

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

časť 9.  
Stavebná časť – materiály

Vypracovali:  
Jaroslav Hrivnák  
Michal Kloiber

# Drevo a drevené stavby

## Prieskumy drevených konštrukcií



---

---

# OBSAH

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1.</b>  | <b>ÚVOD</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2.</b>  | <b>SÚČASNÁ SITUÁCIA</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>3.</b>  | <b>DOKUMENTÁCIA</b> .....   | <b>5</b>  |
|            | 3.1. ZAMERANIE KONŠTRUKCIE.....   | 5         |
| <b>4.</b>  | <b>DIAGNOSTIKA DREVENÝCH KONŠTRUKCIÍ</b> .....                          | <b>6</b>  |
|            | 4.1. VÝCHODISKÁ PRIESKUMU.....  | 6         |
|            | 4.2. ZÁKLADNÝ PRIESKUM.....   | 6         |
|            | 4.3. PODROBNÝ STAVEBNOTECHNICKÝ PRIESKUM .....                          | 8         |
|            | 4.4. ZÁKLADNÉ ASPEKTY STAVEBNOTECHNICKÝCH POSUDKOV .....                | 13        |
|            | 4.5. ĎALŠIE DOKUMENTÁCIE POŽÍVANÉ PRI DIAGNOSTIKE DREVA.....            | 14        |
| <b>5.</b>  | <b>MATERIÁL</b> .....   | <b>15</b> |
|            | 5.1. AKO VYBRÁŤ VHODNÝ MATERIÁL .....                                   | 15        |
|            | 5.2. KLÚČOVÉ CHARAKTERISTIKY VHODNÉHO MATERIÁLU .....                   | 16        |
|            | 5.3. TRADIČNÉ OPRACOVANIE MATERIÁLU.....                                | 18        |
| <b>6.</b>  | <b>LEGISLATÍVA - SÚČASNÉ TECHNICKÉ POŽIADAVKY<br/>NA VÝSTAVBU</b> ..... | <b>21</b> |
| <b>7.</b>  | <b>ODPORÚČANÁ ODBORNÁ LITERATÚRA</b> .....                              | <b>22</b> |
| <b>8.</b>  | <b>ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV</b> .....                            | <b>23</b> |
| <b>9.</b>  | <b>ZDROJE OBRAZOVEJ A FOTOGRAFICKEJ PRÍLOHY</b> .....                   | <b>24</b> |
| <b>10.</b> | <b>ZOZNAM PRÍLOH</b> .....  | <b>24</b> |

---

---

# 1. ÚVOD

Drevo ako stavebný materiál má bohatú históriu, ktorá siaha tisíce rokov do minulosti. Stavebné využitie dreva bolo základom pre vznik a rozvoj mnohých civilizácií. Jedinečné vlastnosti tejto prírodnej suroviny umožňujú jej využitie v rôznych geografických oblastiach a klimatických podmienkach. Drevené stavby sú významnou súčasťou kultúrneho dedičstva mnohých krajín a regiónov, tradičné drevené domy, chrámy a iné historické konštrukcie odrážajú miestne stavebné techniky a estetiku. Ide o unikátny stavebný materiál, ktorý spája historické dedičstvo s modernými technológiami a ekologickou udržateľnosťou.<sup>1</sup>

Drevo a drevené konštrukcie sú vo vhodných podmienkach veľmi trvanlivé, v nevhodnom prostredí však môžu rýchlo podliehať skaze. Je možné predpokladať, že v optimálnych podmienkach bude dlhodobo fungujúci konštrukčný systém plniť aj naďalej svoju funkciu bez potreby podrobného posúdenia zabudovaného dreva. Prieskum jeho zdravotného stavu zo stavebnotechnického hľadiska je potrebný v prípade zmeny užívania konštrukcie alebo významného poškodenia dreva – napríklad v dôsledku zanedbanej či nekvalifikovanej údržby, neprimeraného užívania či úmyselného poškodenia.

Na účely údržby je dostatočný zjednodušený stavebný prieskum, väčšinou bez použitia špeciálneho vybavenia alebo diagnostických metód. V prípade projekčnej činnosti je však nutné poznať presný stav stavebných materiálov, konštrukcií i podmienok, ktoré sú pre stabilitu a životnosť konštrukcie rozhodujúce. Podrobný stavebnotechnický prieskum je zodpovednou a náročnou prácou, ktorá vyžaduje značné odborné znalosti a skúsenosti a môže byť vykonávaná iba osobami spôsobilými a oprávnenými k tejto činnosti.<sup>2</sup>

Predmetná metodika by mala poskytnúť dostatočné poučenie na vykonanie zjednodušeného prieskumu osobami so základným technickým vzdelaním, s použitím najjednoduchších pomôcok, a zároveň informovať vlastníka či správcu objektu o možných metódach modernej diagnostiky drevených konštrukcií a v neposlednom rade byť nápomocná vo veciach kvalitného rozhodovania kompetentných úradov. Predmetom jej záujmu sú prevažne krovové konštrukcie stavieb ľudového staviteľstva (usadlosti, meštianske domy, sýpky a pod.), objekty sakrálneho staviteľstva (kostoly, veže, fary a pod.), ale aj iné drevené prvky rôznych typov stavieb, ktoré si vyžadujú stavebnotechnické a následne aj statické posúdenie (schodiská, zvonové stolice, väzné či stropné trámy, krokvy a pod.), menšie drevené prvky (zárubne, okené rámy, podlahy a pod.) a po určitých modifikáciách a prispôbení metód i rôzny mobiliár, časti nábytku, sochy a pod.

---

1 Viac pozri v: [Ľudové staviteľstvo, Vlnutie objektov, soli a sanácia vlhkosti a biodegradácia \(riasy, machy, huby\), sanácia, Statika, technické normy a sanácie.](#)

2 DRDÁČKÝ, M., ADÁMEK, J. Handbuch für Baudiagnostik/Rukovět stavební diagnostiky. In: *Revitalisierungs-leitfaden – Sanierung und Erhalt kirchlicher Bauten/Průručka revitalizace – Sanace a zachování církevních staveb.* St. Pölten: Diözesanarchiv St. Pölten, 2016, s. 56-91. ISBN 978-3-901863-47-9.

---

---

## 2. SÚČASNÁ SITUÁCIA

V súčasnosti na Slovensku nemáme k dispozícii jednotne dané postupy diagnostiky historických drevených konštrukcií.

V oblasti diagnostiky pôsobí u nás niekoľko odborne spôsobilých osôb a spoločností, avšak rozhodne nepokrývajú celé územie Slovenska a nevykonávajú diagnostiku všetkými v súčasnosti dostupnými modernými metódami.

Na tomto mieste je nutné zdôrazniť, že práve kombináciou viacerých prieskumných metód sa dosahujú najkvalitnejšie diagnostické výsledky, ktoré poskytnú najlepšiu bázu pre kompetentné rozhodnutia zainteresovaných strán.<sup>3</sup>

Pritom odbor diagnostiky dreva má ohromný potenciál chrániť celé pamiatkovo chránené objekty či pamiatkové rezervácie, nakoľko spolu s odvedením vlhkosti z okolia stavby a zo samotných múrov práve strecha a strešné konštrukcie plnia hlavnú ochrannú funkciu pred nepriaznivými poveternostnými podmienkami.

Často sa stáva, že zodpovedné orgány uvedú vo svojom stanovisku požiadavku na diagnostiku drevenej konštrukcie, vlastník či investor však nenájde jej kompetentného dodávateľa a tak spracované diagnostiky nie vždy spĺňajú kritériá kvality a dostatočnej odbornosti. Možno aj preto sme často svedkami toho, že sa likvidujú historicky cenné drevené prvky či celé konštrukcie a nahrádzajú sa nevhodným materiálom za použitia nesprávnych pracovných postupov.

Legislatívny rámec je v súčasnosti daný predovšetkým zákonom č. 49/2002 Z. z. o ochrane pamiatkového fondu v znení neskorších predpisov (ďalej len „pamiatkový zákon“), ktorého piata časť (§ 32 – 34) pojednáva o obnove a reštaurovaní národných kultúrnych pamiatok (ďalej aj „NKP“ alebo „kultúrna pamiatka“). Konkrétne § 32 ods. 4 pamiatkového zákona uvádza, že krajský pamiatkový úrad (ďalej len „KPÚ“) definuje, na základe akých podkladov je možné zámer obnovy vykonať. Môže sa jednať o tieto podklady: výskum, prípravná alebo projektová dokumentácia. Podľa § 32 ods. 8 pamiatkového zákona môže projektovú dokumentáciu obnovy spracovať len fyzická osoba autorizovaná podľa osobitného predpisu.<sup>4</sup> V prípade realizácie pamiatkového výskumu sú tieto odborné poznatky podkladom na spracovanie prípravnej alebo projektovej dokumentácie obnovy NKP, ku ktorej odborný pracovník KPÚ vydá samostatné záväzné stanovisko.

Nižšie popisované dokumentácie (zameranie konštrukcie, východiská prieskumu, základný prieskum, podrobný stavebnotechnický prieskum, dendrochronologický posudok a trasologický posudok) spadajú do predprojektovej dokumentácie a realizujú ich autorizovaní inžinieri v súlade s § 5 zákona č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov.

---

<sup>3</sup> MACHADO, J. S. et al. *Combined use of NDT/SDT methods for the assessment of structural timber members: State of the Art Report*. UMONS – Université de Mons, 2015. ISBN 978-87325-094-2.

<sup>4</sup> Zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov.

---

---

## 3. DOKUMENTÁCIA

Pred začatím prieskumu je potrebné zhromaždiť dostupnú dokumentáciu o objekte (zameranie konštrukcie, fotodokumentáciu, textové záznamy, ale i ústne svedectvá), vrátane všetkých dokladov o zmenách, opravách, spôsoboch užívania, prípadných mimoriadnych udalostiach a zaťaženiach, pomocou ktorých poznávame históriu konštrukcie a predovšetkým hodnotu dedičstva, s ktorými budeme pri prieskumoch pracovať.

Je vhodné získať stavebné denníky, prípadne zaistiť technické podklady z minulých rekonštrukcií. Výsledky rešerše dostupnej dokumentácie by mal zohľadniť nielen pracovník prieskumu, ale tiež vlastník NKP a to predovšetkým pri plánovaní budúceho využitia historickej konštrukcie, pretože prevádzkové zmeny môžu zmeniť mieru zaťaženia a môžu mať vplyv na podmienky prostredia, ktoré sú pre životnosť zabudovaného dreva určujúce.

### 3.1. ZAMERANIE KONŠTRUKCIE

Súčasťou dokumentácie, prípadne základného prieskumu, by malo byť zameranie konštrukcie, ktoré zahŕňa minimálne terénnu skicu posudzovanej konštrukcie, vrátane typických dimenzií jednotlivých prvkov a možných interakcií s okolitými konštrukciami. Okrem označenia, o akú časť konštrukcie ide, by mala skica obsahovať aj základné informácie stavebno-historického charakteru (povrchové opracovanie, tesárske značenie spojov, nápisy atď.).

Úroveň spracovania zamerania konštrukcie ovplyvňuje nielen samotné prieskumy, ale aj prípadné sanačné práce. Ak má zameranie konštrukcie zachytiť súčasný stav, malo by skutočne zodpovedať realite.

Pracovník uskutočňujúci zameranie musí porozumieť konštrukcii a musí byť schopný verne ju zaznamenať, vrátane spôsobu prevedenia spojov a ich zaistení. V prípade, že zameranie nezodpovedá realite, je vhodné požiadať o jeho doplnenie.

Súčasťou zamerania konštrukcie je získanie dostatočného množstva informácií nevyhnutných k ďalšiemu postupu pri spracovaní výkazu výmer i výpise materiálu. Základnú predstavu o množstve materiálu možno získať na základe terénnej skice. Presný odhad vyžaduje komplexné zameranie konštrukcie a jeho prevod do technických výkresov.

Pre sofistikovanejšie stavebnotechnické prieskumy, napríklad za účelom statického posúdenia konštrukcie, sa zabezpečujú zamerania v mierke so všetkými detailmi a konštrukčnými súvislosťami (musia obsahovať všetky pôdorysy a rezy tak, aby každá časť konštrukcie mohla byť zreteľne identifikovateľná).

Zameranie musí byť realizované v profesionálnej kvalite, dôležitá je predovšetkým presnosť, vierohodnosť zobrazenia, podrobnosť a úplnosť. Staršia plánová dokumentácia je v mnohých prípadoch schematická a nedokonalá, pre potreby diagnostiky nepresná a nedostatočne podrobná.<sup>5</sup>

Pri dokumentovaní je dôležité zaistiť presnosť merania, najlepšie základným geodetickým zameraním. Zhotoviteľ merania (geodet) musí byť vopred podrobne oboznámený s cieľom a špecifikáciami zamerania takejto konštrukcie. Spôsob zamerania skutočného stavu sa volí podľa charakteru výslednej dokumentácie. Kým pre dokumentačné účely pri pamiatkovo chránených stavbách je geodetická dokumentácia nevyhnutná, v prípade návrhu stavebných úprav, sanácie či celkovej rekonštrukcie bežného stavebného objektu je úplne dostatočná stavebná dokumentácia skutočného stavu.<sup>6</sup>

---

5 GIRSA, V. et al. *Předprojektová příprava a projektová dokumentace v procesu péče o stavební památky*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2004. ISBN 80-86234-36-3.

6 VLČEK, M. et al. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. Brno: Nakladatelství ERA, 2006, s. 222. ISBN 80-736-6073-3.



