Pedagogická fakulta
Faculty of Education

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra informatiky

Bakalářská práce

Tesařské spoje v nástrojích pro popis reality.

Vypracoval: Martin Vondrka
Vedoucí práce: Ing. Jan Jára Ph.D.
České Budějovice 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta pedagogická
Akademický rok: **2011/2012**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Martin VONDRKA**
Osobní číslo:	**P10384**
Studijní program:	**B7507 Specializace v pedagogice**
Studijní obor:	**Informační technologie ve vzdělávání**
Název tématu:	**Tesařské spoje v nástrojích pro popis reality**
Zadávající katedra:	**Katedra informatiky**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je propojit a porovnat různé formy popisu 3D reality pomocí dostupných informačních technologií a připravit soubor nástrojů popisující tesařské spoje pro další využití.
To bude sloužit:
pro asistenci při výběru (myšlenkové mapy)
k zobrazení pomocí 3D modelování (SketchUp)
k parametrické konstrukci (Geogebra, HTML5)
k vytváření pomůcek pro konstrukci
výpočet přikládaných papírů na trámy pro naznačení řezů a dlabů (HTML5)
šablony (export do stl a případný 3D tisk)
k vytváření pomůcek pro výuku (export do stl)
Vytvořené konstrukce a myšlenkovou mapu umístěte na server s využitím CMS a na server pro sdílení konstrukcí v Geogebře. Jednotlivé spoje vkládejte průběžně a sledujte zájem veřejnosti, který potom popište a vyhodnoťte ve své práci.
Cíle:
realizovat různé formy popisu reality pomocí dostupných informačních technologií
připravit soubor nástrojů popisující tesařské spoje.

Rozsah grafických prací: **CD ROM**

Rozsah pracovní zprávy: **40**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **GERNER, Manfred. Tesařské spoje. Praha 7: Grada, 2003. Stavitel. ISBN 80-247-0076-X.**
2. **BUZAN, Tony. Myšlenkové mapy. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0030-8.**
3. **LUBBERS, Peter a kolektiv. HTML5. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3539-6.**
4. **GÜNZEL, Martin, Roman HAŠEK, Jakub JAREŠ, Josef LOMBART, Pavel PECH, Václav ŠIMANDL, Radka ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří VANÍČEK. Integrace elektronických prostředí pro počítačem podporovanou výuku matematiky. České Budějovice: Vydává: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012. ISBN 978-80-7394-386-8.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Jára, Ph.D.**
Katedra informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **19. dubna 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26. dubna 2013**

Mgr. Michal Vančura, Ph.D.
děkan

L.S.

doc. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. dubna 2012

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je realizovat různé formy popisu reality pomocí dostupných informačních technologií a připravit soubor nástrojů popisující tesařské spoje pro další využití.

To bude sloužit:

- k zobrazení pomocí 3D modelování (SketchUp),
- k vytváření pomůcek pro konstrukci
- výpočet přikládaných papírů na trámy pro naznačení řezů a dlabů (tabulkový procesor, HTML5)
- šablony (export do stl a 3D tisk)
- k vytváření pomůcek pro výuku (export do stl a 3D tisk)
- zmenšené 3D modely (export do stl a 3D tisk)
- zeslabené zmenšené 3D modely pro případnou nedestrukční či destrukční zkoušku, pro představu o způsobu namáhání spoje (test možností)
- pro asistenci při výběru (myšlenkové mapy),
- k parametrické konstrukci (Geogebra, HTML5),

Konstrukce a zkoumání umístím na nějaký server s využitím CMS, na server pro sdílení 3D a na server pro sdílení konstrukcí v Geogebře. Jednotlivé spoje budu vkládat průběžně a budu sledovat zájem veřejnosti, který potom popíši a vyhodnotím.

Klíčová slova

Tesařské spoje, trámy, GeoGebra, SketchUp, 3D modely, parametrické vyjádření, HTML5, canvas, tisk.

Abstract

Implement various forms describe reality using available information technology and prepare a toolkit describing carpentry joints for further use .

This will serve :

• to display using 3D modeling (SketchUp)

- the creation of tools for construction
- the calculation of the enclosed papers on beams for marking and cutting mortices (spreadsheet, HTML5)
- the template (export to STL and 3D printing)
- to create tools for learning (export to STL and 3D printing)
- of scale 3D models (export to STL and 3D printing)
- the weakened scale 3D models for possible non-destructive and destructive test for the idea of the stress joints (test options)

• to assist in the selection (mind maps)

• the parametric construction (Geogebra , HTML5)

Construction and exploration of place on a server using the CMS on server for sharing 3D on a server for sharing structures in GeoGebra . Individual joints continuously load and watch the public interest , which then describe and evaluate

Keywords

Carpentry joints, beams, GeoGebra, SketchUp, 3D models, parametric expression, HTML5, canvas, print.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomohli vytvořit tuto bakalářskou práci. Dále bych chtěl poděkovat katedře informatiky, za možnost psaní této práce, ale především velké poděkování patří panu Ing. Janu Járovi, Ph.D., za metodickou pomoc a za cenné připomínky k vypracování této práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 24.6.2015
Martin Vondrka

Obsah

1. Cíle a předpoklady ... 10
2. Úvod ... 10
3. SketchUp ... 11
Přidání textur ... 11
Výhody ... 12
Nevýhody ... 12
4. Geogebra ... 12
Výhody ... 12
Nevýhody ... 13
5. HTML5 ... 13
Výhody ... 13
Nevýhody ... 13
6. Myšlenková mapa ... 14
7. Praktická část ... 15
7.1. Spoje na sraz ... 15
7.1.2 Srazy dřev ... 15
Tupý sraz ... 15
Šikmý sraz ... 15
Sraz s rybinovou vložkou ... 16
Sraz s rybinovou vložkou na polovinu výšky ... 16
Francouzský šikmý plát ... 17
7.1.2. Srazy s vloženým středním kusem ... 17
Rovně vyříznutý sraz s vloženým středním kusem ... 17
Šikmo vyříznutý sraz s vloženým středním kusem ... 18
Rovně vyříznutý sraz s vloženým hákem ... 18
Šikmo vyříznutý sraz s vloženým hákem ... 19
Rovně vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem ... 19
Šikmo vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem ... 20
7.2 Čepové spoje ... 21
7.2.1. Čepové srazy ... 21
Čepový sraz ... 21
Francouzský šikmý plát s čepem ... 21
Rybinový čep ... 22
7.2.2. Podélné ostřihy ... 22
Ostřihový čep ... 22

Ostřihový čep na jedné straně šikmo seříznutý 22
Ostřihový čep na obou stranách šikmo seříznutý 23
Ostřihový čep ostrý 23
7.2.3. Čepové pláty 24
Čepový plát 24
Čepový plát na jedné straně šikmo seříznutý 24
Čepový plát na obou stranách šikmo seříznutý 24
Čepový plát s rybinovým čepem 25
Čepový plát se dvěma čepy 25
Rovný plát se dvěma čepy 26
Rovný plát se dvěma rybinovými čepy 26
7.3. Plátové spoje 27
7.3.1 Rovné plátování 27
Rovný plát 27
Rovný plát na jedné straně šikmo seříznutý 27
Rovný plát na obou stranách šikmo seříznutý 28
Rovný plát se zasouvací drážkou 28
Rovný plát seříznutý naostro 28
Šikmo podříznutý rovný plát seříznutý naostro 29
Rovný plát s vloženou rybinovou vložkou 29
7.3.2. Pláty s předsazením ve tvaru háku 30
Plát s předsazením ve tvaru háku 30
Plát s předsazením ve tvaru oboustranného háku 30
7.3.3. Tahové pláty 30
Tahový plát 30
Tahový plát seříznutý naostro 31
Tahový plát se zámkem 31
7.3.4. Šikmé pláty 32
Šikmý plát 32
Šikmý plát na jedné straně šikmo podříznutý 32
Šikmý plát na obou stranách šikmo podříznutý 32
Šikmý plát s krytým hákem 33
7.3.5. Hákové pláty 33
Rovný hákový plát 33
Šikmo seříznutý rovný hákový plát 34
Hákový plát se zasouvací drážkou 34

Rovný hákový plát s ostřím 35
Zubový plát 35
7.3.6. Šikmé hákové pláty 35
Šikmý hákový plát 35
Šikmo podříznutý šikmý hákový plát 36
Šikmý plát s hákem na jedné straně 36
Šikmý hákový plát na jedné straně krytý 37
8. Závěr 38
9. Seznam použité literatury 39
10. Seznam obrázků 40

1. Cíle a předpoklady

Tato práce se bude zabývat popisováním tesařských spojů pomocí informačních technologií a představí soubor nástrojů, které budou sloužit k dalšímu využití jako je:

- zobrazení pomocí 3D modelování (SketchUp)
- vytváření pomůcek pro konstrukci
- vytváření pomůcek pro výuku
- asistence při výběru (myšlenkové mapy)
- parametrická konstrukce (Geogebra, HTML5)

Všechny tyto konstrukce a zkoumání budou umístěny na mnou vytvořeném webu, dále pak na serveru s využitím CMS, na serveru pro sdílení 3D modelů pro tisk a na serveru pro sdílení souborů v GeoGebře. Jednotlivé konstrukce budou vkládány průběžně a zároveň bude sledován zájem veřejnosti.

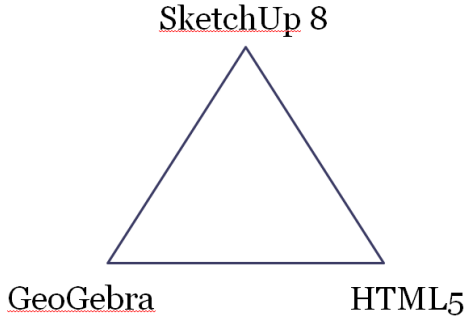
2. Úvod

Ve své bakalářské práci jsem vypracoval různé formy popisu tesařských spojů pomocí dostupných informačních technologií.

Pro zobrazení modelů pomocí 3D modelování je použit program SketchUp. Pro parametrické vyjádření spojů byl použit program GeoGebra. Vzhledem k obtížnému tisku z tohoto programu jsou jednotlivé tesařské spoje zobrazeny ještě pomocí HTML5, ve kterém je využit jeho prvek canvas.

V této práci je stručně popsáno a nakresleno 50 podélných tesařských spojů. Všechny spoje jsou umístěny na webu www.tesarskespoje.cz, kde je stručný popis každého spoje. Jednotlivé tesařské spoje jsou zde rozděleny pomocí myšlenkové mapy. U každého spoje je možnost stažení 3D modelu v souboru ZIP obsahující model v programu SketchUp, možnost stažení 2D modelu v souboru ZIP obsahující model v programu GeoGebra a nebo zobrazení přímo v prohlížeči pomocí HTML5.

Zobrazení přímo v prohlížeči má tu výhodu, že zde není nutná žádná instalace nebo registrace. Je zde možnost zadání vlastních rozměrů a následně lze spoj vytisknout na papír a použít jako papírovou šablonu pro konstrukci. 3D modely je možné vytisknout pomocí 3D tiskárny a použít jako učební pomůcku.



Obr 1: Použité nástroje

3. SketchUp

SketchUp je počítačový program pro tvorbu 3D modelů. Program je volně ke stažení a jeho ovládání je velmi jednoduché. Ve SketchUpu je možné modely prohlížet, upravovat a následně i tisknout. Pro svou práci jsem použil verzi SketchUp 8.0.16846.

V programu je vytvořeno 50 modelů tesařských spojů, které jsou připravené pro tisk na 3D tiskárně.

Kromě 3D tisku je zde i možnost exportovat 2D obrázek v libovolných formátech. Je tedy možné si vyexportovat model z jakéhokoliv úhlu.

Všechny tyto modely jsou umístěné na webových stránkách www.tesařskéspoje.cz, kde je možné je stáhnout. Po stažení je potřeba jednotlivé spoje „rozbalit“, protože jsou na stánkách ve formátu ZIP.

Po vytvoření modelů a následném umístění na webové stránky bylo zjištěno, že náhledy jednotlivých spojů působí spíše jako optický klam, než jako dva spojované kusy dřeva. Bylo tedy nutné vybavit jednotlivé spoje texturami.

Přidání textur

Protože se ukázalo, že bez textur nejde na první pohled rozeznat co je na obrázku zobrazené, bylo nutné použít textury. Předdefinované textury příliš nevyhovovaly mým představám, proto nezbývalo, než si udělat textury vlastní.

Fotoaparátem byl proto nafocen skutečný trám a z nafocených obrázků byly vytvořeny vlastní textury, které se následně aplikovaly na všechny spoje.

Obr. 2: Náhled webové stránky bez textur

Obr. 3: Náhled webové stránky s texturami

Výhody

- Jednoduché ovládání
- Program lze stáhnout zdarma
- Možnost vlastních textur
- 3D zobrazení
- Možnost 3D tisku
- Možnost 2D tisku

Nevýhody

- Nutná instalace
- Bez textur je téměř nečitelný

4. Geogebra

GeoGebru začal vytvářet v roce 2001 Markus Hohenwarter na Universitě v Salzburgu. Je to dynamický matematicky program. Spojuje geometrii, algebru, tabulkový procesor, grafy, statistiku a analýzu do jednoho snadno použitelného balíčku. Pro účely této práce je možné v Geogebře vykreslit tesařské spoje, které jsou v programu vyjádřeny parametricky. Při tvorbě parametrických modelů je použita verze programu GeoGebra 4.4.45.0.

U zde zkonstruovaných spojů v tomto programu, je možné zadat vlastní rozměry a program podle těchto rozměrů vykreslí požadovaný spoj. Všechny spoje jsou vybaveny přehlednými kótami, podle kterých je možné spoj vytvořit i fyzicky. Kóty mění svoji hodnotu podle rozměrů, které uživatel zadá.

