

B. Metodika princípov rozhodovania Pamiatkového úradu SR vo veciach stavebnotechnického /alebo reštaurátorského/ zásahu

časť 11.
Súčasné požiadavky na výstavbu
Statika, technické normy a sanácie
Zabezpečenie statickej funkcie pri zachovaní autenticity

Vypracoval:
Jan Vinař

Príloha č. 4

Spoje dřevěných konstrukcí

OBSAH

1. ÚVOD	2
2. TESAŘSKÉ SPOJE	2
3. SVORNÍKOVÉ SPOJE.....	3
4. HŘEBÍKOVÉ A VRUTOVÉ SPOJE	3
5. SPOJE S KOVOVÝMI PRVKY.....	4
6. LEPENÉ SPOJE	4
7. PRVKY Z LEPENÉHO DŘEVA	5
8. CELODŘEVĚNÉ SPOJE	5
9. TRÁMOVÉ ROŠTY.....	5
10. SPOJE ROUBENÝCH STAVEB	5
11. NASTAVOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH NOSNÍKŮ.....	6
12. ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV.....	7

1. ÚVOD

Při spojování dřevěných konstrukcí je možno uplatnit spoje:

- a) tesařské,
- b) svorníkové,
- c) hřebíkové a vrutové,
- d) spoje s kovovými prvky,
- e) lepené,
- f) celodřevěné.

U historických konstrukcí se při spojování nosných prvků uplatní především spoje ad a), b), f), ve zvláštních případech spoje ad d). U novodobých staveb se užívají převážně spoje ad b), c), d), e).

Každý způsob spojení je založen na jiných principech (viz níže), **kombinace** uvedených spojů **není přípustná**, protože není možno počítat se současným spolupůsobením například svorníků a lepených ploch. Při namáhání konstrukce je lepený spoj namáhán současně se vznikem napětí ve dřevě, zatímco svorníkový spoj se uplatní, až když dojde k jeho dotvarování. Pokud by tedy lepený spoj nebyl dimenzován na plné zatížení, mohlo by k jeho porušení dojít dřív, než by začal působit spoj svorníkový.

Každý spojovací prvek musí proto být dimenzován na samostatné působení. Výjimkou je zachycení tahové síly svorníkem u některých tesařských spojů a spoje ad f), jejichž principem je spolupůsobení kontaktních ploch spojovaných prvků s dřevěnými kolíky nebo hmoždíky.¹

2. TESAŘSKÉ SPOJE

Se uplatňují u prutových konstrukcí historických staveb (například v krovech a hrázděných stavbách), kde se uvažuje **kloubové spojení** prvků. Posuzuje se kontaktní napětí ve spoji vzhledem k pevnostem dřeva, které odpovídají **způsobu namáhání a směru vláken**. Dimenze prvku někdy určuje namáhání spoje, nikoliv namáhání profilu. Pro namáhání **tlakem, tahem nebo smykem** se užívají různé typy tesařských spojů. Tesařské spoje namáhané ohybem se u historických konstrukcí vyskytují zcela výjimečně. Pro nastavení prvků namáhaných ohybem (například při náhradách napadených částí nosníků) není možno tesařské spoje využít.²

Parametry a tvar spojů (poměry plátů, délky čepů, úhly rybin apod.) vycházejí z autentických způsobů provedení, které mají dobové a regionální odchylky. Volba profilu prvku dřevěné konstrukce vychází z jeho namáhání, ale někdy je podstatně ovlivněna konstrukčními parametry a napětím v tesařských spojih. Montážní spojení a spolupůsobení prvků v tesařském spoji zajišťují dřevěné kolíky, které se u správně fungující konstrukce nepodílejí na přenosu sil.

Vyhovující tolerance provedení tesařských spojů je 5 mm. Tato tolerance umožňuje pootočení,

¹ Příloha č. 4. metodiky **Statika, technické normy a sanácie**, vychádza z textu, ktorý vydal Národný pamiatkový ústav v Českej republike: VINAŘ, J. *Metodika oprav nosných konstrukcí památkově chráněných objektů. Zajištění statické funkce při zachování autenticity* [online]. Praha: NPÚ, 2022 [cit. 5. septembra 2023]. ISBN 978-80-7480-175-4. Dostupné na: <https://www.npu.cz/publikace/metodika-oprav-nosnych-konstrukci-pamatkove-chronenych-objektu.pdf>. Text je voľne šíriteľný.