# 4. DIAGNOSTIKA DREVENÝCH KONŠTRUKCIÍ

## 4.1. VÝCHODISKÁ PRIESKUMU

Za účelom zistenia vstupných okolností prieskumu uskutočňujeme nasledovné kroky:

- vonkajšia a vnútorná prehliadka objektu za účelom získania základných informácií o budove a lokalite,
- prehliadka objektu z odstupu – pozorovanie pravidelnosti striech, okien, dverí (popis prípadných defektov),
- prehliadka okolitých objektov, či sa na nich nevyskytujú spoločné problémy,
- identifikácia obmedzení prieskumu – neprístupné priestory, pevné zariadenie brániace prieskumu,
- zisťovanie, či konštrukcia nie je obložená a obklad nemôže zakrývať poruchy konštrukcie,
- určenie orientácie budovy a stanovenie špecifických problémov, ktoré môžu byť so situáciou spojené,
- posúdenie potreby zvláštnych bezpečnostných prieskumných opatrení (lešenie, iné zabezpečenie),
- zisťovanie existencie skrytých priestorov v konštrukcii (zakryté stropné konštrukcie),
- vytvorenie základného názoru o priebehu síl v konštrukcii,
- identifikácia vizuálnych známkov preťaženia konštrukcie (nadmerné priehyby, deformácie, trhliny, atď.),
- vyhľadanie známkov poškodení pôvodnej konštrukcie alebo nevhodných mladších úprav a zmien,
- zhodnotenie prístupnosti konštrukcie pre potreby údržby,
- zhodnotenie aktuálneho stavu potenciálne najexponovanejších častí strechy, ako sú úžľabia, nárožia, komíny a ďalšie prestupy strešným plášťom, posunuté a chýbajúce škridle a pod.

## 4.2. ZÁKLADNÝ PRIESKUM

Uskutočňuje sa obvykle za pomoci zmyslových, najmä vizuálnych metód a drobného náradia bez použitia prístrojov. Z náradia sa používa kladivo (obvykle tesárske), šidlo či dláto a igelitové vrečka na odobraté vzorky. Na dokumentáciu sa používa papier, ceruzka, pravítko, diaľkomer, zvinovací meter (5 m), pásmo (20 m), fotoaparát alebo videokamera so záložnými batériami. Ďalej vodováha a olovnica na meranie sklonu a náklonu a aj ručný vlhkomer. Často je potrebný skladací rebrík.

Pracovník by mal byť oblečený do ochranného odevu, mať bezpečnostnú obuv a prilbu, respiračnú ochranu, rukavice, prípadne i reflexnú vestu.

Základné vybavenie sa pre špeciálne práce podrobného prieskumu rozširuje o ďalšie inštrumenty, ktoré sú uvedené v časti popisujúcej špeciálne diagnostické metódy.

Na účely dostatočného osvetlenia celej konštrukcie vrátane detailov je nutné zaistiť dobrý zdroj svetla. Povrch dreva by nemal byť skrytý pod debnením alebo zasypaný sutinami, či inak znečistený. Čistenie povrchu dreva musí byť prevedené suchou metódou s pomocou metly alebo priemyselného vysávača, aby nedošlo k znehodnoteniu povrchu historického dreva. Pri historických konštrukciách, kde sa predpokladá chemické ošetrovanie, je vhodné pred čistením zaistiť aj odber vzorky prachu alebo uvoľnených častí povrchu na ďalšie analýzy.<sup>7</sup>

Základným prieskumom sa získava nie tak detailný, avšak celkom určite komplexný pohľad na konštrukciu a jej vzájomné súvislosti. Má za úlohu:

- zistiť zjavné poškodenia biotického charakteru zapríčinené hubami, hmyzom a pod.,
- zistiť poškodenia abiotického charakteru ako sú mechanické poškodenia, prítomnosť trhlín a i.,
- vytypovať rizikové miesta konštrukcie, ako sú zatečené či vlhké miesta, ktoré poukazujú na možné problémy,
- zohľadňovať celkové geometrické pomery, sledovať zaťaženie prvkov a celej konštrukcie,
- všimnúť si typy spojov a ich funkčnosť a tým i celkovú bezpečnosť konštrukcie,
- evidovať minulé opravy a zásahy do konštrukcií, taktiež prípadné budúce nevyhnutné konštrukčné zásahy,
- predovšetkým posúdiť celkovú funkčnú spoľahlivosť jednotlivých prvkov i celej konštrukcie.

Základným prieskumom jednotlivých častí konštrukcie a prvkov je možné, po nadobudnutí určitých skúseností, charakterizovať a následne posudzovať štruktúru ako celok a determinovať stupeň naliehavosti sanačných opatrení. Ak zo skutkového stavu objektu vyplynie potreba poznať stav konštrukcie podrobnejšie, základný prieskum nám zároveň aj určí miesta, kde sú potrebné ďalšie zisťovania zapojením pokročilejších prieskumných metód.

Za výhody použitia vizuálneho prieskumu možno považovať v prvom rade jednoduchosť jeho prevedenia, nenáročnosť na prístrojové vybavenie a rýchle zhodnotenie situácie v konštrukcii. Za nevýhody by sa mohla považovať pomerne veľká miera subjektivity (tá však má tendenciu s pribúdajúcimi skúsenosťami do istej miery klesať), časté je „nahodnocovanie“ poškodení, ktoré následná aplikácia prístrojových metód nemusí potvrdiť, za ďalšie nedostatky možno považovať nestávajúce normy na takýto druh posudzovania.<sup>8</sup>

7 DRDÁČKÝ, M., SLÍŽKOVÁ, Z. Príspevek k technologickému prúzkumu historických drevených konštrukcií. In: *Dějiny staveb 2007: Sborník příspěvků z konference Dějiny staveb*. Plzeň: Klub Augusta Sedláčka ve spolupráci se Sdružením pro stavebněhistorický průzkum, 2007, s. 304-308. ISBN 978-80-86596-95-2.

8 TANNERT, T. et al. Recommendation of RILEM TC 215 AST. In-Situ Assessment of structural timber using Non Destructive Techniques. In: *Materials and Structures*. 2014, s. 34. ISSN 1359-5997.

## IDENTIFIKÁCIA KONŠTRUKCIE

Popisná časť základného prieskumu by mala zahŕňať určenie druhovej skladby zabudovaného dreva, ktoré sa realizuje len za pomoci rýchlej vizuálnej kontroly a prinajmenšom by sa malo stanoviť, či ide o mäkké alebo tvrdé drevo. V prípade nejasností druhovej skladby je možné voliť laboratórnu identifikáciu drevnín pomocou mikroskopickej analýzy odobratých vzoriek.<sup>9</sup> Určenie druhu dreva by mali potvrdiť aj historické záznamy – ak sú k dispozícii. V prípade, že sú drevené prvky povrchovo ošetrované, je vhodné určiť zloženie povrchovej úpravy. Dôvodom je stanovenie príčin poškodenia dreva, riziká jeho ďalšej deštrukcie, pričom poznanie existujúcej povrchovej úpravy je dôležité aj pri voľbe ďalšieho konzervačného zásahu – v tomto prípade sú podstatné informácie o povahe spojív farebnej vrstvy alebo identifikácia kovu. V prípade, že prichádza do úvahy sterilizácia (plynom, použitím mikrovlnného žiarenia alebo teplo-vzdušný ohrev), je určenie zloženia povrchovej úpravy nanajvýš dôležité.<sup>10 11</sup>

V prípade, že nie je zo získaných podkladov či iných prameňov jasný vek konštrukcie, je pri historických konštrukciách potrebné zaobstarať dendrochronologické datovanie, ktoré poskytne presný vek celej konštrukcie, ako aj datovanie jednotlivých vývojových etáp.<sup>12</sup> Popisná časť základného prieskumu by mala obsahovať informácie stavebno-historického charakteru (povrchové opracovanie, tesárske značenie spojov, druhotné použitie prvkov, prehľad nápisov atď.).

Technológia spracovania dreva konkrétnej stavby zostáva zapísaná v jeho povrchu a vďaka tomu je možné získať ďalšie detailné informácie o spôsobe dopravy dreva (pozostatky húžiev – stopy po splavovaní dreva), o spôsobe rozmeriavania konštrukcie (pozostatky značenia šnúrami, rudkou – farbou, olovnícou, ceruzkou, atď.), o stopách po základnom opracovaní guľatiny (celý povrch hraneného dreva), z ktorých je možné určiť nielen spôsob opracovania (pri tesaní prácu na zemi alebo na tesárskych kozách a u rozmetania rezanie ručne alebo strojné spracovanie), ale aj kvalitu opracovania, jednotlivé fázy technologického procesu alebo typ nástroja. To isté platí aj pri spojoch, vrtoch a iných konštrukčných detailoch, kde je možné odhaliť spôsob vŕtania na osadenie drevených kolíkov a svorníkov. Analytické vyhodnotenie stôp po opracovaní je síce vysoko odbornou aktivitou vyžadujúcou skúsenosť, ale ich dokumentácia nie je nijako zložitá. Informácie, ktoré tieto stopy nesú, vypovedajú nielen o stavebno-historickom vývoji objektu, ale aj o zabudnutých technologických tesárskych postupoch.<sup>13</sup>

9 Detailné informácie o postupoch pri identifikácii drevnín je možné nájsť v: POŽGAJ, A. et al. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 1997. ISBN 80-07-00960-4; KYNCL, J. et al. *Atlas pro mikroskopické určování dřeva*. Rožnov pod Radhoštěm: Národní muzeum v přírodě a Mendlova univerzita v Brně, 2021. ISBN 978-80-87210-86-4.

10 ŠEVČŮ, O., VINAŘ, J., PACÁKOVÁ, M. *Metodika ochrany dřeva*. Praha: Státní ústav památkové péče, 2000, s. 67. ISBN 80-86234-14-2.

11 Možnosti sanačných zásahov sú detailne popísané v: UNGER, A., SCHNIEWIND, A. R., UNGER, W. *Conservation of Wood Artifacts*. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin, 2001, s. 578. ISBN 978-3-540-41580-0.

12 Viac informácií o postupoch pri realizovaní dendrochronologického datovania v: KYNCL, J. *Dendrochronologie, návod k použití*. Ostrava: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě, 2019. ISBN 978-80-88240-12-9.

13 Viac informácií v: RŮŽIČKA, P. *Trasologie tesařských seker – stopy po nástrojích, které vznikají při opracování dřeva při výrobě tesařských konstrukcí*. In: *Svorník 3/2005: Krovky a střechy*. Praha: Unicornis, 2005, s. 5-30. ISBN 80-86562-06-9.

## POPIS POŠKODENÍ A CHÝB KONŠTRUKCÍ

Poškodenia dreva zabudovaného v stavbách sú obvykle dôsledkom niekoľkých vplyvov, ktoré vznikajú jednak pri zabudovaní, ale taktiež v priebehu používania drevenej konštrukcie. Pri zabudovaní dreva záleží v prvom rade na výbere materiálu, napríklad na vhodne zvolenom druhu dreva bez prirodzených chýb (hrče, trhliny a pod.). Najčastejšími prehreškami konštrukčnej realizácie je tesné zamurovanie drevených prvkov bez medzery na odvetrávanie a nízka kvalita remeselného opracovania.

So zabudovaním dreva do stavby rovnako súvisia chyby v návrhu konštrukcie, najmä jej poddimenzovanie buď nevhodnou voľbou typu konštrukcie, alebo nedostatočným dimenzovaním prvkov. V priebehu užívania konštrukcie sa ako najčastejší vplyv poškodzujúci zabudované drevo ukazuje zvýšená vlhkosť spôsobená prenikaním zrážkovej vody, vzliňaním kapilárnej vody alebo kondenzovaním vody.

Zvýšená vlhkosť je základnou podmienkou pre najrozličnejšie biologické poškodenia, napríklad drevo-kazným hmyzom, hubami a pod. Účinok snečného žiarenia, vody, kyselina, meniacich sa teplôt, vetra, piesku, prachu či emisií vyvoláva abiotické poškodenie dreva, ktoré pokladáme za prirodzené starnutie materiálu. Výrazné deformácie dreva sú často známou preťaženia konštrukcie, ktoré často súvisia so zmenou užívania stavby, výmenou strešnej krytiny alebo náhodnou klimatickou situáciou. Lahostajnosť a remeselná obmedzenosť, resp. nedostatočnosť je príčinou nekvalifikovaných zásahov, ktoré menia výpovedné schopnosti pôvodných konštrukcií a môžu byť príčinou ďalšieho rozvoja poškodení. Poruchy dreva zabudovaného v stavbách spravidla začínajú ako drobné poškodenia, ktoré rastú úmerne k nevšímanosti majiteľa či správcu objektu, preto prevencia, kontrola a údržba výrazne ovplyvňujú výslednú mieru poškodenia konštrukčného dreva. V neposlednom rade sa treba zmieniť aj o poruchách vzniknutých prirodzeným starnutím dreva v závislosti na jeho trvanlivosti.<sup>14</sup>

Základný prieskum poškodení a chýb by mal zahŕňať nasledujúce kroky:

- zisťovanie akýchkoľvek historických alebo nedávnych známkov poškodení, odhad ich závažnosti a predikcia rozvoja,
- zisťovanie kritických prirodzených chýb dreva (hrče, praskliny a pod.),
- kontrola kritických miest a prostredia s nebezpečenstvom biologického napadnutia (huby, drevo-kazný hmyz a pod.) zabudovaných prvkov v murive (záhlavia trámov, drevo v kúpeľniach, skryté pomurnice a pod.),
- kontrola stavu konštrukcií zaisťujúcich stabilitu dreveného rámu, krovu a pod.,
- rozdelenie zistených chýb a poškodení do skupín (samostatne chyby statiky, poškodenia hmyzom, poškodenia drevo-kaznou hubou a pod.),
- určenie triedy poškodenia s ohľadom na ďalší vplyv na konštrukcie,

14 Viac informácií o poškodení dreva v: REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6; ZABEL, A. R., MORRELL J. J. *Wood microbiology. Decay and Its Prevention*. London: Academic Press, 1992, s. 476.