Další výhodou je to, že většinu verzí programu je možné získat zdarma na webu GeoGebry: https://www.geogebra.org/. Existuje také online verze programu, takže není nezbytně nutné program instalovat do počítače. Při používání online verze je nutná pouze registrace na webu GeoGebry.

Program je přeložen do češtiny a jeho ovládání je velmi intuitivní, takže běžný uživatel by s jeho obsluhou neměl mít žádné problémy

Asi jediná nevýhoda tohoto programu je v tom, že neumožňuje vytisknout vytvořené obrázky v předem zadaných rozměrech. To znamená, že i když uživatel zadá do připravených textových polí vlastní rozměry trámů, tak není možné po vytisknutí na papír tyto spoje použít jako papírové šablony. Je to z toho důvodu, že tisk v GeoGebře funguje tak, že se vytiskne přesně to, co je právě vidět na obrazovce. To znamená, že když se spoj na monitoru přiblíží, obrázek se vytiskne větší, než když naopak spoj na monitoru oddálíme. Hlavně kvůli tomuto úskalí jsou spoje vyjádřeny parametricky i pomocí HTML5.

Výhody

- Parametrické kóty
- Možnost zadání vlastních rozměrů
- Většina verzí programu zdarma

- Online verze programu
- Program je v češtině
- Možnost 2D tisku
- Čeština
- Intuitivní ovládání

Nevýhody

- Problematické měřítko při tisku
- Tisk šablon není možný

5. HTML5

V HTML5 je taktéž zkonstruováno 50 tesařských spojů. Výhoda oproti předchozím nástrojům je v tom, že pro zobrazení není potřeba nic stahovat, nic instalovat ani se nikam registrovat. Spoj jednoduše zobrazíme přímo v prohlížeči.

Po zobrazení spoje je možné zadat rozměry našich spojovaných trámů do připravených textových polí. Vykreslí se spoj požadovaných rozměrů, který je připraven pro tisk. Poté stačí v prohlížeči najít tisk, nebo použít zkratku ctrl+p. Po vytištění spoje stačí papír rozstřihat a máme praktickou šablonu, kterou stačí přiložit k trámu, obkreslit a spoj podle čar vyřezat.

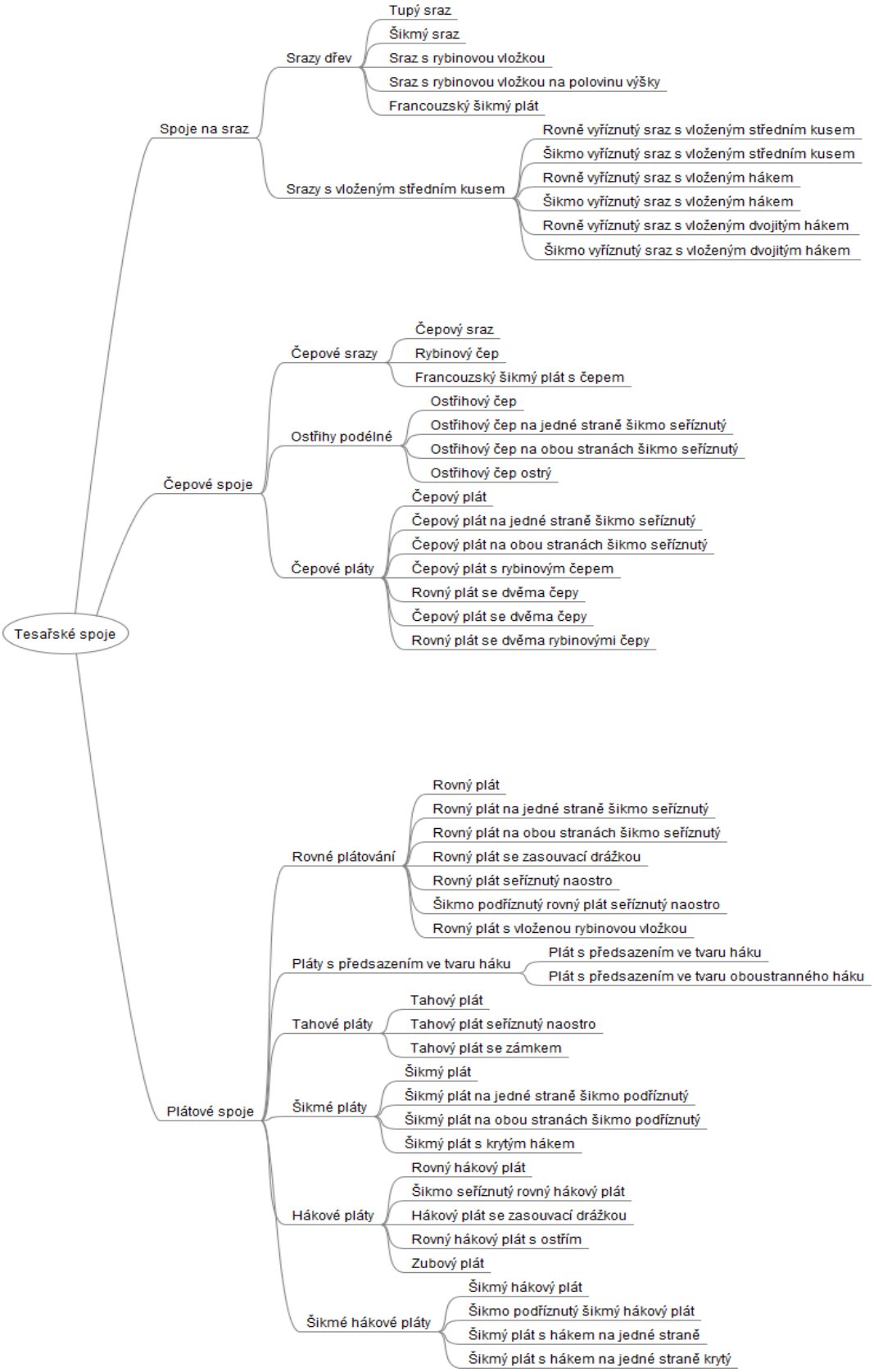
Výhody

- Není nutná instalace
- Možnost tisku šablon
- Možnost zadání vlastních rozměrů
- Kóty

Nevýhody

- Podpora prohlížečů

6. Myšlenková mapa



Obr. 4: Rozdělení jednotlivých spojů pomocí myšlenkové mapy

7. Praktická část

Podélné tesařské spoje můžeme rozdělit na:

- spoje na sraz
- čepové spoje
- plátové spoje

7.1. Spoje na sraz

Spoje na sraz jsou nejdříve používané spoje. Můžeme je rozdělit na:

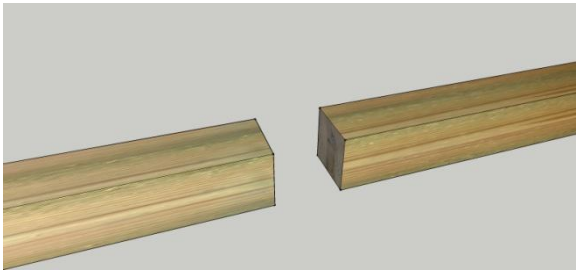
- srazy dřev
- srazy s vloženým středním kusem.

Důležitou podmínkou spoje na sraz je to, že spojované trámy musí být alespoň částečně podepřeny. V místě spoje musí být trámy podepřeny vždy.

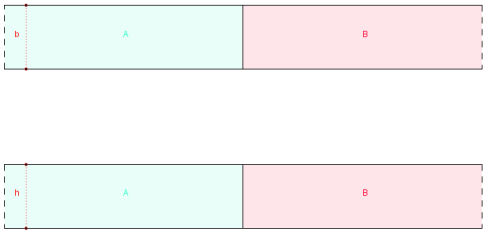
7.1.2 Srazy dřev

Tupý sraz

Jednoduché spojení dvou trámů, které jsou seříznuté v pravém úhlu a přiražené k sobě. Dokáže proto dobře přenášet tlakové síly ve směru vláken. Každý vodorovný spoj musí být podepřen sloupem nebo zdí. Takovýto spoj nezabraňuje bočnímu posuvu ani tahovým silám. Musí proto být doplněn o tesařské skoby. Bez skob by se jednalo pouze o vedle sebe položené kusy dřeva.[1]



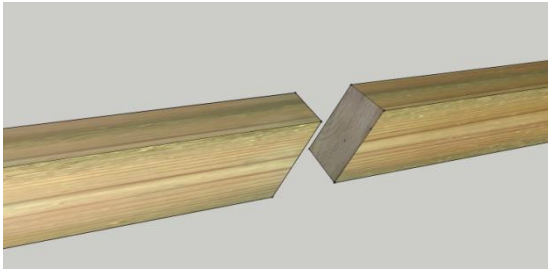
Obr. 5: Tupý sraz 3D



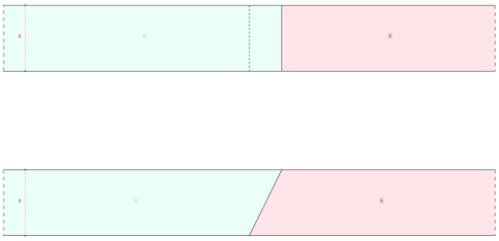
Obr. 6: Tupý sraz 2D

Šikmý sraz

Také se jedná o velmi jednoduchý spoj, který však není seříznutý v pravém úhlu, ale šikmo. Nevýhoda tohoto spoje je navíc v tom, že oproti tupému srazu nedokáže příliš přenášet tlakové síly v podélném směru. Nedokáže zabránit bočnímu posuvu ani zdvihu a je třeba ho zajistit skobami. [1]



Obr. 7: Šikmý sraz 3D

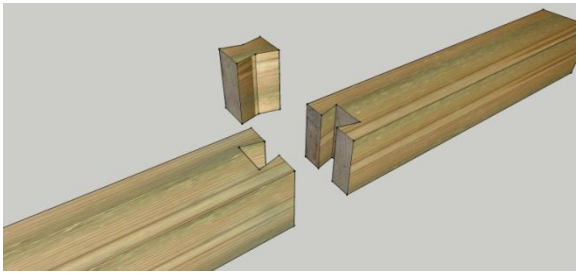


Obr. 8: Šikmý sraz 2D

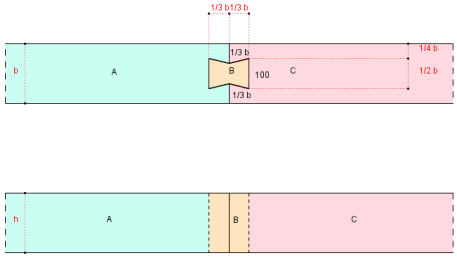
Sraz s rybinovou vložkou

Tento spoj dokáže zabránit bočním silám, menším tahovým silám i vzájemnému přetočení trámů. Výhoda spoje je i to, že v některých případech nepotřebuje ani zajištění pomocí tesařských skob nebo jiných spojovacích prostředků. Nevýhoda spočívá ve vysoké náročnosti na výrobu a přesnost při výrobě.

Rybina je uprostřed široká jednu třetinu šířky trámu a na koncích jednu polovinu šířky trámu. [1]



Obr. 9: Sraz s rybinovou vložkou 3D

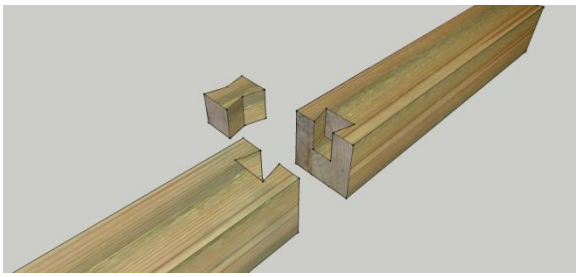


Obr. 10: Sraz s rybinovou vložkou 2D

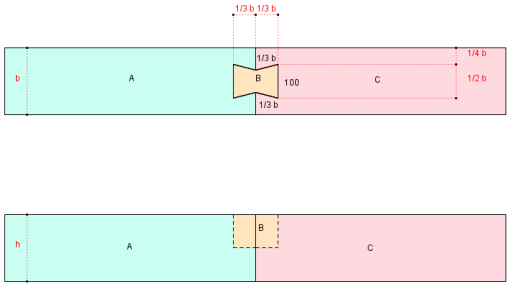
Sraz s rybinovou vložkou na polovinu výšky

Tento spoj dokáže zabránit bočním silám i menším tahovým silám. Nevýhoda spočívá ve vysoké náročnosti na výrobu a přesnost při výrobě. Výhoda oproti předcházejícímu spoji je v tom, že vložka nemůže ze spoje vypadnout zespodu i když je to na úkor zhoršených vlastností.

Rybina je uprostřed široká jednu třetinu šířky trámu a na koncích jednu polovinu šířky trámu. [1]



Obr. 11: Sraz s rybinovou vložkou na polovinu výšky 3D

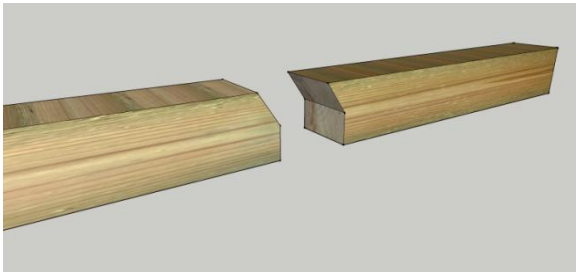


Obr. 12: Sraz s rybinovou vložkou na polovinu výšky 2D

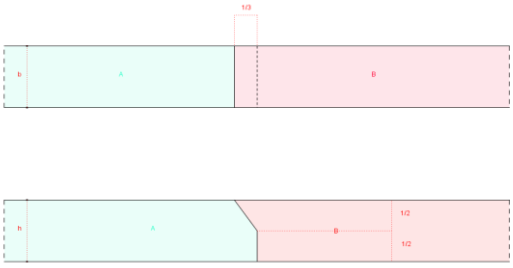
Francouzský šikmý plát

Francouzský šikmý plát je vylepšený tupý sraz. Polovina spoje je seříznutá v pravém úhlu a druhá polovina je seříznutá šikmo. Spoj je tedy jednoduchý na výrobu, dokáže zachytit vodorovné tlakové síly ve směru vláken a je možné ho zajistit hřeby i skobami.

