin valtatie silta. Sillan rakennustekniikassa on käytetty mekaanisilla liitoksilla toteutettavaa riip-puansastekniikkaa ja sillan päällysrakenteessa on käytetty puun, betonin ja teräksen yhdistelmärakennetta. Silta palkittiin vuoden 2000 Puupalkinnolla.

Uudelle moottoritieosuudelle Toijalaan on valmistunut kevyen liikenteen silta on ainut-laatuinen vetokaarisilta eli ansas- ja kaarisillan yhdistelmä. Sillan kansilaatta on liimapuuta ja kannatin on liimapuinen vetoansas, joka muodostuu vedetystä yläpaarteesta, puristetusta alapaarteesta ja välituilta lähtevistä puristus-sauvoista.

Mika Leivo, tekn. tri
Puutuotealan osaamiskeskus/
Wood Focus Oy



1

1
Sibeliustalo, Lahti
Sibelius Hall
Sibelius-Halle
Palais Sibelius

2
Pirkka-halli, Tampere
Sports hall
Sporthalle
Salle de sport

3
Jäähalli, Valkeakoski
Ice stadium
Eispalast
Patinoire couverte

LARGE WOODEN STRUCTURES



2

LARGE WOODEN STRUCTURES

In the past, there was no obvious alternative to large-span arch structures available in Finland; arches are the most advantageous form of structure, but the rather basic shape of the arch limits the scope of possible applications. Trusses allow the freedom to choose different shaped structures and different applications. Dowel joints are used in the gluelam and laminated veneer lumber trusses; other joint types, such as bolts, shear and ring connectors can be used for large-span timber structures.

Switzerland has been considered one of the model countries for timber construction. A few impressive timber construction projects were implemented there in the early 1980s, and these examples encouraged a new wave of timber construction in Switzerland. A similar development took place in Norway at the time of the Lillehammer Winter Olympics, when large timber-structure halls were built for the Games. The same concept was implemented in Finland during the late 1990s, e.g. with the technology programmes of the National Technology Agency, with the R&D activities of the industry, and with the campaigns of the wood products industry. These actions have resulted in dozens of examples of impressive timber construction being implemented in long span structures. Today, the wooden load-bearing structures in day-care centres, schools, public libraries, sports halls, bridges and exhibition premises are normal practice, tried and tested, economical methods of construction.

The most impressive example of Finnish timber engineering is the Sibelius Hall. This concert hall was a most demanding application, both in terms of its acoustics and its architecture, and the aim was to demonstrate all the best possibilities offered by timber engineering. The Sibelius Hall combines impressive architecture with modern technical solutions in its frame structures, wall structures and furnishings.

The load-bearing structures of large wooden constructions are either arches, trusses, shell structures or three-joint frames. Of these, arches are the most economical. The material required for the construction of a constant height beam is four times that required for an arch, and, similarly, a truss will require less than twice the amount of material needed for an arc. A combination of the latter two structures, i.e. a truss arch, has been used for the Pirkka Hall, thus combining the advantages of both arches and trusses.

The atmosphere inside ice stadiums places severe demands on the load-bearing structures; consequently, wooden structures have proved popular in these applications. Beams and trussed beams have been favoured for load-bearing structures. As the fire-protected joints of laminated veneer lumber and gluelam trusses have become more advanced, truss structures have proven to be very competitive alternatives for load-bearing structures.

The Pohjola Stadium at Vantaa is yet another example of a fresh strategy by the Finnish wood products industry, where

Finnforest Oyj, a company in the wood products business, has developed an extensive, all-inclusive spectator stand system. This Silva concept provides modular alternatives where wooden products have been used in a multitude of ways. The cantilever beam structure is another popular alternative for covered spectator stands. Several different materials can be combined for use in this solution.

WOODEN BRIDGES

Bridges are among the most demanding applications for timber engineering, as structures are under large static and dynamic loads and the elements are unprotected. The bridge structure types are usually chosen solely on the basis of technical and economic properties, resulting in beam bridges of rather simple construction. There are hundreds of extremely old wooden bridges still in use in Central Europe, and the joints in these bridges are either mechanical or carpenter's joints. This is a good demonstration of the long-term durability of wood and joints.