- zistenie stavu ochrany proti prenikaniu vlhkosti (stav a úplnosť krytiny, kontrola všetkých prestupov a ich oplechovania, kontrola žlabov a pod.),
- zistenie tesnosti krytiny, zameranie sa na stopy po zatekaní alebo navievaní snehu – v závislosti na realizovanej poistnej izolácii alebo lepenky na debnení,
- kontrola stavu žlabov a zvodov slúžiacich na odvádzanie zrážkovej vody – materiál zvodov a žlabov, zatekanie v dôsledku korózneho poškodenia plechových alebo liatinových prvkov striech, zelené stopy na fasáde signalizujúce netesnosti, pretekanie, upchanie, opadaná omietka z dôvodu mrazového poškodenia prevlhnutých častí,
- kontrola medzery medzi odkvapom a žlabom, kontrola vnútorného povrchu žlabu,
- kontrola napojenia zvislého zvodu na ležatý zvod alebo žliabok – nebezpečie odstrekovania vody, odvod do dostatočnej vzdialenosti od objektu,
- kontrola prítomnosti a stavu upevnenia škridiel na late, predovšetkým v úžlabiach a na hrebeňoch,
- kontrola prevedenia a adekvátnosti podpôr pre konštrukcie umiestnené nad strešnou rovinou (križe, komínové lávky, hromozvody, antény, solárne kolektory, strešné otvory/výlezy a pod.),
- zaistenie priestoru proti vnikaniu vtákov a ďalších škodcov so schopnosťami spôsobovať poškodenia,
- kontrola vegetácie v tesnej blízkosti objektu alebo priamo na objekte ako brečtan a pod.,
- kontrola dostatočnej ventilácie v priestore drevenej konštrukcie,
- zistenie kedy a akými biocídnymi látkami bolo hodnotené drevo v minulosti ošetrené,
- určenie prvkov vymieňaných v minulosti.

#### 4.3. PODROBNÝ STAVEBNOTECHNICKÝ PRIESKUM

Niektoré chyby a poruchy zistené základným prieskumom, prípadne podozrenia na vážnejší defekt, vyžadujú nasadenie pokročilejšieho vybavenia alebo špeciálnych prieskumných metód, ktorými:

- meriame obsah vlhkosti v dreve,
- identifikujeme rozsah biologického poškodenia,
- stanovujeme pevnostné charakteristiky, ktoré majú byť použité pri statických výpočtoch,
- monitorujeme prostredie.

#### OBSAH VLNKOSTI V DREVE

Zásadné na hodnotenie zabudovaného dreva je aj stanovenie obsahu vlhkosti, ktoré sa v rámci základného prieskumu realizuje výlučne vo vybraných miestach konštrukcie, v ktorých sa dá, na základe podmienok prostredia, očakávať vyššia vlhkosť dreva. Meranie v ostatných miestach bez zjavne zvýšenej vlhkosti sa používa pre stanovenie rovnovážneho obsahu vlhkosti dreva v čase prieskumu. Na hodnotenie vlastností zabudovaného dreva je potrebné stanoviť podmienky prostredia.<sup>15</sup> Podmienky prostredia sú tiež dôležité pre zatriedenie do skupín podľa rizika biologického nebezpečenstva, ktorým je konštrukcia vystavená.<sup>16</sup> Rôzne časti konštrukcie môžu patriť do rôznych tried bezpečnosti.

Pomocou vhodných nedeštruktívnych metód, ako sú napríklad izolované elektródy odporového vlhkomeru, majú byť uskutočnené merania v rôznych hĺbkach od povrchu prvku. Použité prístroje musia byť kalibrované pre konkrétny druh dreva, vrátane korekcie na podmienky prostredia, všetko v súlade so špecifikáciami výrobcu zariadenia. Meranie obsahu vlhkosti pomáha určiť podmienky prostredia a úroveň biologického rizika napadnutia pre meraný prvek. Náchylnosť prostredia na biotické napadnutie sa môže meniť pozdĺž jedného prvku vo väzbe na lokálnu vlhkosť. Merania vlhkosti pomáhajú vytvoriť potenciálnu mapu pre možný rozvoj biologickej degradácie a naplánovať následné zásahy, zamerané na znížovanie rizika spojeného s prenikaním vody k drevenej konštrukcii.

#### IDENTIFIKÁCIA ROZSAHU BIOTICKÉHO POŠKODENIA

Cieľom je rozpoznať, určiť a charakterizovať rozsah biologického poškodenia a to nielen na povrchu prvku, ako je to pri základnom prieskume, ale aj vo vnútri prvku. Musí byť analyzovaný možný vzťah medzi biotickým napadnutím a životnými podmienkami biologických škodcov. Preto musí byť zvláštna pozornosť venovaná analýze vlhkosťných podmienok v okolí dreveného prvku alebo jeho časti (napríklad na koncoch väzných trámov a pod.) a monitorovaní teploty.<sup>17</sup>

Niektoré chyby a poruchy zistené základným prieskumom, prípadne podozrenia na vážnejší defekt, vyžadujú nasadenie lepšieho vybavenia alebo špeciálnych metód na zisťovanie materiálových charakteristík a rozsahu poškodenia konštrukcie. Možností je široká škála a do metodiky boli zaradené metódy prakticky najužívanejšie na plánovanie údržby, prípadne väčšieho stavebného či reštaurátorského zásahu.

Uvedené metódy umožňujú buď meranie priamo na mieste, alebo vyžadujú odber vzoriek a laboratórnu prácu s nimi.

Všeobecne ich delíme na:

- metódy neinvazívne (NDT – non destructive testing),
- metódy čiastočne invazívne alebo nízko invazívne (MDT – moderately destructive testing),
- metódy čiastočne invazívne, s odberom vzoriek pre laboratórne skúšky,
- deštruktívne skúšky.

Pre čiastočne invazívne metódy sa často používa aj názov polo-deštruktívne alebo šetrne deštruktívne (SDT – semi destructive testing). Metódy MDT a SDT vyžadujú šetrný zásah do konštrukčného prvku, ktorý však významne nenaruší jeho integritu, mechanické správanie alebo odolnosť pri zaťažení či pôsobení okolitého prostredia, pri historických konštrukciách tak nespôsobí neprijateľné estetické zmeny. Typicky ide buď o stratu hmoty vyvrátním malého otvoru, alebo odber malého objemu materiálu, alebo lokálne poškodenie zatlačením alebo strelením trňa, prípadne o dočasný odber materiálu na vloženie zaťažovacieho alebo meracieho zariadenia, napríklad plochého

<sup>15</sup> Všeobecne sú definované v EN 1995-1-1 (Eurokód 5): 2008, *Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre budovy*.

<sup>16</sup> Definované v EN 335: 2013, *Durability of wood and wood-based products – Use classes: definitions, application, to solid wood and wood – based products*.

<sup>17</sup> Procesy degradácie dreva sú detailne popísané v: REINPRECHT, L. *Procesy degradácie dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1998. ISBN 80-228-0662-5.



lisu.<sup>18</sup> Všetky vyššie spomenuté zásahy sú opraviteľné a reštaurátorsky prispôsobiteľné pôvodnému dielu.

Pri deštruktívnych skúškach (DT) dochádza k celkovej deštrukcii skúšobnej vzorky alebo časti konštrukcie.<sup>19</sup>

V prípade napadnutia dreva hubami je zložitá vizuálne odhadovať účinný prierez prvku, ktorý sa po dĺžke prvku väčšinou líši. V tomto prípade sa využívajú prístrojové metódy, napríklad mikrovrtanie, pomocou ktorého je možné stanoviť stratu hustoty spôsobenú atakom drevokazných húb.

V prípade, že poškodenie ovplyvnilo únosnosť prvku, musí byť v priereze označené, o akú veľkú časť ide. V prípade niektorých drevokazných húb môžu trámy na povrchu prvku vykazovať nulové poškodenie a pritom vo vnútri sú úplne vyhnité, časté napríklad pri napadnutí práchnovčekom ružovým (*Fomitopsis rosea*).

Objem poškodeného materiálu musí byť špecifikovaný nielen na priereze, ale aj po dĺžke prvku. Cieľom je stanoviť prechod medzi poškodenou a zdravou časťou zodpovedajúcou strate pevnosti, z čoho sa odvodzujú potrebné konštrukčné zásahy (protézovanie, prípadne výmena celého prvku, ak ide o krátky prvok).<sup>20 21</sup>

Ak je napadnutie hmyzom obmedzené na presne vymedzenú plochu prierezu (obvykle beľové drevo trvanlivého druhu dreveniny akou je napríklad dub), efektívny (zvyškový) prierez musí byť presne definovaný a slúžiť na výpočet únosnosti hodnoteného prvku. Ide v podstate o posudzovanie zvyškovej hustoty (alebo posudzovanie ekvivalentnej straty hustoty).

Výsledky identifikácie rozsahu poškodenia musia byť starostlivo zdokumentované, obvykle pre každý prvok zvlášť. Na to slúži inventarizácia prvkov, čo je systematická a podrobná dokumentácia existujúcich prvkov. Dôležité je vytvorenie unikátneho inventarizačného kľúča pre každý prvok tak, aby bola ľahko identifikovateľná jeho pozícia v konštrukcii.

Dokumentácia každého prvku má obsahovať:

- detailný popis prvku (o aký prvok sa jedná, napr. krokva, väzný trám a pod.),
- umiestnenie prvku v konštrukcii (číslovanie konštrukčného celku a orientácia hodnoteného prvku v konštrukcii, záznam podľa schematickeho zakreslenia),
- rozmery prvku (šírka, výška, dĺžka, zakrivenie a pod.),
- výsledky meraní pomocou diagnostických prístrojov (fyzikálne alebo mechanické vlastnosti),
- fotodokumentáciu (označenie čísla fotografie, ktorá sa nachádza obvykle v prílohe podrobného prieskumu),

18 DRDÁČKÝ, M., ADÁMEK, J., ref. 2.

19 Detailné informácie o uvádzaných metódach v: KLOIBER, M., DRDÁČKÝ, M. *Diagnostika dřevěných konstrukcí*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2015. ISBN: 978-80-87438-64-0.

20 Detailné informácie o možnostiach konštrukčných zásahov v: REINPRECHT, L., ŠTEFKO, J. *Dřevěné stropy a krovy: typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. Praha: ARCH Praha, 2000. ISBN 80-86165-29-9; YEOMANS, D. T. *The Repair of Historic Timber Structures*. London: Thomas Telford, 2003, s. 195.

21 Viac o aplikáciách celodrevených spojov pri návrhoch opráv poškodených záhlaví konštrukčných prvkov v: KUNEČKÝ, J. et al. *Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí. Výsledek aplikovaného výzkumu – metoda navrhování*. Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, Brno: Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně a Praha: Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-86246-64-2.

- stupeň poškodenia (na stupnici 1 až 4:
  1. stupeň – prvky bez znateľného poškodenia,
  2. stupeň – prvky s drobným poškodením dreva,
  3. stupeň – prvky s rozsiahlym poškodením dreva,
  4. stupeň – prvky s rozsiahlym poškodením dreva),
- návrh sanácie (C – celková výmena prvku; P – označuje protézu alebo nastavenie prvku, v prípade nastavenia je nutné uvádzať dĺžku nastavenia; V – označuje vložku alebo drobné konštrukčné opravy prvku),
- objem konštrukčnej sanácie (výpočet objemu dreva určeného na výmenu),
- poznámky (druhovú identifikáciu dreva, informácie o pôvodnosti či druhotnosti prvku a pod.).

Na hodnotenie drevených konštrukcií bola upravená pôvodná päťbodová stupnica hodnotenia dreva v stavbe, podľa Výskumného a vývojového ústavu drevárskeho, Praha – pracovisko Březnice, na štvorbodovú stupnicu hodnotenia kvality zabudovaného dreva:

### Stupeň 1 – prvky bez znateľného poškodenia dreva

Drevo s dobre čitateľnou kresbou (obr. 1), bez farebných zmien a stôp po biologickom napadnutí. Konštrukčné spoje sú bez zmien, priehyby a iné deformácie sú zanedbateľné. Fyzikálna ochrana dreva musí byť zaistená, preventívna chemická ochrana nie je nutná.

### Stupeň 2 – prvky s drobným poškodením dreva

Drevo s dobre čitateľnou kresbou (obr. 2), lokálne sa môžu vyskytovať drobné známky biologického poškodenia, prípadne požerkové chodbičky od lariev drevokazného hmyzu, miesta so zmenenou farbou vplyvom pôsobenia drevokaznej huby. Prírodné chyby sú v medziach normy. Konštrukčné spoje sú bez zmien, priehyby a iné deformácie sú zanedbateľné. Fyzikálna ochrana dreva musí byť zaistená, preventívna chemická ochrana nie je nutná. Rizikové miesta (záhlavia krokiev a väzných trémov a pod.) sa odporúčajú ošetriť proti hubám a hmyzu podľa STN 49 0600-1.

### Stupeň 3 – prvky s poškodením dreva

Drevo so zle čitateľnou kresbou (obr. 3), požerkové chodbičky od lariev drevokazného hmyzu s čerstvou prítomnosťou prachu a drviny, miesta so zmenenou farbou, kockovitý a iný rozpad dreva vplyvom pôsobenia drevokaznej huby, poškodenie nepresahuje 1/2 prierezu prvku. Prírodné chyby dreva miestami vybočujú z normy (trhliny, hrče). Konštrukčné spoje sú občas rozvoľnené, objavujú sa priehyby a iné deformácie. Fyzikálna ochrana dreva musí byť obnovená a trvalo zabezpečená. Je nutná preventívna chemická sanácia, ktorá sa vykoná podľa STN 49 0600-1 proti hubám, plesniam a hmyzu. Je potrebná konštrukčná sanácia niektorých drevených prvkov konštrukcie.

