

## Résumé

Publikace se věnuje metodickému popisu tradičního (ručního) opracování dřeva pro konstrukční opatření při opravách historických staveb. V metodice jsou prezentovány výsledky experimentálních testů při těžbě dřeva v různých ročních obdobích (zima, jaro, léto); při opracování různými způsoby (řezání, štípání, tesání a kombinace tesání s plavením), při ověření eliminace růstových napětí při výběru dřeva a opracování (výběr dřeva bez přirozených vad a úmyslné zásahy při opracování). Výsledkem je metodika, která respektuje standardy z oblasti ochrany kulturního dědictví, zejména pak požadavek na minimalizaci zásahu do původní hmotné substance a zachování původní technologie opracování nově vkládaných prvků včetně výběru materiálu. Vlastní metodika popisuje předpoklady použití a nutné okrajové podmínky, výběr materiálu, manipulaci a skladování kulatiny, technologii opracování (tesání, štípání a řezání), skladování opracovaných prvků až po samotnou konstrukční sanaci, kde je na konkrétních příkladech konstrukčních prvků předvedena minimalistická varianta zásahu do původní materie za použití tradičně (ručně) opracovaného dřeva.

Výsledek projektu Národní a kulturní identity NAKI II DG16P02M026  
2016-2020 Ministerstva kultury ČR.  
© Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v.v.i.,  
Mendelova univerzita v Brně, 2020.

# Metodika tradičního opracování stavebního dřeva pro konstrukční opravy historických staveb

Certifikovaná metodika – výsledek aplikovaného výzkumu



Michal Kloiber    Petr Růžička    Jan Tippner    Jiří Kunecký



Ústav teoretické a aplikované mechaniky  
AV ČR, v. v. i.



Mendelova univerzita v Brně

---

## METODIKA TRADIČNÍHO OPRACOVÁNÍ STAVEBNÍHO DŘEVA PRO KONSTRUKČNÍ OPRAVY HISTORICKÝCH STAVEB

---

<i>Název projektu:</i>	DG16P02M026 „Historické dřevěné konstrukce: typologie, diagnostika a tradiční opracování dřeva“
<i>Autoři:</i>	Ing. Michal Kloiber, Ph.D., Petr Růžička, Ing. Jan Tippner, Ph.D., Ing. Jiří Kunecký, Ph.D.
<i>Číslo osvědčení:</i>	218
<i>Certifikační orgán:</i>	Ministerstvo kultury ČR, schváleno dne 20. 1. 2021

Telč, 2020



Metodika je určena správcům památkových objektů, pracovníkům nebo organizacím provádějícím dohled nad památkovou péčí a zároveň tesařům realizujícím opravy historických staveb, aby mohly být předepsány a následně hodnoceny postupy tradičního opracování dřeva, které jsou vedeny za účelem oprav, záchrany, dlouhodobé udržitelnosti, zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti dřevěných konstrukcí.

**Oponenti:**

**Doc. Ing. Petr Fajman, CSc.**

ČVUT Praha, Fakulta stavební

**Ing. Irena Kučerová, Ph.D.**

VŠCHT Praha, Fakulta chemické technologie

**N<sub>met</sub> – CERTIFIKOVANÁ METODIKA**

**Osvědčení o uznání certifikované metodiky č. 218 ze dne 20. 1. 2021**

vydalo Ministerstvo kultury ČR, Maltézské náměstí 1, 118 11 Praha 1

Adresa hlavního autora:

**Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.**

Prosecká 76, 190 00 Praha 9

Mobilní laboratoř, Centrum Telč

Batelovská 485, 588 56 Telč

[www.itam.cas.cz](http://www.itam.cas.cz)

ISBN 978-80-86246-71-0 (Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.; print)

ISBN 978-80-86246-74-1 (Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.; e-book)

ISBN 978-80-7509-776-7 (Mendelova univerzita v Brně; print)

ISBN 978-80-7509-777-4 (Mendelova univerzita v Brně; on-line: pdf)

<https://doi.org/10.21495/74-1>

**OBSAH**

<b>1. ÚVOD A CÍL.....</b>	<b>7</b>
1.1 Úvod.....	7
1.2 Cíl.....	7
1.3 Způsob čtení.....	8
<b>2. KONSTRUKČNÍ SANACE .....</b>	<b>9</b>
2.1 Východiska .....	9
2.2 Postupy konstrukčních sanací .....	9
<b>3. VÝBĚR DŘEVA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Soudobé pojetí výběru dřeva.....	15
3.2 Individuální přístup k výběru dřeva .....	15
3.3 Určení a výběr kvalitních smrkových porostů .....	16
3.4 Vlastnosti dřeva ovlivňující jeho výběr .....	19
3.4.1 Hustota .....	20
3.4.2 Přirozená trvanlivost.....	20
3.4.3 Suky.....	21
3.4.4 Točitost.....	22
3.4.5 Trhliny.....	27
3.4.6 Vady tvaru kmene .....	28
3.4.7 Nepravidelnosti struktury dřeva .....	30
3.4.8 Biologické poškození dřeva .....	32
3.5 Přístrojové vybavení pro hodnocení dřeva .....	36
3.5.1 Akustické metody.....	36
3.5.2 Penetrometrické metody .....	38
3.5.3 Odběry vývrtů .....	39
<b>4. MANIPULACE A SKLADOVÁNÍ KULATINY .....</b>	<b>41</b>
4.1 Obecná pravidla .....	41
4.2 Těžba.....	41
4.3 Doprava .....	44
4.4 Skladování kulatiny .....	45
<b>5. OPRACOVÁNÍ DŘEVA.....</b>	<b>53</b>
5.1 Terminologie, pomůcky a nástroje k obrábění .....	53
5.1.1 Základní terminologie .....	53
5.1.2 Fixační a manipulační pomůcky .....	54
5.1.3 Nástroje pro vyměřování .....	60
5.1.4 Obráběcí nástroje a nářadí.....	62

5.2	Příprava kulatiny .....	70
5.2.1	Manipulace s kulatinou .....	70
5.2.2	Založení kulatiny .....	74
5.3	Tesání .....	76
5.3.1	Obecná charakteristika tesání kulatiny .....	76
5.3.2	Vyměření profilu a určení otesávané krajiny .....	80
5.3.3	Technologické procesy tesání kulatiny .....	84
5.4	Štípání .....	94
5.4.1	Obecná charakteristika štípání kulatiny .....	94
5.4.2	Značení štípané spáry .....	95
5.4.3	Technologický postup štípání kulatiny .....	95
5.5	Řezání .....	103
5.5.1	Obecná charakteristika řezání .....	103
5.5.2	Technologické postupy řezání .....	107
5.6	Broušení seker, dlát a řezných nástrojů .....	110
5.6.1	Broušení seker a dlát .....	110
5.6.2	Broušení řezných nástrojů .....	111
<b>6.</b>	<b>SKLADOVÁNÍ DŘEVA A ELIMINACE NAPĚTÍ PO OPRACOVÁNÍ .....</b>	<b>115</b>
<b>7.</b>	<b>SHRNUTÍ .....</b>	<b>123</b>
	Literatura .....	124

## Anotace

Publikace se věnuje metodickému popisu tradičního (ručního) opracování dřeva pro konstrukční opatření při opravách historických staveb. V metodice jsou prezentovány výsledky experimentálních testů při těžbě dřeva v různých ročních obdobích (zima, jaro, léto); při opracování různými způsoby (řezání, štípání, tesání a kombinace tesání s plavením), při ověření eliminace růstových napětí při výběru dřeva a opracování (výběr dřeva bez přirozených vad a úmyslné zásahy při opracování). Výsledkem je metodika, která respektuje standardy z oblasti ochrany kulturního dědictví, zejména pak požadavek na minimalizaci zásahu do původní hmotné substance a zachování původní technologie opracování nově vkládaných prvků včetně výběru materiálu. Vlastní metodika popisuje předpoklady použití a nutné okrajové podmínky, výběr materiálu, manipulaci a skladování kulatiny, technologii opracování (tesání, štípání a řezání), skladování opracovaných prvků až po samotnou konstrukční sanaci, kde je na konkrétních příkladech konstrukčních prvků předvedena minimalistická varianta zásahu do původní materie za použití tradičně (ručně) opracovaného dřeva.

**Klíčová slova:** dřevěné konstrukce, konstrukční opatření, tradiční opracování dřeva, tesání, řezání, štípání.

## Poděkování

Autoři metodiky děkují všem lesním pracovníkům a tesařům podílejícím se na těžbě a opracování dřeva za účelem přípravy experimentálních vzorků; státnímu podniku Lesy ČR, jmenovitě revírnicki LS Telč Janě Vystrčilové, která poskytla maximální možnou součinnost při výběru vhodných smrkových porostů v lokalitě Javořice na Vysočině. Jaroslavu Buzkovi za spolupráci při přípravě grafických podkladů pro metodiku. Dále pak pracovníkům Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně a Valašského muzea v přírodě v Rožnově pod Radhoštěm, kteří se podíleli na experimentech. V neposlední řadě Jaroslavu Hrivnákovi za spolupráci při experimentech, dokumentování a vyhodnocování. Poděkování taktéž patří Ivaně Holcové za jazykové korektury, Nové tiskárně Pelhřimov za grafické úpravy a tisk metodiky.