² Přehled posuzování a navrhování tesařských spojů je např. v: KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. *Navrhování dřevěných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1995 - 1*. Praha: ČKAIT, 2010; GERNER, M. *Tesařské spoje*. Praha: Grada, 2003; VINAŘ, J. a kol. *Historické krovky*. Praha: Grada, 2010.

kolík je obvykle umístěn v průniku střednic prvků, kde je střed otáčení kloubu.

Při opravách tesařských konstrukcí je třeba vždy **zachovat autentické spoje** a v novém dřevě provést jejich kopie.

U staveb z kulatiny se uplatňuje jen omezený počet tesařských spojů (zapíchnutí, osedlání, kamp), které bylo možno provádět jednoduchým nářadím (teslice). U primitivních staveb byly sloupky vetknuté do země, využívaly se rozsochy a háky, prvky byly vázány (= původ výrazu vazba) řemeny nebo houžvemi. Spoje novodobých staveb z kulatiny se zpevňují kramlemi (tesařskými skobami).

3. SVORNÍKOVÉ SPOJE

Užívali v krovech již staří Římané (pro zachycení vodorovné síly v uložení krovu nebo u věšadel), běžné jsou od doby baroka. Svorníky se aktivují závlačkou, klínovým zámkem nebo šroubem.

U svorníkového spoje se posuzuje smyková nebo tahová síla v kovovém svorníku, smykové napětí a otláčení ve dřevě v kontaktu s průměrem svorníku a napětí v tlaku ve dřevě pod podložkou hlavy (matice) svorníku.

Svorníkové spoje je možno uplatnit u všech způsobů namáhání, včetně namáhání ohybem a při nastavování prvků. Ohýbané a tlačené prvky se nastavují svislým plátem – nastavovaný prvek musí v místě oslabení plátem vyhovět na ohyb, smyk i tlak nebo tah. Profil plátu je možno zvětšit šikmým podélným řezem. Šikmý podélný řez využívají tesaři u prvků s výsušnými trhlinami v místě spoje. Šikmé příčné řezy se využívají u celodřevěných spojů³ – u svorníkových spojů se s jejich spolupůsobením nepočítá.

Při nastavování nosníků stojatým plátem se může uvažovat stejnoměrné rozdělení napětí na jednotlivé svorníky a momentové rameno dané rozměry spoje (délkou plátu). Parametry spoje určují normou předepsané **rozteče svorníků**, které je nutno bezpodmínečně dodržet.

Při posuzování tesařského spoje zesíleného svorníkem se svorníku přisoudí celá smyková nebo tahová síla.

4. HŘEBÍKOVÉ A VRUTOVÉ SPOJE

Se užívají u novodobých konstrukcí, zejména pro spojování deskového řeziva. Nosné hřebíkové a vrutové spoje se navrhují podle norem. U nosných spojů je rovněž nutné dodržovat nejen předepsané **rozteče**, ale i dostatečnou délku hřebíků.

Konstrukce spojované hřebíky (zejména jejich spoje) jsou někdy provedeny neodborně a nemají dostatečnou únosnost, proto je při jejich opravě **vždy** nutné posouzení statickým výpočtem.

U historických konstrukcí se hřebíky běžně užívaly pro doplňkové konstrukce (laťování, bednění, podlahy, podhledy). Až do 19. století se užívaly hřebíky kované, které jsou měkké, ale díky výrazné kónicitě snadno pronikají do dřeva a dobře drží. Dnes užívané strojní hřebíky při tepelném namáhání (například u vnějšího bednění) „vylézají“. Z toho důvodu se doporučuje u exponovaného vnějšího bednění užívat hřebíky delší a případně je na vnitřní straně ohýbat. Pro tento účel jsou vhodné hřebíky tordované.

Při opravách doplňkových konstrukcí, kdy je třeba se vyhnout otřesům (například při opravě omítaných podhledů), je vhodné užívat vruty.

³ KUNECKÝ, J. a kol. *Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí*. Praha: ÚTAM AVČR, 2015.