### Stupeň 4 – prvky s rozsiahlym poškodením dreva

Drevo sa rozpadá na prach a kocky kvôli deštruktívnemu pôsobeniu húb, plesní a hmyzu, zachováva si minimálne mechanické vlastnosti, poškodenie presahuje 1/2 prierezu prvku (obr. 4). Vyskytujú sa plodnice drevokazných húb a hmyz vo všetkých vývojových štádiách. Prírodné chyby dreva vybočujú

z normy (trhliny, hrče). Konštrukčné spoje sú rozvolnené, objavujú sa značné priehyby a iné deformácie. Fyzikálna ochrana dreva musí byť obnovená a trvalo zabezpečená. Chemická ochrana dreva (vrátane stien a omietok v styku a blízkosti dreva) vyžaduje zvýšenú starostlivosť a vykoná sa podľa STN 49 0600-1 proti hubám, plesniam a hmyzu. Pri aktívnom pôsobení drevokaznej huby je nutné zistiť príčiny napadnutia a navrhnuť ich neodkladné odstránenie, aby sa predišlo ďalším škodám na konštrukcii. Pri aktívnom pôsobení drevokazného hmyzu je nutné navrhnuť sterilizáciu. Je potrebná konštrukčná sanácia niektorých drevených prvkov, niekde aj celých častí konštrukcie.

## STANOVENIE PEVNOSTNÝCH CHARAKTERISTÍK

Na kritických miestach konštrukcie, v ktorých sa očakáva vyššie napätie alebo poškodenie prvku, musí byť hodnotená skutočná pevnosť zabudovaného dreva. To je možné vykonať buď vizuálnou kontrolou vlastností a chýb dreva (vizuálne triedenie), alebo pomocou nedeštruktívneho merania jednej alebo viacerých fyzikálnych, väčšinou mechanických vlastností, prípadne vhodnou kombináciou oboch metód (UNI 11119). Informácie pre priradenie druhu a pôvodu konštrukčného dreva podľa vizuálneho stupňa pevnostnej triedy sú uvedené v EN 1912. Informácie o existujúcich štandardoch triedenia a druhov, pre ktoré sa bežne používajú, sú tiež uvedené v tejto norme. Za účelom priradenia triedy je nutné, aby všetky príslušné sily, rastové charakteristiky alebo chyby spadali do stanovených limitov pre danú triedu.

V prípade historických konštrukcií je prax zložitejšia, ide predovšetkým o umiestnenie a podmienky namáhania, čo umožňuje hodnotiť význam chýb vo vzťahu k reálnemu namáhaniu dreva. Ako jednoduchý príklad je možné uviesť krátku vzperu, ktorá je zafixovaná iba v tlaku a teda nie je potrebné hodnotiť chyby, ktoré ovplyvňujú schopnosť prvku odolávať ohybovému napätiu.<sup>22</sup>

Pri aplikácii klasifikácie používanej pri nových drevených konštrukciách sa musí hodnotiteľ vyrovnat s tým, že:

- typické rozmery tradičných hranolov sa líšia od rozmerov dreva využívaného na hodnotenie chýb v platnej norme;
- platné normy pre vizuálne triedenie nezahŕňajú veľkosť trámov a metódy opracovania;
- súčasná norma EN 338 pre triedy pevnosti nebola doteraz uznaná platnou pre historické drevo.

Konštrukčné prvky je možné rozdeliť na nasledujúce typy:

- ohýbané prvky nespojito zafixované osamelými bremenami, napríklad väznice a prievlaky,
- ohýbané prvky rovnomerne spojito zafixované, napríklad stropné trámy,
- tlačené prvky, napríklad stĺpiky a vzpery,
- prvky namáhané kombináciou tlaku a ohybu, krokvy, zvislé stĺpiky,
- ťahané prvky, napríklad ťahadlá, vešadlá,
- prvky namáhané kombináciou ťahu a ohybu, napríklad väzné trámy.

Najdôležitejšou prirodzenou chybou dreva sú hrče a odklon vlákien od pozdĺžnej osi prvku. V oblasti vysokých ohybových momentov má významne negatívny vplyv lúčovité zoskupenie hrčíc, zatiaľ čo trhliny a odklon vlákien sú významné pri podperách alebo v mieste sústredených zafixácií, kde hrajú úlohu šmykovej sily. Suky na koncoch prvkov majú vážnejší vplyv v prípade namáhania v ťahu, naopak, v prípade namáhania v tlaku nemajú takmer žiadny vplyv. Negatívny vplyv hrčíc a odklon vlákien sa však dá eliminovať v rámci výrobného procesu, čo sa v minulosti dialo pri ručnom opracovaní a precíznom výbere materiálu. Obmedzenia priehyby uvedené v Eurokóde (EN 1995-1-1) nemusia byť vhodné pre historické konštrukcie, niektoré majú uspokojivú únosnosť napriek

► Obr. 1 – 4. Stupne poškodenia dreva – 1. stupeň, 2. stupeň, 3. stupeň, 4. stupeň.



22 CRUZ, H. et al. Guidelines for the On-Site Assessment of Historic Timber Structures. In: *International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restoration* 9(3). 2015, s. 277-289. ISSN 1558-3058.

trvalej deformácii v priehybe. Navyše, podlahové konštrukcie musia byť dimenzované na stále zaťaženie, ktoré zodpovedá dnešným požiadavkám.

Za účelom získania charakteristickej hodnoty pevnosti, môže byť hodnotený prvok vizuálne triedený podľa rozmeru a polohy prirodzených chýb. Pri absencii skutočných hodnôt pevnosti pre každý prvok, je nutné získať charakteristické hodnoty pevnosti pre drevo tak, aby konštrukcia sama o sebe mohla byť posúdená podľa zásad EN 1995-1-1.<sup>23</sup> Ide o konzervatívny prístup, keď drevársky inžinier na základe vizuálnej kontroly vykonáva triedenie pevnosti uvedené v EN 338. Spôsob, akým to možno vykonať, je uvedený v pravidlách triedenia, používaných pre ekvivalentné druhy dreva. Rozhodnutie o rovnocennosti, môže byť založené v prvom rade na druhu dreva, ale aj na hustote a module pružnosti. Iba hodnotiace kritériá, na základe ktorých možno stanoviť triedy, by mali byť vzaté do úvahy (pri zistení prítomnosti kôry alebo biologického napadnutia je nutné obmedzenie triedy), vrátane starostlivého posúdenia vplyvu trhlín a hrčí v závislosti od typu prvku.

Vizuálne triedenie musí vykonávať skúsený drevársky špecialista. Platia nasledujúce zásady (UNI 11 119):

- ak je to nutné, na zatriedenie celého prvku je možné identifikovať jednotlivé kritické zóny oddelene,
- v prípade, že je počet viditeľných strán dreveného prvku menší ako tri alebo nie je možné kontrolovať aspoň jedno čelo prvku, musí byť táto skutočnosť uvedená v záverečnej správe,
- ak sú niektoré časti ovplyvnené mechanickým poškodením alebo lokálne biologicky poškodené (plesen, huby, hmyz), vzťahuje sa klasifikácia iba na nepoškodené časti,
- ak sú niektoré oblasti dreva ovplyvnené pôsobením drevokazného hmyzu, ktorý sa rozšíril po všetkých stranách prvku, pri triedení je nutné brať do úvahy stratu hustoty v celom priereze.

Z dôvodu nie celkom presvedčivých výsledkov vizuálneho triedenia pevnosti dochádza v poslednej dobe čoraz častejšie k využitiu jednej alebo viacerých prístrojových metód s cieľom určiť fyzikálne alebo mechanické vlastnosti, ktoré lepšie korelujú s pevnosťami zisťovanými na deštruktívne odobraných vzorkách hodnotených podľa noriem. Materiálové charakteristiky sa určujú štandardnými spôsobmi, t. j. spôsobmi stanovenými normami, pri ktorých je potrebné odobrať celý prvok alebo väčšiu časť nepoškodeného materiálu. Medzi hlavné deštruktívne skúšané vlastnosti dreva patrí modul pružnosti, ktorý sa vyjadruje pomerom napätia a ním vyvolanej deformácie. Ďalšia deštruktívne skúšaná vlastnosť je statická pevnosť, ktorá je pri dreve, ako výrazne anizotropnom materiáli, závislá na smere zaťažovania vzhľadom na orientáciu vlákien. Deštruktívne skúšky za účelom určenia mechanických vlastností sa vykonávajú podľa normy EN 408, vzťahy medzi fyzikálnymi a mechanickými veličinami ošetruje norma EN 384.

Menej významné deštruktívne zisťované vlastnosti pre konštrukčné posudzovanie sú dynamická pevnosť a tvrdosť. Deštruktívne metódy na skúšanie materiálu sú normované na zisťovanie kvality nového dreva.

Pri historických objektoch, z ktorých väčšinou nemôžeme odoberať materiál na skúšobné telesá štandardnej veľkosti, je nutné metodiku upraviť (napríklad vzhľadom na tvar odoberaných vzoriek, podmienky odberu a pod.). Pri vyhodnocovaní modifikovaných skúšok sa hodnoty skúšanej vlastnosti prevádzajú pomocou korelačných vzťahov, ktoré je nutné stanoviť.<sup>24</sup>

V metodike uvádzame vybrané, prakticky overené skúšobné metódy, ktoré môžu byť využívané pri posudzovaní kvality a určovaní materiálových charakteristík. Staveniskové metódy zahŕňajú napríklad meranie odporu proti zatlačeniu alebo zarážaniu ocelového trňa do povrchu dreva, odporové vtáanie alebo zatlačanie trňa do dreveného prvku. Najnovšou metódou je MDT skúška zaťažovania dreva vo vnútri vyvrtaného otvoru rozovretím čelustí miniatúrneho mechanického lisu. Popisované prístrojové metódy je možné rozdeliť do nasledujúcich skupín:

Zobrazovacie metódy (NDT) – schopnosť röntgenografie presne identifikovať skryté stavebné detaily a vnútorné podmienky v plne neinvazívnom režime, je nesmierne prospešná pri veľmi významných historických drevených konštrukciách, keď je každá zmena dreva a povrchovej úpravy (náterovej hmoty, omietky a dreveného obloženia) nežiaduca. Medzi zobrazovacie metódy možno zaradiť georadar, pomocou ktorého je možné približne identifikovať nehomogenity (hrče, kovové prvky) a nespojitosti (trhliny, dutiny) vo vnútri prvkov.

Akustické a ultrazvukové metódy (NDT) – využívajú meranie doby prechodu signálu štruktúrou skúšaného materiálu danej hrúbky (obr. 5). Vypočíta sa rýchlosť šírenia elastických vln a následne sa stanoví hodnota dynamického modulu pružnosti, prípadne pevnosť dreva v tlaku, za predpokladu znalosti kalibračných vzťahov pre druh dreveniny. Monitorovanie rozvoja trhlín a pohybu v spojoch možno monitorovať metódou akustickej emisie, ktorú je možné využiť aj na zisťovanie prítomnosti aktívnych lariev drevokazného hmyzu.



►► Obr. 5. Meranie doby prechodu signálu cez materiál.

23 Návrhové pravidlá v: KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. *Navrhování dřevěných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010, s. 140.

24 VLČEK, M. et al., ref. 6



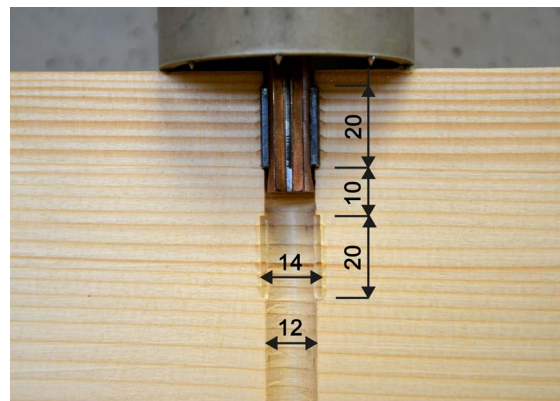
Zatlačovacie metódy (MDT) – určujú z hĺbky alebo plochy vtláčania guľičky alebo ihľanu do materiálu po údere určeným kladivom alebo zatlačení tvrdosť materiálu. Patrí sem určovanie tvrdosti dreva podľa Janka.

Vnikacie metódy (MDT) – vyhodnocujú meranie hĺbky vniknutia trňa do povrchu predpísanou silou alebo sledovaním sily na vyvodenie predpísanej hĺbky vniknutia trňa, príp. sledovanie sily potrebnej na vytiahnutie zatočenej skrutky. Patrí sem prístroj na meranie kvality dreva, keď sa predpísaný trň zaráža alebo zatláča silou do dreva (napríklad zarážanie trňa, zatlačanie trňa alebo vyťahovanie skrutky).

Vrtné metódy (MDT) – využívajú meranie rôznych parametrov. V sofistikovanej konfigurácii sa elektricky meria odpor proti prenikaniu vrtáka do materiálu v závislosti od posunutia (obr. 6). Metódy umožňujú sledovať premenu vlastností dreva pozdĺž hĺbkového profilu pri prieniku vrtáka.

► Obr. 8. Roztláčanie čelustí vo vrte.

► Obr. 6. Rezistograf na meranie mechanického odporu materiálu.