Metodika vznikla za finanční podpory grantového projektu Ministerstva kultury ČR NAKI II, DG16P02M026 „Historické dřevěné konstrukce: typologie, diagnostika a tradiční opracování dřeva“.

# 1. ÚVOD A CÍL

## 1.1 Úvod

Potlačení využití dřeva ve stavbách během 20. století vedlo k narušení kontinuity předávání tesařské zkušenosti projevující se v soudobém nedostatečném využívání řemeslných postupů, připouštění nekvalitních či necitlivých postupů, existenci chyb při přípravě materiálu i při provádění konstrukčních oprav dřevěných konstrukcí historických staveb. Kultivace řemesla v kontextu poznání materiálu dosud nebyla podložena komplexním výzkumem a souhrnně metodicky ukotvena. Pro vypracování metodiky bylo nutné provedení experimentálních materiálových a konstrukčních zkoušek v součinnosti s teoretickým rozbohem problému. V této oblasti bylo možné navázat na výzkumné práce, např. v oblasti trasologie tradičních nástrojů při opracování dřeva (Růžička, 2005; Janák, 2005; Bláha, 2013), ovšem komplexní zhodnocení ve vazbě na opracování dřeva dosud chybí.

Tento nedostatek byl napraven až možností experimentálně ověřovat tradované postupy výběru, manipulace a skladování dřeva při tradičním řemeslném opracování dřeva za účasti tesařského mistra Petra Růžičky, který se podílel na několika významných opravách, z nichž je možné jmenovat např. opravu zvonové stolice Bílé věže v Hradci Králové nebo návrh a realizaci repliky středověkého jeřábu pro opravu věže Jakobínky v Rožmberku. Na základě výstupů ověřených při realizacích a doplňujících výzkumných experimentů bylo možné navrhnout metodiku základních postupů tradičního opracování dřeva využitelnou pro konstrukční opravy a údržbu historických dřevěných konstrukcí.

## 1.2 Cíl

Cílem metodiky je komplexní kritický rozbor hlavních postupů užívaných při řemeslném opracování především smrkového dřeva a z něho vycházející konkrétní návrhy pro optimalizaci procesu restaurování, konzervace, oprav a údržby historických dřevěných konstrukcí. Experimentální činnosti a vývoj byly realizovány především při průzkumech stavu historických konstrukcí, realizaci sanačních prací na konkrétních objektech (např. oprava střechy kostela Božího Těla ve Slavonicích) a také v rámci spolupráce s pracovníky Národního muzea v přírodě v Rožnově pod Radhoštěm (resp. Metodického centra pro muzea v přírodě). Zapojení metodického centra na řešení projektu nebylo náhodné, cílem je ověřit získané poznatky při obnově realizované na skutečných objektech, které má muzeum ve své správě. Díky zapojení metodického centra je pak navíc cílem podpora záchrany a zachování dřevěných staveb umístěných ve všech muzeích v přírodě zřízených na území ČR, na které má metodické centrum přímý vliv (např. příprava a realizace konstrukční sanace roubené stodoly ze Skaličky čp. 3 a jejího transferu do muzea v Příkazech nebo realizace

vzorových oprav konstrukčních opatření roubené stěny polygonální stodoly původně náležející k usedlosti čp. 97 v obci Čistá u Litomyšle transferované do areálu Mikšíkova statku čp. 56 v Trstěnici u Litomyšle).

V současné době neexistuje metodická publikace, která by souhrnně řešila přístup k individuálnímu výběru dřeva a těžbě, technologii tradičního (ručního) opracování, vlivu skladování, vysoušení a výběrové aplikaci dřeva při jeho opracování, ale i některá pozitivní a neúmyslná ovlivňování vlastností dřeva (např. máčení dřeva). Cílem výzkumu byl proto návrh jednoduše uchopitelné metodiky, prakticky využitelné při opravách dřevěných konstrukcí, zejména památek, metodiky respektující standardy z oblasti ochrany kulturního dědictví, zejména pak požadavek na citlivé ověřené technologie opracování materiálu a zároveň zajištění kvality použitého materiálu.

### 1.3 Způsob čtení

Publikace se snaží pokrýt poměrně rozsáhlou oblast, je tedy nutné volit různou míru zaostření v různých kapitolách. V některých částech předpokládá minimálně informovanost v oblasti, např. u dřevařsko-lesnických témat; v oblasti řemeslné zase předpokládá určitou míru „předporozumění“ v oblasti tesařství a řemesla. Ač je tedy metodika psána pro zájemce zejména z řad odborné veřejnosti, a tedy detailně a důsledně, může ji kdokoliv číst zjednodušeným způsobem bez zacházení do každého detailu. Při takovém čtení se jistě dozví mnoho zajímavého a potřebného i laik či zájemce o příbuzné obory.

Ač je text psán samozřejmě, autoři této publikace vycházejí z dostupné literatury a experimentálních výsledků, které sami provedli jsouce si vědomi rozmanitosti interpretací i jednoduchých jevů. Výsledky tedy považují v čase psaní publikace za pravdivé, nikoliv však nepochybné, jak tomu je ve světě výzkumu vždy.

## 2. KONSTRUKČNÍ SANACE

### 2.1 Východiska

Dnešní porozumění památkové péči o nemovité stavební památky vychází z chápání památek jako objektů neměnné povahy, které se snažíme opravit a vrátit do stavu nálezu. Sebejisté slohy minulosti bořily a přeměňovaly objekty zachovávající pouze části původních konstrukcí. Dnes si více uvědomujeme složitou povahu vývoje staveb, a to jak překotné změny v dobách minulých, tak i dopady výsledků péče o památky v poválečném moderním období. Opatrnost a zdrženlivost dnešního přístupu se tedy promítá i do péče o památkové objekty coby svědky dob minulých. Trh a dostupnost nových materiálů tlačí v mnoha ohledech na výslednou podobu a polohu novostaveb; absence jednotícího prvku stylu vede dnes k výstavbě technicistních objektů, jež vytvářejí jakýsi protipól starým objektům, jejichž samotná existence a zachování utvrzuje starobylost osídlení, ukotvuje a podtrhuje sepětí s domovem.

Z těchto dobrých důvodů je ve stavebně-dřevařském oboru na místě hovořit o potřebě konstrukčních sanací památkových objektů, které budou vždy trochu v rozporu s duchem moderní doby a které na první pohled mohou působit anachronicky. Cílem takových sanací je totiž zachování autenticity staveb pomocí adekvátních technologií. Úpadek ručního řemesla spojený s průmyslovými automatizačními a robotickými trendy není pozitivní, neboť mnohé činnosti není možno automatizovat bez rezignace na výslednou kvalitu produktu. Zejména v oblasti výběru a zpracování dřeva pro sanaci konstrukcí památek je zkušenostní přístup jedince zárukou finální kvality; není proto divu, že následující kapitoly se zabývají technologickými přístupy k výběru a zpracování suroviny pro realizaci konstrukčních sanací.

### 2.2 Postupy konstrukčních sanací

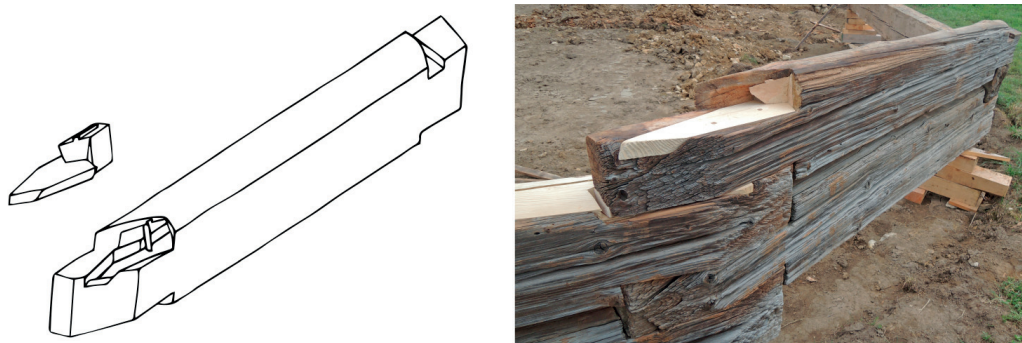
Kritickými faktory pro vznik poškození dřevěných konstrukcí je přítomnost vlhkosti implikující problémy s hnilobou a plísněmi či přítomnost larev dřevokazného hmyzu, popř. dalších méně častých biotických a abiotických činitelů. V případě absence těchto nežádoucích jevů vydrží obvykle dřevo v prakticky nezměněném stavu a stejných mechanických vlastnostech po staletí (Cavalli a kol., 2016). Je tak na místě uvažovat o zachování maximálního možného podílu původního materiálu, neboť hmotné kulturní dědictví z definice vyžaduje přítomnost a zachování hmoty. Každý zachovaný prvek konstrukce či jeho část nese stavebně–historické, dobově podmíněné informace nevyčísitelné hodnoty – např. o materiálu, technologii výroby, druhu konstrukce apod. Proto je snaha historické objekty opravovat takovým způsobem, aby návštěvník nezaznamenal opravy, které celkový pocit z objektu ruší, a opravy provádět co nejcitlivěji, zejména u vybraných památek, u nichž



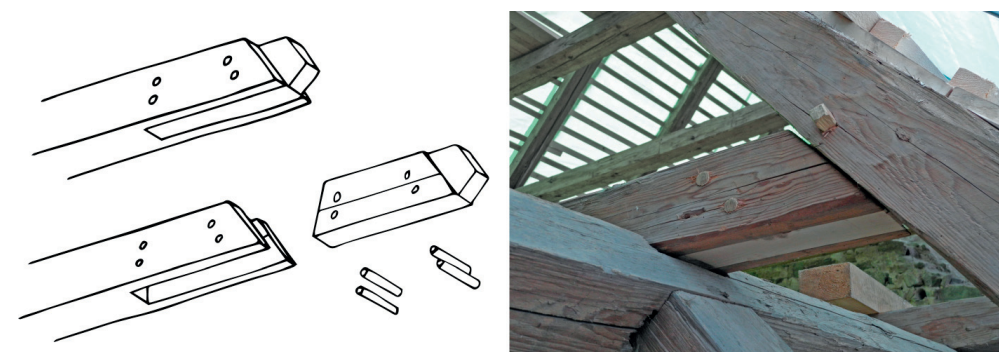
je poškození viditelné na povrchu, což dále akcentuje potřebu povrchové kompatibility s opravovaným objektem, a tedy znalost postupů uvedených v kapitole 5.