The Vihantasalmi Bridge in Mäntyharju is an imposing example of modern bridge architecture and technology. The bridge is reported to be the world's largest wooden highway bridge. A king-post truss structure with mechanical joints has been used for the bridge, and a composite structure of wood, concrete and steel has been used for the deck. The bridge was awarded the Wood Award in 2000.

The pedestrian and light traffic bridge constructed for the new section of motorway in Toijala is of unique tensioned arch construc-

3



GROSSE HOLZKONSTRUKTIONEN

tion. The deck plate is composed of gluelam and the supporting structure is a truss made of gluelam, with the upper flange having tension and the lower compression. The truss is supported to the middle pillars by compression beams.

Mika Leivo, Doctor of Science
(Technology)
Wood Focus Oy



4

In Finnland hat bislang eine klare Alternative für Bogenkonstruktionen mit großen Spannweiten gefehlt. Bogenkonstruktionen stellen eine sehr preisgünstige Alternative dar, aber die schlichte Bogenform hat bislang die Einsatzmöglichkeiten beschränkt. Mit Fachwerkkonstruktionen lassen sich leichter unterschiedliche Formen und Anwendungen verwirklichen. Die Verbindungen bei den Fachwerkkonstruktionen aus Leimholz und Leimschichtholz sind Zapfendübel-Verbindungen. Bei Holzkonstruktionen mit großen Spannweiten finden zudem auch andere Verbindungstypen wie Zahn- und Ringdübel Verwendung.

Die Schweiz gilt als ein Musterland, was den Bau von öffentlichen Gebäuden aus Holz anbelangt. Zu Beginn der achtziger Jahre wurden dort einige ansehnliche Objekte ausgeführt, die eine neue Welle der Holzarchitektur zur Folge hatten. Eine entsprechende Entwicklung kam in Norwegen durch die Olympischen Winterspiele von Lillehammer in Gang, wo für die Spiele große Hallen aus Holz errichtet wurden. Ein ähnliches Konzept wurde in Finnland gegen Ende der neunziger Jahre verwirklicht, und zwar u.a. in den Technologieprogrammen der Zentrale für Technologische Entwicklung TEKES, in der Produktentwicklung der Industrie und den Kampagnen der Holzproduktbranche. In Folge dieser Maßnahmen sind in Finnland Dutzende Objekte realisiert worden, die als gute Beispiele dafür gelten können, wie bei großen Konstruktionen Holz eingesetzt werden kann. In Finnland ist es heutzutage normal, dass in Kindertagesstätten, Schulen,

Bibliotheken, Sporthallen, Brücken und Ausstellungsräumen tragende Holzkonstruktionen verwendet werden. Derartige Konstruktionen haben sich bewährt und auch als wirtschaftlich erwiesen.

GROBE HOLZBAUTEILE

Das repräsentativste Beispiel für moderne finnische Holzarchitektur ist das Sibelius-Haus in Lahti. Hinsichtlich der Akustik- und Architekturplanung ist dieses Konzerthaus ein sehr anspruchsvolles Objekt gewesen, und man war bestrebt, in dem Gebäude alle Vorzüge des Bauens mit Holz zur Geltung kommen zu lassen. Im Sibelius-Haus vereinigt sich repräsentative Architektur mit neuen technischen Lösungen in den Konstruktionen und Lösungen für den Baukörper, den Gebäudemantel und die Inneneinrichtung.

Die tragenden Konstruktionen von großen Bauteilen sind Bögen, Fachwerke, Gebäudemäntel und Dreigelenkrahmen. Von diesen Konstruktionen ist der Bogen der preisgünstigste. Gegenüber einer Bogenkonstruktion beträgt der Materialverbrauch bei einem Bauteil gleicher Höhe das Vierfache und bei einer Fachwerkkonstruktion das Doppelte. Bei der Pirkka-Halle fand eine Kombination von Fachwerk- und Bogenkonstruktionen Verwendung, bei der sich die Vorteile beider Konstruktionsformen vereinen.

