



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Dřevěné konstrukce 02

Konstrukční systémy



Roubené a srubové konstrukce



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**



Konstrukční systémy staveb na bázi dřeva

- › Roubené a srubové konstrukce
- › Hrázděné konstrukce
- › Rámová / sloupková konstrukce (tzv. dle USA 2by4)
- › Těžký dřevěný skelet
- › Konstrukce z křížem vrstveného dřeva (CLT,...)
- › Ostatní konstrukce (systémy z OSB desek, prefa tvarovek, I-nosníků na bázi dřeva,...)



Roubené a srubové konstrukce



Roubené a srubové konstrukce - charakteristika

= **stěnové konstrukce z vodorovně vrstvených (roubených) masivních trámů** spojených v nároží tesařskými spoji (vodorovné trámy buď hraněné nebo z kulatiny)

- › potřeba vysoké **řemeslné dovednosti**
- › speciální **výběr dřeva**
- › náročné vizuálně **přiznané spoje**
- › malá dispoziční variabilita
- › vysoká spotřeba dřeva
- › **sedání konstrukce** (sesychání)
- › do této kategorie zařazujeme srub i roubenku



srub vs. roubenka

- › **srub** je stavěný z kulatiny o průměru 20-40 cm
- › kulatina často pouze odkorněná
- › v rozích jsou spojeny přeplátováním (s přesahem)



kulatina (otesávaná, strojně opracovaná)



srub vs. roubenka

- › **roubenku** tvoří hranoly o šířce obvykle 15-30 cm
- › vzniká z opracovaných, hraněných profilů, které jsou v rozích **spojeny nejčastěji rybinovým spojem** bez přesahů
- › historické uplatnění především při stavbě venkovských stavení



hraněné řezivo



Nejstarší dochovaná roubenka

- › památkově chráněný dům čp. 53 ve **Rtyni v Podkrkonoší** postavený patrně v letech **1547 až 1548**



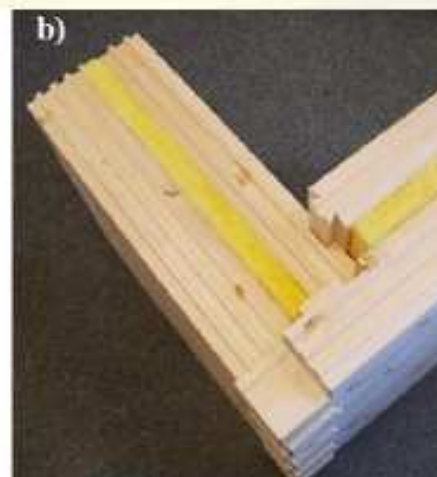
Roubené a srubové konstrukce - technologie

- › K výstavbě roubených a srubových staveb se používá **dřevo (smrk, modřín, jedle a borovice)**
- › V současnosti rozlišujeme z hlediska technologie výroby:

Pravá roubená/srubová konstrukce:

- tradiční (c) x novodobá (a), (b)

Falešná roubená/srubová konstrukce



Pravá roubená/srubová konstrukce

- › Obvodové a příčkové stěny z rostlého dřeva = řemeslný charakter stavby
- › Zpracování většího průměru kulatiny (oproti CNC centřům)
- › Řemeslné opracování kmenů stromů - spojování srubových trámů pomocí **prostorového zámkového spoje**.
- › Tloušťka srubu (obvodových a příčkových stěn) se pohybuje **v rozpětí 15 až 30 cm** (tím byla dříve zajištěna tepelně -izolační funkce objektu).
- › Vodorovné se utěsňovaly různými těsnicími materiály a různými konstrukčními způsoby, **například mechem, jilem, dřevní vlnou..**



Pravá roubená/srubová konstrukce

- › U srubů z **mokrého dřeva** se musí počítat s vysycháním dřeva na výšku stěn i sedáním stavby.
- › Míra vysychání závisí **na počáteční vlhkosti dřeva a klimatických podmínkách** v místě stavby, tj. běžně kolem **150 mm** na výšku jednoho podlaží (největší sedání během prvních 5 let)
- › Velmi důležité je přizpůsobit **konstrukční detaily otvorů osazení oken a dveří, nadpraží, schodiště, apod.**



Pravá roubená/srubová konstrukce



Pravá roubená/srubová konstrukce

- › **Těsnění vodorovných spár** srubových konstrukcí z masivu - výřezem ve tvaru V nebo U v místě úložné spáry vyplněným tepelnou izolací (pryž, ovčí vlna, trvale pružné tmely)