Konstrukční sanace dřevěných částí stavebních konstrukcí zahrnuje fázi stavebně-historických průzkumů, které se ve zjednodušené podobě popisují v publikaci „Operativní průzkum a dokumentace historických staveb“ (Bláha a kol., 2005), dále fázi stavebnětechnických průzkumů, přehledně prezentovaných v knize „Diagnostika dřevěných konstrukcí“ (Kloiber a Drdáký, 2015). Při diagnostice se určí pomocí specializovaných přístrojů a zkušeností druh a kvalita dřeva, stupeň a rozsah poškození. Dále pak inženýrská projekční (statická) část, při které se použije v případě potřeby výpočet zatížení, přetvoření konstrukce a zváží se možnost aplikace dostupných citlivých postupů konstrukční sanace.

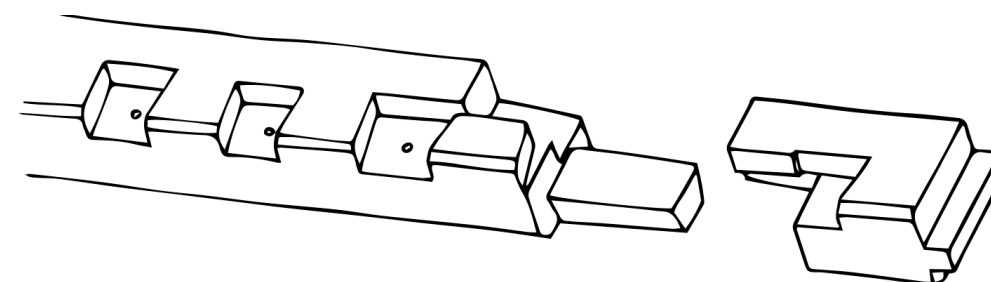
Nejšetrnější konstrukční sanací je pouze částečná výměna prvku či vyplnění místa poškození pomocí vloženého kusu dřeva (vložkování). Typickým příkladem je sanace středové hniloby prvku v místě, kde v minulosti zatékala dešťová voda. Na obr. 2.1 je příklad citlivého osazení vložky v místě vyhnílého plátu rybinovitého přeplátování trámu polygonální stěny stodoly. Obr. 2.2 prezentuje motýlkový vložený čep spodního hambalku příčné vazby krovu. Vložkování prvku v místě poškození je důležité realizovat s ohledem na rozsah a lokalizaci poškození tak, aby výsledný zásah do původní materie byl co nejmenší. Takový konstrukční zásah je patrný na obr. 2.3, v místě zcela vyhnílé spodní části sloupku roubené stěny byla osazena vložka na svlak a zajištěna klínem. Nenásilné konstrukční řešení napojení vložky bylo provedeno v místě oboustranné rybiny a výsušné trhliny, kde docházelo k přechodu mezi poškozenou a nepoškozenou částí sloupku.



Obr. 2.1: A – Vložka v místě poškození rybinovitého přeplátování trámu, B – Trám po dokončení opravy a osazení na původní místo do polygonální roubené stěny stodoly původně náležející ke usedlosti čp. 97 v obci Čistá u Litomyšle

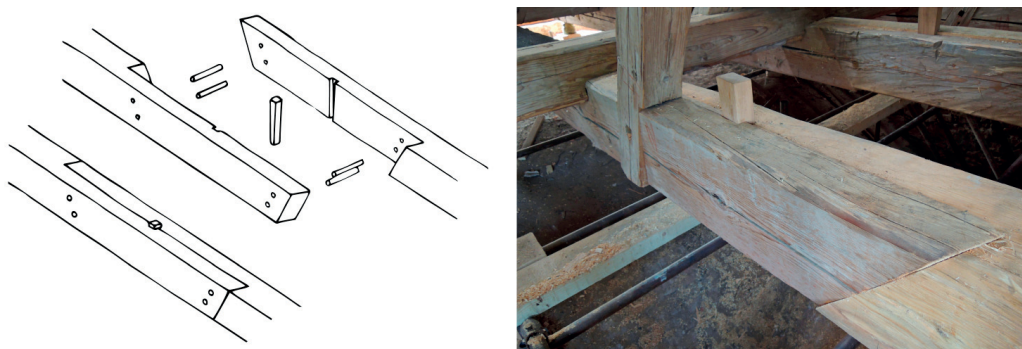


Obr. 2.2: A – Motýlkový vložený čep, B – Čepový spoj hambalku a krokve osazený motýlkovitou vložkou po dokončení opravy krovu kostela ve Vranově nad Dyjí



Obr. 2.3: A – Vložka sloupku roubené stěny osazena na svlak, B, C – Sloupek roubené stěny stodoly původně náležející ke usedlosti čp. 97 v obci Čistá u Litomyšle po dokončení vzorové opravy

Další variantou konstrukční sanace mechanicky namáhaných prvků je nastavování (protézování) poškozené části prvků (nejčastěji zhlaví trámů) pomocí plátových spojů. Na obr. 2.4 je příklad podélného plátu se šikmými podkosenými čely zajištěnými čtyřmi kolíky a klínovým hmoždíkem. Návrh a výroba některých celodřevěných tesařských spojů je detailně prezentována v metodice „Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí“ (Kunecký a kol., 2016).



Obr. 2.4: A – Podélný plát se šikmými podkosenými čely zajištěný čtyřmi kolíky a klínovým hmoždíkem, B – nastavovací spoj před osazením kolíků, aplikovaný při opravě zhlaví vazných trámů krovu kostela Božího Těla ve Slavonicích

Alternativou konstrukční sanace mechanicky namáhaných prvků, kde není požadavek na použití původní technologie opracování dřeva s aplikací dřevěných spojovacích prostředků, je použití kovových spojovacích prostředků a hmoždíků (dle ČSN EN 1995-1-1 a ČSN 73 1702). Toto řešení však není pro použití v památkách ideální, a to zejména z důvodu jejich estetické a materiálové nekompatibility.

V případě nevyhovující únosnosti mechanicky namáhaných prvků a poškození v celé délce je možno sáhnout k další možnosti, kterou je výměna celého prvku (obr. 2.5). Ideálním řešením je vhodná kombinace různých přístupů, kdy docílíme vhodného kompromisu mezi zachováním původní materie a mírou spolehlivosti dané konstrukce pomocí všech zmíněných postupů konstrukční sanace.



Obr. 2.5: Nově vložená pozednice v celé délce při konstrukční sanaci krovu kostela Božího Těla ve Slavonicích

Poslední fází sanace je pak samotná realizace tesařskou či stavební firmou, kterou je preferováno provést v souladu se zásadami uvedenými v následujících kapitolách. Provedení takové sanace je krucální, neboť práce se dřevem vyžaduje mnoho zkušeností a informací, které nejsou nikde dostupné na jednom místě.

## 3. VÝBĚR DŘEVA

### 3.1 Soudobé pojetí výběru dřeva

Správný výběr materiálu vždy do značné míry spoluurčoval konkrétní vlastnosti konstrukce. Materiál omezuje nebo naopak umožňuje vývoj, zhotovení a technické parametry zhotovované konstrukce. Nelze opomenout ani jeho estetickou hodnotu.

Způsob výběru materiálu (druhu dřeva a jeho kvality) je díky různým vlastnostem a rozmanitosti řemeslného zpracování (tesaři, truhláři, soustružníci, bednáři, koláři, stavitelé hudebních nástrojů, řezbáři atd.) opředen legendami. Jestliže se dříve mistři jednotlivých řemesel výběru dřeva v lese a na pile přímo účastnili, ekonomika, charakterizovaná rostoucí dělbou práce, tento akt přesunula do kompetence lesníků, samotných pil a obchodníků se dřevem. Za účelem lepšího porozumění specifikacím mezi jednotlivými partnery v celém tomto řetězci se vyvíjely obchodní zvyklosti a v poslední době pak normy klasifikující dřevo jako stavební (s různými jakostními třídami). S rostoucí industrializací se dřevo čím dál tím více stávalo anonymním obchodním produktem, jeho přebírání kupcem a zpracovatelem v jedné osobě bylo potlačováno. Tím se přerušil také tok informací o potřebách a požadavcích zpracovatelů dřeva vůči lesnímu hospodářství.