Spoj je v polovině zešikmen o jednu třetinu výšky spojovaných trámů. [1]



Obr. 13: Francouzský šikmý plát 3D



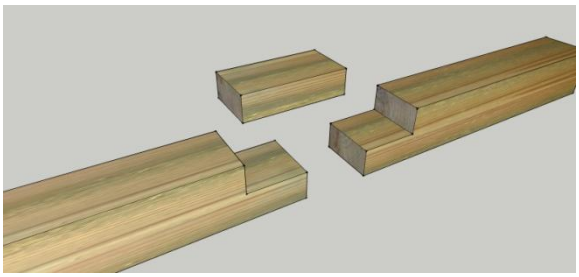
Obr. 14: Francouzský šikmý plát 2D

7.1.2. Srazy s vloženým středním kusem

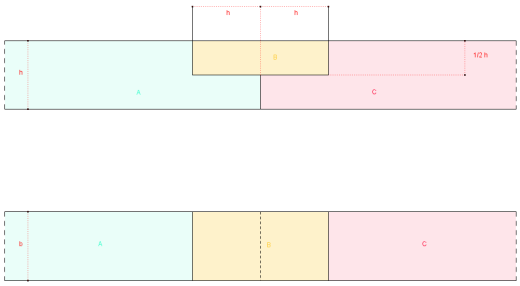
Rovně vyříznutý sraz s vloženým středním kusem

Střední kus musí být s oběma spojovanými dřevy spojen svorníky. Takovýto spoj zachycuje tahové síly, boční posuv a zabraňuje zdvihu. Hodně však záleží na přesnosti spoje. Vůle mezi spojovanými kusy zhoršuje vlastnosti spoje. Prodloužením středního kusu lze vlastnosti zlepšit.

Délka středního kusu je obvykle dvojnásobek výšky spojovaných trámů a výška středního kusu je rovna polovině výšky trámů. [1]



Obr. 15: Rovně vyříznutý sraz s vloženým středním kusem 3D

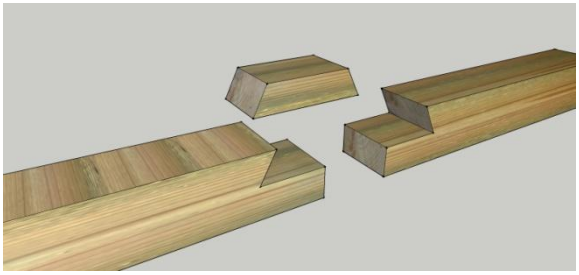


Obr. 16: Rovně vyříznutý sraz s vloženým středním kusem 2D

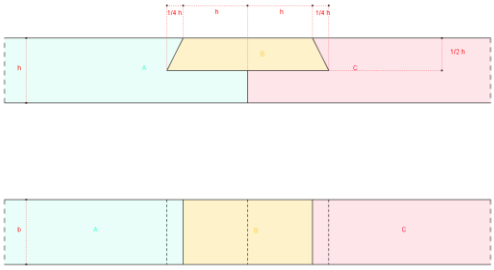
Šikmo vyříznutý sraz s vloženým středním kusem

Střední kus musí být s oběma spojovanými dřevy spojen svorníky. Takovýto spoj zachycuje tahové síly, boční posuv a zabraňuje zdvihu. Hodně však záleží na přesnosti spoje. Vůle mezi spojovanými kusy zhoršuje vlastnosti spoje. Prodloužením středního kusu lze vlastnosti zlepšit. Zešikmení navíc zlepšuje vlastnosti spoje oproti rovně vyříznutému srazu s vloženým středním kusem.

Délka středního kusu je na vrchu obvykle dvojnásobek výšky spojovaných trámů, na spodu jeden a půl násobek výšky trámů a jeho výška je rovna polovině celkové výšky trámů. [1]



Obr. 17: Šikmo vyříznutý sraz s vloženým středním kusem 3D

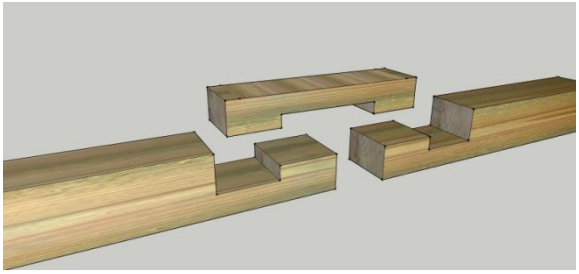


Obr. 18: Šikmo vyříznutý sraz s vloženým středním kusem 2D

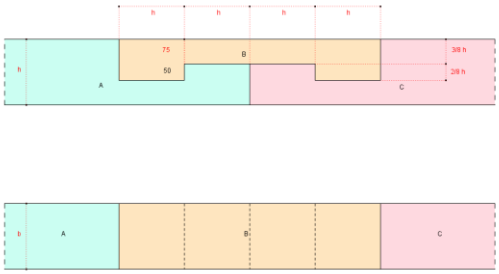
Rovně vyříznutý sraz s vloženým hákem

Tento spoj má díky delšímu střednímu kusu (až 4x výška trámu) větší odolnost ve vzpěru a díky háku lépe odolává tahovým silám. Rovněž by však měl být zajištěn svorníky.

Délka háku je čtyřnásobek výšky spojovaných trámů, v užším místě má hák tři osminy a v širším místě pět osmin výšky trámů. [1]



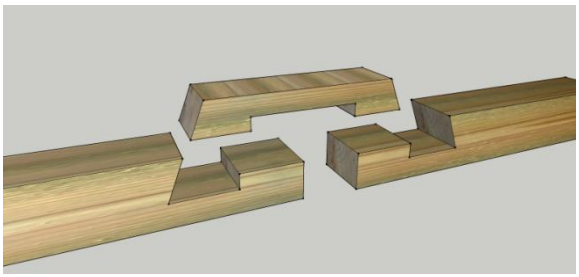
Obr. 19: Rovně vyříznutý sraz s vloženým hákem 3D



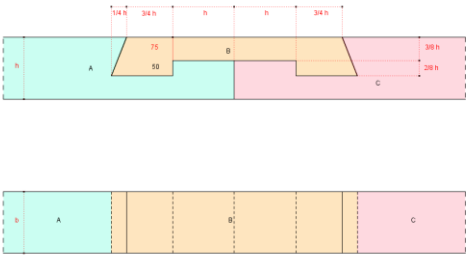
Obr. 20: Rovně vyříznutý sraz s vloženým hákem 2D

Šikmo vyříznutý sraz s vloženým hákem

Střední kus (hák) se opět na obou stranách podřízne přibližně o jednu čtvrtinu výšky trámu. Jinak je spoj stejný, jako u rovně vyříznutého srazu s vloženým hákem. Zde také k sešroubování použijeme svorníky. Kvůli zešikmení se musí střední kus vsouvat z boku. Tento spoj je vhodné použít k podchycení téměř jakýchkoliv sil. [1]



Obr. 21: Šikmo vyříznutý sraz s vloženým hákem 3D

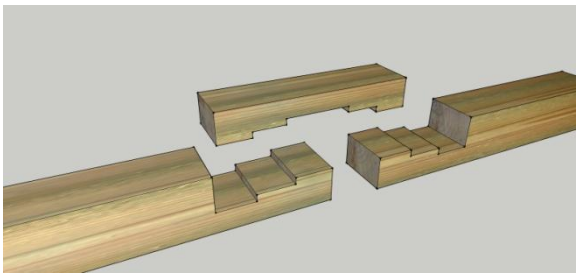


Obr. 22: Šikmo vyříznutý sraz s vloženým hákem 2D

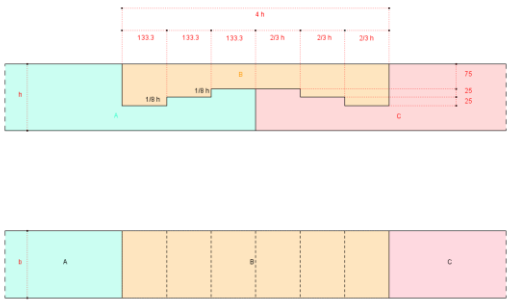
Rovně vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem

Díky dvojitému háku nemusí být spoj zas až tak přesný, jinak pro něj platí to samé, jako pro rovně vyříznutý sraz s vloženým hákem.

V nejširším místě vloženého háku je široký jako pět osmin celkové výšky spojovaných trámů a v nejužším místě je to o dvě osminy méně. Hák je dlouhý jako čtyřnásobek výšky trámů. [1]



Obr. 23: Rovně vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem 3D

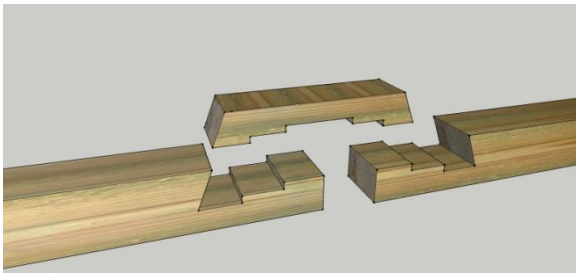


Obr. 24: Rovně vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem 2D

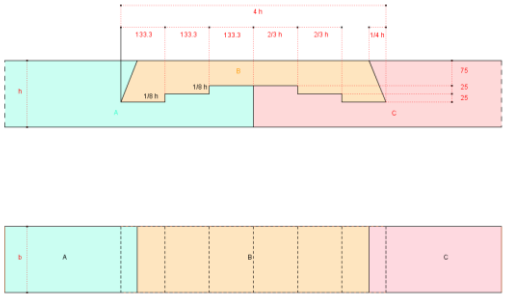
Šikmo vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem

I když je hák dvojitý, kvůli zešikmení je potřeba, aby bylo lícování co nejpřesnější. Přesný spoj zajištěný svorníky potom odolává většině sil, které mohou na spoj působit a je tak velmi vhodný pro většinu podélný spojů.

Rozměry jsou stejné jako u předešlého spoje, vložený hák je pouze na koncích o jednu čtvrtinu zešikmený. [1]



Obr. 25: Šikmo vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem 3D



Obr. 26: Šikmo vyříznutý sraz s vloženým dvojitým hákem 2D

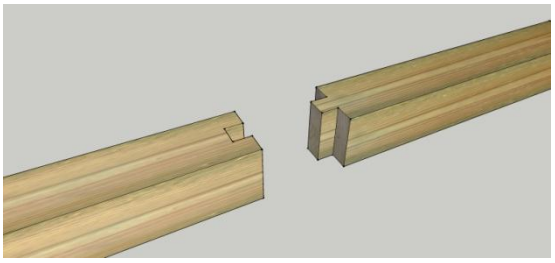
7.2 Čepové spoje

7.2.1. Čepové srazy

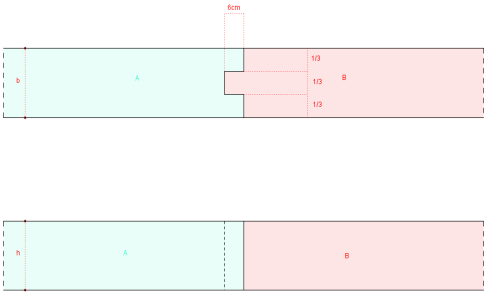
Čepové srazy se používají jako další jednoduché podélné spoje určené ke spojování prahových vaznic. Jsou to spoje, které brání bočnímu posuvu i vzájemnému otočení vázaných trámů. Čepové spoje se jistí skobou. Novější varianta jištění je pomocí styčníkových plechů. Čep je u těchto spojů dlouhý minimálně 5 cm a maximálně do šířky dřeva.

Čepový sraz

V celku jednoduchý spoj, který je možné používat například při spojování prahových vaznic. Je odolný vůči posuvu a také proti vzájemnému otočení spojovaných trámů. Čep je dlouhý minimálně 5 cm a maximálně do šířky spojovaných trámů. Široký je 1/3 šířky trámu. [1]



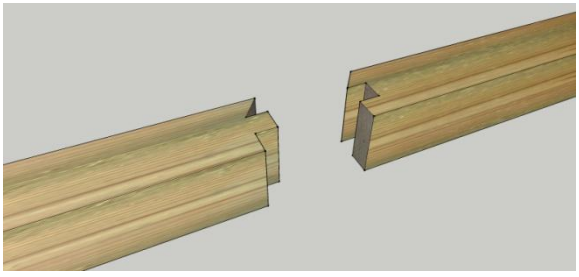
Obr. 27: Čepový sraz 3D



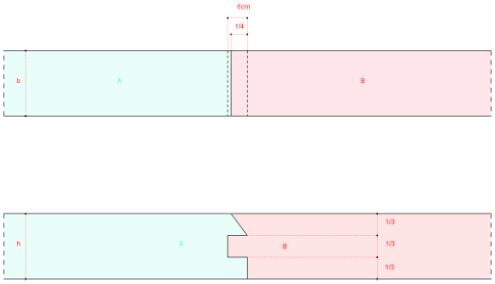
Obr. 28: Čepový sraz 2D

Francouzský šikmý plát s čepem

Díky čepu je spoj odolný proti bočnímu posuvu a tím je odolnější a jeho využitelnost se tím oproti plátu bez čepu rozšiřuje. Čep je přibližně 5 cm dlouhý a široký je jednu třetinu šířky trámu. [1]



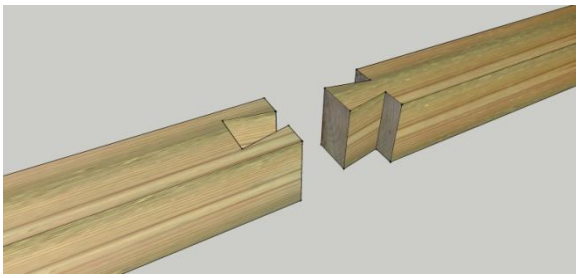
Obr. 29: Francouzský šikmý plát s čepem 3D



