

Prednáška v rámci seminára proLignum

**NOVÉ PRODUKTY A ICH VYUŽITIE  
V DREVENÝCH KONŠTRUKCIÁCH**

Ing. Jaroslav Sandanus, PhD.


Katedra kovových a drevených konštrukcií, SvF STU Bratislava

v spolupráci s TU Graz, Institut für Holzbau und Holztechnologie



- **Úvod**  
**Delenie nosných prútových a plošných výrobkov z dreva**
- **Prútové prvky**
  - **Rastené drevo**  
Zubovitý spoj
  - **Konštrukčné rastené drevo**  
´proof loading´
  - **Lepené nosníky**
  - **Lepené lamelové drevo**
- **Plošné výrobky**
  - **XLAM - Krížom lepené drevo**
  - **OSB**
- **Vybraté projekty**

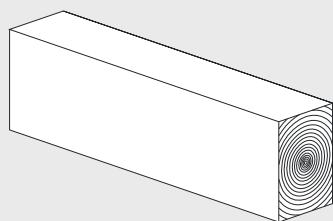
- **Úvod**  
**Delenie nosných prútových a plošných výrobkov z dreva**
- Prútové prvky
  - Rastené drevo
    - Zubovitý spoj
  - Konštrukčné rastené drevo
    - ´proof loading´
  - Lepené nosníky
  - Lepené lamelové drevo
- Plošné výrobky
  - Krížom lepené drevo
  - OSB
- Vybraté projekty

	paralelné / prútové	viacsmerne / plošné
 <p><b>Hranoly</b></p>	<p>Rastené drevo, Konštrukčné rastené drevo</p> <p><b>LEPENÉ NOSNÍKY</b>  <i>(DUO/TRIO, DuoMax/TrioMax, GLT)</i></p>	<p>(uzavreté)</p>
 <p><b>Dosky</b></p>	<p><b>LEPENÉ LAMELOVÉ DREVO</b></p>	<p><b>KRÍŽOM LEPENÉ DREVO</b> <i>(XLAM,...)</i>,            3-, 5- a 7-vrstvové dosky z ihličnatého dreva (príp. z listnatého dreva)</p>
 <p><b>Preglejky</b></p>	<p><b>PREGLEJKY</b></p> <p>Vrstvy uložené pozdĺžne  <i>(Kerto-S und -T, Microllam LVL)</i>            Pozdĺžne veľké triesky - Parallam</p>	<p><b>LATOVKOVÉ PREGLEJKY</b></p> <p>Stavebné latovky            Vrstvy uložené priečne <i>(Kerto-Q)</i></p>
 <p><b>Triesky</b>            (Štiepky)</p>	<p><b>TRIESKOVÉ DOSKY VRSTVENÉ</b></p> <p>Dlhé triesky TimberStrand S</p>	<p><b>TRIESKOVÉ DOSKY</b></p> <p>Dlhé triesky TimberStrand P            OSB</p>
	<p>Trieskové dosky</p> <p>Plošne lisované trieskové dosky spájané cementom alebo sádrou</p>	
 <p><b>Drevená vlna / Vlákna</b></p>	<p>L'ahká doska s použitím drevenej vlny</p> <p>Vláknité dosky (tvrdé, polotvrde, stredne husté (MDF), mäkké)</p> <p>Sádrokartónové dosky</p>	

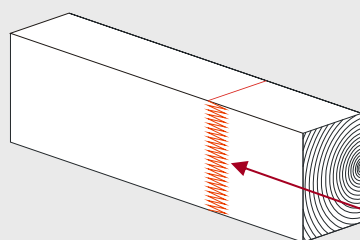
- Úvod  
Členenie nosných prútových a plošných výrobkov z dreva
- **Prútové prvky**
  - **Rastené drevo**  
Zubovitý spoj
  - **Konštrukčné rastené drevo**  
´proof loading´
  - **Lepené nosníky**
  - **Lepené lamelové drevo**
- Plošné výrobky
  - **XLAM - Krížom lepené drevo**
  - **OSB**
- Vybraté projekty

Výrobky z dreva  
s obmedzením veľkosti  
prierezu

- Rastené drevo



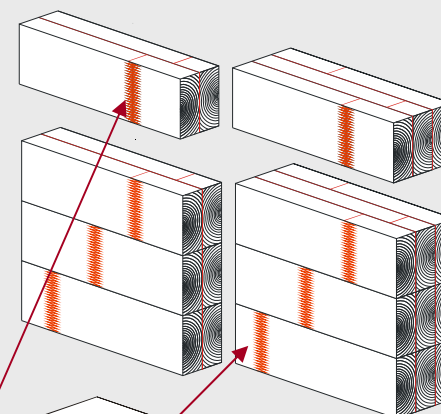
- Konštrukčné rastené drevo



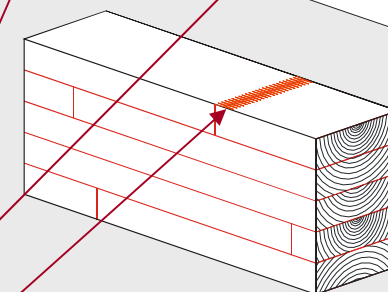
Dôvod:  
Surovina a rez predurčujú  
rozmery prvku

Výrobky z dreva s rozšírenými  
možnosťami veľkosti prierezu

- Lepené nosníky



- Lepené lamelové drevo



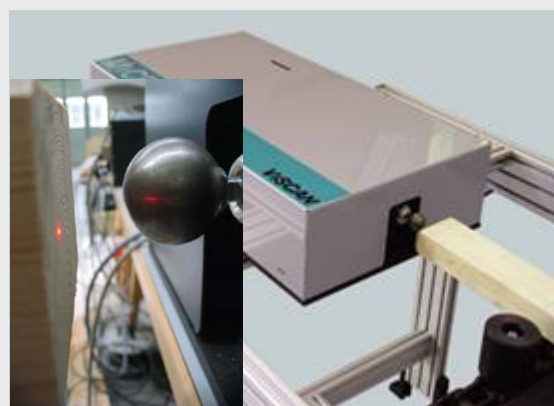
Dĺžka už nie je závislá od  
pôvodnej suroviny

## Triedenie:

- Triedenie podľa:
- **Pevnosti** (pevnostne relevantné znaky triedenia)
  - **Vzhľadu**

### pevnostne relevantné znaky triedenia:

- **vizuálne** triedenie
  - šikmý priebeh vlákien (lokálny, globálny)
  - vady dreva (hrče)
  - poloha dosky v rámci priečneho rezu
  - šírka letokruhov
- **strojové** triedenie
  - modul pružnosti v ohybe E
  - príp. dynamický modul E
  - vady dreva (hrče)
  - hustota



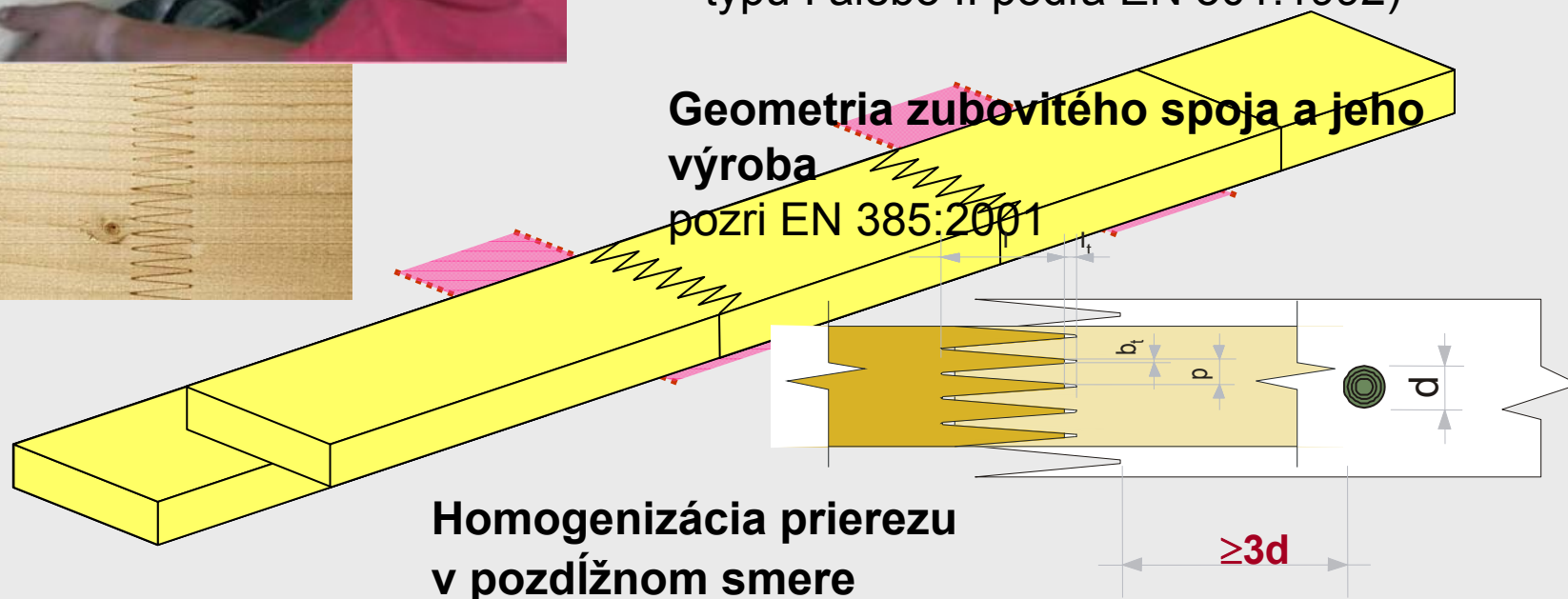
## Spájanie po dĺžke dvoch prierezov z rasteneho dreva