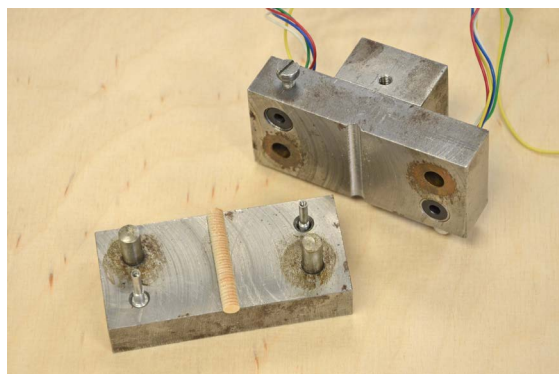


### MONITORING PROSTREDIA

Metódy prieskumu prostredia sa väčšinou používajú pri zisťovaní a kontrole teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu, prípadne na meranie rýchlosti a zmien prúdenia vzduchu. Dobré výsledky v prieskume prostredia je možné získať v zimných mesiacoch, keď sa ľahšie odhaľujú zdroje vlhkosti prenikajúce do krovu priamo zo stavby a spôsobujúce kondenzáciu zvýšenej vzdušnej vlhkosti.

Radiálne vývrty (MDT) – slúžia na odber materiálu pre laboratórne skúšky, ktoré sa vykonávajú pomocou radiálnych vývrtoch s priemerom od 5 mm (obr. 7). Dĺžka vývrty býva minimálne 20 – 30 mm, pre skúšanie vývrtoch na tlakovú pevnosť v smere vlákien vývrty je potrebné odobrať vzorku s pomerom dĺžky vývrty k jej priemeru rovný aspoň 4. Na odobratých vývrtoch sa vykoná stanovenie pevnosti v tlaku alebo ťahu za ohybu, prípadne stanovenie statického modulu pružnosti zaťažovaním v hydraulických alebo mechanických lisoch.

► Obr. 7. Radiálne vývrty.



Najvýznamnejšou technikou je dlhodobý monitoring odozvy vyšetrovanej konštrukcie a jej porúch na zaťaženie a pôsobenie okolitého prostredia. Monitorovacie prostriedky a systémy môžu byť veľmi jednoduché, napríklad fotografická dokumentácia trhlin vykonávaná v pravidelných časových intervaloch či mechanické meranie otvárania trhliny, ale aj veľmi sofistikované s použitím nákladných snímačov a registračné zariadenia. V každom prípade je však potrebné vziať do úvahy, že všetky stavebné materiály a konštrukcie menia svoj objem a tým aj tvar v závislosti od teploty a vlhkosti v čase merania. Každé monitorovanie mechanickej odozvy konštrukcie preto zároveň vyžaduje aj meranie teploty a vlhkosti materiálu alebo aspoň okolitého vzduchu. Tato závislosť zároveň znamená, že je nevyhnutné vykonávať monitoring v priebehu dlhšej doby tak, aby sa do sledovania zahrnulo aj striedanie ročných období. Základnú odpoveď na otázku správania konštrukcie môže preto poskytnúť iba minimálne rok trvajúce meranie, na zistenie trendu sa odporúča minimálne päťročné monitorovacie obdobie. Moderný monitoring používa snímače poskytujúce digitálne údaje a diaľkový prenos dát na server správcu objektu. To zároveň umožňuje zapojenie monitorovacej siete do systému včasnej výstrahy a rýchlu reakciu na vzniknuté alebo rýchlo sa rozvíjajúce problémy v monitorovanej stavbe.<sup>25</sup>

Odber povrchový ťahových vzoriek (MDT) – je metódou na zisťovanie pevnosti dreva v ťahu. Ručnou okružnou pílou s nastaviteľným sklonom rezu sa odoberie z povrchu dreveného prvku trojuholníková trieska a skúša sa štandardným spôsobom. Triesku je možné získať aj odberom z hrany dreveného profilu odrezaním rovným rezom.

25 DRDÁČKÝ, M., ADÁMEK, J., ref. 2

Získané hodnoty merania musia byť roztriedené, početne spracované, zachytené vo vytvorených tabuľkách alebo v grafoch, ďalej musia byť vyhodnotené vzájomné vzťahy medzi parametrami (funkčné, štatistické, korelačné a i.). Táto činnosť sa označuje ako spracovanie výsledku merania. Záverečné hodnotenie môže byť kvalitatívne (slovné posúdenie) alebo kvantitatívne (analýza dát). Vzťahy medzi meranými veličinami môžu byť fyzikálne odvoditeľné funkčné závislosti (napr. výpočet modulu pružnosti), empirické (fyzikálny jav poznáme, ale pre zložitý vplyvov ho nevieme jednoducho vyjadriť), regresnej závislosti (fyzikálna podstata skrytá, napr. prístrojová hodnota vs. hľadaná materiálová veličina). Ani empiricky namerané údaje, ani dáta získané početnými postupmi, neposkytujú presné čísla, vždy zahŕňajú nepresnosti (chyby). Preto je vhodné vyjadrovať výsledky v intervaloch (dolnou a hornou hraničnou hodnotou).

Pri meraní a vyhodnocovaní vznikajú rôzne chyby:

- hrubé (napríklad omyly spôsobené nesprávnym odčítaním),
- systematické (napríklad sústavná odchýlka prístroja),
- náhodné (napríklad nezávislé nahromadenie drobných náhodných príčin).

Omyly a chyby treba objaviť a vylúčiť, prípadne použiť štatistické zákony, napr. Gaussovo rozloženie.<sup>26</sup>

#### 4. 4. ZÁKLADNÉ ASPEKTY STAVEBNOTECHNICKÝCH POSUDKOV

Hlavným cieľom rôznych typov prieskumov a následne vypracovaných posudkov je identifikácia a vyhľadanie vysoko rizikových a namáhaných oblastí konštrukcie. Posudok je komplexnou analýzou všetkých vlastností konštrukcie ako celku, ale aj jej samostatných častí a jednotlivých prvkov. Všetky zistené skutočnosti sú zaznamenané do textovej časti posudku, ale zvlášť starostlivo a čo možno najprehľadnejšie aj do časti grafickej, v ktorej sa jeho objednávateľ (statik, projektant, prípadne investor) lepšie orientuje. Je nutné zdôrazniť, že do grafických výstupov musia byť zakreslené aj najmenšie detaily, pretože tie vo výsledku môžu ovplyvniť ďalší postup prác. Množstvo prvkov, do ktorých je nutné akýmkoľvek spôsobom zasahovať (protézy, výplne, nadstavby, výmeny a pod.), je v prípade historicky cenných konštrukcií nutné minimalizovať. Navyše, takto nadobudnuté údaje z prieskumov je možné využiť pre potreby statického posúdenia celej konštrukcie i jej detailov a tiež ako dôležitý dokumentačný materiál pre neskoršie využité s rôznym cieľom.

Ďalším aspektom posudkov je aj samotný návrh odporúčaní opráv a údržby. Ich obsah by sa mal opierať o zistené skutočnosti o stave konštrukcie, ale zároveň musí predstavovať konsenzus medzi reálnymi predstavami investora, podmienkami odborných pracovníkov z príslušného KPÚ, Pamiatkového úradu Slovenskej republiky (ďalej len „Pamiatkový úrad SR“) či iných zúčastnených orgánov štátnej správy a, v neposlednom rade, musí vziať do úvahy aj možnosti realizátora opráv.

V prípade, že vyhotovovateľ posudku vyhodnotí, že skutkový stav objektu je takmer havarijný, musí v rámci výstupu z prieskumu jasne definovať podmienky, kedy hrozí ďalšie poškodenie, ba až zrušenie konštrukcie a upozorniť na nutnosť neodkladného konania.

Vyššie spomínané odporúčania pre opravy a údržby môžu v praxi v určitom rozsahu aplikovať aj odborní pracovníci KPÚ a Pamiatkového úradu SR.

Je možné ich zhrnúť do nasledovných bodov:

- je nevyhnutné odstrániť fyzikálne príčiny poškodenia dreva, predovšetkým zvýšenú vlhkosť,
- tesárske spoje realizované v rámci navrhovaných opráv musia byť vyhotovené veľmi precízne,
- dôsledne je treba dbať na presné lícovanie čiel jednotlivých spájaných plátov tak, aby bola zaistená statická funkcia celodreveného spoja prenosom síl v čelách,
- drevené spoje vyhotovené kámpovaním alebo čapovaním musia kopírovať protistrany už použitých spojov,
- pri lokálne poškodených čapoch, a to zvlášť pri historicky cenných prvkoch, nie je nutné nadstavovať prvok v celom profile, ale je možné použiť iba konštrukčnú vložku,
- v miestach, kde boli predtým použité na zaistenie prvku drevené kolíky, je vhodné ich opätovne tam navrhnuť/použiť, treba však zdôrazniť, že je nevhodné na ich zaistenie používať lepidlá, tmely a pod.,
- v priebehu všetkých prác, keď bude odstránená krytina strechy, je bezpodmienečne nutné zaistiť dočasný odvod zrážkovej vody tak, aby nedošlo k zatečeniu do konštrukcie strechy, muríva či stropu,
- medzera medzi poslednou strešnou latou a rímsou krytá protihmyzovou mriežkou; zachovanie medzery je nevyhnutné na docielenie optimálneho prúdenia vzduchu v priestore krovu,
- použitie poistnej hydroizolačnej fólie nie je vhodné predovšetkým v prípade historických konštrukcií; toto riešenie znemožňuje preventívne kontroly a v krajnom prípade zvádza vodu k pomúrniciam a tým zvyšuje ich vlhkosť,
- akékoľvek povrchové čistenie drevených prvkov v konštrukcii krovu je možné len za použitia metly či mäkkej kefy; zásadne neprípustné je akékoľvek brúsenie povrchu (napríklad drôtenou kefou a pod.), tlakové umývanie, opalovanie, pieskovanie, osekávanie trámov a to i napadnutých,
- novovkladané drevo by malo byť ošetrené vhodným konzervačným prostriedkom; na ošetrenie je potrebné zvoliť vhodný chemický prostriedok s ohľadom na typ poškodenia, expozíciu materiálu a pod.,
- v prípade poškodených prvkov, kde je preferencia ich zachovania, pred konštrukčnou sanáciou je možné použiť spevňovanie (konsolidáciu) pomocou prírodných látok alebo syntetických polymérov,
- po ukončení prác na oprave striech je nutné priestory krovu kompletne poupratovať a vyčistiť priemyselným vysávačom; je neprípustné, aby sa po skončení prác na mieste vyskytovali zvyšky sute, malty, zvyšky krytiny, starého napadnutého dreva, pilín a pod.; ak je/bude v krove uskladnené

<sup>26</sup> SCHMID, P. et al. *Základy zkušebnictví – Návodý do cvičení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, s. 112. ISBN 80-214-2584-9.



drevo na ďalšie opravy, je vhodné ho chemicky ošetriť a uskladniť tak, aby dobre vetralo,

- je žiaduce, aby boli v rámci prevencie realizované opakované prehliadky stavu drevenej konštrukcie a strešného pláštá najmenej raz ročne a najlepšie po zrážkach a po vetre, aby všetky nedostatky boli včas odstránené a riadne opravené.

#### **4. 5. ĎALŠIE DOKUMENTÁCIE POŽÍVANÉ PRI DIAGNOSTIKE DREVA**

Aby bola diagnostika dreva čo možno najkomplexnejšia, okrem vyššie uvedených prieskumov (posudkov) sa v praxi aplikujú aj ďalšie. Patria sem:

- dendrochronologický posudok – jeho cieľom je v prvom rade stanoviť vek posudzovaného prvku a to tak, že letokruhovou analýzou dreva určíme presný rok, resp. ročné obdobie zoťatia stromu, z ktorého bol prvok vyrobený; takto je na základe ďalších zistených súvislostí možné určiť aj vek celej stavby; analýza sa využíva na datovanie drevených krovov, zrubových stavieb, stropných trávov, ale aj rôznych nájdených fosílnych kmeňov, nábytku a iných drevených atrefaktov,
- trasologický posudok – jedná sa o mechanoskopickú analýzu založenú na dokumentácii určitej plochy opracovávaného trámu, pri ktorej zo vzájomnej polohy otesávaného trámu a ostria sekery po jej narazení na tesanú guľatinu (trám) je možné zistiť akým spôsobom bola guľatina opracovaná, či bola opracovaná na zemi (nízka práca) alebo na kozách (vysoká práca), ktorú ruku mal tesár dominantnú, ďalej je možné určiť jednotlivé kroky opracovania guľatiny, ale aj druh používaného náčinia,
- statický posudok – tento posudok možno považovať za jeden z najdôležitejších z hľadiska stability posudzovanej konštrukcie a z hľadiska bezpečnosti pohybu v jej blízkosti; tento dokument preukazuje splnenie základnej požiadavky kladenej na každú stavbu, ktorou je statická stabilita a jej mechanická odolnosť v zmysle platných stavebných zákonov, a teda sú splnené podmienky spoľahlivosti a bezpečnosti pre osoby, ktoré sa v nej zdržiavajú aj osoby v jej blízkom okolí; v prípade, že posudok zistí nedostatky, navrhne sa v ňom aj spôsob ich riešenia,
- reštaurátorský posudok – zameriava sa na zistenie stupňa degradácie, vymedzenie starších zásahov a zoznámenie sa s hlbšími vrstvami diela. Ide o prvý krok v procese reštaurovania a slúži ako podklad návrhu reštaurovania,
- architektonicko-historický posudok – slúži na posúdenie stavu a hodnoty kultúrnej pamiatky, ktorá je v prípravnom procese pred jej reštaurovaním či konzervovaním; vytvára sa v rámci pamiatkového výskumu; tento posudok obsahuje informácie o časovom vývoji stavby, jej architektonických hodnotách, umeleckých hodnotách i o stave jej konštrukcie a o vývoji, ktorým si stavba prešla; informácie takéhoto charakteru sa získavajú zo samotnej stavby, napríklad obhliadkou alebo sondážami, ale aj z dostupnej literatúry či z archívov.