Novodobá roubená/srubová konstrukce

- › využívá průmyslové výroby s použitím vysušených profilů **lepeného lamelového dřeva (BSH)**
- › opracování na CNC obráběcím centru
- › celková tloušťka nejčastěji 240 mm
- › lepené ze 2 nebo více lamel
- › vysušené na vlhkost 12 % (není potřeba řešit sedání stavby)
= rozměrová a tvarová stálost
- › v podélném směru nastavované zubovitým spojem
- › využívá se i přídatná tepelná izolace



Novodobá roubená/srubová konstrukce



Falešná roubená/srubová konstrukce

- › imitují pravé roubenky/sruby
- › hlavním důvodem je většinou **estetické hledisko** - pozitivní působení dřeva na člověka
- › může vykazovat **lepší tepelně izolační vlastnosti**
- › **falešná srubová konstrukce má 2 části:**
 - exteriérové (interiérové) falešné konstrukce imitující pravý srub/roubenku
 - staticky nosné konstrukce - sloupkové, panelové, betonové, zděné

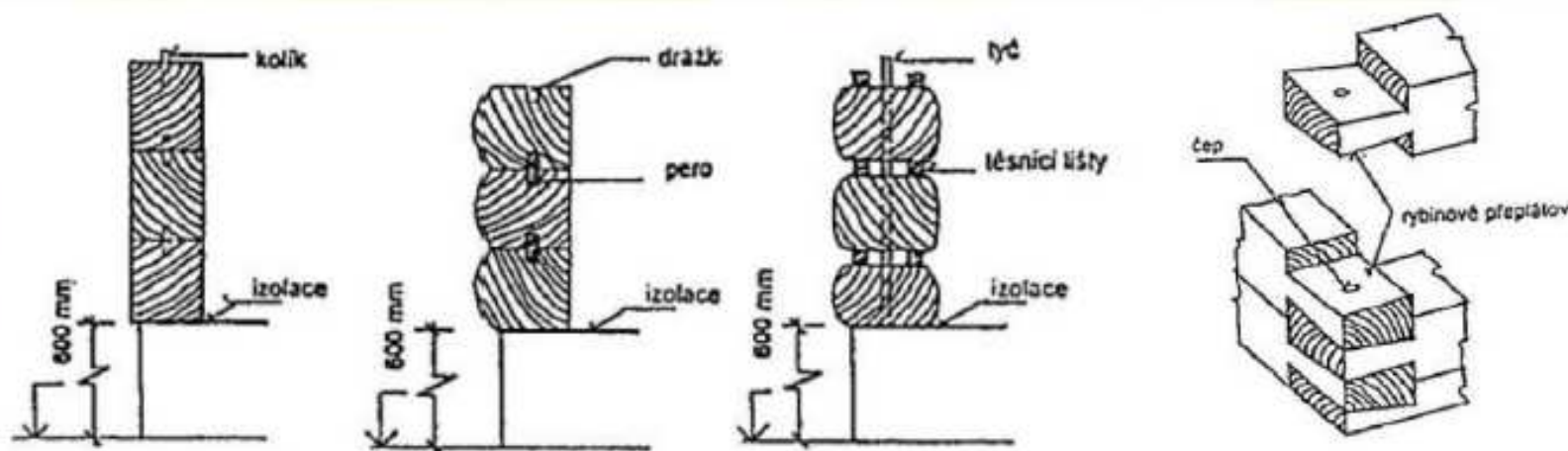


Falešná roubená/srubová konstrukce



Falešná roubená/srubová konstrukce

- › stěny založeny na podezdívce nebo na betonovém prahu (doporučeno 600 mm nad terénem) = eliminace vlivu odstříkující vody u paty stěny



Roubené a srubové konstrukce - výhody a nevýhody

Výhody:

- › estetický ráz domu
- › klima v domě (vůně po dřevě)
- › difúznost konstrukce
- › lepší akumulace tepla
- › ideální vzdušná vlhkost

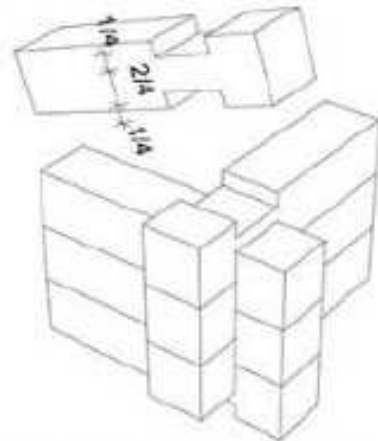
Nevýhody:

- › vysoká řemeslná dovednost (v případě řemeslné výroby)
- › nutnost rozvrhnutí instalací
- › malá dispoziční variabilita
- › sedání, pracování konstrukce (v případě nevysušeného dřeva)
- › velká spotřeba dřeva