Dvojnásobné využitie:

- Vylúčenie chýb dreva (zabránenie prítomnosti hĺč a trhlín v zubovitom spoji)
- Výroba potrebných dĺžok (použitie lepidla typu I alebo II podľa EN 301:1992)

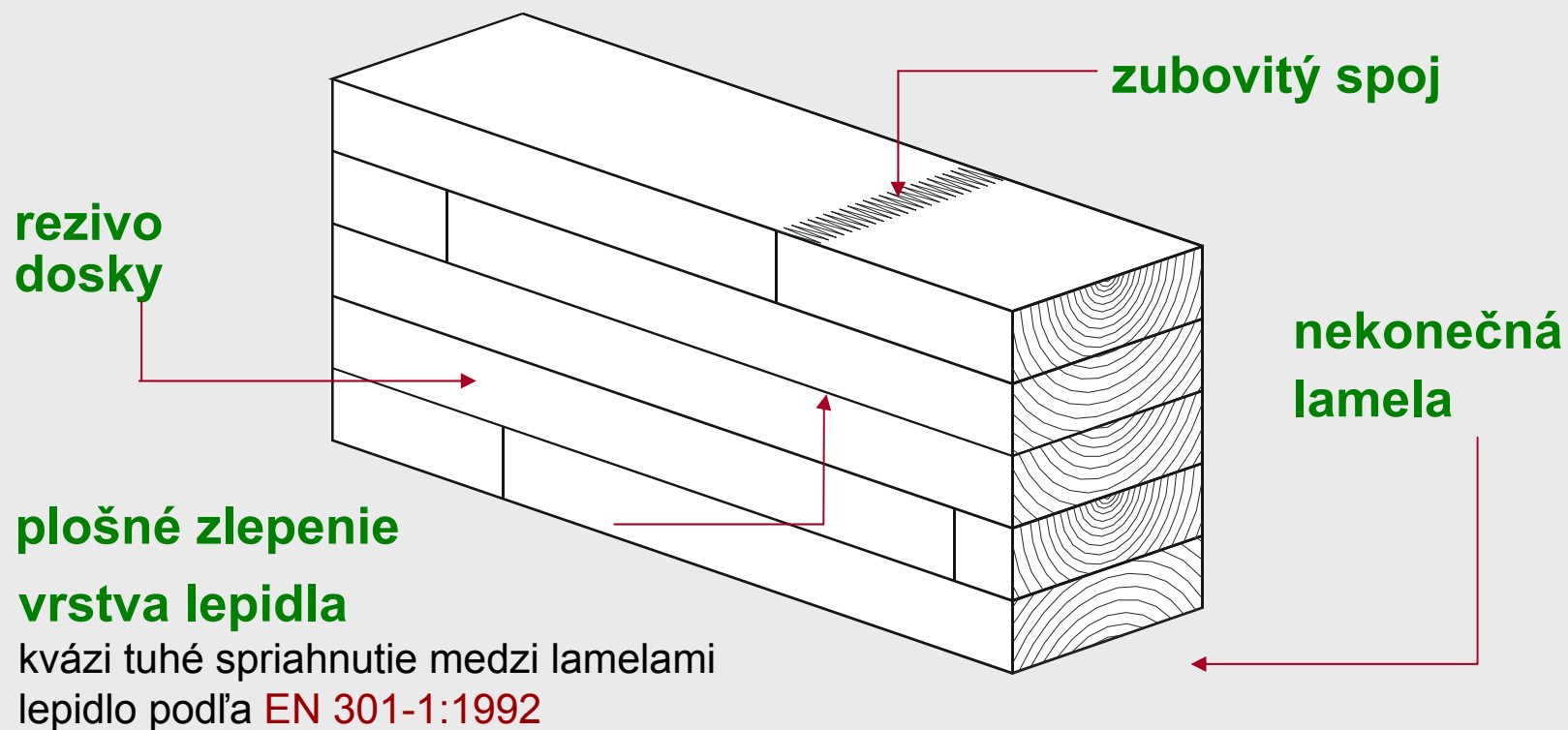
**Geometria zubovitého spoja a jeho výroba**  
pozri EN 385:2001



**Homogenizácia prierezu  
v pozdĺžnom smere**

**LLD – prvok zložený  
z viacerých materiálov**

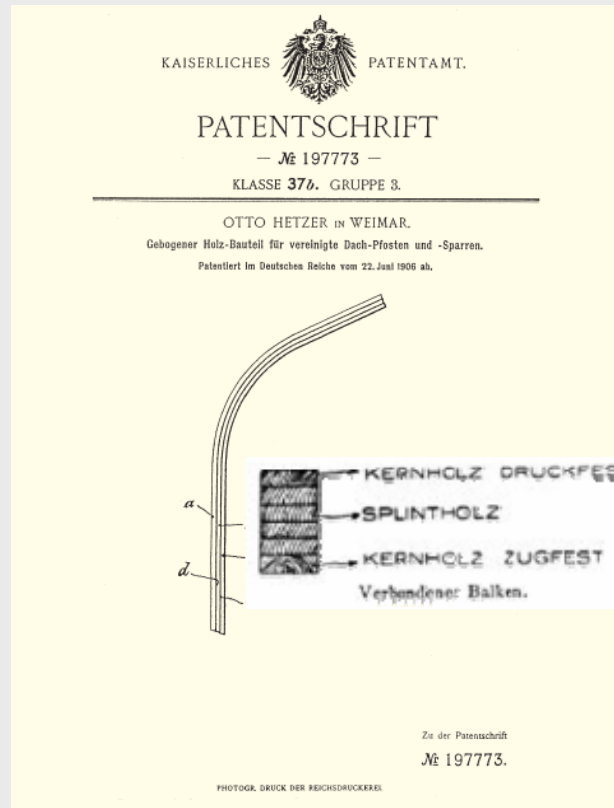
zvyčajne zložené z lamiel  
jedného druhu dreva



Všetky rozhodujúce požiadavky na výrobok **lepené lamelové drevo** sú  
obsiahnuté v návrhu európskej normy **prEN 14080:2000**.



Otto K. F. Hetzer  
(1846 - 1911)