# 5. MATERIÁL

V prípade nevyhnutných rekonštrukčných prác na objekte, pretože prvok, ktorý bol klasifikovaný ako významne poškodený treba vymeniť, je vhodné použiť na tieto práce kvalitné a starostlivo vybrané drevo a to tak, aby spĺňalo niekoľko nevyhnutných kvalitatívnych kritérií.

Keďže dreviny majú rozličné vlastnosti (fyzikálne i mechanické), je mimoriadne dôležitý správny výber suroviny, ktorá následne charakterizuje a definuje výslednú konštrukciu, jej technické parametre, vzhľad, odolnosť voči rôznorodým deštruktívnym činiteľom a pod. Výber dreva predstavoval v minulosti veľmi dôležitú etapu – tesár, stolár, šindliar, kolár alebo iný remeselník vyberal v blízkych lesoch najvhodnejší materiál pre zhotovenie svojich výrobkov.

Nešlo len o veľkosť a zdravotný stav dreva (teda o parametre kvality), ale najmä o druh dreviny, lokalitu, ročnú dobu, podľa niektorých autorov aj mesačnú fázu a pod.

Zodpovedný a poctivý prístup k výberu dreva bol totiž kľúčový pre dosiahnutie jeho požadovaných vlastností, aby boli konštrukcie z dreva kvalitné, trvanlivé, dobre obrábateľné a drevo malo požadované vlastnosti.

V súčasnosti už takto výber dreva z ekonomických, hospodárskych a obchodných dôvodov neprebíha, alebo len v obmedzenej miere, čoho korene treba hľadať v celkovom nastavení a fungovaní lesného hospodárstva a drevospracujúceho priemyslu. Drevo je dnes tovar ako každý iný a remeselníkom chýba časť informácií o materiáli, ktorý leží pred nimi a ktorý sa chystajú zapracovať do konštrukcie.

Jedným z cieľov tejto publikácie je vyjadrenie potreby vytvoriť možnosť individuálneho výberu dreva v lokálnych porastoch – aspoň v špecifických prípadoch, keď ide napríklad o opravy historických konštrukcií alebo aj celých stavieb.

## 5.1. AKO VYBRAŤ VHODNÝ MATERIÁL

Skúmanie a opravy starších stavieb ukazujú, že drevo na ich opravu sa buď starostlivo vyberalo, alebo – a to je rovnako pravdepodobná možnosť – bolo ťažené v porastoch, kde sa predpokladala jeho vyššia hustota a teda aj pevnosť materiálu, resp. sa vedelo, kde je možné kvalitnú guľatinu nájsť.

Dnes, keď už poznáme určité rastové zákonitosti, sa dá drevo požadovaných kvalít cielene vyhľadávať a to:

- výberom dreva z väčších nadmorských výšok,
- výberom dreva z podrastu, kde má vďaka zhoršeným svetelným podmienkam a teda

pomalšiemu rastu užšie letokruhy a vyšší podiel letného (hustejšieho) dreva.<sup>27</sup>

Aby drevo mohlo byť použité a spracované, musí spĺňať určité charakteristiky, resp. malo by prejsť určitým výberom. Prihliada sa najmä na:

- vhodný druh dreviny – medzi najpoužívanejšie druhy dreva v našich podmienkach patrilo v minulosti jedľové drevo. Ďalšími pomerne častými drevinami v starších konštrukciách bývajú aj borovica či dub. V posledných dekádach sa z dôvodu majoritného zastúpenia zo skupiny ihličnanov v našich porastoch používa smrek (21,8 %), ktorý je po buku (34,6 %) našou najrozšírenejšou drevinou,<sup>28</sup>
- vek stromu – na to, aby mal výsledný produkt/prvok požadované parametre, musí byť vytesaný zo stromu patričných rozmerov, t. j. z hrubších a teda starších jedincov. Tomuto cieľu napomáha samotné lesné hospodárstvo, pretože rubná doba smreka, čo je doba, kedy kulminuje na strome úhrnný prírastok na hmotu i hodnotu, sa pohybuje od 90 do 130 rokov,
- stanovište (lokalita) – jedná sa o súhrn charakteristík ako sú nadmorská výška, expozícia, sklon, konfigurácia terénu, klimatické, geologické a pedologické podmienky, výška spodnej vody a pod. Najvýznamnejšiu úlohu tu zohráva nadmorská výška. Ideálne je vyhnúť sa drevu z nižších nadmorských výšok (do 500 m n. m.), ktoré je zreteľne redšie. Výnimkou sú azda len veľmi špecifické prípady, keď hrá v prospech nižšej nadmorskej výšky špeciálna mikroklíma, napríklad severné uzavreté hlboké doliny. Nevhodnými expozíciami sú južné svahy, kde bývajú veľké teplotné extrémny, vyššia priemerná ročná teplota vzduchu i dlhšie vegetačné obdobie. Je potrebné sa vyhnúť stanovištiam s výrazne vysokou spodnou vodou, pretože tu je smrek extrémne náchylný na poškodenie dreva hnilobou. K nevhodným stanovištiam na výber dreva sa radia aj dnes už zarastené lúky a pasienky, kde rastie tzv. prvoles síce rýchlo, no kvôli vysokej úživnosti pôdy je takéto drevo nevhodné. Z hľadiska pedologického sú preto vhodné chudobné pôdy,
- sociálne postavenie dreviny – táto charakteristika vypovedá o tom, či daná drevina rástla uprostred porastu, na jeho okraji (čo často vedie k excentrickému – nevhodnému tvaru kmeňa), v hornej alebo v spodnej etáži porastu, čo má zásadný vplyv na hustotu dreva. Spodnú etáž by sme mohli považovať za akýsi korekčný faktor nadmorskej výšky. Takéto drevo, za predpokladu, že dosiahne požadované rozmery, je možné

<sup>27</sup> Viac informácií v: LENHART, V. E. *Zkušené naučení k velmi potřebnému již za našich časů osetí lesův, ku kterémuž ještě jiná velmi užitečná naučení o povinnostech myslivce lesův dle zkušenosti dokonale hledičho přidána jsou.* Praha: Filozofická fakulta Univerzity Karlovy, Česká zemědělská univerzita v Praze a Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2003. ISBN 80-213-1026-X.

<sup>28</sup> *Zelená správa za rok 2021*, Zvolen: Národné lesnícke centrum Zvolen, 2021, s. 71.

použiť aj z nižších nadmorských výšok, pretože rástlo v tieni materskej porasty a malo zhoršené rastové podmienky, čo má za následok jeho zvýšenú hustotu.

## 5.2. KLÚČOVÉ CHARAKTERISTIKY VHODNÉHO MATERIÁLU

Ide o najsignifikantnejšie charakteristiky, či už mechanické, fyzikálne alebo kvalitatívne (vy-povedajúce o zdravotnom stave), ktoré môžu veľmi negatívne ovplyvniť výsledný remeselný výrobok, ergo otesaný trám.

### HUSTOTA

Je najvýznamnejšia charakteristika, ktorá priamo súvisí s kvalitou materiálu a s jeho mechanickými vlastnosťami. Definovaná je ako pomer hmotnosti dreva k jeho objemu ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Hustota úzko súvisí s väčšinou fyzikálnych a mechanických vlastností dreva a preto sa považuje za jedno z najlepších kritérií na posúdenie vlastností dreva. Merateľným znakom hustoty je šírka letokruhov, ktorá sa odvíja od ekologických podmienok stanovišťa: dĺžka vegetačného obdobia, sociálne postavenie dreviny v poraste, vodný režim a živnosť stanovišťa, expozícia a orientácia na svetové strany, nadmorská výška, bonita lokality, geologické a pedologické podmienky a pod.

Ťažšie podmienky prostredia vedú k užším letokruhom (menšiemu ročnému prírastku) a teda k drevu s vyššou hustotou a naopak, lepšie podmienky prostredia vedú k širším letokruhom (väčšiemu ročnému prírastku) a teda k drevu s nižšou hustotou.

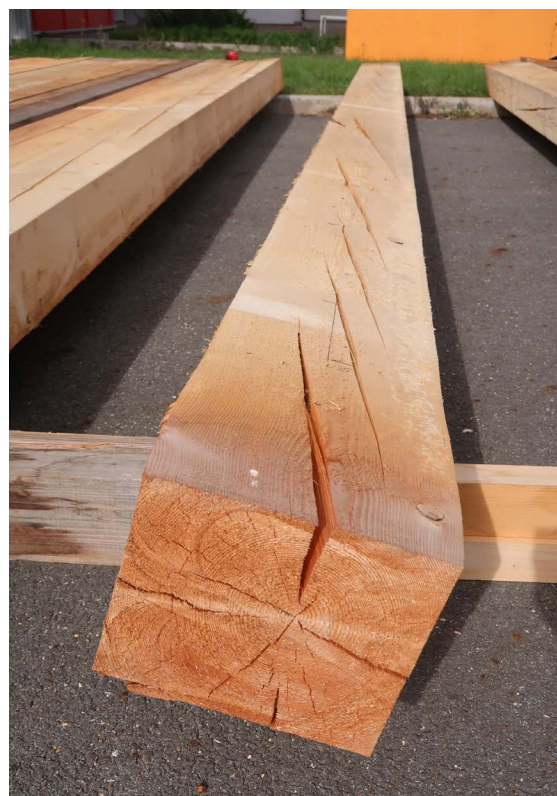
Za tento kvalitný, možno povedať aj „hustý“, materiál sa však platí časom. Vo výsledku sa tak môže stať, že jeden z dvoch rovnako starých stromov bude mať priemer  $d_{1,3}=60$  cm a druhý len  $d_{1,3}=30$  cm. Znamená to, že dva rovnako hrubé nemusia byť rovnako staré a rôzna môže byť aj kvalita dreva.

### TOČIVOSŤ

Točivosťou rozumieme prirodzenú vlastnosť dreva – jeho drevných vlákien, ktorých priebeh nie je rovnobežný s dreňou (obr. 9), ale ich priebeh je špirálovitý a môže byť pravo- alebo ľavotočivý. Táto vlastnosť sa meria ako pričný odklon vlákien od pozdĺžnej osi na dĺžke jedného metra. Točivosť znižuje hodnotu mechanických vlastností dreva a to pevnosť i tuhosť, čím zásadne ovplyvňuje upotrebitelnosť točivého dreva. Jej význam spočíva v tom, že drevné prvky vyrobené z takejto primárnej suroviny sa v procese sušenia výrazne krútia (dochádza k vzájomnému pootočeniu čiel) a vnútorné pnutia spôsobujú ich výraznejšie praskanie. Pootočenie následne spôsobí, že vyrobený prvok je nepoužiteľný, pretože do opravovanej konštrukcie sa vkladá až po jeho vysušení na 20 % a menej. V prípade, že ide o novú stavbu/konštrukciu z čerstvého materiálu, schnutie dreva a s tým súvisiace pnutia spôsobujú nepredvídateľné a nerovnomerné napätia danej konštrukcie. Príčina točivosti dodnes nie je uspokojivo vysvetlená, avšak jestvuje niekoľko teórií, ktoré ju vysvetľujú ako vplyv otáčania zeme, vplyv prevládajúcich vetrov, zošíkmenie stien kambialných buniek počas rastu stromu a ich odklon

od axiálneho smeru, či genetika druhu.<sup>29</sup> Všeobecne platný záver však nie je možné vysloviť, už preto, lebo jav je rozporuplný tak v rámci jednej dreviny, ako i medzi druhmi. Všeobecne platný záver však nie je možné vysloviť, už preto, lebo jav je rozporuplný tak v rámci jednej dreviny, ako i medzi druhmi. Kmeň jedného smreka môže byť napríklad v spodnej časti ľavotočivý, v strede priebežný a v korune ľavotočivý. Premennivosť točivosti sa prejaví aj pri tesaní dreva – na povrchu bude drevo napríklad ľavotočivé a po otesaní pravotočivé. Smrek máva často v mladosti silný ľavotočivý rast, ktorý v dospelosti prechádza do miernej pravotočivosti.<sup>30</sup> V jadre sa teda zvyčajne (nie vždy) točí drevo na druhú stranu než na okraji.

Ideálne je také smrekové drevo, ktoré je na povrchu mierne pravotočivé (3 – 5 cm na 1 m dĺžky kmeňa), po opracovaní a vysušení sa drevo stáva netočité, čiže ideálne pre konštrukčné využitie.



Stanovenie točivosti dreva je pomerne jednoduché a to pomocou črtáku s hrotom. Do dreva zabodnutý hrot je ťahom vedený pomedzi vlákna (obr. 10). Získaná viditeľná ryha ukazuje smer odklonu vlákien od pozdĺžnej osi kmeňa. Po odkôrnení je možné meranie vykonať na guľatine. Vzhľadom na premenlivosť točivosti sa odporúča vykonať jedno až dve merania po celej dĺžke kmeňa. Meranie sa dá vykonávať aj na stojacich stromoch, čiastočne sa však pri ňom poškodzuje kôra a tá sa potom stáva vstupnou bránou pre infekcie. V praxi sa preto stanovovanie točivosti na živých stojacich stromoch vykonávať neodporúča. Na niektorých extrémne točitých jedincoch stromov je však točivosť zjavná na prvý pohľad.

29 Viac informácií v: HARRIS, J. M. *Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation*. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin, 1989, s. 214.

30 KREMPL, H. *Untersuchungen über den Drehwuchs bei Fichten*. Mit Forst Bundes-Versuchsanst. Wien, 1970, s. 118.

► Obr. 9. Točivosť dreva.