PRÍLOHA Č. 4. SPOJE DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Při spojování menších profilů se tesařské spoje doplňovaly kovanými hřeby. Při opravách historických konstrukcí je žádoucí užít původní prvky nebo jejich kopie.

Pro nosné spoje menších profilů bývá účelné využití podstavcových vrutů, které mají závit jen v části dřívku. Tyto vruty umožňují (někdy potřebné) připojení masivnějšího profilu k profilu subtilnímu. U historických staveb se pro spojování doplňkových konstrukcí (například pro přibíjení střešních latí nebo dřevěných schodnic) užívaly dřevěné hřeby (obvykle z dubu). Je žádoucí toto řešení, pokud je autentické, uplatnit. Doporučujeme rozlišovat:

- železné hřeby – kované nosné prvky většího profilu,
- dřevěné hřeby – jsou určeny pro přibíjení doplňkových konstrukcí (tesané, hranaté, obvykle z tvrdého dřeva),
- kolíky tesařských spojů (v řemeslnickém slangu: holcnágl) – mají pouze spínací funkci (tesané, hranaté, obvykle z tvrdého dřeva),
- kolíky celodřevěných spojů – nosný prvek (kalibrovaný kruhový profil z tvrdého dřeva),
- ocelové kolíky – nosný prvek kruhového profilu, může doplňovat svorníkový spoj.

5. SPOJE S KOVOVÝMI PRVKY

K historickým spojům s kovovými prvky patří například závlače trámů, spoje dřevěných konstrukcí s táhly, věšadla krovů, vyvěšení trámů pomocí svorníků nebo třmenů, zesílení spojů kramlemi (tesařskými skobami) apod. Všechny tyto prvky jsou významnou součástí památkové hodnoty nosné konstrukce a měly by být zachovány; a pokud to funkce konstrukce vyžaduje, doplněny kopiemi.

Při posuzování a navrhování se kovovému prvku obvykle přisoudí tahová síla, v kontaktu s ním se dřevo posuzuje na smyk a otláčení.

U novodobých dřevěných konstrukcí se kovové prvky (například plechové spojky) běžně užívají – u konstrukcí historických, kde jsou zachovány nebo z analogií známé spoje autentické, by novodobé spojovací prvky užívány být neměly.

6. LEPENÉ SPOJE

U lepených spojů se uplatňuje soudržnost styčných ploch, která může dosáhnout pevnosti základního materiálu. Lepené spoje dřevěných lamel namáhané tahem i smykem se uplatňují u průmyslově vyráběných novodobých konstrukcí – části těchto konstrukcí se obvykle spojují pomocí kovových prvků.

Pro spojování historických konstrukcí provedených z masivních dřevěných profilů lepené spoje **nejsou** vhodné především z těchto důvodů:

- je nutné precizní provedení (v dílně), které je obtížné na stavbě zajistit:
 - je nutné přesné a dokonalé opracování styčných ploch,
 - plochy se lepí pod tlakem,
- trvanlivost spoje významně závisí na kvalitě provedení, užitém lepidle a rozpouštědlu,
- jsou k dispozici autentické technologie, kterým je při spojování historických konstrukcí dát přednost.

Kombinace tradičních spojů se spoji lepenými není z důvodů uvedených výše **přípustná**.

7. PRVKY Z LEPENÉHO DŘEVA

Prvky z lepeného dřeva se v historických stavbách mohou uplatnit tam, kde je obtížné získat profil velkého průřezu nebo délky. Při navrhování konstrukcí z lepeného dřeva (zejména v exteriéru) je vždy nutná kontrola dodržení předepsané technologie a provedení všech prací, zejména spojů, uložení konstrukcí a ochrany proti vlhkosti.

8. CELODŘEVĚNÉ SPOJE

Na základě výzkumu a zkoušek byla vytvořena **metodika** navrhování a provádění celodřevěných spojů, u kterých spolupůsobí styčné plochy spojovaných prvků a dřevěné kolíky nebo hmoždíky. Metodika⁴ doporučuje pro jednotlivé prvky dřevěných konstrukcí a pro různé způsoby namáhání vhodné typy spojů, podává návod pro jejich návrh a předpisuje způsob provedení.