patent 1906



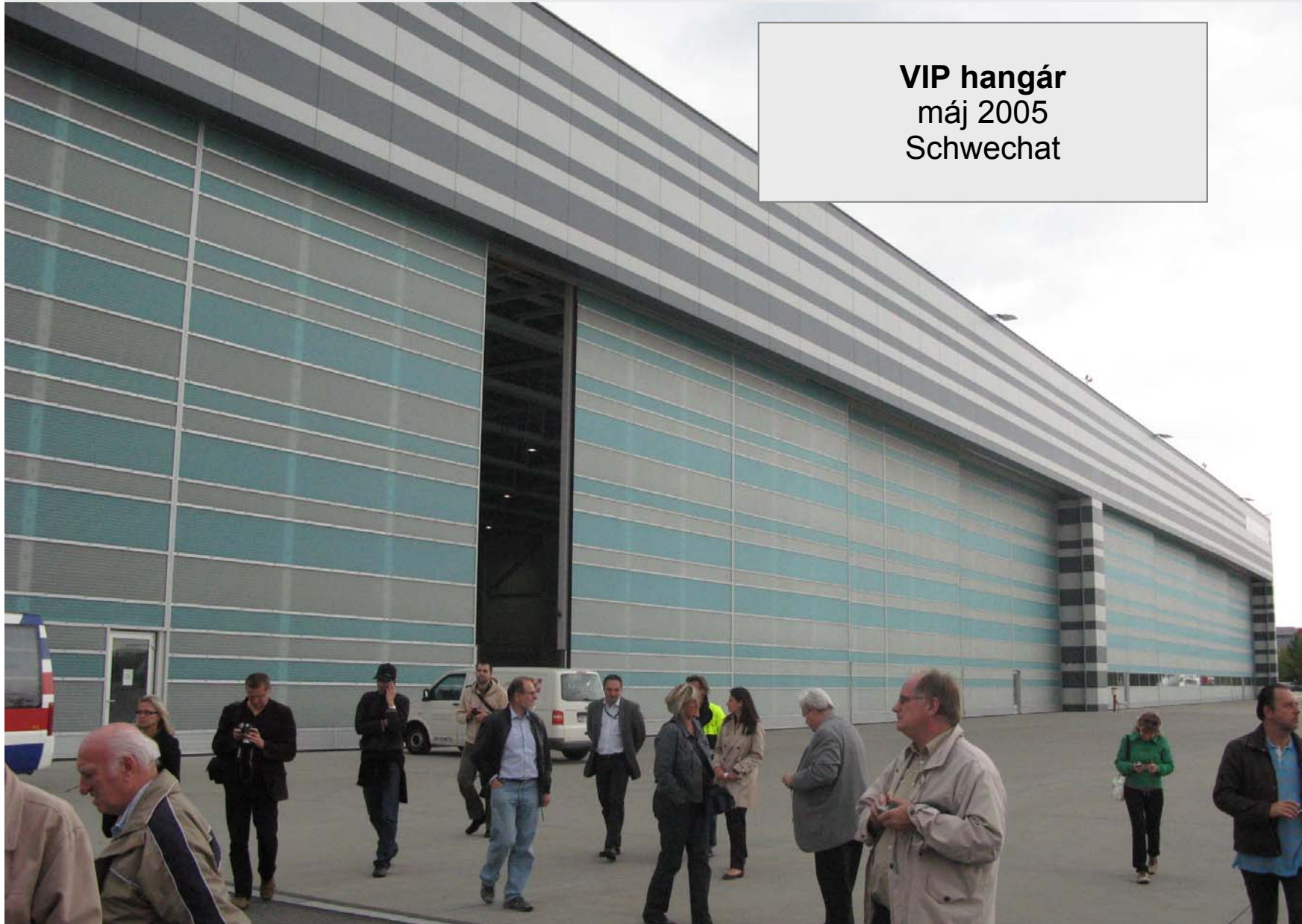
Švajčiarsko/1911



**Prekladisko tovaru**  
máj 2005  
letisko Schwechat

**Nahradenie ocel'ových  
konštrukcií:**  
- rýchlosť výstavby  
- požiarne odolnosť

**VIP hangár**  
máj 2005  
Schwechat



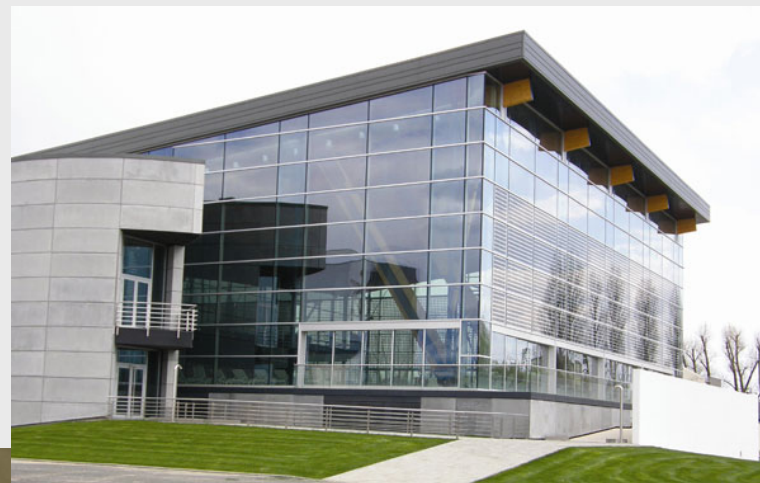


Drevoskrutky so širokým závitom



# proLignum





**Aquacity Poprad**  
2007  
relaxačný bazén  
zdroj: Ingsteel Bratislava

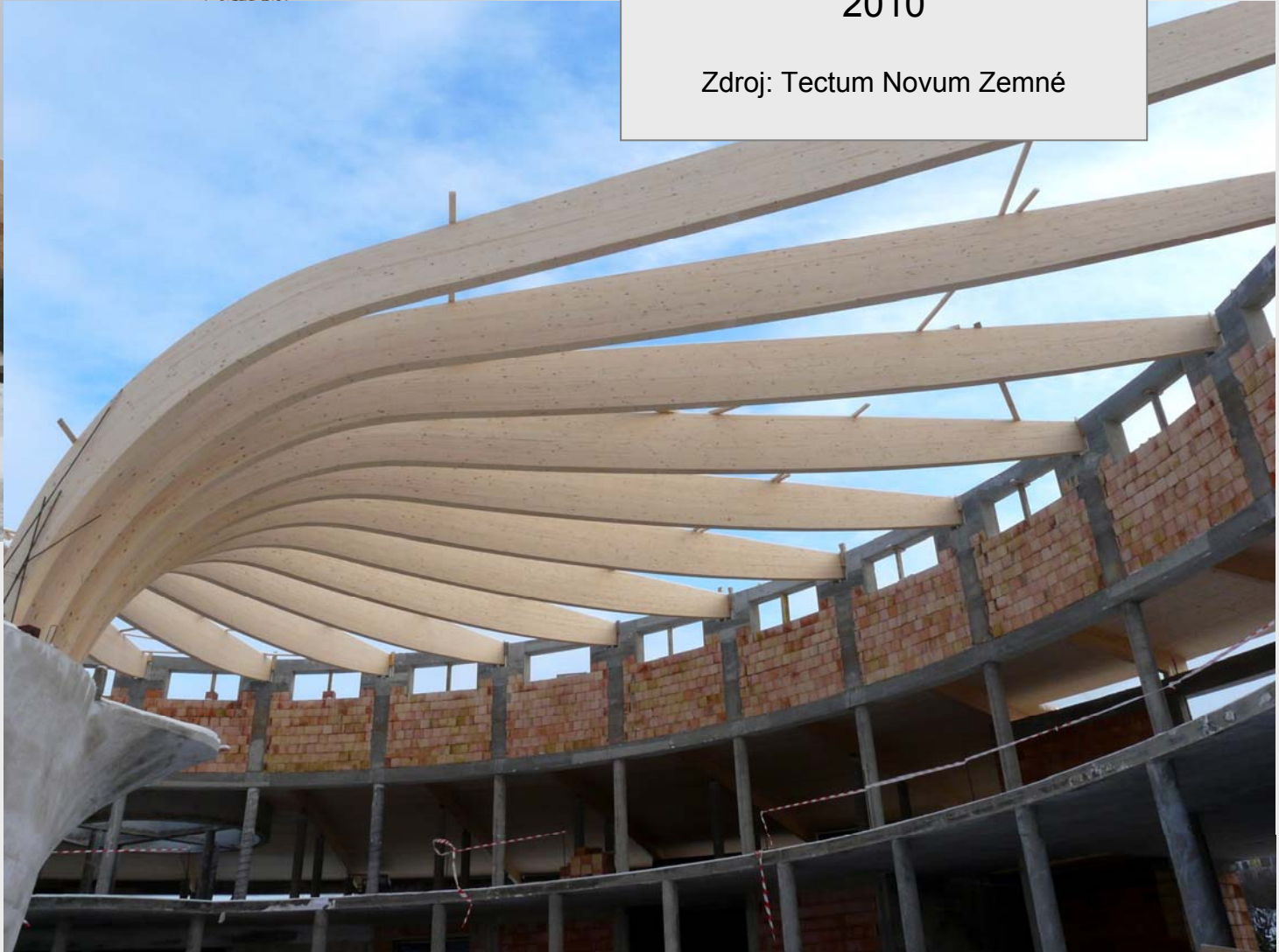
proLignum

---



**Aquapark Podhájska  
2010**

Zdroj: Tectum Novum Zemné



**výhody LLD:**

- dĺžka prvku
- možnosť zakrivenia
- veľký prierez



Jazdecký areál Pezinok

2010

zdroj: Latti-Extra Komárno



proLignum

---



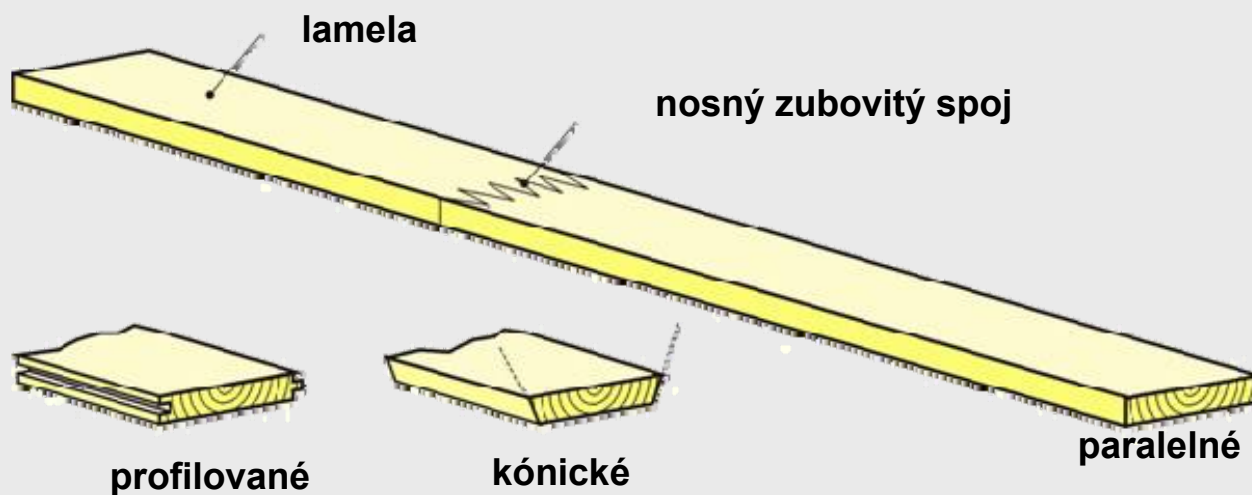
proLignum



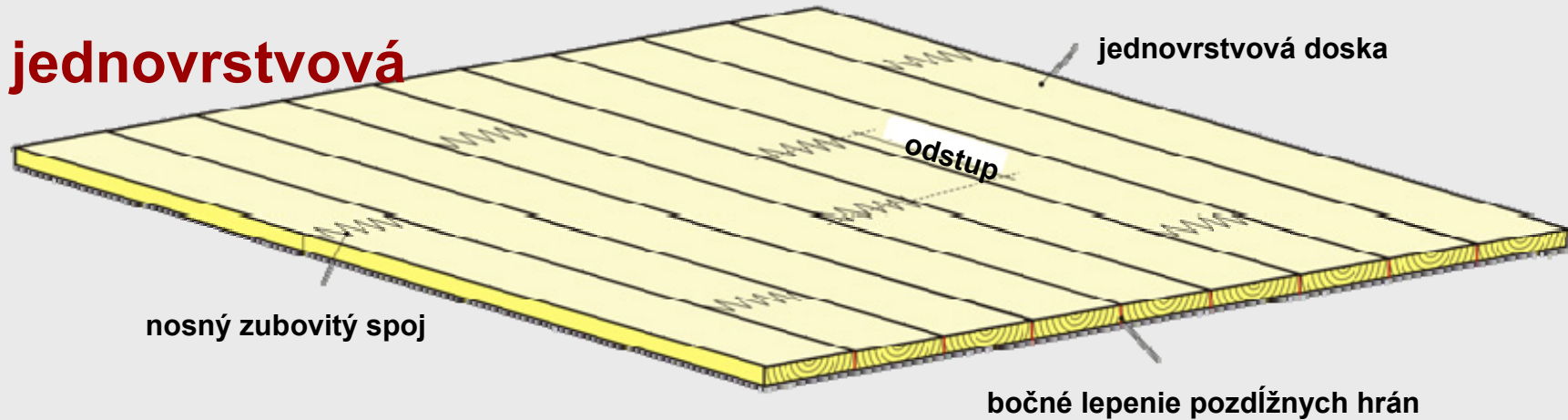
- Úvod  
Delenie nosných prútových a plošných výrobkov z dreva
- Prútové prvky
  - Rastené drevo  
Zubovitý spoj