V tržně motivovaném prostředí musí být pohyb materiálu (dříví) od suroviny po konečný produkt patřičně regulován. Obchodní normy pro surové dřevo a řezivo jsou stanoveny v národních a mezinárodních sbírkách norem (jejich shrnutí pro smrkové dřevo je uvedeno v kapitole Literatura). Tesaři nakupují stavební dřevo, resp. řezivo, předsušené a často povrchově strojně opracované od specializovaného dodavatele jako zcela normovaný obchodní produkt, který vykazuje požadované vlastnosti dřeva (např. jeho charakteristickou pevnost).

Současně lze už v první fázi přípravy materiálu pozorovat jistou opozici vůči normovaným produktům. Takovým znakem odlišujícím se od anonymního nadregionálního produktu je např. „dřevo krátkých dopravních cest“ dokládající snahu vrátit získávání suroviny a distribuci stavebního dřeva zpět do regionů.

### 3.2 Individuální přístup k výběru dřeva

Metodika se zabývá porozuměním výběru dřeva na základě individuální zkušenosti, a proto není možné pomocí tohoto textu obecně zařazovat vybrané dřevo do konkrétních pevnostních tříd. Analýza kvality dřeva ve starých stavbách ukazuje, že se v nich tehdy, stejně jako dnes, páchaly různé „hříchy“, přesto zásadní fyzikální a mechanické vlastnosti jsou přibližně podobné jako u soudobého dřeva. Rozdílly ve vlastnostech, podobně jako v dnešní době, souvisely s původem dřeva, tedy v jaké lokalitě rostly stromy použité na výrobu



konstrukčního dřeva. Jehličnaté dřevo stromů rostoucích v méně příznivých podmínkách vykazuje vyšší hustotu a lepší mechanické vlastnosti v důsledku užších letokruhů s vyšším podílem letního dřeva. Kvalitu dřeva lze ovlivnit i samotným individuálním výběrem stromu respektujícím např. klimatické podmínky či postavení v porostu, na které upozorňoval již Václav Eliáš Lenhart v publikaci Zkušené naučení k velmi potřebnému již za našich časů osetí lesův, poprvé vydané v roce 1793 (Lenhart a kol., 2003).

S ohledem na typickou růstovou křivku je vhodné zachování maximálního podílu bělové části kulatiny v konstrukčním profilu prvku. Vnější bělová část je zpravidla hustější s lepšími mechanickými vlastnostmi než středová (blízko dřene i juvenilní) část kulatiny. Při tesařském opracování kulatiny je vhodné odebírat pouze nejnужnější krajinu i za cenu zachování drobné oblíny na výsledném profilu konstrukčního prvku. Platí pro dřevo jehličnanů, u mnoha listnatých dřev, zejména těch s kruhovitě pórovitou stavbou, je to naopak.

Vlastnoruční zpracovávání dřeva a manipulace s ním (např. ruční odkorňování, třídění kulatiny s jednoduchými pomůckami) usnadňuje přímý kontakt se dřevem, „osahání dřeva“ a identifikace přirozených vad (např. šíře letokruhů, excentricita letokruhů, křivost kulatiny, točitost atd.) včetně jejich hlubšího poznání a zohlednění těchto skutečností při třídění. Např. spojení větví s kmenem se po stránce mechaniky utváří natolik ideálně, že by to žádný inženýr nedokázal navrhnout lépe. Biomechanická tvarová optimalizace stromu se tím stává příkladem, kdy tesař při tradičním opracování dřeva může cíleně např. umístit shluk suků do místa před zapuštěním krokve a snížit riziko poškození ve smyku nebo využít přeslen suků umístěný na čele prvku jako zámek eliminující vznik výsušných trhlin.

V porovnání s minulostí se kvalita dřeva výrazně nezměnila (s výjimkou klimatických oscilací např. malé doby ledové v dobách baroka), ale spíše došlo ke změnám zacházení zpracovatelů s tímto materiálem bez zohlednění individuálních potřeb užití. Limitujícími faktory rozšířeného výběru dřeva na stojato je odhad či měření vlastností na základě pozorování ve spodní části kmene. Např. nedostatečné je posouzení točitosti pomocí rychlosti šíření v prsní výšce stromu, neboť točitost se po výšce různě mění a nedá se tak přesně predikovat. Mezi další limitující faktory patří omezená vizuální diagnostika některých vad po výšce kmene (např. zásušek, zárost, hniloba). Naopak při výběru kulatiny na manipulačním skladě lze při jejím rozvalování velmi dobře hodnotit většinu potenciálních vad. Nevýhodou je časová a fyzická namáhavost při rozvalování skládky kulatiny, zároveň často chybí informace o stanovišti, na kterém stromy rostly, což je v dobách kalamitní těžby obzvlášť důležitá informace.

### 3.3 Určení a výběr kvalitních smrkových porostů

Smrkové dřevo určené pro výrobu kvalitních konstrukčních prvků musí mít specifické vlastnosti. Ty jsou dány konkrétními přírodními podmínkami daného ekosystému smrkových

porostů. Dřevo musí mít požadovanou hustotu a strukturu bez nepřijatelných vad (hniloba, napadení hmyzem, trhliny, reakční dřevo, do jisté míry i suky apod.). Musí být tvořeno z rovnoměrně uspořádaných letokruhů s požadovanou strukturou a rozměry. Hustota dřeva je ovlivněna šířkou letokruhu (danou rychlostí růstu dřeva, délkou vegetačního období), resp. šířkou letokruhu odpovídající podílu jarního a letního dřeva. Tyto specifické vlastnosti jsou predisponovány typologií stanovišť, klimatem a důsledkem způsobu hospodaření v lesních ekosystémech. Méně příznivé růstové podmínky vedou k menším ročním přírůstkům, v běžném rozpětí ročních přírůstků pak vykazuje dřevo smrku rostoucí hustotu s klesající šířkou letokruhu. Proto by se jehličnaté stromy poskytující kvalitní dřevo měly nacházet v podhorských a horských oblastech na chudých sušších půdách, na lokalitách s nízkými průměrnými ročními teplotami vzduchu a s krátkým vegetačním obdobím. S ohledem na přírůsty jsou vlastnosti dřeva ovlivněny stářím stromu i prostorovým uspořádáním lesního porostu, resp. sociálním postavením stromu v porostu.

Pro dosažení požadované kvality dřeva smrku lze doporučit následující lokality, parametry porostu a jedince:

Věk stromu – optimálně nad 120 let (obvyklé obmýtní smrku bývá nižší – 90 až 110 let). Typický obmýtní smrkový porost ilustruje obr. 3.1.

Nadmořská výška – minimum 600 m n. m.; maximum je limitováno horní hranicí lesa (v ČR cca 1000 m n. m.), výjimkou pro výběr nižší nadmořské výšky jsou lokality s odlišným mikroklimatem (expozice svahu, teplota vzduchu).



Obr. 3.1: Obmýtní smrkový porost



Obr. 3.2: Smrke z porostního okraje



Meteorologické podmínky – průměrná roční teplota vzduchu pod 6 °C, délka vegetačního období pod 180 dní. Lokalita by se neměla nacházet na stanovištích silně exponovaných abiotickým faktorům (silná intenzita slunečního záření, vítr, sníh, námraza apod.).

Stanoviště – chudší půdy, kyselá (popř. oglejená) stanoviště vyšších a horských poloh s vyrovnaným hydrickým režimem. Nevhodná jsou stanoviště ovlivněná vysokou hladinou spodní vody s nevyrovnaným hydrickým režimem (náchylná na náklazu dřevokaznými houbami). Na živných (bohatých) stanovištích přirůstá dřevo vlivem většího přísunu živin rychleji (negativní ovlivnění hustoty vlivem větší šířky letokruhu). Zcela nevhodnými stanovišti jsou bývalé zemědělské půdy (nyní živná stanoviště).

Umístění jedince v porostu – ve vnitřní části porostu (v severní části se severní expozicí svahu), úroveň strom v plném zápoji porostu. Nežádoucí je silná intenzita oslunění či jednostranná expozice slunečnímu záření (typicky kraj porostu, obr. 3.2) způsobující větší a často excentrický přírůst. V důsledku fototropismu (přímé reakce na přísun slunečního záření) roste dřevo rychleji (ovlivnění hustoty a rozměru letokruhu).

Struktura letokruhu – rovnoměrná struktura vyrovnané šířky letokruhu), minimální počet letokruhů – 5 na 1 cm, minimální podíl letního dřeva – 30%.

Nepovolené vady – suky (do 2 m výšky na kmeni), hniloba, napadení hmyzem (nad 3 mm hloubky), točitost nad 3 cm/m, sbíhavost kmene nad 1 cm/m (definováno dle ČSN 480055). Stromy napadené hnilobou (např. houbou rodu václavka) mají zbytnělou bazální část (lahvovitý tvar oddenku kmene). Je nutné vyloučit stromy, které mají na povrchu kmene výrazné výrony pryskyřice (signalizuje napadení).

Lokalizaci stanoviště lze konkretizovat dle přírodních podmínek – souboru lesních typů (klasifikace podle Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa Brandýs nad Labem – ÚHUL – <http://www.uhul.cz>). Vhodná jsou stanoviště 5. až 8. lesního vegetačního stupně, ekologické řady kyselá a oglejená, edafická kategorie chudé (M), kyselá (K), kamenitá (N) a uléhavá (I).