Nutnou podmínkou spolupůsobení styčných ploch i spojovacích prvků je výpočet únosnosti spoje na základě výpočtu podle metodiky, návrh spoje a dodržení návrhu při realizaci. Požadovaná **přesnost provedení** je podstatně vyšší než u tesařských spojů, vyžaduje přesné opracování dřeva a rozměření spoje, je nutné speciální nářadí.

U spojů, které nejsou provedeny podle Metodiky,⁵ **není možno** určit ani ověřit únosnost. Novodobé, tzv. „celodřevěné spoje“ se u tesařských konstrukcí užívají v případech, kdy svorníkový spoj by působil rušivě. Nejedná se o spoje tradiční (autentické), i když principy zámkových spojů a spojů hmoždíkových byly známé a užívají se například v Japonsku⁶ nebo u spojů truhlářských. U památkových konstrukcí je možno tyto spoje užívat **pouze** v případě, že jsou navrženy a provedeny podle Metodiky.⁷

9. TRÁMOVÉ ROŠTY

Hmoždíkové spoje byly v 19. století užívány například při konstrukci trámového roštu = nosníku sestaveného ze dvou trámů položených na sebe, které jsou spojeny svorníky a jejich spolupůsobení je zajištěno hmoždíky z tvrdého dřeva vloženými do spáry mezi trámy.

Starší typ trámového roštu, který se vyskytuje v historických stavbách, má spáru mezi horním a spodním trámem zazubenou tak, že při zatížení se zuby proti sobě opírají a zajišťují spolupůsobení obou polovin.

10. SPOJE ROUBENÝCH STAVEB

Do kategorie celodřevěných spojů patří také spoje roubených staveb, které jsou velmi rozmanité a liší se dobově i regionálně. Spoje roubených staveb (nárožní spoje, spoje roubení a ostění oken a dveří, zapuštění příček, hmoždíky ve sparách) jsou prvky, které zajišťují příčnou tuhost stavby, proto mají často podobu zámku, který je možno rozebrat pouze ve směru svislém. Při nutné výměně roubení je proto nutné postupovat tak, aby nové prvky byly spojovány autentickým způsobem a tuhost stavby nebyla snížena narušením nebo zjednodušením původních spojů, případně nedostatečně tuhými spoji v místech nastavování prvků.

⁴ Ref. č. 3.

⁵ Ref. č. 3.

⁶ GERNER, ref. č. 2.

⁷ Ref. č. 3.

Při opravě roubené stavby památkově chráněné je nutné uplatnit spoje obvyklé v daném regionu.

11. NASTAVOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH NOSNÍKŮ

K nastavení nebo náhradě napadené části dřevěných nosníků⁸ docházelo u historických konstrukcí (do 19. století) jen ojediněle. Opravy narušených stropů a krovů měly většinou provizorní charakter. Běžným způsobem opravy bylo vyvěšení narušených trámů na trám příčný, který zatížení přenesl na trámy ostatní. Pokud byly narušené konce trámů nastavovány, užíval se někdy ležatý plát, který v konstrukci mohl nevhodně působit jako kloub. Později se napadené trámy opravovaly příložkami spojenými svorníky s napadeným dřevem (které se obvykle neodstraňovalo).

Ve 2. polovině 20. století se někdy užívaly ocelové příložky (dvojice U profilů) spojené s trámem svorníky a zabetonované do původních kapes – napadené dřevo se v tomto případě odstranilo. Tento způsob sice z hlediska zajištění nosné funkce a ochrany proti napadení (pokud je ovšem provedena sanace proti škůdcům dřeva) vyhovuje, znamená však neadekvátní zásah do konstrukčního systému,⁹ neautentické řešení, tedy ztrátu památkové hodnoty, v případech, kdy je konstrukce viditelná, je **nepřípustný**.