  - Konštrukčné rastené drevo  
´proof loading´
  - Lepené nosníky
  - Lepené lamelové drevo
- Plošné výrobky
  - **XLAM** - krížom lepené drevo (škárovka, krížem lepené drevo, BSP - BrettSPerrholz, CLT - Cross Laminated Timber)
  - **OSB**
- Vybraté projekty



šírka dosky:  
 $b=80$  až  $240$  mm

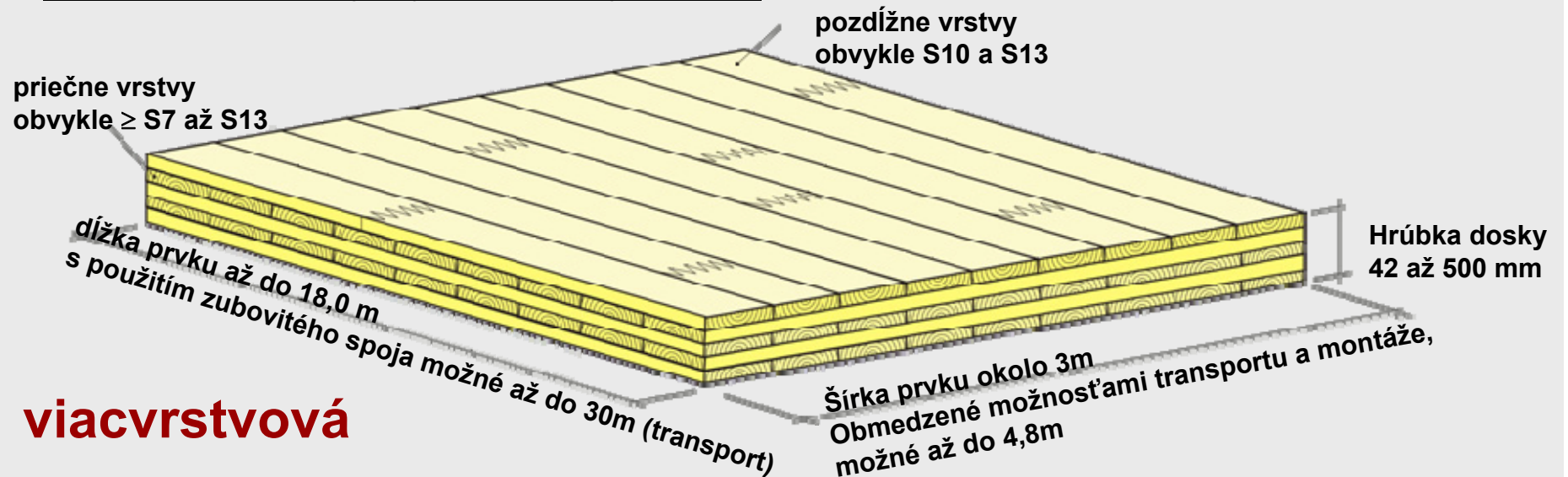


**jednovrstvová**



Krížom lepené drevo (XLAM): kombinácia pozdĺžne a priečne orientovaných jednovrstvových dosák

Plošné zlepenie jednovrstvových dosák



**viacvrstvová**

**Aquapark Podhájska  
2010**

Zdroj: Tectum Novum





zdroj: Mayr-Melnhof Kaufmann  
Gaishorn





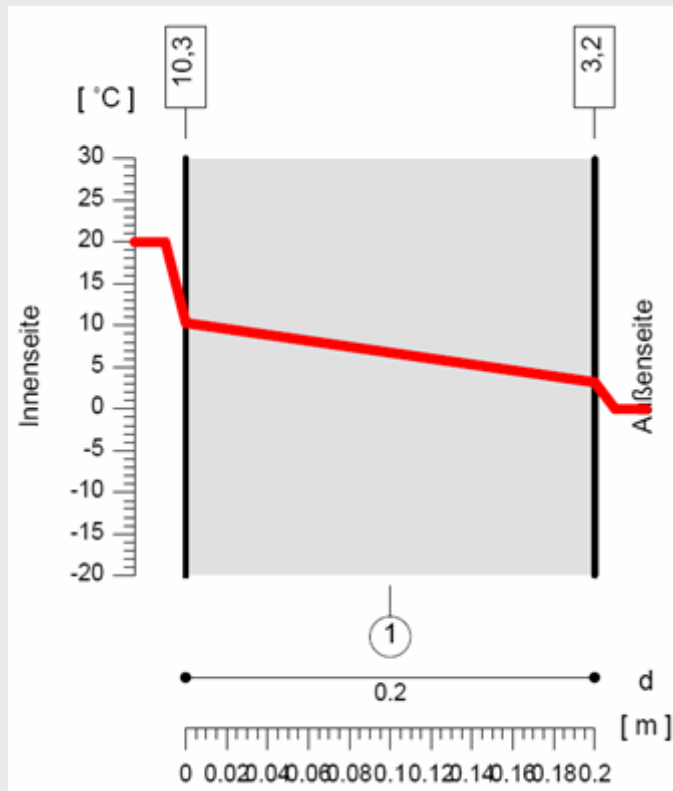
zdroj: Mayr-Melnhof Kaufmann  
Gaishorn

Stavebná fyzika – tepelná ochrana – porovnanie

1... 20 cm železobetónová stena

**$U = 4,0 \text{ W/m}^2\text{K}$**

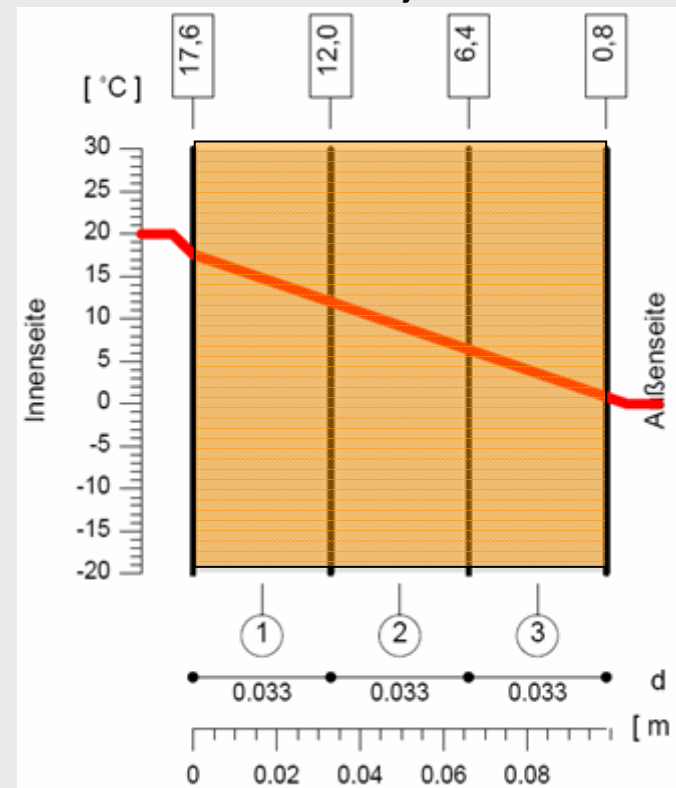
Innenseite - vnútorná strana  
 Außenseite - vonkajšia strana