► Obr. 10. Črták na stanovenie točivosti dreva.



Ďalšou nedeštruktívnou metódou zisťovania je využitie šírenia elastických vln, keď sa pomocou šablóny a zarazených sond meria rýchlosť alebo čas prechodu vlny medzi vysielačom a prijímačom (obr. 11). Meranie prebieha diagonálne v dvoch smeroch, s odklonom od pozdĺžnej osi kmeňa na jednu i na druhú stranu. Sondy sa zarazia do kmeňa vo vzájomnej vzdialenosti napríklad 50 cm, no nie v priamom smere, ale sú vzájomne vychýlené od pomyselnjej osi kmeňa, napríklad 5 cm na jednu i druhú stranu. Každá sonda teda zvierá s osou kmeňa určitý uhol. Po vykonaní merania sa sondy vzájomne vymenia tak, že sonda posunutá vpravo od osi sa zarazí vľavo a sonda posunutá vľavo od osi sa zarazí vpravo. Z nameraných údajov získame pomerne presnú predstavu o točivosti kmeňa. Ak sú údaje zhodné v oboch šikmých smeroch, ide o priebežný kmeň. Korelácia medzi týmito metódami je vysoká a pohybuje sa od 0,8 až po 0,9. S pribúdajúcou vzdialenosťou od miesta merania sa samozrejme predikcia točivosti znižuje.

► Obr. 11. Meranie točivosti pomocou šablóny.



## TRVANLIVOSŤ DREVA

Trvanlivosť dreva je prirodzená odolnosť suroviny voči napadnutiu drevokaznými organizmami (huby, hmyz, baktérie a pod.). Táto odolnosť sa medzi druhovo značne odlišuje. Mieru odolnosti nemožno dávať do súvisu s hustotou dreva, veď pomerne husté drevo ako napríklad hrab či buk ju majú nízku. Je potrebné uviesť, že husté drevo má vyšší pomer letného dreva a tým aj vyšší obsah extraktívnych látok.<sup>31</sup> Táto vlastnosť súvisí s úrovňou jadrových extraktívnych látok ako terpentoidy, triesloviny a iné.<sup>32</sup> Na základe týchto poznatkov sú zatriedené do tzv. tried trvanlivosti. Úroveň jadrových látok klesá od jadra smerom k obvodu dreviny (zjavná jadrová a belová časť u dubov) a od bázy k vrcholu kmeňa. V rámci jadra sú zas extraktívne látky najmenej zastúpené v jeho dreňovej časti. Vo všeobecnosti sú na tieto látky najbohatšie tropické druhy drevín.<sup>33</sup>

Hrčou sa myslí časť konára s vlastnými letokruhmi, ktorý zarástol v kmeni a začína od stržňa kmeňa. Výskyt hrč v dreve sa považuje za celkom prirodzený a veľmi častý jav.

Hrče sa delia na viacero kategórií, v zásade pre oblasť opracovania dreva stačí rozlišovať tzv. zdravé hrče, ktoré nie sú postihnuté hnilobou, resp. sú ňou postihnuté maximálne do 1/3 jej priemeru. Ak je výskyt hniloby v hrči vyšší, viac ako 1/3 prierezu hrče, považuje sa takáto hrča za chybu dreva. Hrče pôsobia rušivo na priamy priebeh drevných vlákien. V závislosti od ich umiestnenia v konštrukcii a vo vzťahu k pôsobeniu mechanických síl sa dajú pozitívne využiť – môžu zvýšiť napríklad odolnosť dreva v šmyku. Platí to aj naopak, v prípade ich nevhodného zapracovania do konštrukcie môžu byť príčinou poškodení drevných prvkov, napríklad v ťahu v smere vlákien.

Trhliny chápeme ako pozdĺžne rozdelenie dreva v radiálnom alebo tangenciálnom smere, ktoré porušujú celistvosť dreva a tým narušujú jeho mechanické vlastnosti.<sup>34</sup> Z toho dôvodu je nevyhnutné sa im vyvarovať alebo im predchádzať. Trhliny sa delia na viacero kategórií, napríklad počas rastu a vývoja stromu vznikajú tzv. stržňové a odlupčivé trhliny, počas pôsobenia vonkajších nepriaznivých podmienok vznikajú mrazové trhliny a počas opracovania alebo po opracovaní vznikajú výsušné trhliny.

Chyby tvaru kmeňa by sme mohli charakterizovať ako jeho prirodzené vlastnosti, ktorým je však vhodné sa vyhnúť alebo ich eliminovať.

Krivosť kmeňa je odchýlenie osi kmeňa od zvislého smeru, resp. pomyselného pozdĺžneho smeru. Môže mať príčinu genetickú (najčastejšie u borovic), tiež môže vzniknúť v dôsledku poškodenia terminálu, kedy bočná vetva prevezme jeho funkciu a môže byť výsledkom pôsobenia vonkajších faktorov – útlak okolitých jedincov, smer prevládajúcich vetrov,

31 KOLLMANN, F. *Technologie des Holzes und der Holz-Werkstoffe*. Heidelberg: Springer - Verlag Berlin, 1951, s. 1048.

32 REINPRECHT, L. *Ochrana dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6.

33 HILLS, W.E. *Heartwood and tree exudates*. Heidelberg: Springer - Verlag Berlin, 1987, s. 268.

34 POŽGAJ, A. et al. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 1997. ISBN 80-07-00960-4.

►► Obr. 12. Ukážka  
nízkej práce.

šikmý svah a pod. Krivosť prekáža pri výrobe dlhých konštrukčných prvkov, v prípade kratších sa jej vieme vyhnúť a takéto drevo využiť. Zbiehavosť kmeňa je vlastne kuželovitý tvar kmeňa, čo sa prejavuje postupným zmenšovaním priemeru stromu od bázy smerom do koruny. Inými slovami je to odchýlka od ideálneho tvaru valca. Tejto prirodzenej vlastnosti sa predchádza pestovaním stromov v zapojenom poraste, naopak, dreviny rastúce ako solitéry ju majú výraznejšiu. V prípade smreku a jedle sa za chybu považuje vtedy, ak je väčšia ako 10 mm na 1 m dĺžky kmeňa. Zbiehavosť býva minimálna v strednej časti kmeňa. Zhrubnutie prízemku sa za chybu považuje vtedy, keď nadobúda viac ako 1,2 násobok priemeru kmeňa. Tento jav vyvolávajú buď masívne koreňové nábehy alebo vnútorná hniloba, keď je vnútro stromu vyhnité a drevena to kompenzuje širšími ročnými prírastkami v prízemnej časti kmeňa. Takýmto stromom pri výbere dreva na stojato je lepšie sa vyhnúť. Oválnosť kmeňa sa vyskytuje u jedincov rastúcich napríklad na okraji porastu, na strmých svahoch, pri častom jednostrannom zaťažovaní stromu vetrom či námrazou. Sprievodným javom tohto poškodenia sú nerovnomerná šírka letokruhov a prítomnosť reakčného – tlakového dreva. Za chybu sa považuje vtedy, keď je rozdiel dvoch na seba kolmých priemerov väčší ako 3 cm. Pravdou je, že takúto chybu vieme „ošetriť“ počas opracovania dreva, kedy ho zarovnáme, avšak prvok z takéhoto dreva vykazuje značnú tvarovú nestabilitu zapríčinenú heterogenitou vnútorných síl v materiály.

Reakčné drevo má štruktúru s nerovnomerným usporiadaním letokruhov, odlišnú ako je to u normálneho dreva. Na priečnom reze sa prejavuje vo forme tmavších polmesiakov, na pozdĺžnom ako rozšírená časť letného dreva. V prípade ihličnanov sa takéto drevo nazýva tlakové.

►► Obr. 14.  
Naznačenie tvaru  
budúceho trámu.

### 5. 3. TRADIČNÉ OPRACOVANIE MATERIÁLU

Tesanie možno pokladať za jeden z najstarších spôsobov opracovania dreva, ktorý siaha hlboko do našej minulosti a je úzko späté s potrebami človeka.

Prvé nástroje na jeho opracovanie boli kamenné, postupom času človek vyvinul mnohé úzko špecializované sekery.

Samotné metódy opracovania dreva možno rozdeliť na dve základné kategórie:

- nízka práca, ktorá prebieha na zemi, je vývojom najstaršia; bežná od prehistórie po stredovek (obr. 12),
- vysoká práca, pri ktorej sa pracuje s drevom uloženým na kozách; rozširovala sa od stredoveku (obr. 13).

Skôr než začne tesár vytvárať z guľatiny výsledný trám, musí si na čelá guľatiny a na jej odkôrnenú časť linkou naznačiť kontúry (obr. 14). Používa na to vodováhu, meter, olovnicu, uholník a linkovaciu šnúru s farbivom.



Výroba hranených trámov tesaním bola v minulosti u nás najrozšírenejším spôsobom opracovania konštrukčného dreva. Do prvej polovice 14. storočia zrejme prevládalo opracovanie guľatiny priamo na zemi (nízka práca), neskôr sa presadilo opracovanie guľatiny na kozách (vysoká práca), ktorú tvoria tri postupné kroky: vrubovanie, hrubovanie a licovanie.<sup>35</sup>



Obe technológie sa líšia tiež tým, že (až na výnimky) pri nízkej práci tesár cúva a pri vysokej postupuje za sekerou dopredu. Z tohto faktu a zo vzájomnej polohy trámov, záštepkov, jemných liniek viditeľných na povrchu trámu (ktoré zanechali nepatrné nepravidelnosti na ostrí sekery) je možné identifikovať nielen spôsob práce (teda či ležal opracovávaný kus guľatiny na zemi alebo na kozách), ale aj to, či bol tesár lavák či pravák a mnoho ďalších detailov.<sup>36</sup>

35 ŠTAJNOCHR, V. Tesařské sekery, tesařské technologie. In: *Muzejní a vlastivědná práce XVI*, 1978, s. 148-168; ŠTAJNOCHR, V. Tesařské sekery, tesařské technologie. In: *Muzejní a vlastivědná práce XVII*, 1979, s. 14-39.

36 Viac informácií v: RŮŽIČKA, P. Traslologie tesařských seker – stopy po nástrojích, které vznikají při opracování dřeva při výrobě tesařských konstrukcí. In: *Sborník 3/2005: Krovky a střechy*. Praha: Unicornis, 2005, s. 5-30. ISBN 80-86562-06-9.



►► Obr. 16. Tesárska sekera – hlavatka.

### NÍZKA PRÁCA

V nadväznosti na typ použitej sekery môže ísť buď o základné až elementárne spracovanie dreva ako je stínanie stromov, odvetvovanie a pod. – vtedy sa používa sekera s dlhým poriskom – alebo môže ísť o špecializované postupy opracovávan dreva tesaním – používa sa sekera s krátkym poriskom.

Pri samotnom opracovávaní guľatiny do požadovaného tvaru a rozmerov postupuje pri nízkej práci tesár tak, že cúva a takpovediac drevo seká pod seba. Pri tomto procese je drevo uložené na zemi a tesár používa symetrickú sekeru. Opačný smer sekania by bol nepraktický. Aby bol dodržaný princíp tesania, a síce presekávania vlákien, tesár sa neustále otáča a podľa potreby seká aj zľava alebo aj sprava.

### VYSOKÁ PRÁCA

Pri opracovávaní guľatiny technológiou vysokej práce má tesár drevo uložené na kozách a počas samotného sekania postupuje smerom dopredu – nasleduje sekeru a týmto postupom pretína drevné vlákna. Aj pri vysokej práci môže nastať situácia, kedy vplyvom krivosti kmeňa, výskytom hčč, či tiež pomerne bežnou točivosťou je nevyhnutné na krátkych úsekoch aj cúvať a pracovať s rôznymi uhlami dopadu sekery, aby mohli byť vlákna pretaté na čo najvhodnejšom mieste.

Samotný technologický postup vysokej práce má nasledovné čiastkové úkony:

- vrubovanie – v tomto kroku sa oddeľovaná časť guľatiny, tzv. krajnica rozdelí zvislými zásekmi na krátke pracovné polia (obr. 15). Tento úkon sa vykonáva pomocou špeciálnej sekery – hlavatky (obr. 16). Cieľom tohto kroku je prerušiť drevné vlákna, a tak predchádzať nežiaducim odtrhom hrán a zároveň si zjednodušiť následné hrubovanie. Vrube sa väčšinou párovo – jeden tesár stojí vpravo od vznikajúceho zvislého záseku a druhý vľavo od neho. Tento úkon je možné vykonávať aj osamote, vtedy stojí tesár na guľatine a striedavými zásekmi zľava i sprava vytvára zásek, resp. pracovné pole. Obe strany vzniknutého vrubu zvierajú uhol približne 90°, sú zvislé a čo možno najviac sa približujú k vyznačenej linke na kmeni. Vzdialenosť jednotlivých vrubov závisí v prvom rade od kvality dreva. Pri kvalitnom dreve s priebežnými drevnými vláknami bývajú od seba vzdialené 60 až 80 cm, so zvyšujúcou sa točivosťou by mali byť kratšie. Môže nastať aj prípad, že odštepovaná krajnica je skutočne tenká – vtedy je dostatočné iba šikmými zásekmi širočinou v kratších vzdialenostiach od seba popresekávať vlákna. Je to časovo úsporný spôsob vrubovania a používa sa len na čerstvej guľatine.

►► Obr. 17. Ukážka hrubovania.

► Obr. 15. Navrubovaný kmeň stromu.

►► Obr. 18. Drevo pripravené na lícovanie s hrúbkou triesky 5 – 15 mm.