Vhodné soubory lesních typů (SLT) v kyselé ekologické řadě:

- 5M, 5K, 5N, 5I
- 6M, 6K, 6N, 6I
- 7M, 7K, 7N
- 8M, 8K, 8N

Vhodné soubory lesních typů (SLT) v oglejené ekologické řadě:

- 5P, 5Q
- 6P, 6Q
- 7P, 7Q

Dalším vodítkem jsou cílové hospodářské soubory (HS):

Optimální – cílový HS 53, resp. HS 52 (kyselá stanoviště vyšších poloh), současný HS 531, resp. HS 521 (smrkové hospodářství na kyselých stanovištích vyšších poloh), alternativy: HS 532, 533, 534 (resp. 522, 523, 524).

Další vyhovující – cílový HS 57, resp. HS 56 (oglejená stanoviště vyšších poloh), současný HS 571, resp. HS 561 (smrkové hospodářství na oglejených stanovištích vyšších poloh), alternativy: HS 572, 573, 574 (resp. 562, 563, 564).

Méně vhodné – cílový hospodářský soubor HS 55 (živná stanoviště vyšších poloh).

*S obledem na výše uvedené lze doporučit následující postup výběru vhodných porostů a konkrétních stromů:*

1. Ve vhodné lokalitě s odpovídající nadmořskou výškou zvolit konkrétní LHC (lesní hospodářský celek) určité lesní správy.
2. Zajistit na lesní správě data LHP (lesní hospodářský plán), konkrétně lesní hospodářskou knihu a porostní mapu s požadovanými porostními skupinami (data LHP lze zajistit i v elektronické formě).
3. V hospodářské knize vyhledat požadovaný, tzv. cílový, hospodářský soubor (HS, viz též mapa cílových HS) a vyčlenit porostní skupiny, které pod něj spadají.
4. V hospodářské knize v rámci konkrétních porostních skupin vyhledat požadovaný soubor lesních typů (SLT) pro odpovídající ekologickou řadu a edafickou kategorii. Vhodnou pomůckou je tabulka Přehled lesních typů a soubor lesních typů v ČR (ÚHÚL) nebo přímo lesnická typologická mapa (součástí LHP).
5. V konkrétní porostní skupině požadovaného HS a SLT vyhledat stromy starší 120 let. Samotné označení porostní skupiny udává věkové rozpětí; např. 4H12, tj. porostní skupina 12 (v oddělení 4 a porostu H) věku 111 až 120 let, nebo 28B13, tj. porostní skupina 13 (v oddělení 28, porostu B) věku 121 až 130 let.
6. V odpovídající porostní skupině vybrat vhodné jedince v rámci prostorové skladby a expozice porostu.

Příklad: Lesní správa Černá Hora (Lesy ČR, s. p.). Cílový HS 53 (současný HS 531), nadmořská výška 650 m n. m. SLT 5K (LT 5K3) – kyselá jedlová bučina biková (ekologická řada: kyselá, edafická kategorie: kyselá, 5K). Oddělení, porost, porostní skupina 9A13 (věk porostu 121–130 let), úroveň 120letý strom s pravidelným rovným kmenem bez vad s nasazením koruny ve druhé třetině výšky. Strom nebude v porostním okraji a bude v plném zápoji.

### 3.4 Vlastnosti dřeva ovlivňující jeho výběr

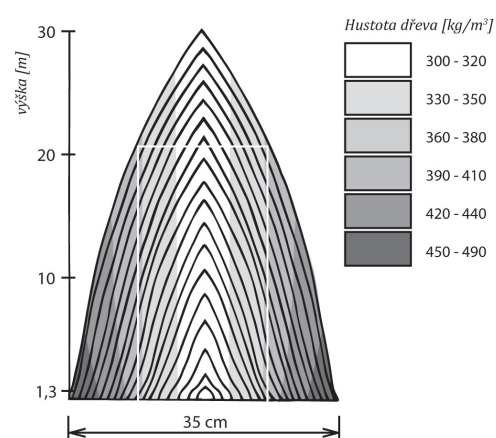
Jedná se zejména o vlastnosti či vady:

- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1. Hustota               | 5. Trhliny                         |
| 2. Přirozená trvanlivost | 6. Vady tvaru kmene                |
| 3. Suky                  | 7. Nepravidelnosti struktury dřeva |
| 4. Točitost              | 8. Biologické poškození dřeva      |

### 3.4.1 Hustota

Hustota (objemová hmotnost) dřeva je charakterizována podílem hmotnosti dřeva a jeho objemu. Jde o jednu z nejvýznamnějších charakteristik dřeva, která významně ovlivňuje většinu jeho fyzikálních a mechanických vlastností, můžeme ji tak považovat za jedno z nejlepších kritérií pro posuzování vlastností dřeva. Dřevo je porézním materiálem. Objem pórů (lumeny buněk a mezibuněčné prostory) u něj často převyšuje objem buněčných stěn. Póry vytvářejí ve dřevě více méně průchodný, vzájemně spojený kapilární systém, který může být zcela zaplněný vodou. U mnoha dřev je ovšem kapilární pórovitost silně redukována v důsledku přítomnosti doprovodných vyluhovatelných látek nebo thyl.

Proměnlivost hustoty dřeva závisí na řadě faktorů, z nichž k nejdůležitějším patří stavba dřeva, jeho chemické složení a vlhkost (Horáček, 1998). Je variabilní vzhledem k poloze ve kmeni (obr. 3.3), stanovištním podmínkám a pěstebním opatřením. Kvalitní smrkové dřevo s průměrnou šířkou letokruhu okolo 1 mm má hustotu v absolutně suchém stavu přibližně  $450 \text{ kg/m}^3$ , v případě šířky letokruhu okolo 3 mm je hustota přibližně  $350 \text{ kg/m}^3$  (Trendelenburg, 1939).



Obr. 3.3: Vertikální variabilita hustoty dřeva smrku

### 3.4.2 Přirozená trvanlivost

Přirozenou trvanlivost dřeva definuje norma ČSN EN 350 jako „dřevu vlastní odolnost vůči napadení dřevokaznými organizmy.“ Těmito organizmy mohou být dřevokazné houby, hmyz, škůdci dřeva žijící v mořské vodě i bakterie (Reinprecht, 2008). Uvedená, velmi otevřená, definice odkazuje na přirozenou trvanlivost coby obecnou vlastnost dřeva, která může být u některých jeho druhů silně, u jiných slabě vyvinuta.

Přirozenou trvanlivost dřeva ovlivňují různé faktory. Silný vliv mají některé doprovodné příměsi vyskytující se jako extraktivní látky (obsah ve dřevě dřevin mírného klimatického pásma mezi 1–10%, u dřevin tropických však může dosáhnout až 30%). Obecně se obsah extraktivních látek v jádrovém dřevě směrem od dřene ke kůře a od spodní k vrchní části kmene snižuje (Hills, 1987).

Bělové a jádrové dřevo se ve své přirozené trvanlivosti značně liší. Zvýšená přirozená trvanlivost jádra ale není na celém průřezu stejná. Nejzazší vnější vrstva jádrového dřeva bývá zpravidla nejtrvanlivější; přirozená trvanlivost se směrem ke dřeni snižuje. Běl naopak může trpět napadením houbou (zamodráním) a je obecně méně trvanlivá.

Hustota čerstvého dřeva smrku s přirozenou trvanlivostí pozitivně koreluje (Schmidting a Amburgey, 1982). Vzhledem k tomu, že hustota čerstvého dřeva nerozlišuje mezi jarním a letním dřevem, a nedává tak jasnou informaci o jejich vzájemném poměru, je třeba upozornit na fakt, že husté dřevo má zvýšený podíl letního dřeva, a tím i vyšší obsah extraktivních látek (Kollman, 1951). Odolnost dřeva proti biologickým škůdcům nezávisí pouze na jeho hustotě, neboť některé druhy dřeva s vysokou hustotou bez obsahu extraktivních látek (např. buk a habr) patří k nejméně trvanlivým druhům (Reinprecht, 2008).

Dle rozdělení dřevin podle přirozené trvanlivosti patří smrk mezi dřeva málo trvanlivá. Např. velmi trvanlivé – akát; trvanlivé – dub, kaštan; středně trvanlivé – modřín, borovice; málo trvanlivé – smrk, jedle, jilm; netrvanlivé – buk, bříza, jasan, javor, lípa, topol.

Přirozenou trvanlivost snižuje např. zamodráním bělové části (napadení dřevozbarvující houbou často v případě letní, často kalamitní, těžby). U bělového dřeva vykazujícího zamodráním dochází k otevírání vodivých cest (dvojteček), čímž se zvyšuje propustnost pro vodu a zároveň je dřevo náchylnější k napadení dřevokaznou houbou. Naopak, např. dle studie Švýcarského ústavu pro výzkum a testování materiálů (Graf a kol., 1989), měly „odumírající“ smrky a jedle v porovnání se „zdravými“ stromy snížený obsah vody a zvýšenou odolnost vůči tesaříku krovovému (posuzováno podle vývoje nasazených primárních larev).