1... 10 cm krížom lepené drevo

**$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$**

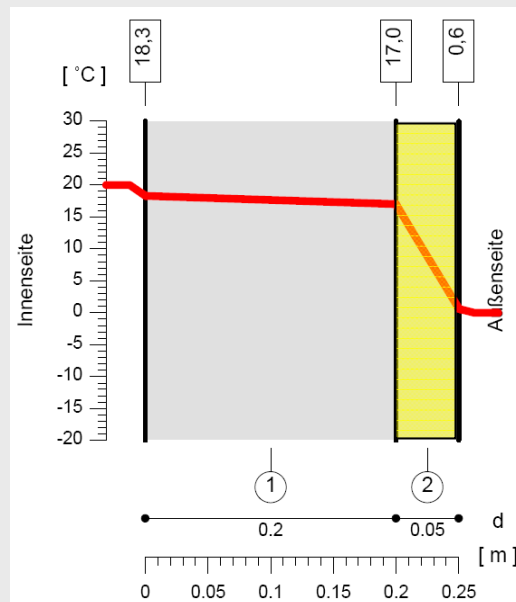
Innenseite - vnútorná strana  
 Außenseite - vonkajšia strana



Stavebná fyzika – tepelná ochrana – porovnanie

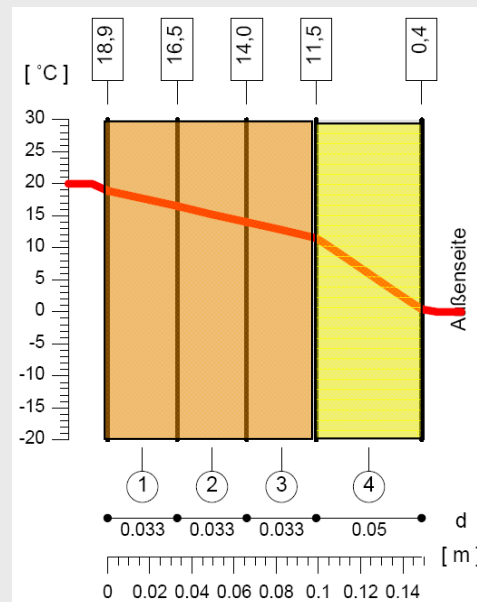
- 1... 20 cm železobet. stena
- 2... 5 cm polystyrén

**$U = 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$**



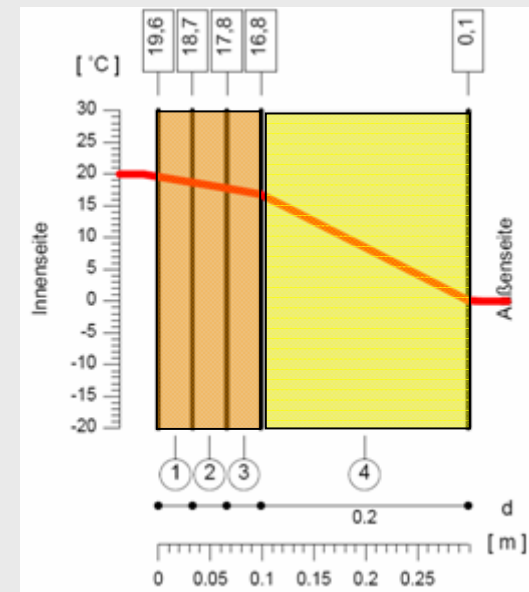
- 1... 10 cm krížom lep. drevo
- 4... 5 cm minerálna vlna

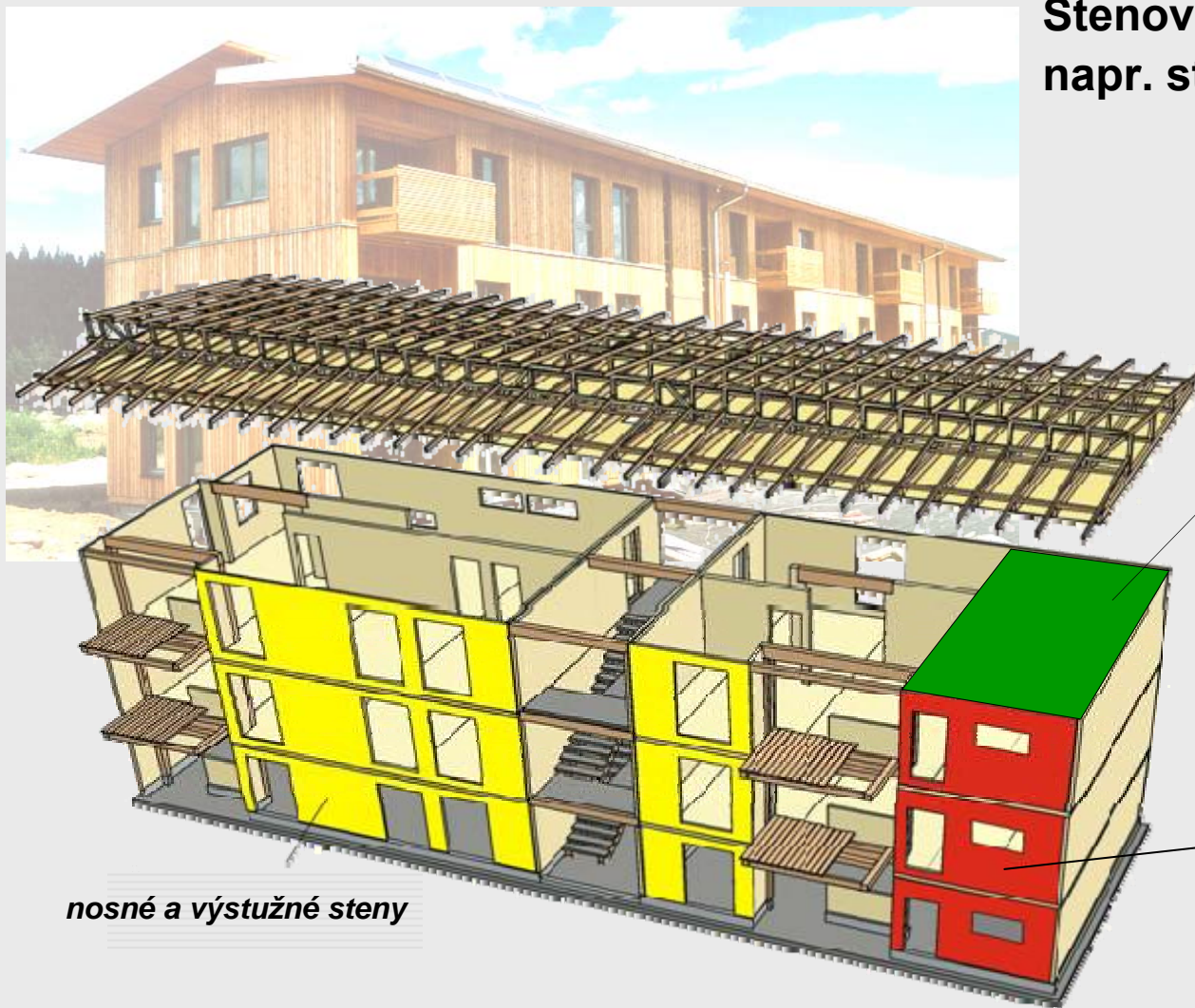
**$U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$**



- 1... 10 cm krížom lep. drevo
- 2... 20 cm minerálna vlna

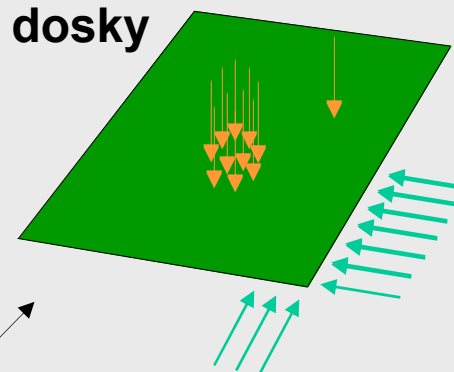
**$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$**





*nosné a výstužné steny*

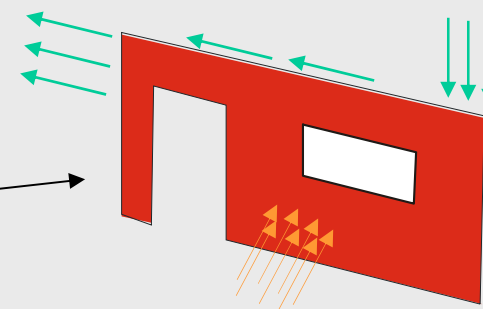
Stenové / doskové prvky:  
napr. stropné dosky



Zaťaženia:

Zaťaženie dosky

Zaťaženie steny



Stenové / doskové  
prvky: napr. steny

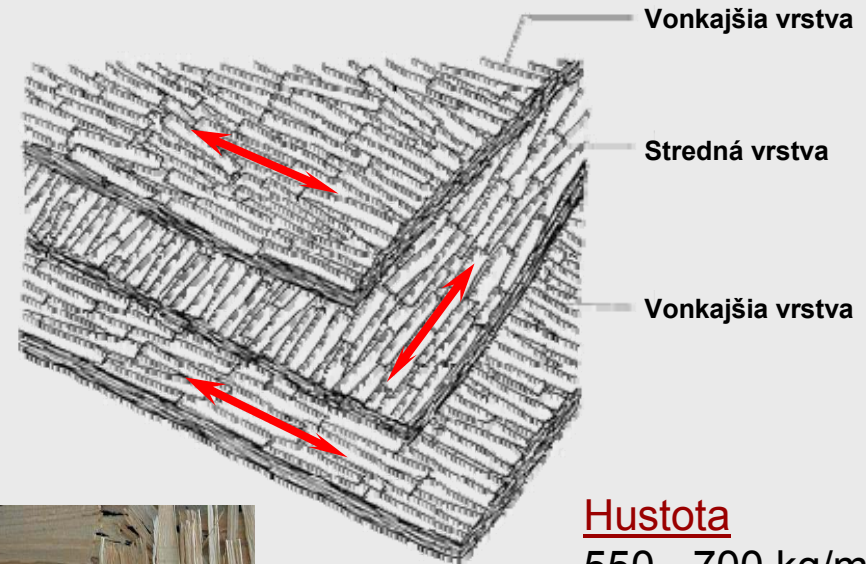
Podľa EN 300:1997 „viacvrstvá doska zhotovená z dlhých, plochých, orientovane usporiadaných drevených triesok (Strands) s dopredu určeným tvarom a hrúbkou, vzájomne spojených spojivom“.