Oprava napadených zhlaví stropů a krovu představuje vždy koncepční problém, který je nutno řešit již ve stadiu projektu pro **stavební povolení**. Vzhledem ke vzájemnému spolupůsobení konstrukcí je nutno v projektu vyřešit tyto problémy:

- nastavení napadených stropních nosníků, vazných trámů, případně i rákosníků,
- nastavení krokví, vzpěr, námětků, pozednic krovu,
- sanaci a ochranu zdiva a dřeva proti napadení,
- uložení stropů a krovu (je nutná konstrukční ochrana dřeva – mezera mezi zdivem a dřevem),
- konstrukci a stabilitu římsy (bývá zajištěna zatížením krovem),
- zjištění a úpravy starších konstrukcí (zazděné pozednice staršího krovu, druhotně užitě stropní trámy),
- případné izolace, podlahy apod.,
- způsob a postup realizace.

Návrh řešení musí vycházet ze **skutečné** podoby a stavu konstrukcí a z jejich posouzení. Vzhledem k nutnosti dodržet zásady konstrukční ochrany dřeva, je často nutné provést určité změny konstrukčního systému.¹⁰

Při nastavování stropních trámů historických budov je možno užít svislý plát a svorníkový spoj. Svislý plát musí být proveden ve zdravém dřevě, takže dojde k větší ztrátě autentického materiálu než vyžaduje samotné napadení. Pokud je trám viditelný, případně zdobený, je možno hlavy a matky svorníků zapustit a zakrýt dřevěnou zátkou.

Při nastavování prvků z točivého dřeva je nutné respektovat deformaci zachovávané části trámu a přizpůsobit tvar spoje. Vnější plochy zachovávané části se neupravují, vnitřní plochy plátů budou zkosené, případně je možno zkosením ploch nového profilu vytvořit přechod z točivého prvku do nastavené části.

⁸ Náhrada narušené části dřevěného prvku se někdy nazývá protéza.

⁹ Viac pozri v: [Príloha č. 8. Posuzování a návrh opravy; Priority](#).

¹⁰ Pro některá řešení viac pozri v: [Statika, technické normy, sanácie; Drevené krovky](#).

PRÍLOHA Č. 4. SPOJE DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Při nastavování silně namáhaných nosníků, kdy je nutný velký počet spojovacích prvků, je možno počet svorníků omezit jen na ty, které jsou nutné pro sepnutí spoje, a únosnost zajistit ocelovými kolíky.

Délku spoje je možno zkrátit vložением ocelového plátu (desky o tloušťce řádově 10 mm, která zajistí přenesení ohybového momentu z jedné části trámu do druhé) do drážek vyříznutých v ose spojovaných částí trámů. Toto řešení vyžaduje velkou přesnost, výhodně se může uplatnit při opravě zlomených trámů.

U konstrukcí, které se pohledově uplatňují, je vhodnou metodou nastavení trámů využití celodřevěných spojů (ad f). Spoj namáhaný ohybem však u této metody vychází delší, než spoj svorníkový.

12. ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

GERNER, M. *Tesařské spoje*. Praha: Grada, 2003.

KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. *Navrhování dřevěných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1995 - 1*. Praha:

ČKAIT, 2010.

KUNECKÝ, J. a kol. *Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí*. Praha: ÚTAM AVČR, 2015.

VINAŘ, J. a kol. *Historické krovy*. Praha: Grada, 2010.



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO
KULTÚRY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



PAMIATKOVÝ ÚRAD
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Plán obnovy a odolnosti SR, Komponent 2: Obnova budov
Reforma zvýšenia transparentnosti a zefektívnenia rozhodnutí
Pamiatkového úradu SR

B. Metodika princípov rozhodovania Pamiatkového úradu SR vo veciach stavebnotechnického /alebo reštaurátorského/ zásahu

Časť 11. Súčasnú požiadavky na výstavbu

STATIKA, TECHNICKÉ NORMY, SANÁCIE

ZABEZPEČENIE STATICKEJ FUNKCIE PRI ZACHOVANÍ AUTENTICITY

PRÍLOHA Č. 4

SPOJE DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

AUTOR METODIKY

Jan Vinař

ODBORNÝ RECENZENT

Vladimír Kohút

POĎAKOVANIE

Ondřej Šefců

Jiří Fajman

REDAKCIA

Anna Gondová

JAZYKOVÉ ÚPRAVY

Text neprešiel jazykovou úpravou.

VYDAL

Pamiatkový úrad Slovenskej republiky

Cesta na Červený most 6, 814 06 Bratislava

Vydanie prvé

© 2023

www.pamiatky.sk