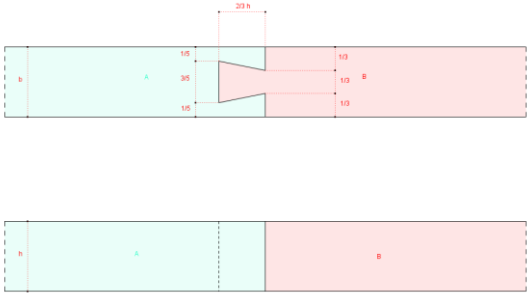
Obr. 30: Francouzský šikmý plát s čepem 2D

Rybinový čep

Díky rybině zabraňuje i drobným tahovým silám. Nevýhodou je opět to, že čepy s rybinou musí být velmi přesné, aby fungovali tak, jak mají. Rybina je dlouhá jako dvě třetiny výšky trámu a na užším konci má jednu třetinu a na širším tři pětiny šířky spojovaných trámů. [1]



Obr. 31: Rybinový čep 3D

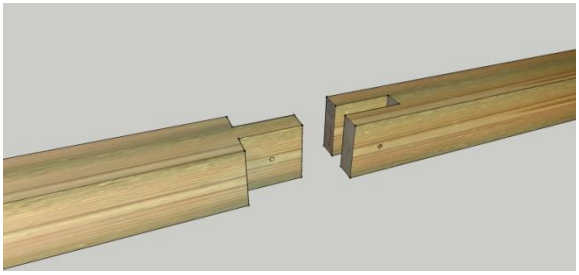


Obr. 32: Rybinový čep 2D

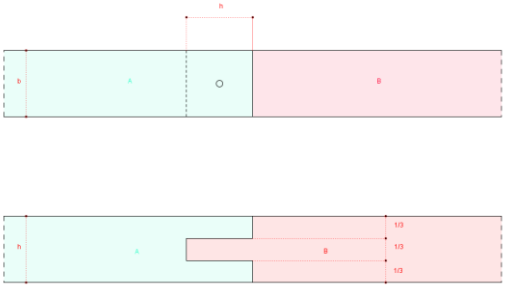
7.2.2. Podélné ostřihy

Ostřihový čep

Je stejně dlouhý jako je výška trámu a šířka čepu je nejčastěji rovna jedné třetině šířky trámu. Je potřeba, aby spoj byl přesný a neměl žádnou vůli. Čep se zajišťuje dřevěným hřebem. Spoj může zabraňovat i vzpěrným silám. [1]



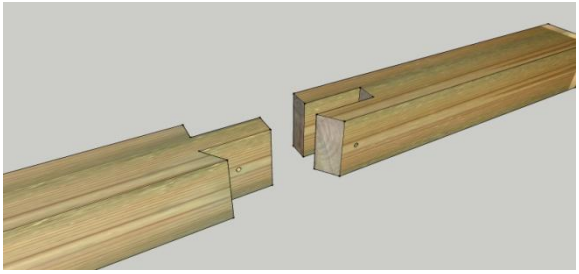
Obr. 33: Ostřihový čep 3D



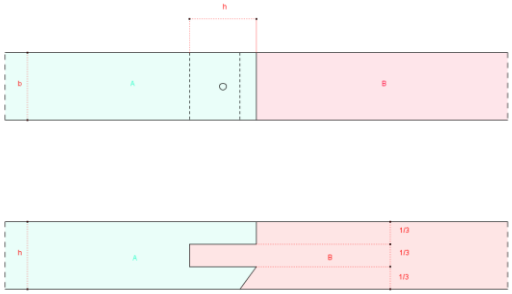
Obr. 34: Ostřihový čep 2D

Ostřihový čep na jedné straně šikmo seříznutý

Je téměř totožný, jako francouzský šikmý plát s čepem, ale na rozdíl od něj se používá na ležato. Navíc se ke spojení používá dřevěný hřeb. Čep je dlouhý jako výška trámu a podříznutí se umisťuje dolu aby se zabránilo vnikání vody do spoje. Je vhodný pro vnější konstrukce nebo pro opravy. [1]



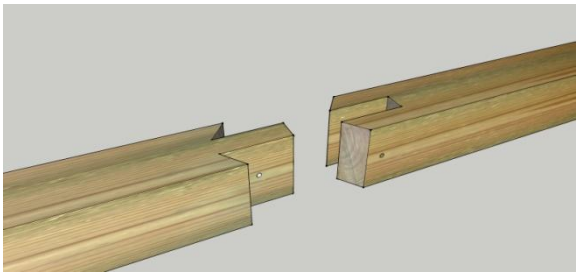
Obr. 35: Ostřihový čep na jedné straně šikmo seříznutý 3D



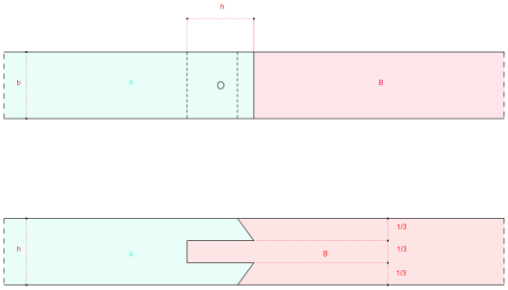
Obr. 36: Ostřihový čep na jedné straně šikmo seříznutý 2D

Ostřihový čep na obou stranách šikmo seříznutý

Je seříznutý na obou stranách, což zajišťuje rychlejší odtékání případné vody ze spoje a díky oboustrannému zešikmení spoj také lépe sedí. Je vhodný pro vnější konstrukce nebo pro opravy. [1]



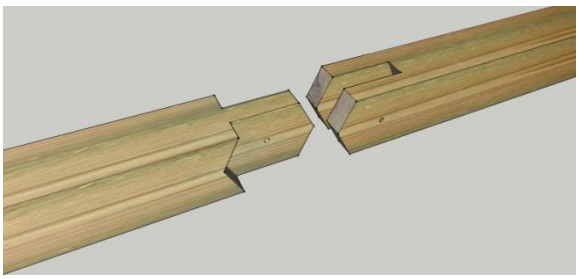
Obr. 37: Ostřihový čep na obou stranách šikmo seříznutý 3D



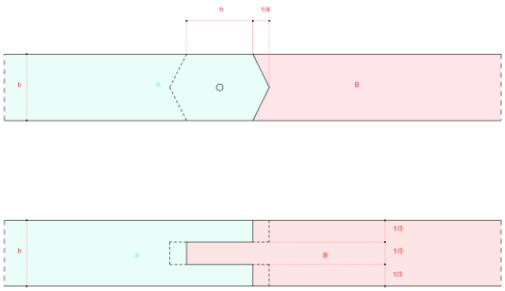
Obr. 38: Ostřihový čep na obou stranách šikmo seříznutý 2D

Ostřihový čep ostrý

Tento spoj zachycuje vzpěrné síly ve všech směrech. Je zajištěný jedním nebo i více dřevěnými hřeby a pro ještě větší zlepšení jeho vlastností je možné spoj prodloužit. Je vhodný pro vnější konstrukce nebo pro opravy. [1]



Obr. 39: Ostřihový čep ostrý 3D



Obr. 40: Ostřihový čep ostrý 2D

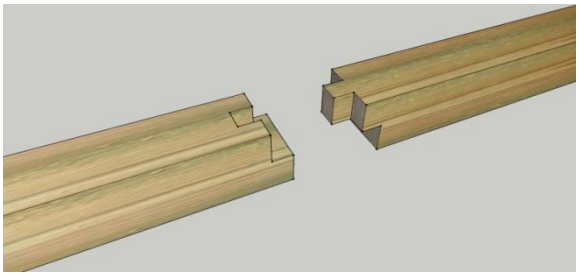
7.2.3. Čepové pláty

Čepové pláty, stejně jako u spojů na sraz, mají zabránit bočnímu posuvu a do jisté míry i nadzvednutí nebo vzájemnému otočení.

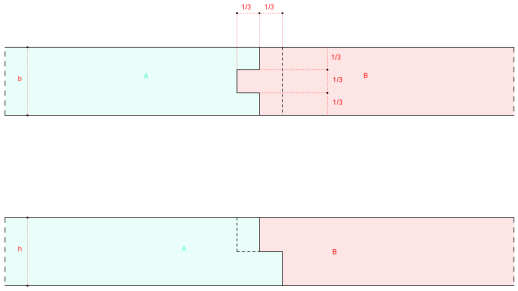
Pokud chceme čepové pláty použít k napojení podélných vazných trámů, musí pod nimi být sloupek nebo stěna. [1]

Čepový plát

Plát i jeho předsazený čep mají stejnou délku, což je jedna třetina šířky trámu. Čepový plát není příliš zajištěn proti zdvihu, zabraňuje však bočnímu posuvu a vzájemnému otočení trámů. Tento spoj nejčastěji zajišťujeme skobou, díky které odolává i tahovým silám.



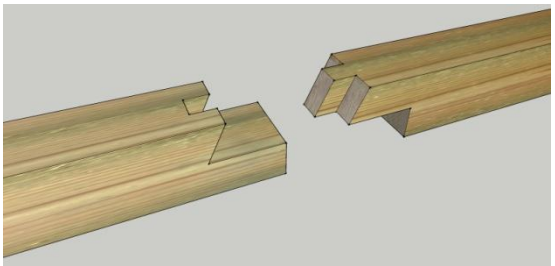
Obr. 41: Čepový plát 3D



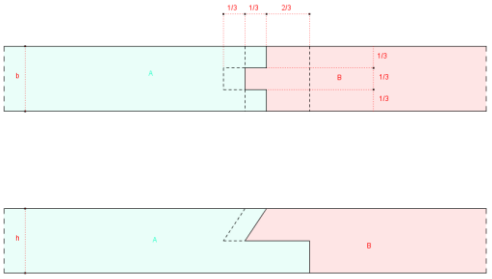
Obr. 42: Čepový plát 2D

Čepový plát na jedné straně šikmo seříznutý

Plát je stejně dlouhý jako výška trámu a jeho čep má délku 1/3 šířky trámu. Díky zešikmení horní části je plát odolný proti zdvihu, zabraňuje bočnímu posuvu a vzájemnému otočení trámů. Tento spoj nejčastěji zajišťujeme skobou, díky které odolává i tahovým silám. [1]



Obr. 43: Čepový plát na jedné straně šikmo seříznutý 3D

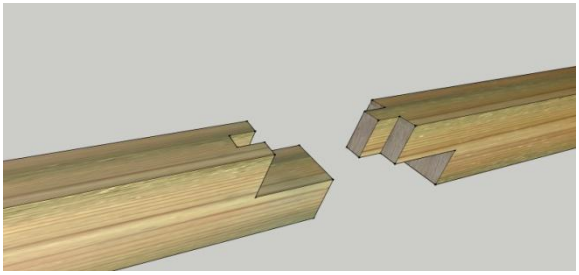


Obr. 44: Čepový plát na jedné straně šikmo seříznutý 2D

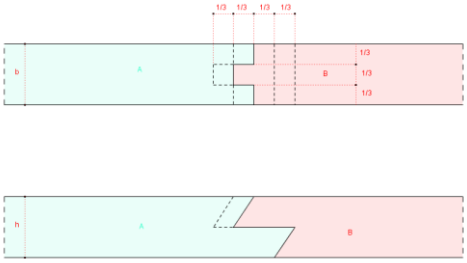
Čepový plát na obou stranách šikmo seříznutý

Plát je stejně dlouhý jako výška trámu a jeho čep má délku 1/3 šířky trámu. Díky zešikmení horní i dolní části je plát ještě odolnější proti zdvihu než předešlý spoj. Zabraňuje

bočnímu posuvu a vzájemnému otočení trámů. Tento spoj nejčastěji zajišťujeme skobou, díky které odolává i tahovým silám. [1]



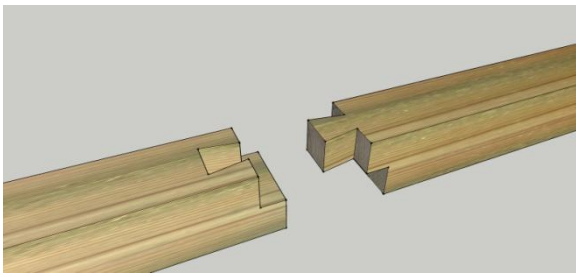
Obr. 45: Čepový plát na obou stranách šikmo seříznutý 3D



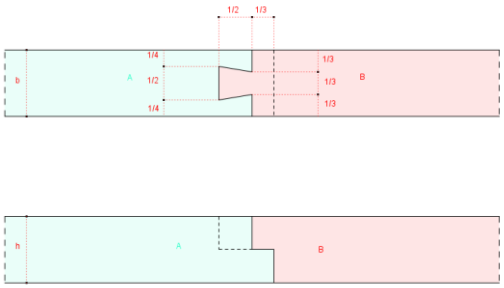
Obr. 46: Čepový plát na obou stranách šikmo seříznutý 2D

Čepový plát s rybinovým čepem

Délka plátu je jedna třetina šířky trámu a jeho předsazený čep ve tvaru rybiny měří jednu polovinu šíře trámu. Díky rybině má spoj možnost zabránit tahovým silám, zabraňuje také bočnímu posuvu a vzájemnému přetočení dřev. Není však schopný zabránit nadzvednutí spoje, to se však dá zajistit skobou. [1]



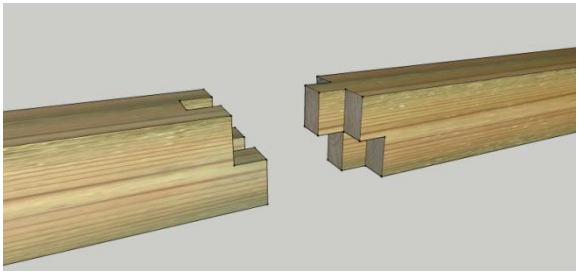
Obr. 47: Čepový plát s rybinovým čepem 3D