### 3.4.3 Suky

Suky představují zarostlé části větví s vlastními letokruhy, které zarůstají do dřeva kmene. Suky zabírají 70–80% podíl z celkového množství přirozených vad, které se ve dřevě vyskytují. Suk po živé větvi se po opracování jeví jako zdravý, srostlý s letokruhy kmene. Po zaschnutí, degradaci a odpadnutí větve je rána zavalena. Pokud hniloba zaujímá nejvýše  $\frac{1}{3}$  průřezu soku, který si zachovává svůj tvar, částečně mění barvu a původní strukturu (obr. 3.4), jedná se o suky tzv. nahnílé, které jsou částečně tolerovatelné. Suky, kde hniloba zaujímá více jak  $\frac{1}{3}$  průřezu a hmota se rozpadá, jsou vážnou vadou.

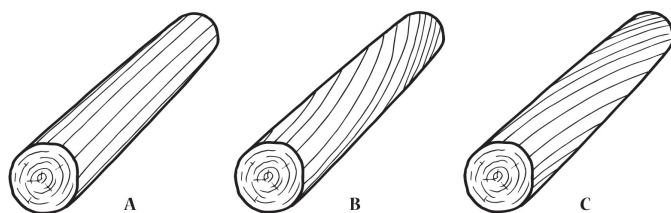


Obr. 3.4: Nabílé suky do 1/3 průřezu (před a po odseknutí při hrubování)

Suky narušují stejnoměrnost stavby dřeva, vyvolávají nerovnoměrný průběh vláken a nerovnost povrchu, čímž částečně snižují mechanické vlastnosti dřeva, např. v tahu podél vláken, naopak na tah a tlak napříč vlákny mohou působit pozitivně (vždy jde o konkrétní pozici suků). Rozmístění suků lze využít při rozvrhování konstrukčních spojů, např. shluk suků umístit do místa před zapuštěním, které brání usmýknutí. Je vhodné se vyhnout sukům, které jsou zarostlé, ale projevují se na povrchu kulatiny – vyvýšenina na kmeni, ránová ploška, zvrásněná kůra atd.

### 3.4.4 Točitost

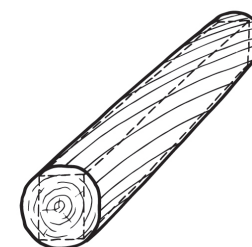
Točitostí rozumíme šroubovicový růst pletiv v podélném směru. Patří mezi nejdůležitější přirozené růstové vlastnosti dřeva, které zcela zásadním způsobem ovlivňují upotřebitelnost obrobených prvků určených ke konstrukčním účelům, a to více u druhů, jejichž ortotropní mechanické vlastnosti se významně liší. U smrkového dřeva mluvíme o točitosti při odklonu vláken od podélné osy kmene nad 2,5 cm na 1 m délky kmene. Horní mez točitosti není daná, např. u některých borovic může nabývat extrémních hodnot v podobě několikanásobného otočení po délce kmene. V odborné literatuře (Harris, 1988) se dále rozlišuje směr stáčení růstu vláken po směru hodinových ručiček jako „pravotočivý“, proti směru hodinových ručiček jako „levotočivý“ (obr. 3.5).



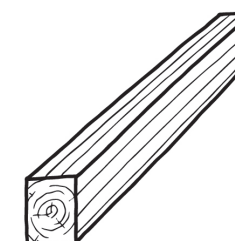
Obr. 3.5: Točitý růst, průběh vláken: A – rovně (paralelně s osou kmene), B – doleva (po slunci), C – doprava (proti slunci)

Točitost má za následek snížení pevnosti i tuhosti dřeva v podélném směru. Z praktického hlediska je však klíčovým parametrem proto, že její míra výrazně ovlivňuje zkroucení (vzájemné pootočení čel) prvků vlivem napětí vznikajícího při smršťování pletiv vlivem vlhkostních změn dřeva. Tím dochází ke komplikacím při osazování stočených prvků do konstrukce, a to především při opravách stávajících konstrukcí, kde se předpokládá zabudování již vysušeného dřeva (vlhkost dřeva pod 20 %). V případě výstavby nové konstrukce z čerstvého dřeva pak při rotacích dochází k neřízené redistribuci zbytkových napětí ve dřevě a rovněž k nerovnoměrnému namáhání různých částí konstrukce.

K vysvětlení točitého růstu existují různé teorie, např. otáčení Země, vliv větru a dalších mechanických jevů během růstu stromu. Nejrozsáhlejší přehled k tématu podává Harris (1988). Podle něho je točitý růst u většiny dřevin naprogramován geneticky, ale může být vyvolán a zesílen různými vlivy okolního prostředí. Velký význam spouštěče točitého růstu je přisuzován transportu vody v kmeni, plynulosti zásobování koruny stromu vodou. Obecný závěr však není možný, neboť příroda ukazuje vzájemně si odporující fenomény v rámci jednotlivých druhů dřevin i jedinců.



Obr. 3.6: Pravotočivost vláken na povrchu kulatiny

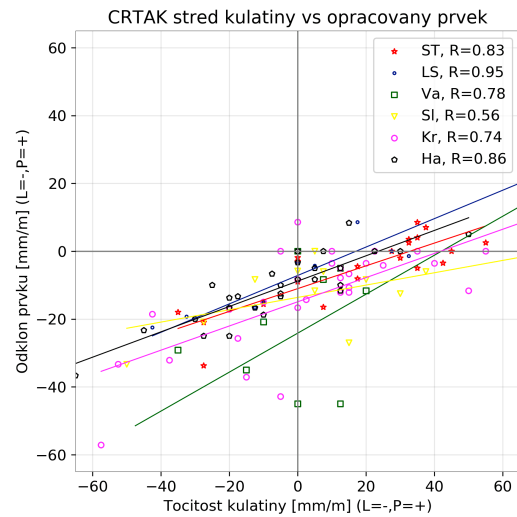


Obr. 3.7: Rovnoletá vlákna po opracování kulatiny na požadovaný rozměr prvků

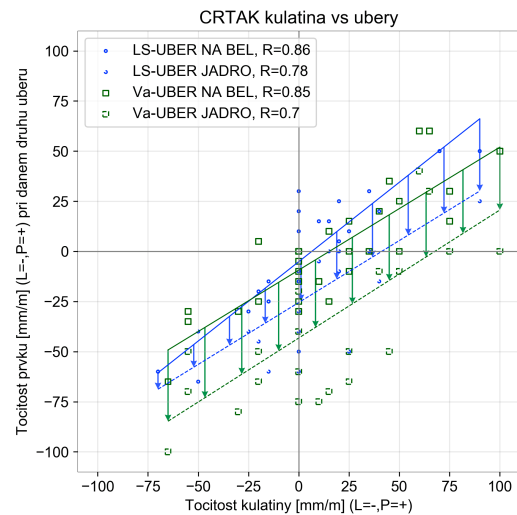
Točitost může i u jednoho kmene vykazovat změny intenzity a orientace po výšce (např. odlišnost v koruně a na oddenku) a poloměru (např. odlišný směr v běli a jádru). Určité druhy dřeva vykazují převážně levotočivou tendenci, jiné se zase stáčí spíše doprava. Smrk mívá v mládí často silně levotočivý růst, který ve stáří přechází v mírnou pravotočivost (Krempel, 1970; Säll, 2002), v jádru se tedy obvykle dřevo točí na druhou stranu než na kraji. Z toho vyplývá poučení pro vhodný výběr kulatiny pro konstrukční smrkové dřevo. Ideální je taková kulatina, která na povrchu vyazuje mírnou pravotočivost vláken (do 5 cm na 1 m délky kmene – obr. 3.6). Při opracování kulatiny na požadovaný profil konstrukčního prvku s minimálním úběrem (max. úběr do ostře hraněného profilu) je vhodné použít nižší hodnoty pravotočitosti (odklon vláken do 3 cm na 1 m délky kmene), dřevo se pak stává po vyschnutí netočité (rovnoleté, obr. 3.7), a tedy ideální pro konstrukční účely. V případě obdélníkových profilů s větším rozdílem ve velikosti poměru stran nebo pětibokých vaznic, kde jedna či dvě strany prvku jsou opracovány s větším úběrem materiálu, pak pravotočivost vláken na kulatině může



být větší (odklon vláken od 2 do 5 cm na 1 m délky kmene). Vliv točitosti kulatiny na výsledný odklon prvku pro rozmanité skupiny vzorků je uveden na obr. 3.8. Změnu směru vláken při různém úběru kompenzujeme výběrem pravotočivé kulatiny. Idealizovaný posun ve stáčení smrkové kulatiny při různých úběrech při opracování je uveden na obr. 3.9.



Obr. 3.8: Vliv točitosti kulatiny na výsledný odklon prvku pro rozmanité skupiny vzorků – je však patrné, že rovných prvků s nulovými odklony můžeme docílit pouze u lebece pravotočivé kulatiny mezi 20 a 50 mm/m



Obr. 3.9: Zjednodušený graf ukazující, jak má smrkové dřevo tendenci měnit směr vláken při různém úběru. Šipky ukazují idealizovanou tendenci směrem doleva, což kompenzujeme výběrem pravotočivé kulatiny

Pro stanovení točitosti kmene na manipulačním skladě je nejvhodnější jednoduchá pomůcka zvaná črták (obr. 3.10), jehož hrot je při tažení veden směrem vláken ve dřevě. Měření črtákem se provádí po odkornění boku kulatiny v místě bez suků. Na úseku dlouhém 20 cm se vyryje tenkým hrotem črtáku drážka (obr. 3.10), pomocí tužky a pravítka následuje zákres osy kmene. Na závěr se měří odklon vláken od osy kmene, který se vztahuje k měřené délce a vyjadřuje se v cm/m délky nebo v %. V případě dlouhých výřezů (nad 6 m) je vzhledem k proměnlivosti po délce vhodné měření točitosti provést na obou koncích v blízkosti čel. Po délce kmene je točitost prakticky nepředpověditelná, nevztahují se na ni žádná pravidla.