- hrubovanie – je to úkon, pri ktorom tesár oddeľuje odštiepaním po jednotlivých pracovných poliach časti krajnice (obr. 17). Vykonáva sa taktiež hlavatkou. Je dôležité sa držať tesne pred výsledným naznačeným profilom a teda neubrať príliš veľa materiálu, aby v poslednom kroku mal tesár z čoho uberať. V závislosti od preferencií tesára sa hrúbka triesky, resp. zvyšného materiálu po nahrubovaní (teda keď je hmota pripravená na lícovanie) pohybuje od 5 do 15 mm (obr. 18). Tak ako v predchádzajúcom kroku, aj tu môže tesár pracovať buď zo zeme, alebo stáť na guľatine a takýmto spôsobom vykonávať proces hrubovania. Treba však dbať na zvýšené riziko odtrhnutia hrany alebo odseknutie triesky mimo vyznačenej roviny – pri práci na guľatine pracuje tesár s vyššou kinetickou energiou. V prípade guľatiny, keď sa odseka hrubá krajnica, prebieha proces hrubovania po vrstvách. Dĺžka pracovných polí, ako už bolo spomenuté, závisí od točivosti materiálu. Keď má drevo vysokú točivosť, pracovné polia musia byť kratšie a naopak, ak tesár pracuje s materiálom s priebežnými vláknami, môžu byť pracovné polia dlhšie bez toho, že by hrozilo, vplyvom zabiehania vlákien, nechcené useknutie hrany alebo tzv. podsekanie profilu. Samotná kvalita ohrubovaného trámu vymedzuje následnú náročnosť posledného kroku – lícovania.



- lícovanie – finalizácia výsledného profilu, úprava nahrubo osekaného povrchu trámu (obr. 19). V tomto kroku sa používa špeciálna asymetrická sekera – širočina (obr. 20). Je brúsená len z jednej strany, má dlhú čepeľ a tenké ostrie. Z toho dôvodu ju musí mať tesár, podľa toho či je ľavák alebo pravák, tvarovo prispôbenú. Ňou majster doslova odkrajuje tenkú triesku. Tu platí, že čím je hrúbka triesky menšia, tým bude výsledný povrch opracovaného trámu hladší.<sup>37</sup>

► Obr. 19. Ukážka lícovania.



► Obr. 20. Tesárska sekera – širočina.



<sup>37</sup> Ďalšie a podrobnejšie postupy tradičného opracovania dreva sú podrobnejšie teoreticky i graficky rozobraté v: RŮŽIČKA, P. *Trasologie tesářských seker – stopy po nástrojích, které vznikají při opracování dřeva při výrobě tesářských konstrukcí*, In: *Svorník 3/2005: Krovky a střechy*. Praha: Unicornis, 2005, s. 5-30. ISBN 80-86562-06-9; KLOIBER, M. et al. *Metodika tradičního opracování stavebního dřeva pro konstrukční opravy historických staveb*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2020. ISBN 978-80-7509-777-4.

---

---

## 6. LEGISLATÍVA - SÚČASNÉ TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA VÝSTAVBU

EN 1912: 2012, *Konštrukčné drevo. Pevnostné triedy. Zaradenie vizuálnych tried a druhov dreva.*

EN 1995-1-1 (Eurokód 5): 2008, *Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre budovy.*

EN 335: 2013, *Durability of wood and wood-based products – Use classes: defenitions, application, to solid wood and wood – based products.*

EN 338: 2016, *Structural timber – Strength classes.*

EN 384: 2004, *Konstrukční dřevo – Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty.*

EN 408: 2004, *Drevené konštrukcie – Konštrukčné drevo a lepené lamelové drevo – Stanovenie niektorých fyzikálnych a mechanických vlastností.*

STN 49 0600-1: 1999, *Ochrana dreva. Základné ustanovenia. Časť 1: Chemická ochrana dreva.*

UNI 11119: 2004, *Kultúrne dedičstvo – Drevené artefakty – Stavebné štruktúry – kontrola diagnostikou in situ.*

*Zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov.*

*Zákon č. 49/2002 Z. z. o ochrane pamiatkového fondu v znení neskorších predpisov.*



---

---

# 7. ODPORÚČANÁ ODBORNÁ LITERATÚRA

- CREWS, K. et al. Recommendation of RILEM TC 215 AST. In-Situ Assessment of structural timber using Stress Wave Measurements. In: *Materials and Structures*, 2014, s. 33. ISSN 1359-5997.
- CRUZ, H. et al. Guidelines for the On-Site Assessment of Historic Timber Structures. In: *International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restoration* 9(3). 2015, s. 277-289. ISSN 1558-3058.
- HARRIS, J. M. *Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation*. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin, 1989.
- KLOIBER, M. et al. *Metodika tradičného opracovania stavebného dreva pro konstrukční opravy historických staveb*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2020. ISBN 978-80-7509-777-4.
- KOUDELOVÁ, J. et al. *Pod ochranou svatého Josefa – Příběh tesařského řemesla v českých zemích. Kritický katalog stejnojmenné výstavy*. Brno: Mendelova univerzita v Brně a Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, 2020. ISBN MUB 978-80-7509-744-6. ISBN ÚTAM AV ČR 978-80-86246-80-2.
- KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. *Navrhování dřevěných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010.
- KUNECKÝ, J. et al. *Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí. Výsledek aplikovaného výzkumu – metoda navrhování*. Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, Brno: Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně a Praha: Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-86246-64-2.
- KYNCL, J. *Dendrochronologie, návod k použití*. Ostrava: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě, 2019. ISBN: 978-80-88240-12-9.
- KYNCL, J. et al. *Atlas pro mikroskopické určování dřeva*. Rožnov pod Radhoštěm: Národní muzeum v přírodě a Mendelova univerzita v Brně, 2021. ISBN 978-80-87210-86-4.
- LENHART, V. E. *Zkušené naučení k velmi potřebnému již za našich časů osetí lesův, ku kterémuž ještě jiná velmi užitečná naučení o povinnostech myslivce lesův dle zkušenosti dokonale hledícího přidána jsou*. Praha: Filozofická fakulta Univerzity Karlovy, Česká zemědělská univerzita v Praze a Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2003. ISBN 80-213-1026-X.
- REINPRECHT, L., ŠTEFKO, J. *Dřevěné stropy a krovky: typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. Praha: ARCH Praha, 2000. ISBN 80-86165-29-9.
- REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6.
- REINPRECHT, L. *Procesy degradácie dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1998. ISBN 80-228-0662-5.
- SÄLL, H. *Spiral Grain in Norway Spruce*. Göteborg: Intellecta Docusys, 2002. ISBN 91-7636-356-2.
- SCHMID, P. et al. *Základy zkušebnictví – Návod do cvičení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2584-9.
- ŠEVČŮ, O., VINAŘ, J., PACÁKOVÁ, M. *Metodika ochrany dřeva*. Praha: Státní ústav památkové péče, 2000. ISBN 80-86234-14-2.
- ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L. *Stavba dřeva*. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1994. ISBN 80-7157-347-7.
- TANNERT, T. et al. Recommendation of RILEM TC 215 AST. In-Situ Assessment of structural timber using Semi Destructive Techniques. In: *Materials and Structures*. 2014, s. 37. ISSN 1359-5997.
- VLČEK, M. et al. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. Brno: Nakladatelství ERA, 2006. ISBN 80-736-6073-3.
- YEOMANS, D. T. *The Repair of Historic Timber Structures*. London: Thomas Telford, 2003.
- ZABEL, A. R., MORRELL J. J. *Wood mikrobiology. Decay and Its Prevention*. London: Academic Press, 1992.
- Zelená správa za rok 2021*, Zvolen: Národné lesnícke centrum Zvolen, 2021.

---

---

## 8. ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- DRDÁCKÝ, M., ADÁMEK, J. Handbuch für Baudiagnostik/Rukověť stavební diagnostiky. In: *Revitalisierungsleitfaden – Sanierung und Erhalt kirchlicher Bauten/Příručka revitalizace – Sanace a zachování církevních staveb*. St. Pölten: Diözesanarchiv St. Pölten, 2016, s. 56-91. ISBN 978-3-901863-47-9.
- DRDÁCKÝ, M., SLÍŽKOVÁ, Z. Příspěvek k technologickému průzkumu historických dřevěných konstrukcí. In: *Dějiny staveb 2007, Sborník příspěvků z konference Dějiny staveb*, Plzeň: Klub Augusta Sedláčka ve spolupráci se Sdružením pro stavebněhistorický průzkum, 2007, s. 304-308. ISBN 978-80-86596-95-2.
- GIRSA, V. et al. *Předprojektová příprava a projektová dokumentace v procesu péče o stavební památky*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2004. ISBN 80-86234-36-3.
- HILLS, W.E. *Heartwood and tree exudates*. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin, 1987, s. 268.
- KLOIBER, M., DRDÁCKÝ, M. *Diagnostika dřevěných konstrukcí*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2015. ISBN: 978-80-87438-64-0.
- KOLLMANN, F. *Technologie des Holzes und der Holz-Werkstoffe*. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin, 1951, s. 1048.
- KREMPL, H. *Untersuchungen über den Drehwuchs bei Fichten. Mit Forst Bundes-Versuchanst.* Wien, 1970, s. 118.
- MACHADO, J. S. et al. *Combined use of NDT/SDT methods for the assessment of structural timber members: State of the Art Report*. UMONS – Université de Mons, 2015. ISBN 978-87325-094-2.
- POŽGAJ, A. et al. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 1997. ISBN 80-07-00960-4.
- REINPRECHT, L. *Ochrana dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6.
- RŮŽIČKA, P. Trasologie tesařských seker – stopy po nástrojích, které vznikají při opracování dřeva při výrobě tesařských konstrukcí, In: *Sborník 3/2005: Krov a střechy*. Praha: Unicornis, 2005, s. 5-30. ISBN 80-86562-06-9.
- SÄLL, H. *Spiral Grain in Norway Spruce*. Göteborg: Intellecta Docusys, 2002. ISBN 91-7636-356-2.
- SCHMID, P. et al. *Základy zkušebnictví – Návodů do cvičení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, s. 112. ISBN 80-214-2584-9.
- ŠEVČŮ, O., VINAŘ, J., PACÁKOVÁ, M. *Metodika ochrany dřeva*. Praha: Státní ústav památkové péče, 2000, s. 67. ISBN 80-86234-14-2.
- ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L. *Stavba dřeva*. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1994. ISBN 80-7157-347-7.
- ŠTAJNOCHR, V. Tesařské sekery, tesařské technologie. In: *Muzejní a vlastivědná práce XVI*, 1978, s. 148-168.
- ŠTAJNOCHR, V. Tesařské sekery, tesařské technologie. In: *Muzejní a vlastivědná práce XVII*, 1979, s. 14-39.
- TANNERT, T. et al. Recommendation of RILEM TC 215 AST. In-Situ Assessment of structural timber using Non Destructive Techniques. In: *Materials and Structures*. 2014, s. 34. ISSN 1359-5997.
- TANNERT, T. et al. Recommendation of RILEM TC 215 AST. In-Situ Assessment of structural timber using Semi Destructive Techniques. In: *Materials and Structures*. 2014, s. 37. ISSN 1359-5997.
- UNGER, A., SCHNIEWIND, A. R., UNGER, W. *Conservation of Wood Artifacts*. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin, 2001, s. 578. ISBN 978-3-540-41580-0.
- VLČEK, M. et al. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. Brno: Nakladatelství ERA, 2006, s. 222. ISBN 80-736-6073-3.
- Zelená správa za rok 2021*, Zvolen: Národné lesnicke centrum Zvolen, 2021, s. 71.



---

---

## 9. ZDROJE OBRAZOVEJ A FOTOGRAFICKEJ PRÍLOHY

**Úvodný obrázok.** Tesárska sekera – šeročina. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 1 – 4.** Stupne poškozovania dreva – 1. stupeň, 2. stupeň, 3. stupeň, 4. stupeň. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 5.** Meranie doby prechodu signálu cez materiál. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 6.** Rezistograf na meranie mechanického odporu materiálu. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 7.** Radiálne vývrty. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 8.** Roztláčanie čeľustí vo vrte. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 9.** Točivosť dreva. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 10.** Črták na stanovenie točivosti dreva. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 11.** Meranie točivosti pomocou šablóny. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 12.** Ukážka nízkej práce. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 13.** Ukážka vysokej práce. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 14.** Naznačenie tvaru budúceho trámu. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 15.** Navrubovaný kmeň stromu. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 16.** Tesárska sekera – hlavatka. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 17.** Ukážka hrubovania. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 18.** Drevo pripravené na lícovanie s hrúbkou triesky 5 – 15 mm. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 19.** Ukážka lícovania. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

**Obr. 20.** Tesárska sekera – šeročina. Zdroj: súkromný archív Jaroslava Hrivnáka.

---

---

## 10. ZOZNAM PRÍLOH

**Príloha č. 1.** [Terminologický slovník](#).

**Príloha č. 2.** [Typy poškozovania dreva \(fyzikálne, biotické, abiotické, ostatné\)](#).



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 9. Stavebná časť – materiály

#### DREVO A DREVENÉ STAVBY PRIESKUMY DREVENÝCH KONŠTRUKCIÍ

##### AUTORI METODIKY

Jaroslav Hrivnák  
Michal Kloiber

##### ODBORNÝ RECENZENT

Ivan Farárik

##### REDAKCIA

Petra Pleváková

##### JAZYKOVÉ ÚPRAVY

Michaela Demovičová

##### GRAFICKÁ ÚPRAVA

Alexandra Ištvánová

##### VYDAL

Pamiatkový úrad Slovenskej republiky  
Cesta na Červený most 6, 814 06 Bratislava

Vydanie prvé

© 2023

[www.pamiatky.sk](http://www.pamiatky.sk)