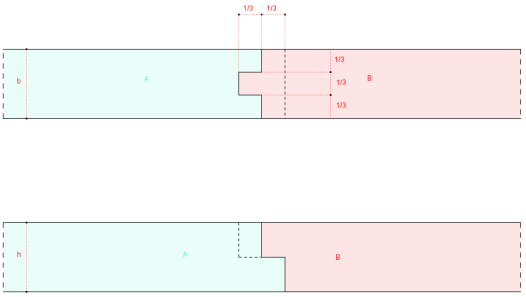
Obr. 48: Čepový plát s rybinovým čepem 2D

Čepový plát se dvěma čepy

Plát i jeho předsazený čep mají stejnou délku, což je jedna třetina šířky trámu. Čepový plát se dvěma čepy není příliš zajištěn proti zdvihu, zabraňuje však bočnímu posuvu a vzájemnému otočení trámů. Tento spoj nejčastěji zajišťujeme skobou, díky které odolává i tahovým silám. [1]



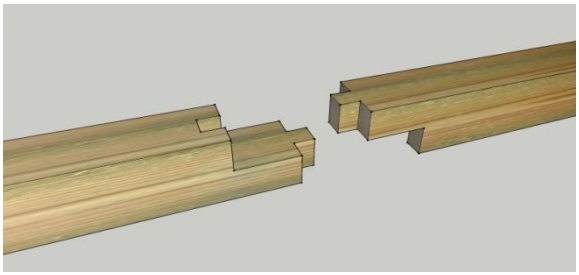
Obr. 49: Čepový plát se dvěma čepy 3D



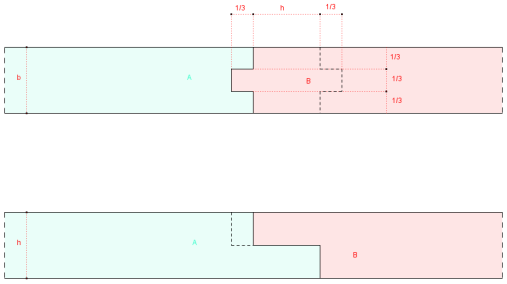
Obr. 50: Čepový plát se dvěma čepy 2D

Rovný plát se dvěma čepy

Plát má délku jako je výška trámu a jeho předsazený čep má délku 1/3 šířky trámu. Rovný plát se dvěma čepy zabraňuje bočnímu posuvu a vzájemnému otočení trámů. Tento spoj nejčastěji zajišťujeme skobou, díky které odolává i tahovým silám a zdvihu spoje. [1]



Obr. 51: Rovný plát se dvěma čepy 3D

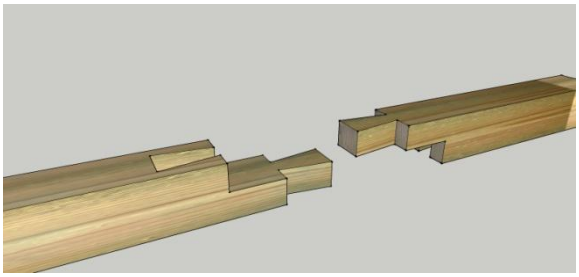


Obr. 52: Rovný plát se dvěma čepy 2D

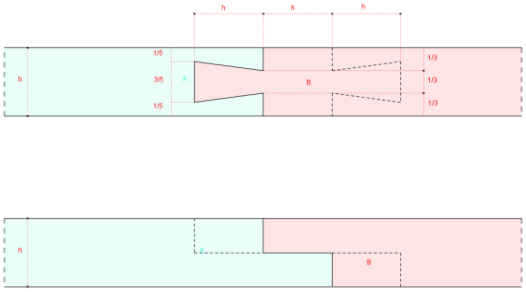
Rovný plát se dvěma rybinovými čepy

Díky dvěma rybinám má spoj možnost zabránit tahovým silám, zabraňuje také bočnímu posuvu a vzájemnému přetočení dřev. Není však schopný zabránit nadzvednutí spoje, to se však dá zajistit skobou.

Rybiny mají v širším místě šířku tří pětin celkové šíře trámu a v nejužším místě jednu třetinu šíře trámu. Celková délka spoje je rovna trojnásobku výšky spojovaných trámů. [1]



Obr. 53: Rovný plát se dvěma rybinovými čepy 3D



Obr. 54: Rovný plát se dvěma rybinovými čepy 2D

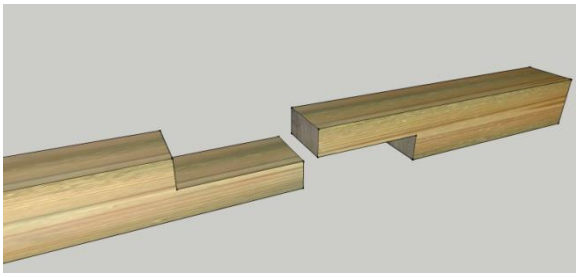
7.3. Plátové spoje

Plátové spoje slouží k podélnému spojování, při kterém trámy leží vazně přes sebe. Používají se tam, kde je trám podepřen málo, nebo kde není podepřen vůbec. Plátové spoje mají mnoho variant. Jedná se o rovné plátování, pláty s předsazením ve tvaru háku, tahové pláty, šikmé pláty, hákové pláty a šikmé pláty [1]

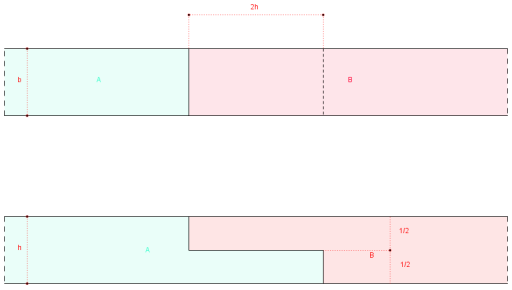
7.3.1 Rovné plátování

Rovný plát

Rovný plát je velmi jednoduchý spoj, proto se neobejde bez dalšího zajištění, jako jsou hřebíky, styčníkové plechy, skoby atd. Výška plátu je polovina výšky trámu a délka plátu je minimálně dvojnásobek výšky trámu. [1]



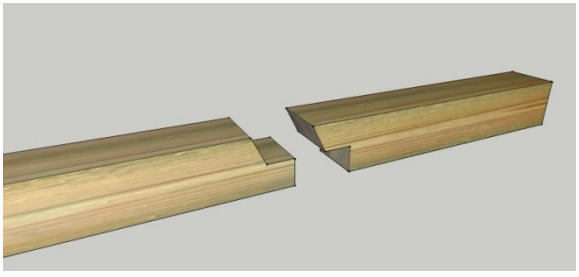
Obr. 55: Rovný plát 3D



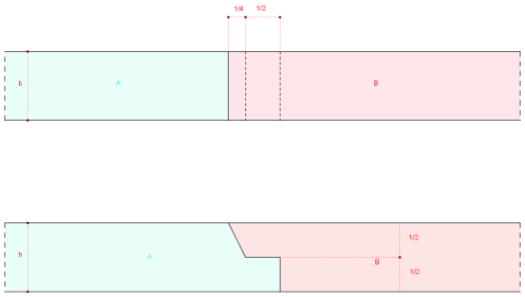
Obr. 56: Rovný plát 2D

Rovný plát na jedné straně šikmo seříznutý

Spoj je díky hornímu zešikmení pevnější, ale také pro něj platí, že se neobejde bez zajištění hřebíky, skobou nebo styčníkovými plechy. Šikmé seříznutí je o jednu čtvrtinu výšky trámu. [1]



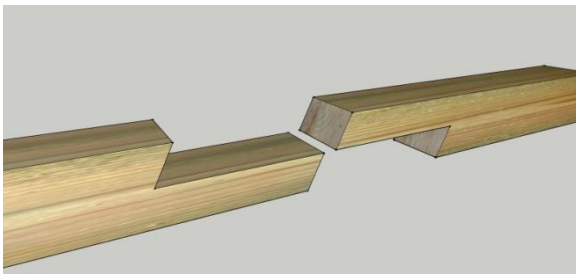
Obr. 57: Rovný plát na jedné straně šikmo seříznutý 3D



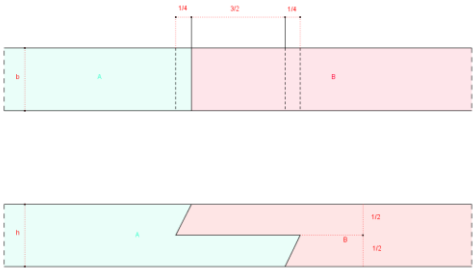
Obr. 58: Rovný plát na jedné straně šikmo seříznutý 2D

Rovný plát na obou stranách šikmo seříznutý

Díky oboustrannému seříznutí zabraňuje zdvihu spojovaných trámů. Nedokáže však zabránit bočnímu posuvu ani tahovým silám. Proto musí být zajištěný hřebíky, skobou, styčníkovými plechy atd. Celková délka spoje je dvojnásobek výšky trámu, přičemž zešikmení zabírá jednu čtvrtinu. [1]



Obr. 59: Rovný plát na obou stranách šikmo seříznutý 3D

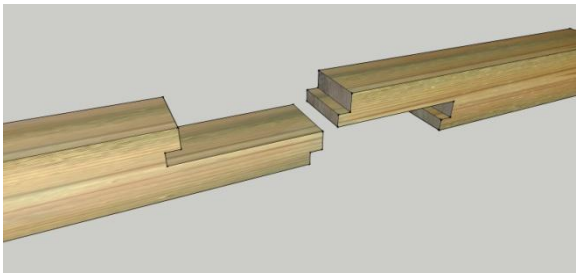


Obr. 60: Rovný plát na obou stranách šikmo seříznutý 2D

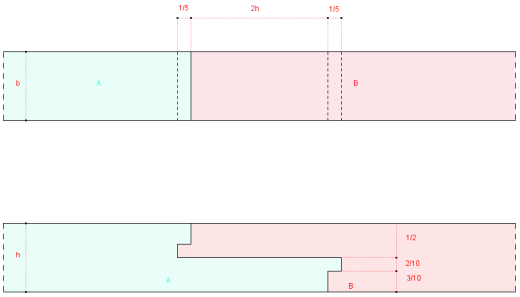
Rovný plát se zasouvací drážkou

Drážka zabraňuje vzájemnému otočení trámů a zároveň zabraňuje zdvihu spoje. Proti tahovým silám a bočnímu posuvu je nutné zajistit spoj hřebíky, skobou, styčníkovými plechy atd.

Drážka je jednu pětinu výšky trámu vysoká i široká. Délka plátu je dvojnásobek výšky spojovaných trámů. [1]



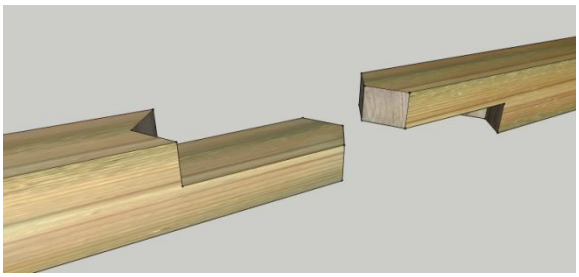
Obr. 61: Rovný plát se zasouvací drážkou 3D



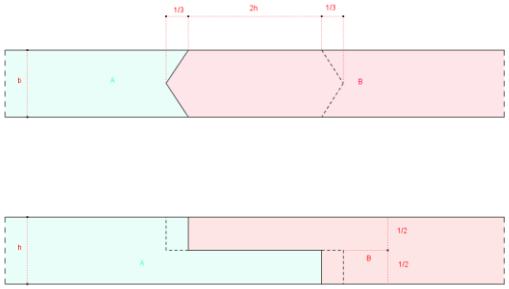
Obr. 62: Rovný plát se zasouvací drážkou 2D

Rovný plát seříznutý naostro

Rovný plát seříznutý naostro díky kosému vybrání v čelech zabraňuje bočnímu posuvu. Není však schopný odolat zdvihu ani tahovým silám. Délka plátu se rovná dvojnásobku výšky trámu a seříznutí jedné třetině výšky. [1]



Obr. 63: Rovný plát seříznutý naostro 3D

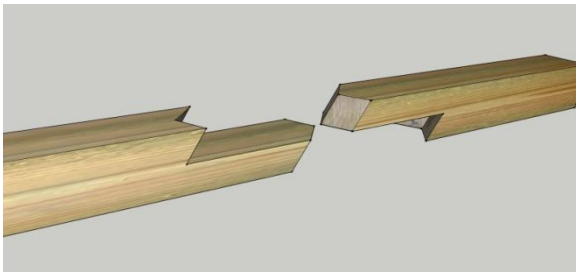


Obr. 64: Rovný plát seříznutý naostro 2D

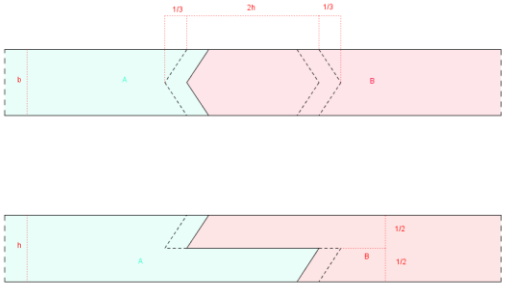
Šikmo podříznutý rovný plát seříznutý naostro

Díky ostrému seříznutí zabraňuje bočnímu posuvu a šikmé podříznutí také zdvihu. Tahové síly musíme zajistit svorníky, hřebíky, styčníkovými plechy atp.