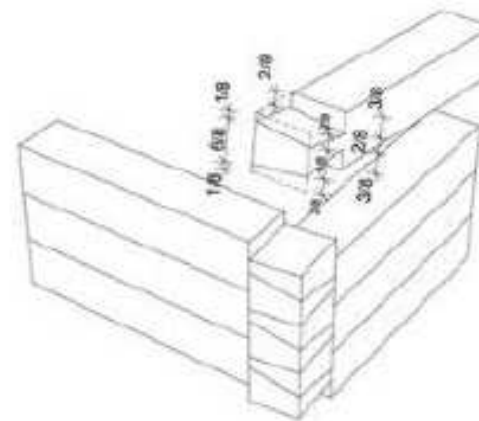


Vazby rohů u srubových staveb

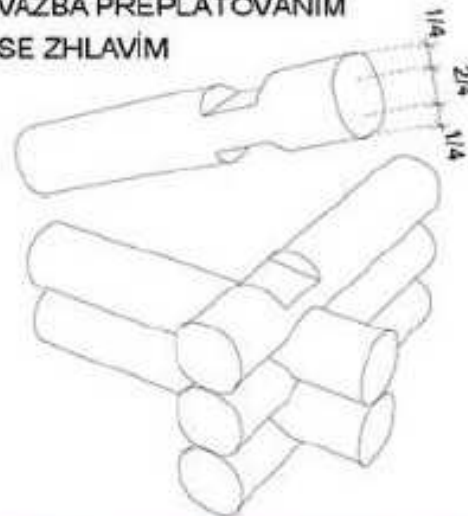
VAZBA PŘEPLÁTOVÁNÍM SE ZHLAVÍM



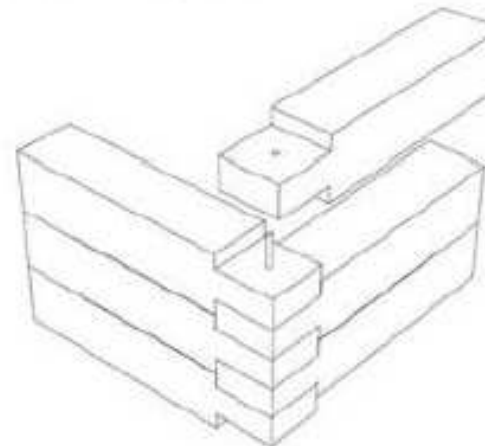
RYBINOVÉ PŘEPLÁTOVÁNÍ



VAZBA PŘEPLÁTOVÁNÍM SE ZHLAVÍM



VAZBA BEZ ZHLAVÍ



Hrázděné konstrukce



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**



Hrázděné konstrukce - charakteristika



Hrázděné konstrukce - charakteristika

- › nosná konstrukce vizuálně přiznaná
- › dřevěná kostra vyplněná **nejčastěji cihlovým zdivem**
- › vícepatrové stavby
- › **tesařské spoje** (čepy, zapuštění, atd.)
- › masivní hraněné průřezy
- › nákladná údržba
- › **sedání (sesychání)**



Hrázděné konstrukce - charakteristika

- › dříve vysoká oblíbenost **ve městech západní Evropy** (nebyl dostatek dřeva pro srubové stavby)
- › využití i **krátkých částí listnatých dřevin**
- › u nás jsou však hrázděné stavby spíše ojedinělé
- › **svislé zatížení se přenáší přes sloupky**
- › smykovou pevnost zajišťuje **spolupůsobení kostry a zdiva**



Hrázděné konstrukce - výhody a nevýhody

Výhody:

- › vysoká estetičnost objektu
- › využití krátkých listnatých dřevin

Nevýhody:

- › vyšší pořizovací náklady
- › vysoké nároky na kvalifikovanou práci tesaře



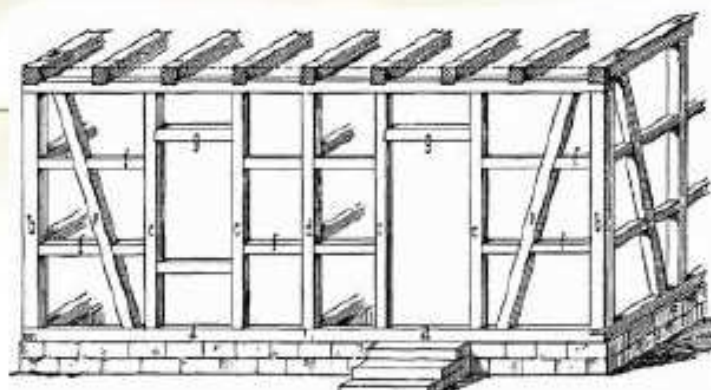


Fig. 1.