Hlavná os je určená smerom v rovine dosky, v ktorom doska vykazuje lepšie vlastnosti v ohybe.

Vedľajšia os = kolmo na hlavnú os

**Charakteristika:**

- Vysoká stabilita tvaru v rovine dosky vďaka malým pretvoreniam vplyvom napučavania a zosychania pri zmenách vlhkosti.
- Optimalizovaná s ohľadom na **ohyb**  $\perp$  k rovine dosky

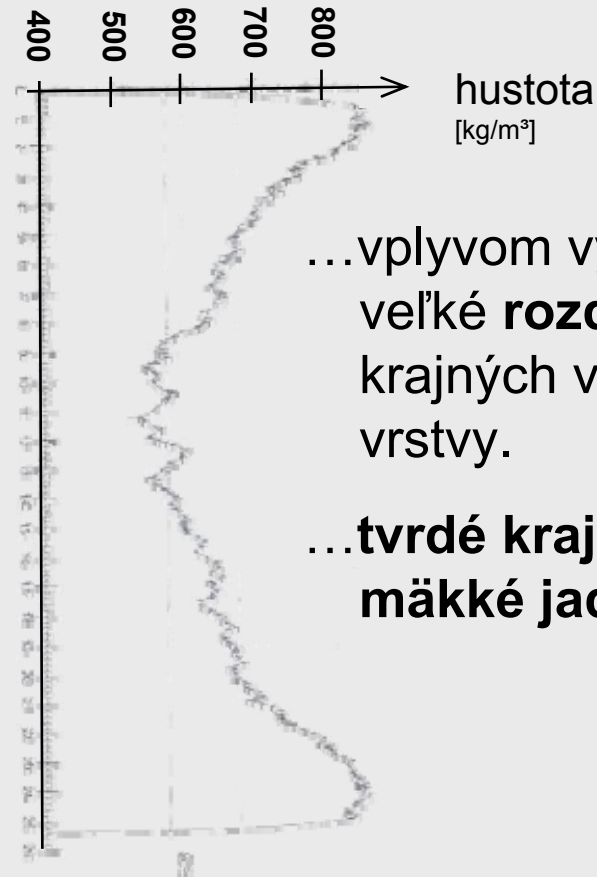


Hustota  
 550 - 700 kg/m<sup>3</sup>



## Typické VLASTNOSTI dosák OSB Vlastnosti v rôznych smeroch a profil hustoty

Stredná vrstva



...vplyvom výroby existujú veľké **rozdiely hustoty** krajných vrstiev a strednej vrstvy.

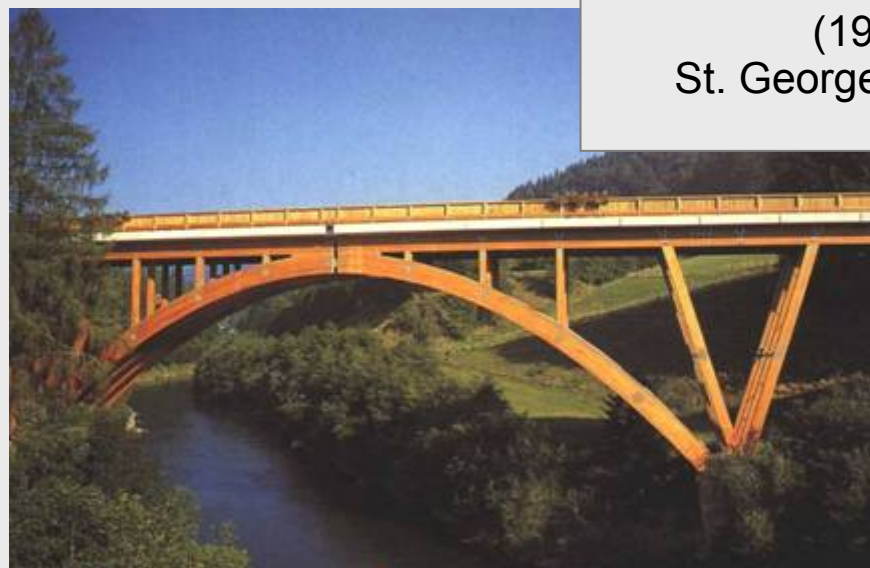
...**tvrdé krajné vrstvy, mäkké jadro.**

→ OSB je materiál na báze dreva s vysokou stabilitou rozmerov v rovine dosky, určený najmä na namáhanie **ohybom**  $\perp$  **k rovine** dosky.

- Úvod  
Delenie nosných prútových a plošných výrobkov z dreva
- Prútové prvky
  - Rastené drevo  
Zubovitý spoj
  - Konštrukčné rastené drevo  
´proof loading´
  - Lepené nosníky
  - Lepené lamelové drevo
- Plošné výrobky
  - XLAM – krížom lepené drevo
  - OSB
- Vybraté projekty