Délka plátu se rovná dvojnásobku výšky trámu a seříznuté části se rovnají jedné třetině výšky. [1]



Obr. 65: Šikmo podříznutý rovný plát seříznutý naostro 3D

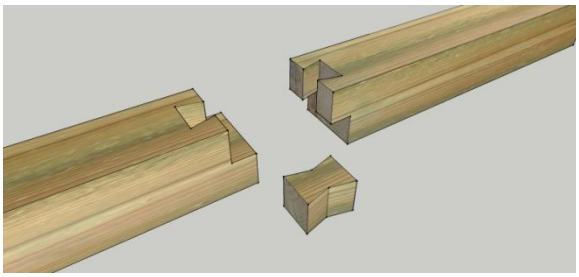


Obr. 66: Šikmo podříznutý rovný plát seříznutý naostro 2D

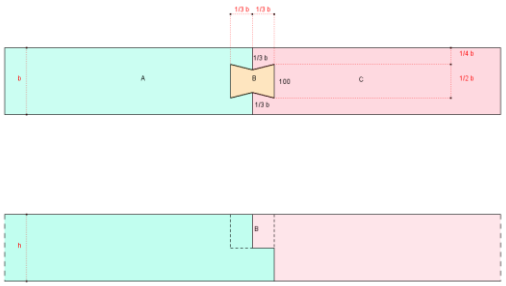
Rovný plát s vloženou rybinovou vložkou

Rybinová vložka v případě tohoto spoje zachycuje v omezené míře boční posuv i tahové síly a částečně zabraňuje i zdvihu spoje.

Samotný plát je dlouhý jednu třetinu výšky dřeva, rybinová vložka je dlouhá dvě třetiny výšky trámu, v nejužším místě má jednu třetinu a v nejširším jednu polovinu výšky trámu. [1]



Obr. 67: Rovný plát s vloženou rybinovou vložkou 3D



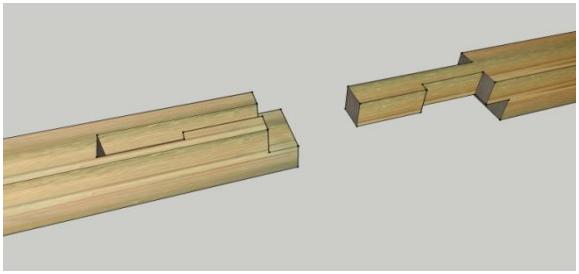
Obr. 68: Rovný plát s vloženou rybinovou vložkou 2D

7.3.2. Pláty s předsazením ve tvaru háku

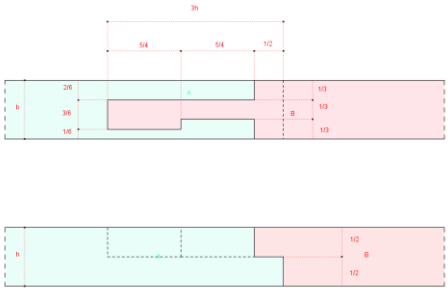
Plát s předsazením ve tvaru háku

Díky dlouhému háku je spoj odolný proti bočnímu posuvu a tahovým silám. Nedokáže však zabránit zdvihu, proto musí být zajištěn skobou.

Délka plátu je rovna polovině výšky trámu. Hák je dlouhý pět polovin výšky trámu a celý spoj je tedy dlouhý jako trojnásobek výšky trámu. [1]



Obr. 69: Plát s předsazením ve tvaru háku 3D

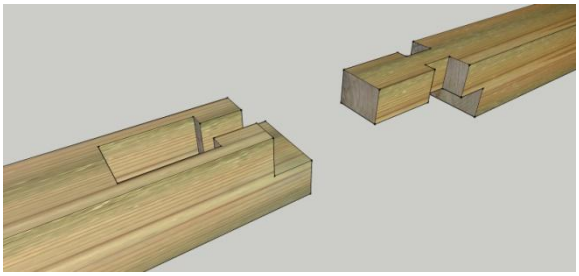


Obr. 70: Plát s předsazením ve tvaru háku 2D

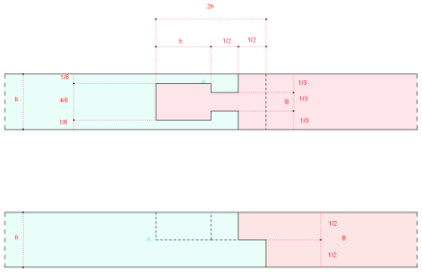
Plát s předsazením ve tvaru oboustranného háku

Díky dlouhému a zesílenému háku na obě strany je spoj ještě odolnější proti tahovým silám a dokáže čelit i bočnímu posuvu. Nedokáže však zabránit zdvihu, proto musí být zajištěn skobou.

Délka plátu je rovna polovině výšky trámu. Samotný hák je dlouhý tři poloviny výšky trámu a celý spoj je tedy dlouhý jako dvojnásobek výšky trámu. Krček háku se rovná třetině šířky a šířka dvojitého háku dvěma třetinám šířky trámu. [1]



Obr. 71: Plát s předsazením ve tvaru oboustranného háku 3D



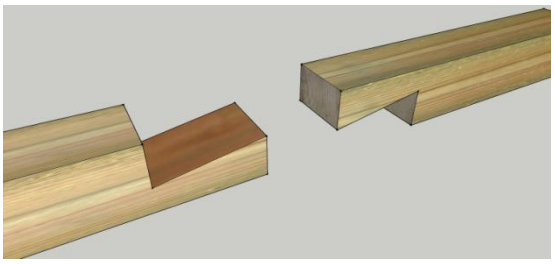
Obr. 72: Plát s předsazením ve tvaru oboustranného háku 2D

7.3.3. Tahové pláty

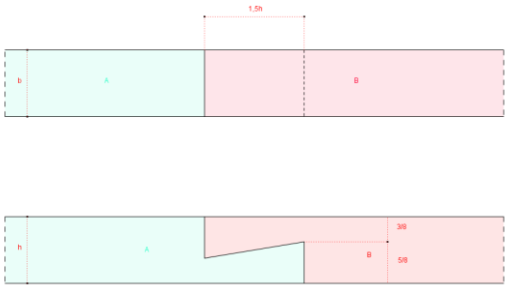
Tahový plát

Dokáže zachytit tahové síly, ale jen v případě, že je spoj zatížený. Proti posuvu a zdvihu se zajišťuje skobou, hřebíky atd.

Plát je dlouhý jeden a půl násobku výšky trámu a v nejužším místě tři osminy a v nejširším pět osmin výšky trámu. [1]



Obr. 73: Tahový plát 3D

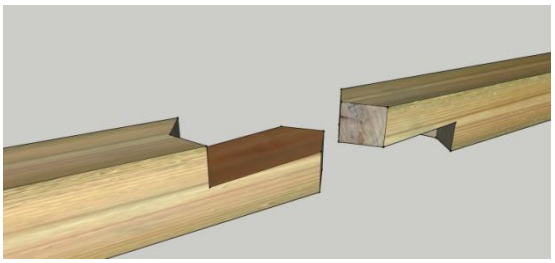


Obr. 74: Tahový plát 2D

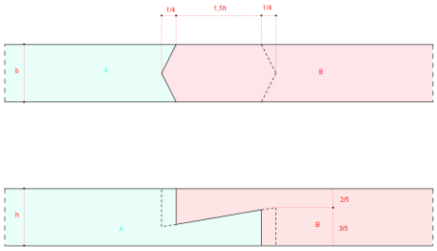
Tahový plát seříznutý naostro

Díky seříznutí zachycuje boční posuv a při zatížení spoje zachycuje i tahové síly. Spoj se zajišťuje skobou.

Délka plátu je rovna dvojnásobku výšky trámu. V nejužším místě má plát výšku jedné třetiny a v nejširším dvou třetin výšky hranolu. [1]



Obr. 75: Tahový plát seříznutý naostro 3D

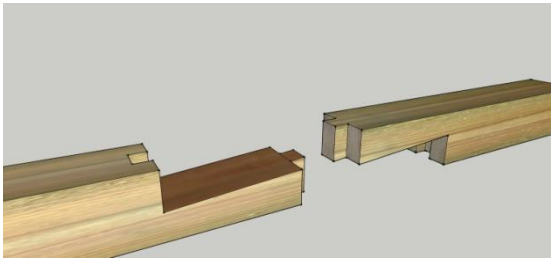


Obr. 76: Tahový plát seříznutý naostro 2D

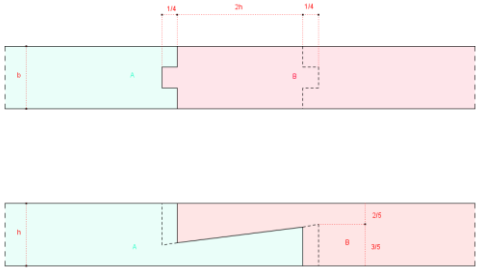
Tahový plát se zámkem

Dokáže zachytit tahové síly, ale jen v případě, že je spoj zatížený. Díky zámkům má spoj lepší vlastnosti než dva předešlé pláty. Většinou se zajišťuje skobou.

Plát má délku dvojnásobku výšky trámu, v nejužším místě má jednu třetinu a v nejširším dvě třetiny výšky trámu. Zámek je široký jednu třetinu a dlouhý jednu čtvrtinu šířky trámu. [1]



Obr. 77: Tahový plát se zámkem 3D



Obr. 78: Tahový plát se zámkem 2D

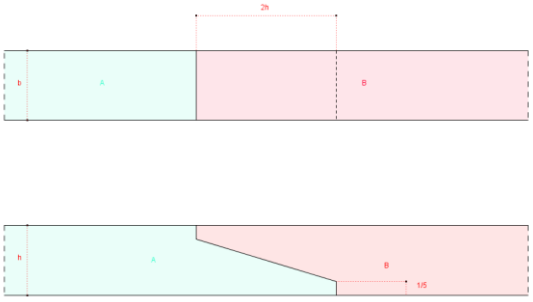
7.3.4. Šikmé pláty

Šikmý plát

Je to v celku labilní spoj. Nezabraňuje tahovým silám, téměř nezabraňuje bočnímu posuvu ani zdvihu. Proto je nutné spoj zajišťovat skobami, dřevěnými hřeby atd.

Délka plátu je dvojnásobek výšky trámu, v nejužším místě má jednu pětinu a v nejširším čtyři pětiny výšky trámu. [1]

Obr. 79: Šikmý plát 3D

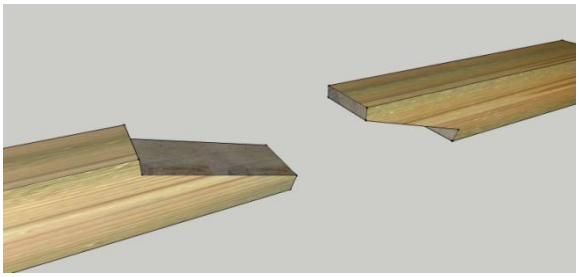


Obr. 80: Šikmý plát 2D

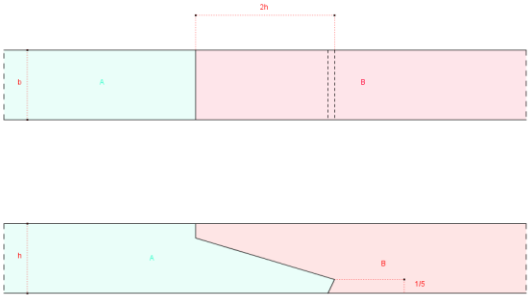
Šikmý plát na jedné straně šikmo podříznutý

Díky dolnímu šikmému podříznutí je odolnější proti zdvihu a vzájemnému otočení. Nezabraňuje tahovým silám a téměř nezabraňuje bočnímu posuvu. Proto je nutné spoj zajišťovat skobami, dřevěnými hřeby atd.

Délka plátu je dvojnásobek výšky trámu, v nejužším místě má jednu pětinu a v nejširším čtyři pětiny výšky trámu. Oproti předešlému spoji má šikmo seříznuté čelo spodního plátu. [1]



Obr. 81: Šikmý plát na jedné straně šikmo podříznutý 3D

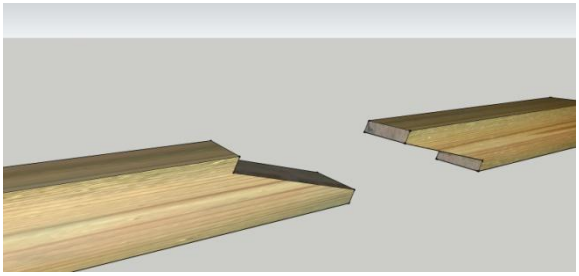


Obr. 82: Šikmý plát na jedné straně šikmo podříznutý 2D

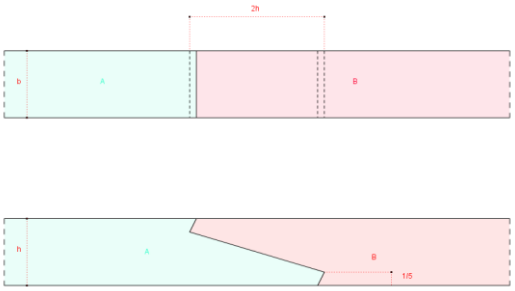
Šikmý plát na obou stranách šikmo podříznutý

Díky šikmému seříznutí na obou stranách je ještě odolnější proti zdvihu a vzájemnému otočení spojovaných trámů. Nezabraňuje tahovým silám a téměř nezabraňuje bočnímu posuvu. Proto je nutné spoj zajišťovat skobami, dřevěnými hřeby atd.