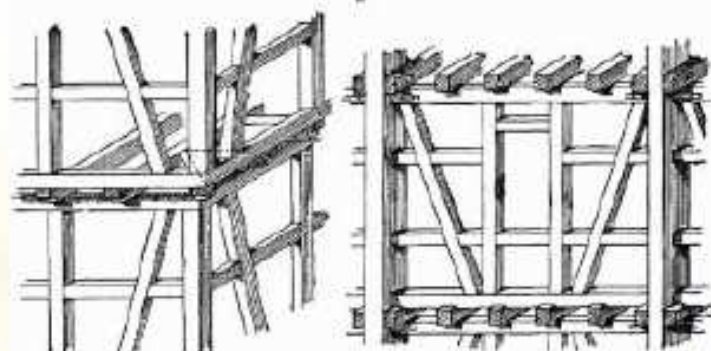
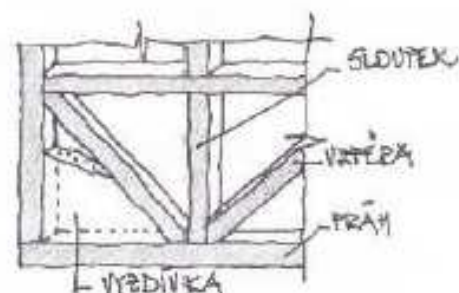


Fig. 2.

Fig. 3.



Tabulka základních tesařských spojů

Název	zobrazení	popis
Sraz		Spojované prvky se k sobě přiloží buď čely nebo podélnými plochami.
Plátování		Spojované prvky se stýkají částí čel i podélných ploch (tzv. plátem).
Lípnutí		Spojované prvky se k sobě přiloží čelem na podélnou plochu.
Zapuštění		Celo jednoho prvku se osadí do zářezu druhého prvku.
Čepování		V jednom prvku se vytvoří na konci čep a v druhém díla.
Přeplátování		Oba prvky jsou po celé délce spoje vyřiznuty. Hloubka přeplátování se rovná součtu hloubek zářezů.
Kamповání		Vybrání v jednom prvku odpovídá výstupku v druhém prvku a hloubka kamповání se rovná hloubce jednoho vybrání.
Osedlání		Prvky v různých rovinách. Jeden je opatřen zářezem (sedlem) druhý zpravidla není oslaben.

Rámová / sloupková konstrukce



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**



Rámová/sloupková konstrukce - historie systému

- › tradiční technologie v USA od r. 1833
- › malá možnost prefabrikace
- › vysoká pracnost na staveništi
- › ztužení budovy pláštěm (prkna, desky)
- › štíhlé průřezy
- › malá vzdálenost sloupků



Rámová/sloupková konstrukce - historie systému

- › vznik podnítila průmyslová revoluce - **výroba velkého množství řeziva a levných hřebíků** standardních rozměrů a vlastností.
- › v původním systému „**two by four**“ (TBF) se používají víceméně jen dva rozměry řeziva:
 - $2 \times 4''$ (cca 50×100 mm) na sloupky
 - $2 \times 8''$ (cca 50×200 mm) na vodorovné překlady, stropnice a krokve při osové vzdálenosti nosných prvků 400 až 600 mm.



Rámová/sloupková konstrukce - základní typy

- › tvořeny prkny a fošny
- › osová vzdálenost 400 - 600 mm
- › 3 základní typy:
 - Balloon Frame
 - Modifikovaný Balloon Frame
 - Platform Frame



Rámová/sloupková konstrukce - základní typy

Ballon Frame:

- › sloupky probíhají od soklu až k okapu
- › patrový práh tvořen jednoduchým průvlakem, který je za sloupky průběžný, na něm leží stropnice
- › vzpěrná délka sloupků se zkracuje ztužením



Rámová/sloupková konstrukce - základní typy

Modifikovaný Ballon Frame:

- › sloupky na patrovém prahu přerušeny
- › rohový sloupek většinou průběžný (tvořen hranolem nebo z fošen)
- › patrový práh je tvořen hranolem nebo dvěma fošnami položenými na sobě a je průběžný