Das Innenklima in Eissporthallen stellt hohe Anforderungen an die tragenden Konstruktionen. Auch hier haben sich Konstruktionen aus Holz als geeignete Lösungen erwiesen. Bei den tragenden



5

GRANDES STRUCTURES EN BOIS



6

Bauteilen hat man die Verwendung von Balkenkonstruktionen oder versteiften Balken vorgezogen. Nach der Entwicklung von feuergeschützten Verbindungen für Fachwerke aus Leimholz und Leimschichtholz haben sich auch Fachwerke für tragende Konstruktionen als recht konkurrenzfähig erwiesen.

Das Pohjola-Stadion in Vantaa ist ein gutes Beispiel für die neue Strategie der finnischen Holzproduktbranche. Ein Unternehmen dieser Branche, Finnforest Oyj, hat ein umfassendes System für eine gedeckte Tribüne entwickelt. Bei diesem sog. Silva-Konzept werden Modul-Alternativen angeboten, bei denen Holzprodukte in vielfältiger Weise Verwendung finden. Eine Gegenhalter-Trägerkonstruktion ist eine zweite Lösung, die bei gedeckten Tribünen häufig Anwendung findet und die sich mit verschiedenen Materialkombinationen verwirklichen lässt.

HOLZBRÜCKEN

Brücken gehören beim Bauen mit Holz zu den anspruchsvollsten Objekten, da sie großen statischen und dynamischen Belastungen sowie den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind. Für gewöhnlich werden die Brückenkonstruktionen rein anhand von technischen und wirtschaftlichen Kriterien gewählt, und in diesen Fällen entscheidet man sich für sehr schlichte Balkenbrücken. In Mitteleuropa sind zahlreiche Holzbrücken in Gebrauch, die zum Teil mehrere hundert Jahre alt sind, und die Verbindungselemente sind entweder mechanische Verbindungen oder

Schreinerverbindungen. Derartige Brücken sind gute Beispiele für die Langlebigkeit von Holzbrücken und ihren Verbindungselementen.

Die Vihantasalmi-Brücke in Mäntyharju ist ein repräsentatives Beispiel für eine neue Brückenarchitektur und -technik. Es handelt sich – soweit man weiß – um die größte aus Holz erbaute Straßenbrücke der Welt. In der Brücke fanden Hängeträger mit mechanischen Verbindungen Anwendung, und der Überbau der Brücke wurde aus Holz, Beton und Stahl ausgeführt. Die Brücke wurde mit dem Holzpreis des Jahres 2000 ausgezeichnet.

An der neue Autobahntrasse nach Toijala wurde zur Überführung des leichten Verkehrs eine Brücke erbaut, die den einzigartigen Typ einer Zugbogenbrücke vertritt. Die Deckplatte der Brücke besteht aus Leimholz. Die Träger sind Zugträger aus Leimholz, die sich aus einem gezogenen Obergurt, einem gepressten Untergurt und aus von den Zwischenstützen kommenden Pressstäben zusammensetzt.

Mika Leivo, Dr. rer. techn.
Wood Focus Oy

Il n'y a pas eu jusqu'ici en Finlande de véritable alternative aux structures en arc de grande portée; l'arche est la même la moins coûteuse des structures, mais sa simplicité en limite l'utilisation. La structure en treillis donne plus de liberté à la forme et peut être employée pour différentes applications. Les assemblages des treillis en bois lamellé sont des assemblages à tenons et mortaises. En outre, d'autres types d'assemblages peuvent être utilisés dans des structures en bois de grande portée tels que les assemblages à chevilles dentelées et annulaires.

La Suisse est considérée comme l'un des pays modèles de la construction publique en bois. Quelques projets remarquables de construction publique en bois y ont été réalisés au début des années 80, ce qui a lancé une nouvelle vague de la construction en bois en Suisse. Une évolution semblable a eu lieu en Norvège avant les Jeux olympiques d'hiver de Lillehammer avec la construction de grands halls en bois. Le même concept a été appliqué en Finlande à la fin des années 90, entre autres pour les programmes technologiques du TEKES (Centre de développement technologique), pour la recherche-développement de l'industrie et pour les campagnes lancées par la branche des produits en bois. C'est pourquoi il existe maintenant en Finlande des dizaines de bons exemples de constructions de grandes structures en bois. Les structures portantes en bois des jardins d'enfants, des écoles, des bibliothèques, des halls de sport couverts, des ponts et des salles d'exposition

4,5
Kevyen liikenteen silta, Toijala
Pedestrian and light traffic bridge
Leichtverkehrbrücke
Pont affecté aux véhicules légers

6,7
Vihantasalmen puusilta, Mäntyharju
Vihantasalmi bridge
Brücke über den Vihantasalmi-Sund
Le pont en bois de Vihantasalmi

7





8,9
Katsomorakennus, Vantaa
Spectator stand
Tribüne
Tribune

8

appartiennent aujourd'hui en Finlande à la construction normale, économique et éprouvée.