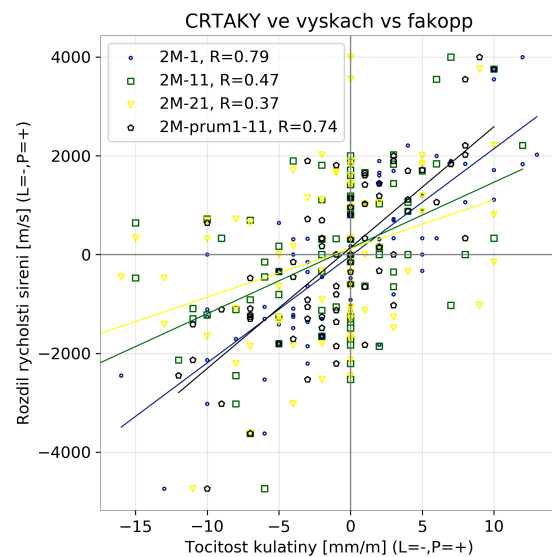
Obr. 3.10: Zjišťování točitosti kmene smrku pomocí črtáku

Při výběru dřeva „na stojato“ lze predikovat točitost pomocí šíření elastických vln dřevem, přičemž nejčastějšími zjišťovanými parametry jsou čas průchodu nebo rychlost šíření vlny. Tento neinvazivní způsob je aplikovatelný bez nutnosti odstraňovat kůru, a není tedy nutné strom kácet. K měření se využívá přístroj, který měří čas průchodu elastické vlny mezi vysílačem a přijímačem v podobě trnů zaražených skrz kůru do dřeva. Měří se ve dvou směrech s odklonem od podélné osy kmene na jednu a druhou stranu, např. tak, že vzdálenost senzorů na kmene po výšce činí 50 cm a v příčném směru pak 5 cm na každou stranu od podélné osy kmene, tedy v tomto případě svírají směry úhel  $11^\circ$  (obr. 3.11). Z časů průchodu signálu, resp. rychlostí šíření vlny, měřených mezi snímači v pozici levotočivé a pravotočivé, získáváme rozdíl, ze kterého lze usuzovat i na přítomnost, orientaci a velikost točitosti v místě měření. Jsou-li časy, resp. rychlosti, v obou směrech přibližně shodné, kmen točitost nevykazuje. Je-li zjištěna vyšší rychlost v levotočivém směru měření, resp. je-li čas průchodu nižší, pak kmen vykazuje levotočitost. Naopak, je-li rychlost v pravotočivém směru měření vyšší, kmen vykazuje pravotočitost vláken. Použití metody vyžaduje zkušenost pro odhad relevance rozdílu rychlostí, citlivost metody lze zvýšit zvětšením příčné vzdálenosti snímačů od podélné osy kmene. Míra korelace mezi metodou črtáku a metodou rychlosti šíření vln na patě stromu

byla v intervalu 0,8–0,9, kde 0 znamená žádný vztah a 1 znamená naprostou funkční závislost. S přihlédnutím k organické podstatě dřeva se jedná o poměrně vysokou míru shody, ve větší vzdálenosti od místa měření se přesnost predikce točitosti snižuje (obr. 3.12).



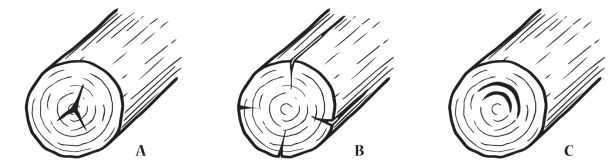
Obr. 3.11: Zjišťování točitosti kmene smrku pomocí přístroje pro měření času šíření elastické vlny. Pravotočivá konfigurace snímačů



Obr. 3.12: Účinnost měření pomocí šíření vln na patě stromu v porovnání s měřením črtákem v různých výškách stromu (11 a 21 m): zatímco na spodní části stromu (1–11 m) můžeme poměrně spolehlivě odhadnout točitost, ve větší vzdálenosti od místa měření se přesnost predikce točitosti snižuje

### 3.4.5 Trhliny

Trhliny dřeva ve směru vláken vznikají jak při růstu stromu (dřeňové a odlupčivé), tak po opracování dřeva (nejčastěji výsušné). Dřeňové trhliny (obr. 3.13 A) vznikají v rostoucím stromě ve spodní části a dosahují různých výšek. Po kácení stromu se obvykle zvětšují a přecházejí do formy výsušných trhlín, které se šíří od dřene k obvodu kulatiny. Výsušné trhliny (obr. 3.13 B) naopak probíhají od obvodu kulatiny ke dřeni. Jsou děleny na mělké (do 1/10 průměru čela) a hluboké (nad 1/10 průměru čela). Trhliny narušují celistvost dřeva, což má za následek snižování jeho mechanických vlastností. V případech, kdy je trhlina na ploše kolmé k působící síle, je mez pevnosti v tahu napříč vlákny téměř nulová, stejně je tomu při smyku podél vláken, je-li trhlina shodná s plochou smyku. Celkově trhliny snižují upotřebitelnost a je vhodné se výrazným trhlinám vyvarovat.



Obr. 3.13: Trhlina A – dřeňová, B – výsušná, C – odlupčivá

Na rostoucím stromě se trhliny špatně identifikují, především odlupčivé (obr. 3.13 C), které se projevují pouze na čele kulatiny jako obloukovité trhliny mezi letokruhy se značným rozsahem po délce kulatiny. Vznikají jako růstové chyby především při změnách podmínek (náhlé prosvětlení okolního porostu, kolísání spodní vody atd.). Odlupčivým trhlinám je radno se zcela vyvarovat, neboť v jejich důsledku dochází často k vážné deformaci konstrukčního prvku (obr. 3.14).



Obr. 3.14: Přetržení vláken na tahové straně obýbaného trámu způsobené odlupčivou trhlinou



### 3.4.6 Vady tvaru kmene

Postupné zmenšování průměru kulatiny po její délce se nazývá sbíhavost kmene. U smrku se za vadu považuje sbíhavost kmene v případě, kdy je větší než 1 cm na 1 m délky kmene. Optimální sbíhavost je okolo 7 mm na 1 m délky kmene, taková se vyskytuje především u jedinců rostoucích v plném zapojení. Nejmenší sbíhavost je uprostřed kmene. Sbíhavost snižuje výtěžnost dřeva a vlivem odklonu vláken od podélné osy kulatiny, resp. vyrobeného prvku, může docházet i ke snížení mechanických vlastností.

Výrazné zvětšení spodní části kmene (obr. 3.15) se nazývá zbytnění oddenku. Jde o zvětšení průměru oddenkového čela o 20% na 1 m délky kulatiny. Zbytnění oddenku vyvolávají nevhodné růstové podmínky a někdy také vnitřní hniloba. Při vizuálním výběru dřeva „nastojato“ se v případě zbytnění oddenku vady velmi špatně identifikují, proto je lepší se takovému dříví vyhnout. I při výběru „na skládce“, kde je možná korekce kvality na základě prohlídky čela, se výrazné zbytnění nedoporučuje z důvodu snížené výtěže.



Obr. 3.15: Zbytnění oddenku

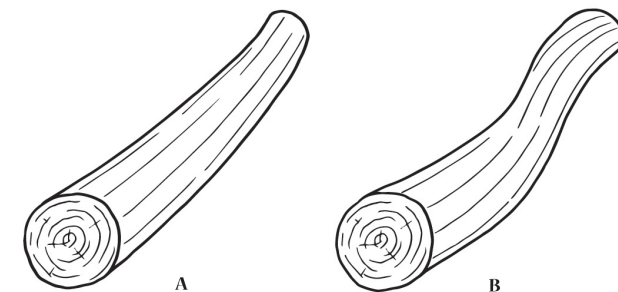
Oválný tvar kmene na příčném řezu, tzv. „zploštění“ (obr. 3.16), se nejčastěji vyskytuje při jednostranném zatěžování stromu (větrem, sněhem, ledovkou) nebo u stromů rostoucích na svazích, krajích porostů atd. Zploštění kmene je často doprovázeno nerovnoměrnou šířkou letokruhu po obvodu kmene a tzv. reakčním dřevem (u jehličnatých dřevin tzv. tlakové dřevo, viz dále v kap. 3.4.7 Nepravidelnosti struktury dřeva). Rozdíl mezi největším a nejmenším průměrem kmene by neměl být větší než 3 cm. Při větším rozdílu roste riziko

tvorby tlakového dřeva. I když je kulatina s tlakovým dřevem po zpracování rovná, snadno a velmi rychle se prohne. Prudké reakční změny způsobuje zejména porušení rovnováhy vnitřních sil.