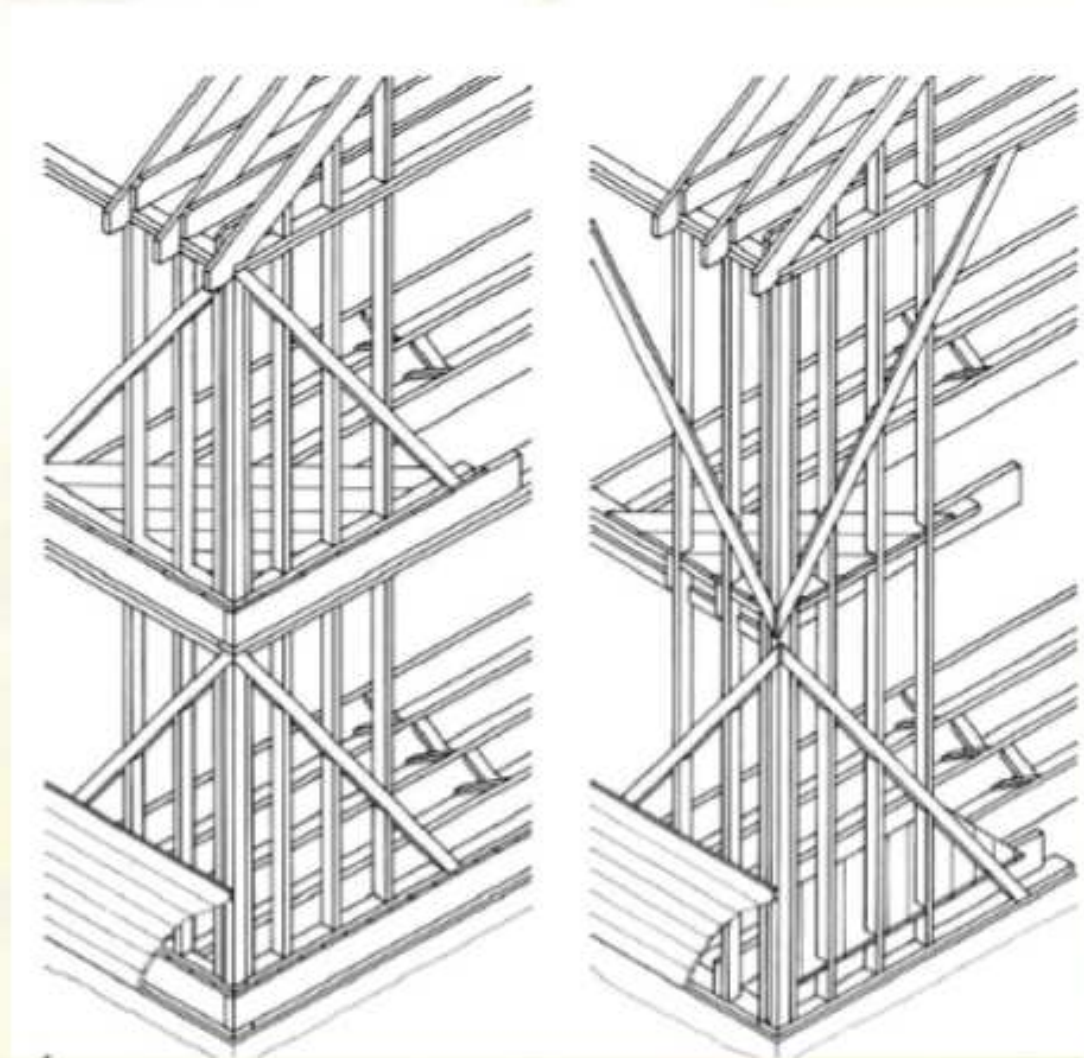
Rámová/sloupková konstrukce - základní typy

Platform frame:

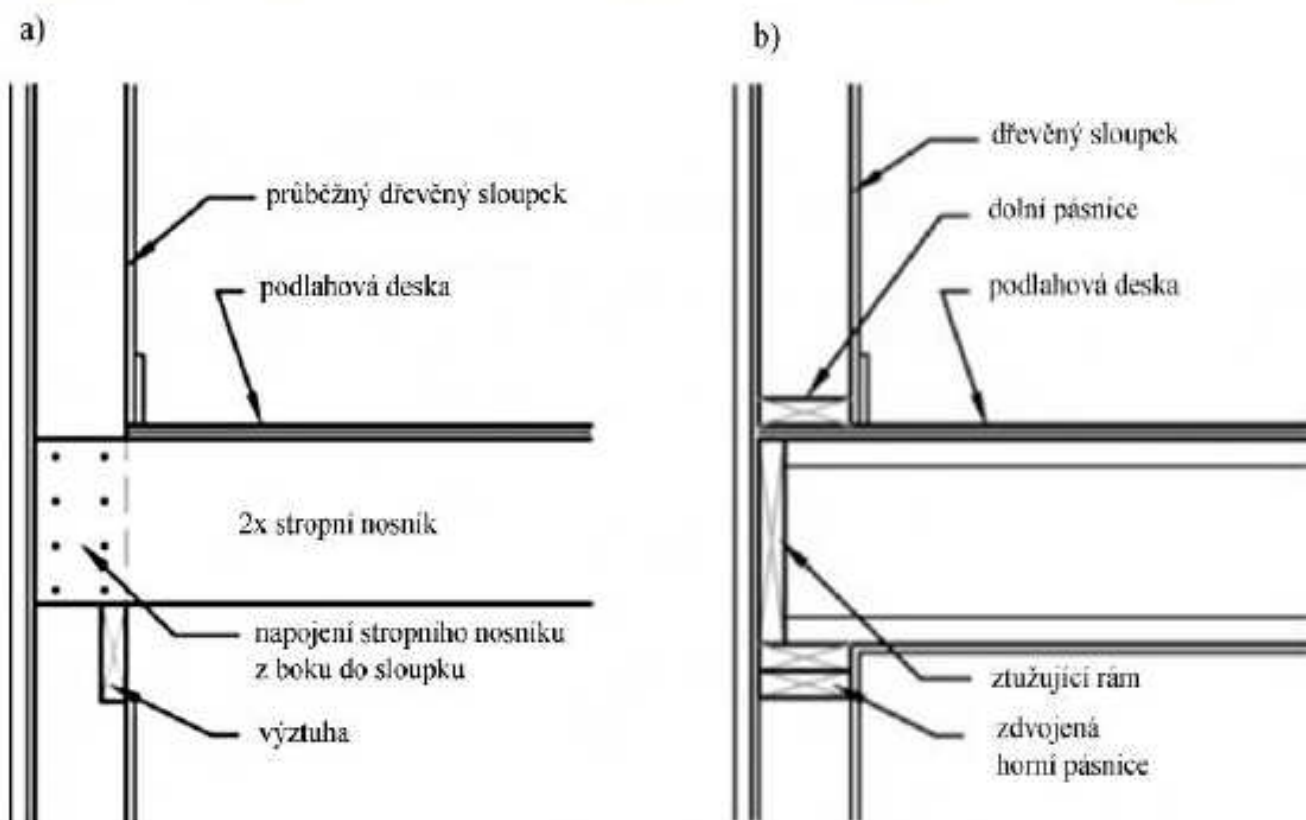
- › z dílů posazených vzájemně na sebe
- › nejpoužívanějším typem při 1-podlažních i více-podlažních objektech
- › sloupky systému mají různé provedení podle polohy v konstrukci



Platform Frame vs. Balloon Frame



Platform Frame vs. Balloon Frame



Rámová/sloupková konstrukce - současnost

- › **rámová/sloupková konstrukce v panelovém provedení**
- › volnost architektonického řešení (dispoziční, objemové)
- › jednoduchý konstrukční systém, opakující se detaily
- › nosná kostra ze **štíhlých sloupků (fošen)** v rastru **625 mm**
- › **prostorové ztužení pomocí opláštění (velkoformátové desky)**
- › spoje s mechanickými prostředky (vruty, hřebíky)
- › „možnost vícepodlažní výstavby“
- › krátká doba výstavby
- › **vysoká prefabrikace (panelová výstavba)**



Rámová/sloupková konstrukce - materiál konstrukce

- › Nejčastěji KVH řezivo (Konstruktionsvollholz), příp. rostlé řezivo
- › masivní konstrukční dřevo
- › třída pevnosti C24
- › Vlhkost 12 (15)% $\pm$ 2%
- › Podélné nastavovány pomocí cinkovaného (zubovitého) spoje



Rámová/sloupková konstrukce - současnost

- › v současnosti (zejména pod vlivem potřeby větší tloušťky tepelné izolace) používají sloupky o průřezu **40 - 60 mm × 120 - 160 mm**
- › **prostorovou stabilitu** sloupkových staveb většinou **zabezpečuje opláštění** z aglomerovaných velkoplošných materiálů
- › jestliže sloupek ze statického hlediska nevyhovuje, **vytvářejí se potřebné profily sdružováním** nebo vytvořením členěného či složeného průřezu



Rámová/sloupková konstrukce - technologie výroby

Panelová montáž

- montáž celostěnových panelů v hale
- následný převoz kamionem na stavbu
- montáž pomocí těžké techniky
- různé stupně prefabrikace

Požadavky:

- zázemí výrobní haly (vybavení pro manipulaci)
- práce v příznivých podmínkách a přesné stanovení postupu práce v hale
- práce na stavbě vyžaduje použití těžké techniky (jeřáb, kamion) = **dostupnost na pozemek!!!**



Rámová/sloupková konstrukce - technologie výroby

Staveništní montáž

- na stavbu je převezen materiál potřebný pro výstavbu domu
- na staveništi probíhá celý proces výstavby domu

Požadavky:

- přeprava materiálu na pozemek po menších částech
- není potřeba těžká technika
- složitější logistika při zásobování materiálem
- náročnější zajištění materiálu proti povětrnosti
- vhodné pro špatně přístupné pozemky



Rámová/sloupková konstrukce - rychlost výstavby

Panelová montáž

- výrobní linky = velká kapacita produkce
- výroba v hale 1 - 3 týdny
- montáž hrubé stavby 1 - 2 týdny
- konstrukce je po max. dobu chráněna před stykem s povětrnostními podmínkami = urychlení procesu výstavby

Staveništní montáž

- rychlost závisí na schopnostech montážních skupin a vlivu počasí
- kapacita řemeslníků na stavbě
- rychlost montáže hrubé stavby cca 4 - 5 týdnů



Rámová/sloupková konstrukce - skladba panelu

- › v současnosti je **panelový stavební systém u budov na bázi dřeva nejrozšířenější.**
- › základem konstrukce panelů je dřevěný rám nahrubo opláštěný z vhodných velkoplošných materiálů.
- › dřevěný rám panelu je konstrukčně přizpůsoben funkci, kterou plní:
 - obvodový
 - příčkový
 - stropní
 - střešní
 - podlahový



Rámová/sloupková konstrukce - skladba panelu

- › rozdílným funkcím je přizpůsobena konstrukce a dimenze rámu.
- › **prostor mezi žebry je vyplněn tepelně-zvukovou izolací**
- › k opláštění se používá OSB deska, sádrovláknitá deska, cementotřísková deska apod..
- › panely s různým stupněm finální úpravy od silných rámu opláštěných z jedné strany velkoplošným materiálem až po panely **se zabudovanými okny a dveřmi a panely s finální úpravou interiérové i exteriérové strany** a se zabudovanými rozvody



Rámová/sloupková konstrukce - skladba panelu

- › možnost **maximální** přípravy stavby ve výrobě a rychlá montáž na staveništi
- › panely mohou být též různé velikosti od rozměrů 1 200 x 2 600 mm s hmotností do 80 kg, po celostěnové panely dlouhé až 12 m.
- › vyžadována těžká mechanizace pro přepravu i montáž.
- › správné vzájemné spojování panelů a **kotvení k základové konstrukci**



Rámová/sloupková konstrukce - skladba panelu

- › základním prvkem je **plošný prefabrikovaný dílec = panel**.
- › panel se skládá:
 - a) **dřevěný rám** (funkce nosná)
 - a) **plášť** (funkce nosná, izolační i bezpečnostní)
 - b) **vnitřní izolace** (tepelná, akustická, ...)
 - c) **exteriérové a interiérové vrstvy** (funkce estetická, ale i spolupůsobí na další vlastnosti zejména izolační)



Těžký dřevěný skelet



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**



Těžký dřevěný skelet - charakteristika



Těžký dřevěný skelet - charakteristika

- › Základem skeletové stavby je prostorová konstrukce tvořená:
 - **svislými sloupy cca 120x120 - 160x160 mm** (osová vzdálenost u RD 1,6 - 3,6 m, vícepodlažní stavby 4,5 - 6 m),
 - **vodorovnými průvlaky a trámy**
- › Prostorová tuhost stavby zajištěna šikmými vzpěrami, táhly, diagonálami
- › Skeletová konstrukce dřevostaveb se často nechává **z vnitřní strany stavby pohledová.**
- › Výplně **obvodové stěny a vnitřní příčky jsou nenosné**, ale mohou zajišťovat prostorovou pevnost konstrukce.



Těžký dřevěný skelet - charakteristika

Hrázděné stavby

= kombinace těžkého dřevěného skeletu a hrázděného zdiva

= prostorová tuhost stavby
zajištěna šikmými vzpěrami a
částečně smykovou tuhostí
vyzdívky (problém s objemovými
změnami dřeva většími než u
zdiva)



Těžký dřevěný skelet - charakteristika

- › Jako nosné prvky se používají plnostěnné průřezy z **lepeného lamelového dřeva** BSH (třída pevnosti GL24) různých tvarů (čtvercový, obdélníkový, ve tvaru H), složené průřezy ve tvaru I.