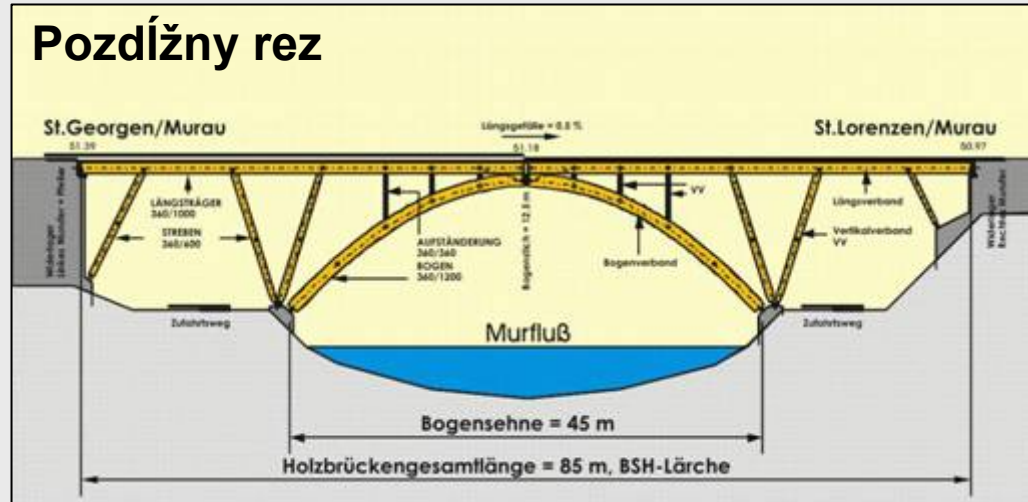


**'Wenner bridge'** (traffic)  
(1998)  
St. Georgen / Austria

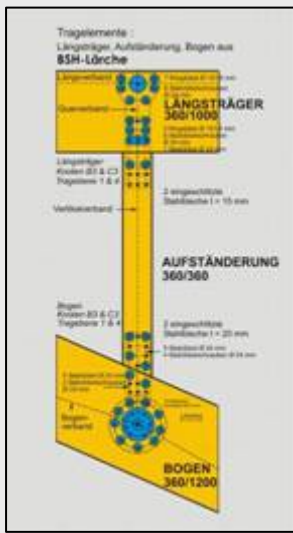
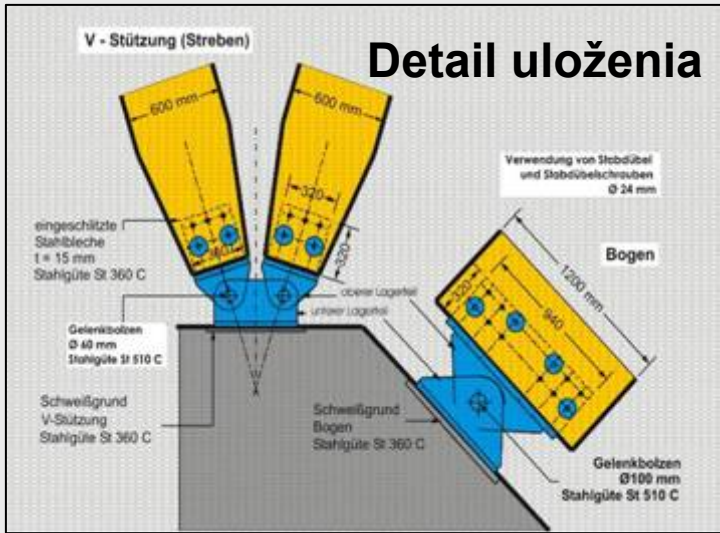
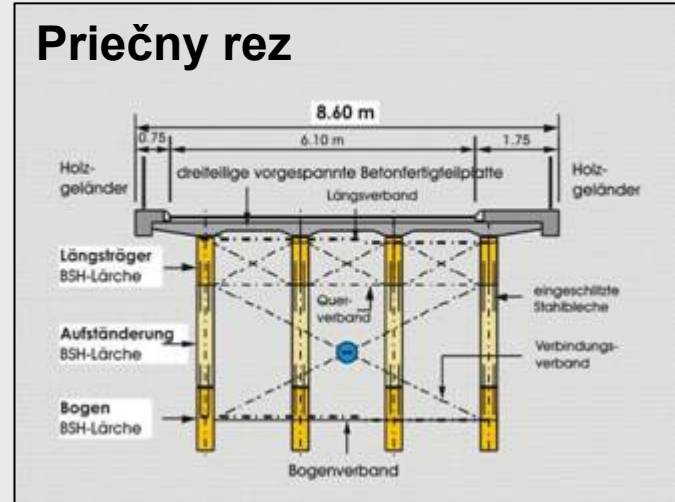


CESTNÝ MOST – WENNERBRÜCKE, St.Georgen/Murau

Pozdĺžny rez



Priečny rez



Detail stojky





**'Wenner bridge'**  
(stav 2007)  
St. Georgen / Austria

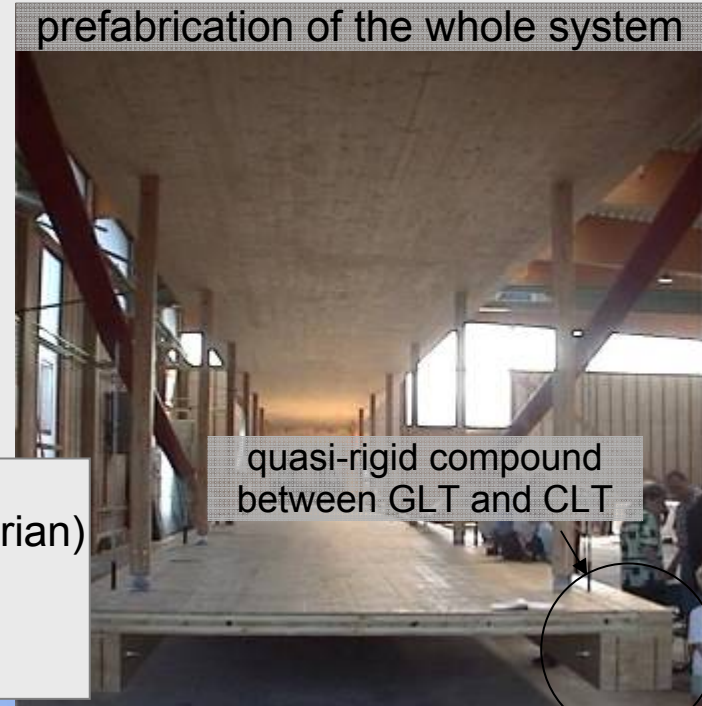


view of 'Feldbach bridge'



**'Feldbach bridge'** (pedestrian)  
(1998)  
Feldbach / Austria

prefabrication of the whole system



quasi-rigid compound  
between GLT and CLT



transport of the whole system



view of the finished bridge



**'Spielberg bridge' (traffic)**  
(1998)  
Spielberg / Austria

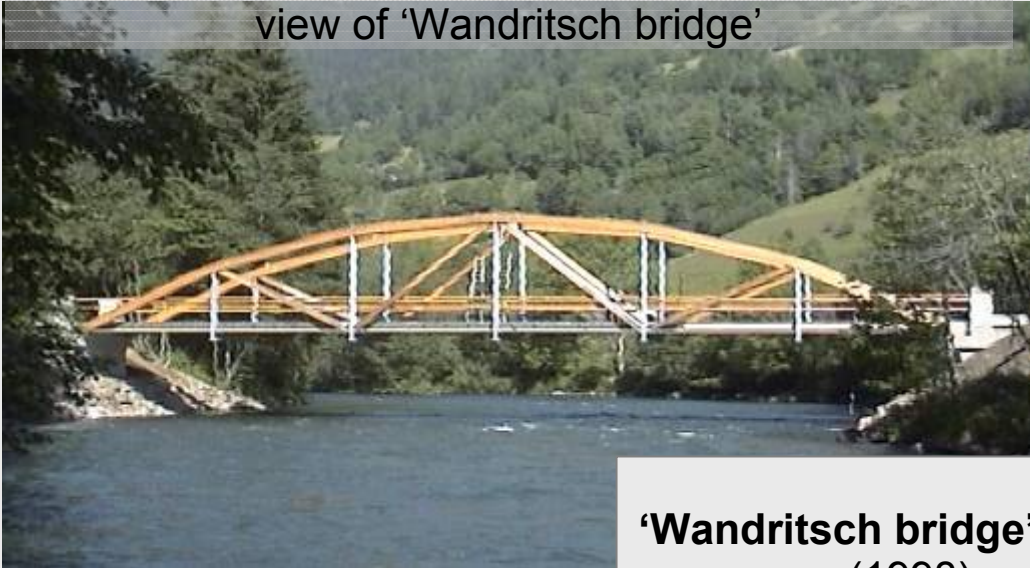


assembling



carriageway slab: 19-layered CLT element

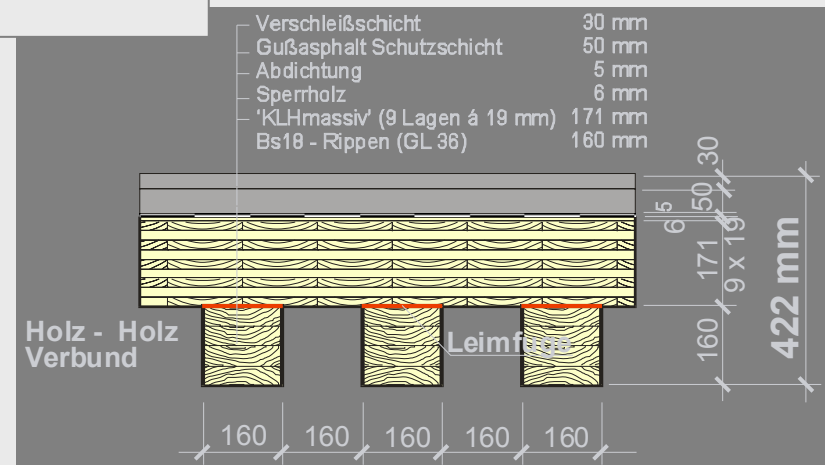
view of 'Wandritsch bridge'



prefabricated carriageway slab



**'Wandritsch bridge' (traffic)**  
(1998)  
St. Ruprecht / Austria



view of Building Research Centre



inverted bowstring CLT element



**Building Research Centre**  
**Step 1 (2001)**  
Graz / Austria



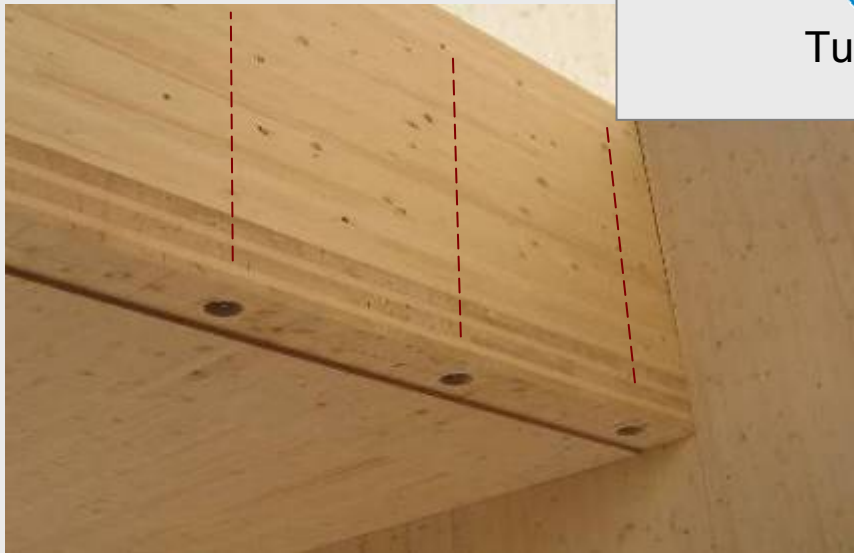
production of CLT elements



**'Austria-House' (2006)**



Turin / Italy

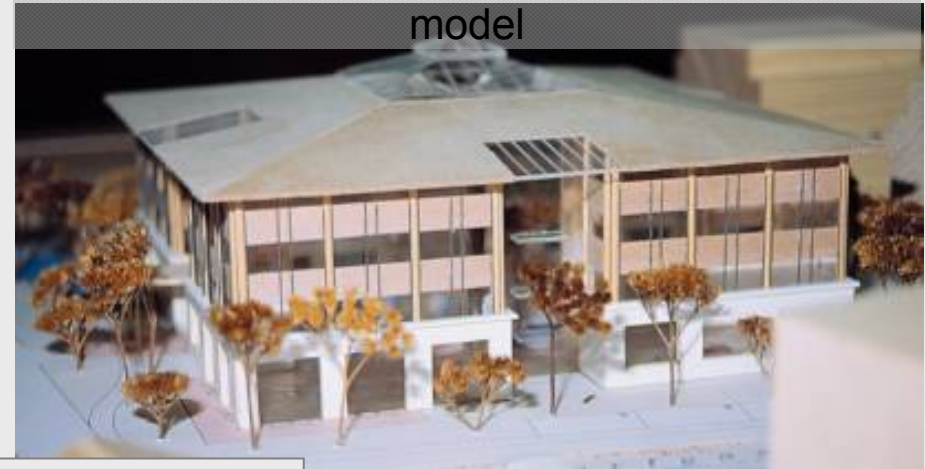




**Office building**

France

Office 'Austrian Federal Forest Association'