Délka plátu je dvojnásobek výšky trámu, v nejužším místě má jednu pětinu a v nejširším čtyři pětiny výšky trámu. Oproti předešlému spoji má šikmo seříznuté čelo spodního i vrchního plátu. [1]



Obr. 83: Šikmý plát na obou stranách šikmo podříznutý 3D

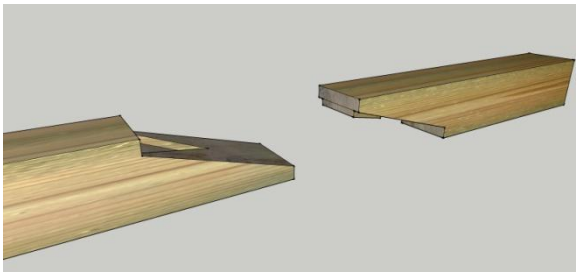


Obr. 84: Šikmý plát na obou stranách šikmo podříznutý 2D

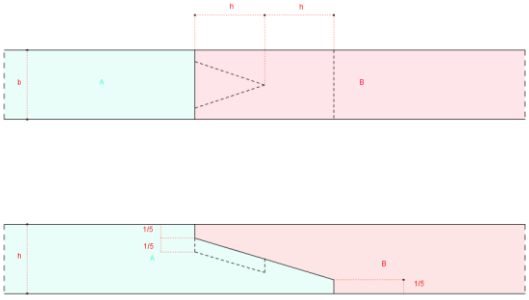
Šikmý plát s krytým hákem

Díky háku dokáže zatížený spoj zachytit tahové síly a boční posuv. Pokud zatížený není, musí se zajistit skobami, dřevěnými hřeby, hřebíky atd.

Délka plátu je dvojnásobek výšky trámu, v nejužším místě má jednu pětinu a v nejširším čtyři pětiny výšky trámu. Hloubka háku je jedna pětina výšky trámu. [1]



Obr. 85: Šikmý plát s krytým hákem 3D



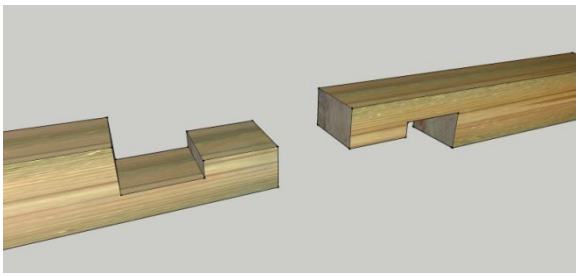
Obr. 86: Šikmý plát s krytým hákem 2D

7.3.5. Hákové pláty

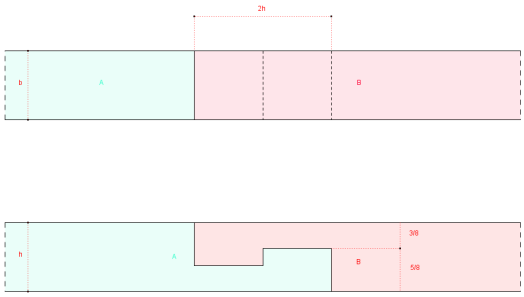
Rovný hákový plát

Díky háku a rovným plochám v čele háku odolává tahovým i tlakovým silám v podélném směru. Proti zdvihovým silám a bočnímu posuvu se musí zajistit dřevěnými hřeby, hřebíky, skobami atd.

Délka celého plátu je dvojnásobek výšky trámu. V nejužším místě má tři osminy a v širším místě má pět osmin výšky trámu. [1]



Obr. 87: Rovný hákový plát 3D

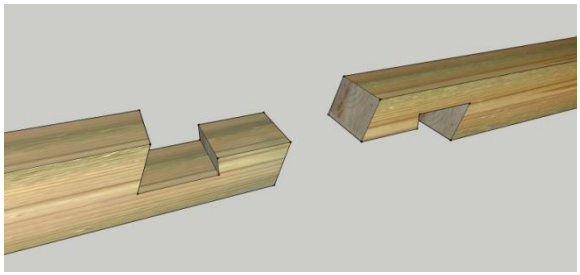


Obr. 88: Rovný hákový plát 2D

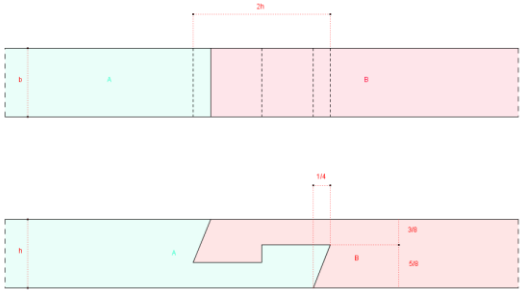
Šikmo seříznutý rovný hákový plát

Díky zešikmení je spoj odolný proti zdvihu. Dokáže udržet boční síly a taktéž zabraňuje tahovým i tlakovým silám v podélném směru. Spoj se dá dohromady složit pouze vsunutím ze strany. Je také možné ho zajistit skobou.

Délka celého plátu je dvojnásobek výšky trámu. V nejužším místě má tři osminy a v širším místě má pět osmin výšky trámu. Plát je zešikmen o čtvrtinu výšky trámu. [1]



Obr. 89: Šikmo seříznutý rovný hákový plát 3D

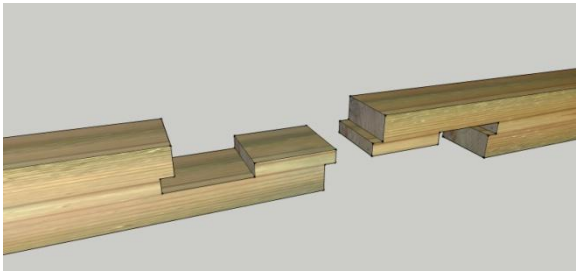


Obr. 90: Šikmo seříznutý rovný hákový plát 2D

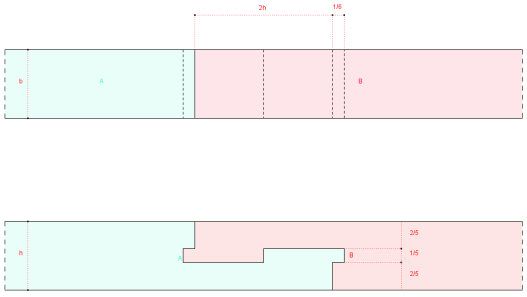
Hákový plát se zasouvací drážkou

Díky drážce je spoj částečně odolný proti zdvihu. Dokáže udržet boční síly a taktéž zabraňuje tahovým i tlakovým silám v podélném směru. Spoj se dá dohromady složit pouze vsunutím ze strany. Je také možné ho zajistit skobou.

Délka plátu je dvojnásobek výšky trámu. Velikost pera a drážky je jedna pětina na výšku a jedna šestina na délku z celkové výšky trámu. Plát má v užším místě dvě pětiny a v širším tři pětiny výšky trámu. [1]



Obr. 91: Hákový plát se zasouvací drážkou 3D

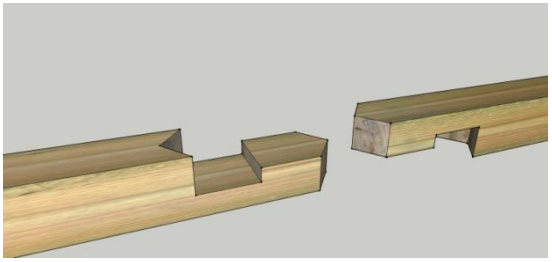


Obr. 92: Hákový plát se zasouvací drážkou 2D

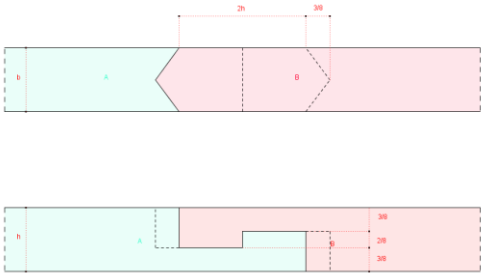
Rovný hákový plát s ostřím

Dobře odolává tahovým a tlakovým silám v podélném směru. Odolává také bočnímu posuvu. Nedokáže však zabránit zdvihu, ten však zajistíme pomocí skob nebo svorníků.

Délka plátu je dvojnásobek výšky trámu plus tři osminy výšky trámu do špičky ostří na konci plátu. V užším místě je plát vysoký tři osminy a v širším pět osmin výšky trámu. [1]



Obr. 93: Rovný hákový plát s ostřím 3D

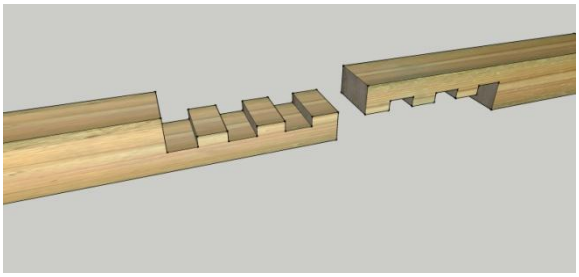


Obr. 94: Rovný hákový plát s ostřím 2D

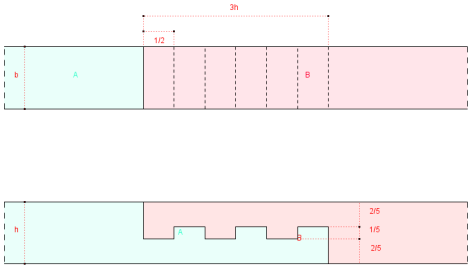
Zubový plát

Velmi dobře odolává tahovým a tlakovým silám v podélném směru, přičemž vypracování spoje musí být velmi přesné. Nedokáže zabránit zdvihu nebo přetočení dřev a velmi málo odolává bočnímu posuvu. Je nutné ho zajistit skobou, svorníky atd.

Délka plátu je trojnásobek výšky trámu. Velikost zubů a mezer mezi nimi se rovná jedné polovině výšky trámu a výška zubu je jedna pětina celkové výšky spojovaných dřev. [1]



Obr. 95: Zubový plát 3D



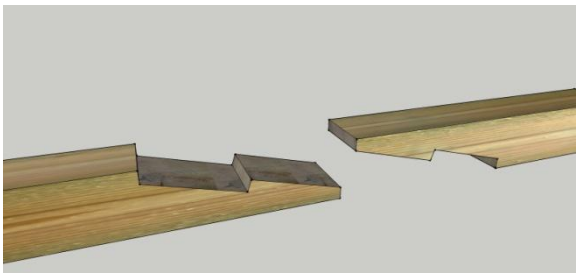
Obr. 96: Zubový plát 2D

7.3.6. Šikmé hákové pláty

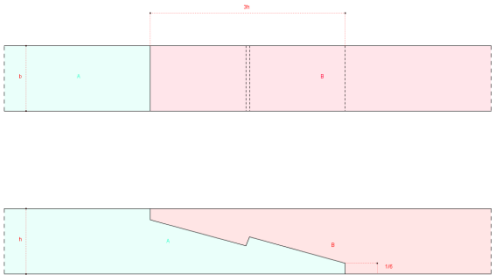
Šikmý hákový plát

Odolává tahovým a tlakovým silám v podélném směru. Nedokáže zabránit zdvihu ani bočnímu posuvu. Nejčastěji se zajišťuje skobou umístěnou nahoře.

Délka celého plátu je trojnásobek výšky trámu. Výška čela plátu a výška háku je jedna šestina výšky trámu. [1]



Obr. 97: Šikmý hákový plát 3D

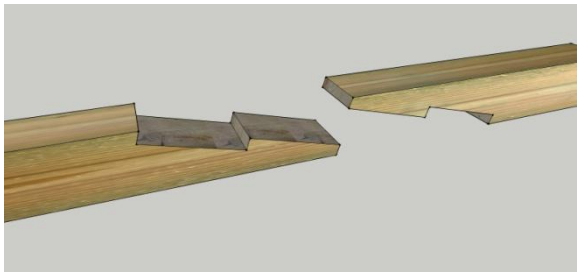


Obr. 98: Šikmý hákový plát 2D

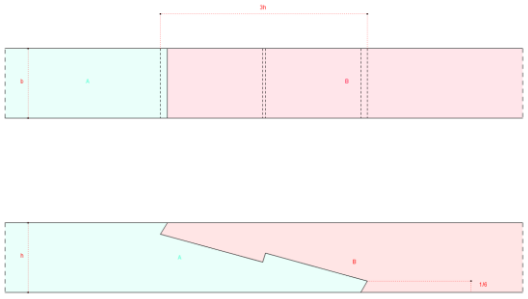
Šikmo podříznutý šikmý hákový plát

Odolává tahovým a tlakovým silám v podélném směru. Proti předešlému spoji dokáže mírně zabránit zdvihu, ale použití skoby je také na místě.

Délka celého plátu je trojnásobek výšky trámu. Výška čela plátu a výška háku je jedna šestina výšky trámu. Jediný rozdíl mezi šikmým hákovým plátem a šikmo podříznutým šikmým hákovým plátem jsou šikmo podříznutá čela plátů. [1]



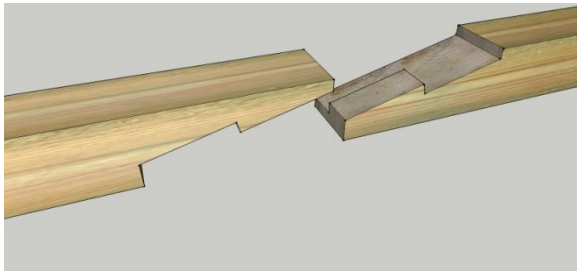
Obr. 99: Šikmo podříznutý šikmý hákový plát 3D



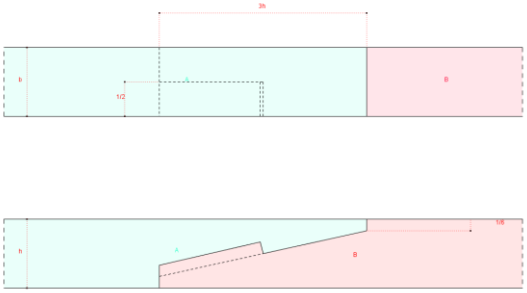
Obr. 100: Šikmo podříznutý šikmý hákový plát 2D

Šikmý plát s hákem na jedné straně

Odolává tahovým a tlakovým silám v podélném směru. Nedokáže zabránit zdvihu ani vzájemnému přetočení. Výška čela plátu a výška háku je jedna šestina výšky trámu. O proti předešlému spoji nemá hák přes celou šířku spoje, ale jen na polovině. Délka celého plátu je trojnásobek výšky trámu. [1]



Obr. 101: Šikmý plát s hákem na jedné straně 3D

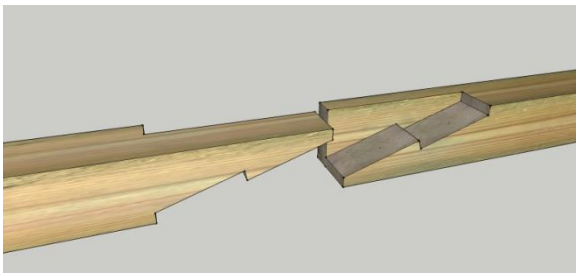


Obr. 102: Šikmý plát s hákem na jedné straně 2D

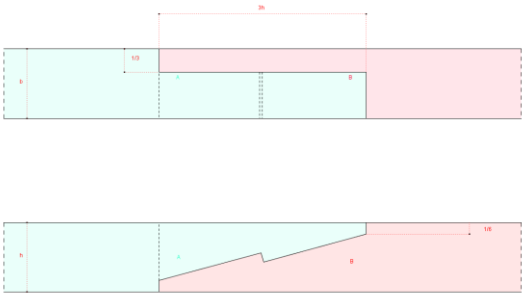
Šikmý hákový plát na jedné straně krytý

Spoj se umisťuje tak, aby na vnější straně byl umístěn kryt, který potom chrání spoj před povětrnostními vlivy. Spoj je sám o sobě odolný pouze vůči tahovým a tlakovým silám v podélném směru. Po zajištění skobami nebo hřebíky je spoj odolný proti zdvihu, proti vzájemnému přetočení trámů a proti bočnímu posuvu.