Rostlé dřevo



Konstrukční dřevo KVH



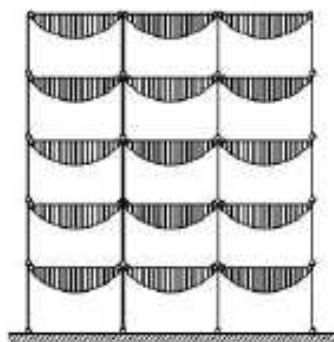
Lepené lamelové dřevo BSH



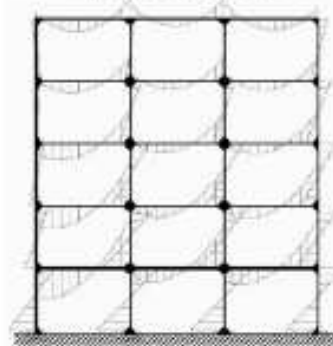
Těžký dřevěný skelet - spoje

Styčníky (pro TDS a rámy)

- A) Kloubové styčníky



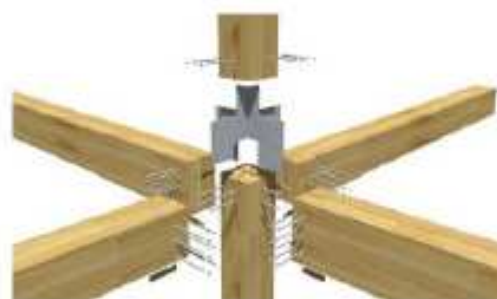
/ tuhé styčníky



- B) Tesařské styčníky



/ styčníky s použitím ocelových desek a prvků



Těžký dřevěný skelet - výhody a nevýhody

Výhody:

- › úspora materiálu (oproti stěnovým systémům)
- › možnost kombinace nejrůznějších stavebních materiálů
- › zvětšený rastr nosných sloupků umožňuje **velkou variabilitu dispozičního řešení**
- › konstrukční systém umožňuje zakomponování **velkorozměrových skleněných ploch**
- › možnost **překrytí větších rozponů**
- › velká variabilita rozmístění příček, jejich možná změna v průběhu užívání



Těžký dřevěný skelet - výhody a nevýhody

Nevýhody:

- › náročnější spoje prvků (statické výpočty)
- › nutné řešit vzduchotěsnost
- › nižší tepelná akumulace stavby
- › nutná přítomnost těžké techniky
- › (vyšší pořizovací náklady)



Konstrukce z křížem vrstveného dřeva



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**



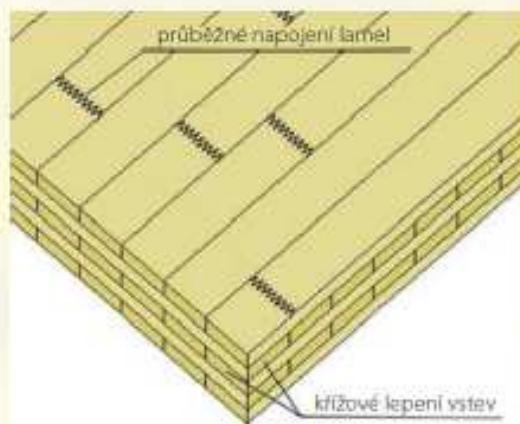
Konstrukce z křížem vrstveného dřeva



Konstrukce z křížem vrstveného dřeva - charakteristika

= stěnové (panelové) konstrukce s různými systémy výroby panelů

- › jednotlivé lamely **křížem slepené, šroubované nebo spojované pomocí dřevěných kolíků**
- › **Lepené = CLT (= Cross Laminated Timber)**
- › vznik technologie v Rakousku a Německu



Konstrukce z křížem vrstveného dřeva - charakteristika

- › účinný přenos vysokých zatížení
- › vhodné pro **více-podlažní budovy**
- › **panely ze 3, 5 nebo 7** vrstev lamel tl. 10 - 50 mm
- › tloušťka panelů 60 - 240 mm
- › výška panelů max. 3 m a délka 16 - 18 m
- › smrkové dřevo (modřín, jedle a borovice)
- › důraz na vzduchotěsnost stavební obálky



Konstrukce z křížem vrstveného dřeva - výhody a nevýhody

Výhody:

- › účinný přenos vysokých zatížení
- › rozměrová stabilita panelů
- › rychlost výstavby (plošná i prostorová prefabrikace)
- › akumulční schopnosti masivní stavby
- › pohledová kvalita v interiéru

Nevýhody:

- › vyšší hmotnost - náklady na přepravu
- › vyšší cena
- › větší tloušťky kontaktní izolace
- › absence lokálních výrobců