GRANDES STRUCTURES EN BOIS

Le Palais Sibelius constitue l'exemple le plus spectaculaire de la construction en bois finlandaise. La conception de ce palais de concerts a été confronté à de grandes exigences tant pour l'architecture que pour l'acoustique. L'objectif était d'exploiter dans ce palais toutes les possibilités de la construction en bois. Le Palais Sibelius associe une architecture impressionnante à de nouvelles solutions techniques pour les structures d'ossature, les murs extérieurs et les éléments décoratifs.

Les structures portantes des grandes constructions en bois sont des arches, des treillis, des coffrages ou des cadres à trois articulations. L'arche est la moins coûteuse. Une structure d'une hauteur égale emploie quatre fois plus de matériaux qu'une structure en arc et une structure en treillis un peu moins de deux fois plus qu'une structure en arc. Le hall Pirkka a été construit en combinant les structures susmentionnées, à savoir avec des arches en treillis qui associent les avantages de l'arche et du treillis.

L'atmosphère intérieure des patinoires couvertes pose de grandes exigences aux structures portantes et c'est pourquoi les structures en bois se sont révélées être un bon choix pour les patinoires. Les structures portantes sont en général faites de poutres ou de poutres renforcées. Le développement

des solutions d'assemblage des treillis de bois lamellé ininflammables a fait de la structure en treillis une structure portante très compétitive.

Le stade Pohjola à Vantaa est un exemple de la nouvelle stratégie de la branche des produits en bois. L'entreprise Finforest Oy a développé un système de tribunes complet. Ce concept Silva offre des options modulaires dans lesquelles les produits en bois ont été utilisés d'une manière très diversifiée. Les cantilevers sont une autre solution structurelle souvent employée pour les tribunes couvertes. Cette solution peut être réalisée par la combinaison de plusieurs matériaux différents.

PONTS EN BOIS

Le pont est l'une des constructions les plus difficiles à réaliser en bois, car les structures sont soumises à de grandes charges statiques et dynamiques et ne sont pas protégées de la pluie. Les structures des ponts sont en général choisies en tenant compte des valeurs purement économiques et techniques, ce qui fait que les ponts sont souvent des ponts à poutres simplifiés. D'innombrables ponts en bois datant de plusieurs centaines d'années sont toujours utilisés en Europe occidentale. Les assemblages de ces ponts sont soit des assemblages mécaniques soit des assemblages de charpenterie. Cela explique bien la résistance du bois et des assemblages.

Le pont de Vihantasalmi à Mäntyharju est un bon exemple de l'architecture et

de la technique nouvelles des ponts. Il est probablement le plus grand pont en bois de route nationale du monde. On a appliqué pour le construire la technique du pont suspendu à armature en utilisant des assemblages mécaniques. Le bois, le béton et l'acier ont été combinés dans la structure de surface du pont. Ce pont a reçu le Prix du bois 2000.

Le pont destiné aux véhicules légers, construit sur une nouvelle section d'autoroute à Toijala est un pont en arc étiré unique en son genre. Son tablier est en bois lamellé et le support est une ferme en bois lamellé formée d'une membrure supérieure étirée, d'une membrure inférieure comprimée et de tiges de compression partant des supports intermédiaires.

Mika Leivo, docteur en technologie
Wood Focus Oy

FOTO
Mikko Auerniitty 1,4-9,11
Yrjö Suonto 10

9





10



11

10
Tutkimushalli, Siuntio
Livestock research hall
Forschungshalle
Hall de recherche

11
Lentoasema, Varkaus
Airport
Flughafen
Aéroport