Kryt je široký jednu třetinu šířky trámu. Na samotný plát zbývají tedy dvě třetiny šířky trámu. [1]



Obr. 103: Šikmý hákový plát na jedné straně krytý 3D



Obr. 104: Šikmý hákový plát na jedné straně krytý 2D

8. Závěr

Díky této bakalářské práci si můžeme zobrazit většinu podélných tesařských spojů jako 3D modely v programu SketchUp, který je pro zobrazení nutné nainstalovat do počítače. Tyto modely lze vytisknout na 3D tiskárně a použít jako materiál pro výuku například na tesařských učilištích.

Dále je možné zobrazit většinu podélných tesařských spojů parametricky. K tomu slouží program GeoGebra, který můžeme stáhnout a nainstalovat do počítače nebo využít jeho online verzi. Na online verzi je nutná registrace. Program je kompletně v češtině a jeho ovládání je poměrně jednoduché. U mnou vypracovaných spojů je možné zadat vlastní rozměry spojovaných trámů a díky kótám, které se mnění na základě zadaných rozměrů nemusíme dopočítávat ostatní rozměry spoje.

Další nástroj pro parametrické zobrazení podélných tesařských spojů je HTML5, přesněji jeho prvek canvas. Zobrazení probíhá přímo v prohlížeči, takže nemusíme nic instalovat ani se nikam registrovat. Je možné zadat vlastní rozměry trámů, které chceme spojit a následně přímo z prohlížeče vytisknout pomocí tiskárny na papír. Po rozstřihání papíru podle vytisknutých čar nám vzniknou šablony, které se pouze obkreslí na trám a následně se spoj vyřeže.

Všechny výše uvedené pomůcky jsou umístěné na webu www.tesarskespoje.cz, který jsem za tímto účelem vytvořil. Zde si každý může podle myšlenkové mapy vybrat požadovaný spoj. Tento spoj poté může stáhnout ve formátu SKP (přípona pro program SketchUp), který se stáhne ve formátu ZIP. Stáhnout můžeme i spoje ve formátu GGB (přípona pro program GeoGebra), který se také stáhne ve formátu ZIP.

Věřím, že moje práce bude přínosem pro tesařská učiliště, začínající tesaře nebo i pro kutily.

9. Seznam použité literatury

1. GERNER, Manfred. Tesařské spoje. Praha 7: Grada, 2003. Stavitel. ISBN 80-247-0076-X.

2. BUZAN, Tony. Myšlenkové mapy. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0030-8.

3. LUBBERS, Peter a kolektiv. HTML5. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3539-6.

4. GÜNZEL, Martin, Roman HAŠEK, Jakub JAREŠ, Josef LOMBART, Pavel PECH, Václav ŠIMANDL, Radka ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří VANÍČEK. Integrace elektronických prostředí pro počítačem podporovanou výuku matematiky. České Budějovice: Vydává: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012. ISBN 978-80-7394-386-8.

10. Seznam obrázků

OBR 1: POUŽITÉ NÁSTROJE 10
OBR. 2: NÁHLED WEBOVÉ STRÁNKY BEZ TEXTUR 11
OBR. 3: NÁHLED WEBOVÉ STRÁNKY S TEXTURAMI 11
OBR. 4: ROZDĚLENÍ JEDNOTLIVÝCH SPOJŮ POMOCÍ MYŠLENKOVÉ MAPY 14
OBR. 5: TUPÝ SRAZ 3D 15
OBR. 6: TUPÝ SRAZ 2D 15
OBR. 7: ŠIKMÝ SRAZ 3D 16
OBR. 8: ŠIKMÝ SRAZ 2D 16
OBR. 9: SRAZ S RYBINOVOU VLOŽKOU 3D 16
OBR. 10: SRAZ S RYBINOVOU VLOŽKOU 2D 16
OBR. 11: SRAZ S RYBINOVOU VLOŽKOU NA POLOVINU VÝŠKY 3D 17
OBR. 12: SRAZ S RYBINOVOU VLOŽKOU NA POLOVINU VÝŠKY 2D 17
OBR. 13: FRANCOUZSKÝ ŠIKMÝ PLÁT 3D 17
OBR. 14: FRANCOUZSKÝ ŠIKMÝ PLÁT 2D 17
OBR. 15: ROVNĚ VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM STŘEDNÍM KUSEM 3D 18
OBR. 16: ROVNĚ VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM STŘEDNÍM KUSEM 2D 18
OBR. 17: ŠIKMO VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM STŘEDNÍM KUSEM 3D 18
OBR. 18: ŠIKMO VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM STŘEDNÍM KUSEM 2D 18
OBR. 19: ROVNĚ VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM HÁKEM 3D 19
OBR. 20: ROVNĚ VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM HÁKEM 2D 19
OBR. 21: ŠIKMO VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM HÁKEM 3D 19
OBR. 22: ŠIKMO VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM HÁKEM 2D 19
OBR. 23: ROVNĚ VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM DVOJITÝM HÁKEM 3D 20
OBR. 24: ROVNĚ VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM DVOJITÝM HÁKEM 2D 20
OBR. 25: ŠIKMO VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM DVOJITÝM HÁKEM 3D 20
OBR. 26: ŠIKMO VYŘÍZNUTÝ SRAZ S VLOŽENÝM DVOJITÝM HÁKEM 2D 20
OBR. 27: ČEPOVÝ SRAZ 3D 21
OBR. 28: ČEPOVÝ SRAZ 2D 21
OBR. 29: FRANCOUZSKÝ ŠIKMÝ PLÁT S ČEPEM 3D 21
OBR. 30: FRANCOUZSKÝ ŠIKMÝ PLÁT S ČEPEM 2D 21
OBR. 31: RYBINOVÝ ČEP 3D 22
OBR. 32: RYBINOVÝ ČEP 2D 22
OBR. 33: OSTŘIHOVÝ ČEP 3D 22
OBR. 34: OSTŘIHOVÝ ČEP 2D 22
OBR. 35: OSTŘIHOVÝ ČEP NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 3D 23
OBR. 36: OSTŘIHOVÝ ČEP NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 2D 23
OBR. 37: OSTŘIHOVÝ ČEP NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 3D 23
OBR. 38: OSTŘIHOVÝ ČEP NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 2D 23
OBR. 39: OSTŘIHOVÝ ČEP OSTRÝ 3D 23
OBR. 40: OSTŘIHOVÝ ČEP OSTRÝ 2D 23
OBR. 41: ČEPOVÝ PLÁT 3D 24
OBR. 42: ČEPOVÝ PLÁT 2D 24
OBR. 43: ČEPOVÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 3D 24
OBR. 44: ČEPOVÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 2D 24
OBR. 45: ČEPOVÝ PLÁT NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 3D 25
OBR. 46: ČEPOVÝ PLÁT NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 2D 25
OBR. 47: ČEPOVÝ PLÁT S RYBINOVÝM ČEPEM 3D 25

OBR. 48: ČEPOVÝ PLÁT S RYBINOVÝM ČEPEM 2D 25
OBR. 49: ČEPOVÝ PLÁT SE DVĚMA ČEPY 3D 25
OBR. 50: ČEPOVÝ PLÁT SE DVĚMA ČEPY 2D 25
OBR. 51: ROVNÝ PLÁT SE DVĚMA ČEPY 3D 26
OBR. 52: ROVNÝ PLÁT SE DVĚMA ČEPY 2D 26
OBR. 53: ROVNÝ PLÁT SE DVĚMA RYBINOVÝMI ČEPY 3D 26
OBR. 54: ROVNÝ PLÁT SE DVĚMA RYBINOVÝMI ČEPY 2D 26
OBR. 55: ROVNÝ PLÁT 3D 27
OBR. 56: ROVNÝ PLÁT 2D 27
OBR. 57: ROVNÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 3D 27
OBR. 58: ROVNÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 2D 27
OBR. 59: ROVNÝ PLÁT NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 3D 28
OBR. 60: ROVNÝ PLÁT NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ 2D 28
OBR. 61: ROVNÝ PLÁT SE ZASOUVACÍ DRÁŽKOU 3D 28
OBR. 62: ROVNÝ PLÁT SE ZASOUVACÍ DRÁŽKOU 2D 28
OBR. 63: ROVNÝ PLÁT SEŘÍZNUTÝ NAOSTRO 3D 29
OBR. 64: ROVNÝ PLÁT SEŘÍZNUTÝ NAOSTRO 2D 29
OBR. 65: ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ ROVNÝ PLÁT SEŘÍZNUTÝ NAOSTRO 3D 29
OBR. 66: ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ ROVNÝ PLÁT SEŘÍZNUTÝ NAOSTRO 2D 29
OBR. 67: ROVNÝ PLÁT S VLOŽENOU RYBINOVOU VLOŽKOU 3D 29
OBR. 68: ROVNÝ PLÁT S VLOŽENOU RYBINOVOU VLOŽKOU 2D 29
OBR. 69: PLÁT S PŘEDSAZENÍM VE TVARU HÁKU 3D 30
OBR. 70: PLÁT S PŘEDSAZENÍM VE TVARU HÁKU 2D 30
OBR. 71: PLÁT S PŘEDSAZENÍM VE TVARU OBOUSTRANNÉHO HÁKU 3D 30
OBR. 72: PLÁT S PŘEDSAZENÍM VE TVARU OBOUSTRANNÉHO HÁKU 2D 30
OBR. 73: TAHOVÝ PLÁT 3D 31
OBR. 74: TAHOVÝ PLÁT 2D 31
OBR. 75: TAHOVÝ PLÁT SEŘÍZNUTÝ NAOSTRO 3D 31
OBR. 76: TAHOVÝ PLÁT SEŘÍZNUTÝ NAOSTRO 2D 31
OBR. 77: TAHOVÝ PLÁT SE ZÁMKEM 3D 31
OBR. 78: TAHOVÝ PLÁT SE ZÁMKEM 2D 31
OBR. 79: ŠIKMÝ PLÁT 3D 32
OBR. 80: ŠIKMÝ PLÁT 2D 32
OBR. 81: ŠIKMÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ 3D 32
OBR. 82: ŠIKMÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ 2D 32
OBR. 83: ŠIKMÝ PLÁT NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ 3D 33
OBR. 84: ŠIKMÝ PLÁT NA OBOU STRANÁCH ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ 2D 33
OBR. 85: ŠIKMÝ PLÁT S KRYTÝM HÁKEM 3D 33
OBR. 86: ŠIKMÝ PLÁT S KRYTÝM HÁKEM 2D 33
OBR. 87: ROVNÝ HÁKOVÝ PLÁT 3D 34
OBR. 88: ROVNÝ HÁKOVÝ PLÁT 2D 34
OBR. 89: ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ ROVNÝ HÁKOVÝ PLÁT 3D 34
OBR. 90: ŠIKMO SEŘÍZNUTÝ ROVNÝ HÁKOVÝ PLÁT 2D 34
OBR. 91: HÁKOVÝ PLÁT SE ZASOUVACÍ DRÁŽKOU 3D 34
OBR. 92: HÁKOVÝ PLÁT SE ZASOUVACÍ DRÁŽKOU 2D 34
OBR. 93: ROVNÝ HÁKOVÝ PLÁT S OSTŘÍM 3D 35
OBR. 94: ROVNÝ HÁKOVÝ PLÁT S OSTŘÍM 2D 35
OBR. 95: ZUBOVÝ PLÁT 3D 35
OBR. 96: ZUBOVÝ PLÁT 2D 35
OBR. 97: ŠIKMÝ HÁKOVÝ PLÁT 3D 36

OBR. 98: ŠIKMÝ HÁKOVÝ PLÁT 2D 36
OBR. 99: ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ ŠIKMÝ HÁKOVÝ PLÁT 3D 36
OBR. 100: ŠIKMO PODŘÍZNUTÝ ŠIKMÝ HÁKOVÝ PLÁT 2D 36
OBR. 101: ŠIKMÝ PLÁT S HÁKEM NA JEDNÉ STRANĚ 3D 36
OBR. 102: ŠIKMÝ PLÁT S HÁKEM NA JEDNÉ STRANĚ 2D 36
OBR. 103: ŠIKMÝ HÁKOVÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ KRYTÝ 3D 37
OBR. 104: ŠIKMÝ HÁKOVÝ PLÁT NA JEDNÉ STRANĚ KRYTÝ 2D 37