Office building  
(2001)  
Vienna / Austria



view of the 'Media Centre' in Turin



'Media Centre' (2006)



dimensions are optimised for transport  
2 boxes per truck / 5 trucks per day



modular concept  
10 boxes produced per day

bytové domy  
2009  
L`Aquila / Taliansko

Vypísaný tender na:  
150 bytových domov - 4000 bytov

viac ako polovica z dreva !

**bodovací systém**

- 25 bodov – náklady
- 15 - architektonický vzhľad
- 10 - energetická efektívnosť
- 10 - obnoviteľnosť materiálov
- 10 - doba realizácie
- 5 - hustota obyvateľstva
- 5 - využitie plochy
- 5 - možnosť prístavby
- 5 – využitie priestoru

---

100 bodov





**Zemetrasenie – apríl 2009**  
Vypísanie súťaže – máj 2009  
18. jún – podpis zmlúv  
11. júl – začiatok stavby  
4. septembra - prvé domy (po 55 dňoch)  
**30. október – odovzdanie domov**

základová doska 21 x 57 m

Variant 1 – TI montovaná u výrobcu

Variant 2 – TI montovaná na stavbe



proLignum

# Plošné výrobky XLAM – krížom lepené drevo





**Skladba steny:**

**Variant 1:**

- cementotriesková doska
- odvetranie 10 mm
- TI 30 mm
- XLAM 110 mm
- TI a inšt. 50 mm
- Sádrokartón 12,5 mm

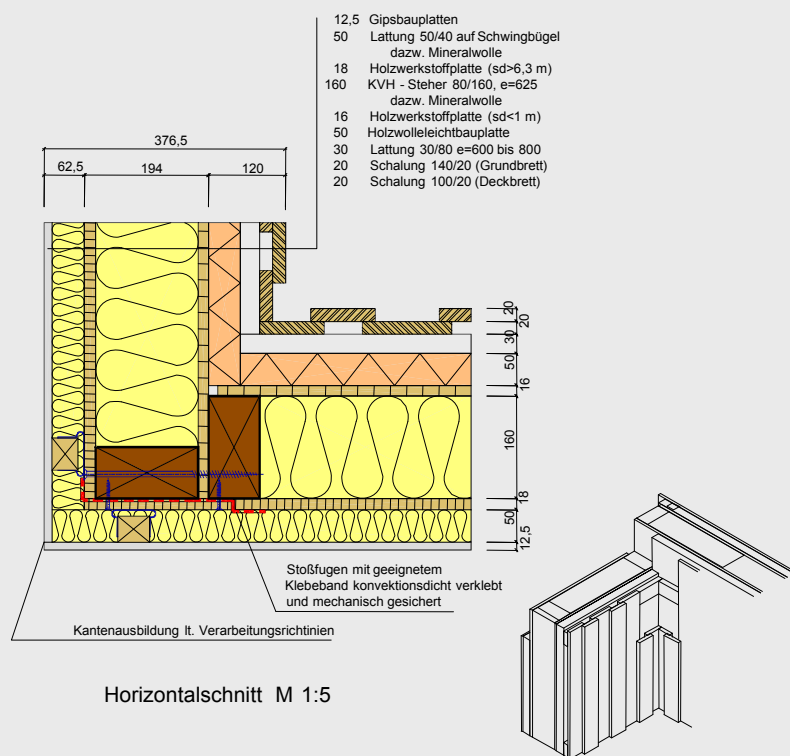
**Variant 2:**

- omietka
- TI 100 mm
- XLAM 163 mm
- inšt. 50 mm
- sádrokartón 2 x 12,5 mm

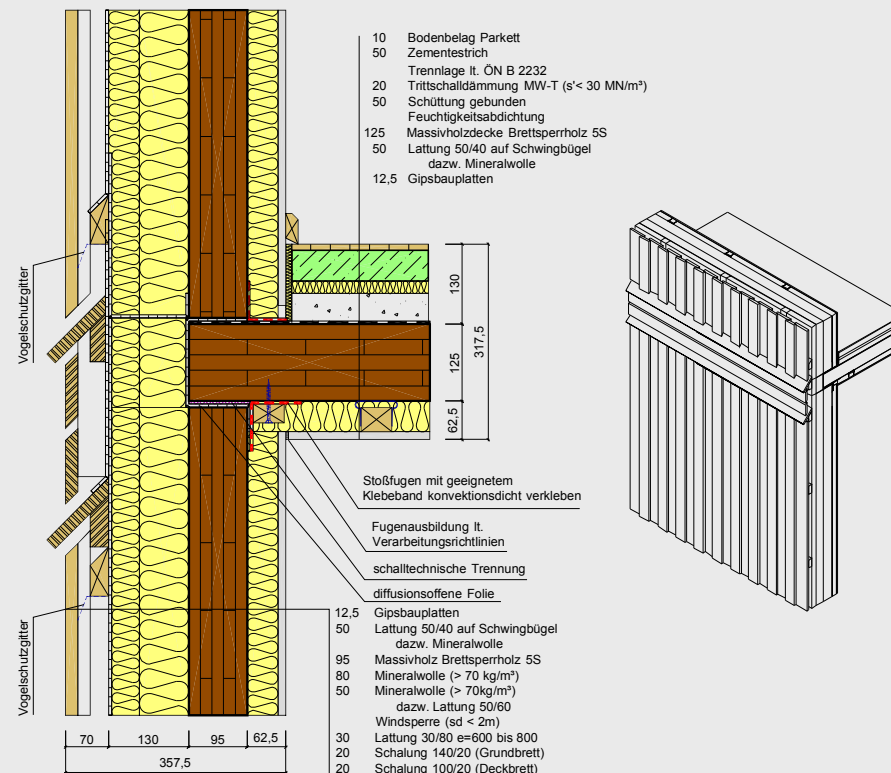




## Detaily drevostavieb pre stavby na bývanie



Detail stenového prvku



Detail spoja vonkajšia stena / vnútorný strop

proLignum

# Plošné výrobky XLAM – krížom lepené drevo



**Najrozsiahlejšia stavba s drevenou  
nosnou konštrukciou**

**620 / 700 m<sup>3</sup> krížom lepeného dreva na  
jeden bytový dom (23 / 27 bytov)**

**11000 m<sup>3</sup> krížom lepeného dreva**

**Náklady – 1160 Euro / m<sup>2</sup> obytnej plochy**



Viacpodlažné stavby z dreva:

≤ 22 m  
úniková úroveň



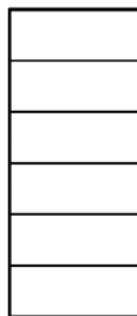
Rakúsko

≤ 13 m  
úniková úroveň



Nemecko

6 podlaží



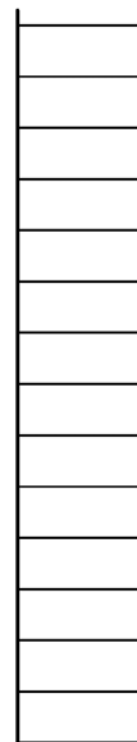
Švajčiarsko

Výška bez  
obmedzenia



V. Británia

Výška bez  
obmedzenia  
s výnimkou  
seizmických  
oblastí



Taliansko

2 podlažia



Slovensko





**7-podlažný bytový dom  
(2007)  
Berlin**



## Berlín:

Gebäudeklasse 4 – strop vo výške max. 13 m nad terénom

Gebäudeklasse 5 - strop vo výške max. 22 m nad terénom

- železobetónové schodisko osadené mimo bytov
- železobetónové inštalačné šachty
- **masívne drevené steny**
- **spriahnuté drevobetónové stropy**
- krátke únikové cesty



**multi-storey building**  
najvyšší bytový dom v Európe  
London

## 9- podlažný bytový dom

steny a stropy postavené z krížom  
lepeného dreva (XLAM)



Stadthaus Murray Grove, London

Waugh Thistleton Architects

**Výstavba RD Griffen – film**

zdroj: Stora Enso Timber

**proLignum**

---



**Veľa úspechov a radosti  
pri stavbách z dreva!**