Obr. 3.16: Oválný tvar kmene na příčném řezu, „zploštění“

Zploštění je často doprovázeno křivostí stromu – odchýlením podélné osy kmene od přímky. Vzniká v důsledku nepříznivých vlivů prostředí (jednostranné oslunění, vítr, svahovitý terén atd.). V případě borovice a modřínu se jedná o dědičnou vadu. Rozlišujeme jednoduchou a složenou křivost kmene (obr. 3.17). Měří se výška oblouku zakřivení. Pro výrobu dlouhých konstrukčních prvků je křivost nepřijatelná, naopak při výrobě kratších prvků lze křivost velmi efektivně eliminovat bez snížení výtěžnosti. Křivost kmene často souvisí s točitostí dřeva.



Obr. 3.17: Křivost kmene A – jednoduchá, B – složená



### 3.4.7 Nepravidelnosti struktury dřeva

Odchylky od normální stavby dřeva se mohou projevovat v nepravidelném uspořádání dřevních vláken (točitost – samostatně popsána v kapitole 3.4.4), v nerovnoměrném průběhu letokruhů – křemenitost (tlakové dřevo), která se na příčném řezu projevuje jako srpovitě pŕlmesíčky a na podélném řezu jako pruhy rozšířené části letního dřeva (obr. 3.18). Často se vyskytuje společně s excentricitou kmene u stromů rostlých v horských oblastech, které jsou jednostranně namáhány sněhem a větrem, stromů rostoucích na svazích nebo na okraji porostu. Vytváří se na závětrné straně kmene stromů a na spodní straně větví. V běžném pilařském provozu se tlakové dřevo neměří, ale pouze eviduje. Tlakové dřevo vykazuje odlišné fyzikální a mechanické vlastnosti, např. vyšší hustotu, vyšší bobtnání a sesychání v podélném směru, vyšší mez pevnosti v tlaku podél vláken, naopak nižší houževnatost (je křehčí) a mechanické vlastnosti v tahu podél vláken a smyku. Tlakové dřevo s vlivem na mechanické vlastnosti dřeva má zpravidla 2,5 až 5krát širší letokruhy, ve kterých je 3 až 4krát větší podíl letního dřeva. Použití tlakového dřeva u konstrukčních prvků je možné za specifických podmínek, např. v případě, kdy okolnosti umožňují toto dřevo umístit v horní tlakové zóně u ohýbaného profilu, naopak je třeba dávat pozor na nevhodné použití dřeva v tažených oblastech nosníku. Na obr. 3.18 je patrné nevhodné použití tlakového dřeva v místě zúžení pětiboké vaznice, tlaková část zúžené části vaznice má tendenci se při vysychání oddělovat podélnou trhlinou.



Obr. 3.18: Tlakové dřevo na podélném řezu

Přítomnost dvou dření v jenom kmenu, přičemž každá má samostatný systém letokruhů, je označována jako dvojité dřeň. Kulatina se vyznačuje oválným tvarem, což usnadňuje identifikaci i při výběru dřeva „na stojato“. Dvě dřene vznikají nejčastěji srůstem dvou mladých kmenů. V běžném pilařském provozu se dvojité dřeň neměří, ale pouze eviduje. Materiálu vykazujícímu srůst dvou dření je vhodné se vyhnout, protože při použití na konstrukční prvky dochází při vysychání a uvolnění vnitřního napětí k rozlupčivosti.



Obr. 3.19: Zásušek na příčném řezu kulatinou

Zhojené poranění způsobené v době růstu stromu se nazývá zásušek (obr. 3.19). Často je způsoben mechanickým poškozením (např. při těžbě či polomech) nebo zvěří. Při výběru kulatiny jak na stojato, tak na skládce je velmi dobře viditelný na obvodu kmene. Jelikož bývá často doprovázen hnilobou, je vhodné se takto poškozenému dřevu vyhnout. Stejně tak je nevhodné použití dřeva se zárostem, což je v podstatě zcela zhojený zarostlý zásušek. Poškození je často provázáno úzkou dutinou vyplněnou zbytky kůry a odumřelého dřeva. V případě úplného staršího zárostu nejsou na obvodu kulatiny žádné známky poškození a lze jej identifikovat pouze na příčném řezu procházejícím zárostem. Zárosty umístěné mimo čelo kulatiny se tak zpravidla objeví až při samotném opracování kulatiny (obr. 3.20). Takové dřevo je do konstrukce nepoužitelné a musí být rozmanipulováno na kratší prvky.





Obr. 3.20: Zárost, který se objevil až při opracování dřeva

Nepravé jádro, představující tmavěji zabarvenou část kmene, a vnitřní běl, která se na příčném řezu vyskytuje ve formě světlejšího mezikruží mezi tmavším jádrovým dřevem, jsou vadami především listnatých dřevin. Podrobné informace o vadách dřeva lze nalézt v příslušných normách (např. ČSN řada 48) nebo v publikaci Vady dřeva (Klír, 1981). Informace k měření a třídění dřeva jsou dále k dispozici v publikaci Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví (Lesnická práce, 2007).

### 3.4.8 Biologické poškození dřeva

Dřevo poškozené činností biologických škůdců vykazuje charakteristické znaky rozkladu a destrukce. Např. houby bílého tlení snižují objemovou hmotnost dřeva, houby hnědého tlení a houby měkkého tlení mění jeho barevnost a působí kostkovitý rozklad dřevní hmoty. Dále se vyskytující dřevozbarvující houby vyvolávají charakteristické změny ve dřevě, které se obvykle projeví barevnými skvrnami. Hmyzí škůdci pak makroskopicky zasahují nejčastěji do bělového dřeva nebo jarní zóny letokruhu a nechávají za sebou systém vyvrtných chodeb a výletových otvorů charakteristický pro jednotlivé druhy hmyzu (Kloiber a Drdácký, 2015). Rozkladný proces způsobený dřevokaznými houbami má za optimálních podmínek několikaměsíční až několikaletý vývoj, který začíná několika klíčovými výtrusy a končí úplnou destrukcí a zmineralizováním materiálu. Rozklad dřeva začíná průnikem hyfy houby za uvolňování enzymů rozkládajících dřevní složky. V této rané osidlovací fázi nejsou příznaky poškození makroskopicky patrné, tlení se dosud neprojevuje. Tento stupeň se

nazývá počáteční (skrytý). Při dalším vývoji tlení se mohou postupně objevit mírné změny v barvě a textuře, případně v mechanických vlastnostech (např. houževnatosti). Tyto změny představují raný stupeň, kdy je hniloba identifikovatelná, ale není zcela zřetelná, hmotnostní úbytek způsobený tlením je těžko pozorovatelný. Středně pokročilý stupeň provází výraznější změny v barvě a textuře dřeva i ve vlastnostech, struktura dřeva ale ještě zůstává nedotčená. Pozdní stupeň charakterizuje rozpad dřeva, vznik kostkovitě se rozpadající hnědavě amorfni hmoty nebo bělavě vláknité hmoty. Některé houby (především bílého tlení) mohou dřevo rozložit kompletně s výsledkem ztráty hmotnosti blížíící se 96–97%. Jiné houby rozkládají pouze části polysacharidů buněčných stěn a způsobí ztrátu hmotnosti maximálně okolo 60–70% (Zabel a Morrell, 1992).

*Při výběru kulatiny lze identifikovat různé druhy poškození dřeva houbami:*

1. Zbarvení jádra – změna původní barvy jádra bez snížení tvrdosti dřeva působením dřevozbarvujících hub či prvního stádia dřevokazných hub. Na čele kulatiny se zbarvení objevuje ve formě načervenalých skvrn různých obrysů a velikostí. Zbarvení jádra není překážkou pro využití pro konstrukční účely, nicméně při osazení konstrukčního prvku do exponovaných míst (např. část konstrukce vystavená častému střídání vlhkosti dřeva) může časem docházet k postupnému rozvoji dřevokazné houby a následné degradaci.
2. Zbarvení běle – změna původní barvy běle, vzniká při odumírání stromu (např. napadeného lýkožroutem) nebo na pokáceném stromě činností dřevozbarvujících hub, které však nezpůsobují hnilobu. U většiny jehličnatých dřevin se vykytuje ve formě modrošedého zbarvení běle (obr. 3.21). Intenzita zbarvení běle je odvislá od barvy hyf a pigmentu, který houby vylučují. Např. běžné houby z čeledi Microascaceae se živí buněčným obsahem, ale buněčné stěny nenapadají a dřevo tím neporušují – mechanické vlastnosti dřeva zbarvení běle neovlivňuje. Samotné zbarvení běle neovlivňuje přímo trvanlivost dřeva, nicméně významně zvyšuje jeho nasákavost, která v budoucnu může trvanlivost ovlivnit. V případě změny barvy běle nelze opomenout ani vizuální hledisko pohledových konstrukčních prvků.
3. Plíseň – houby tvořící skvrny nebo povlaky na povrchu zejména vlhkého dřeva vyskytující se v prostředí s malou výměnou vzduchu. Jsou to nejméně škodlivé houby, jejichž mycelia a spory zbarvují povrchové části dřeva. Po vysušení dřeva se plíseň sice ztrácí, nicméně dochází k estetickému znehodnocení bez vlivu na vlastnosti dřeva.
4. Hniloba – nenormální zbarvení dřeva způsobené činností dřevokazných hub (obr. 3.22), které porušují strukturu dřeva a zároveň snižují mechanické vlastnosti. V případě tvrdé hniloby se mění jenom barva dřeva, naopak u měkké hniloby se mění kromě barvy fyzikální, chemické i mechanické vlastnosti. Navíc se zvyšuje propustnost a nasákavost. Bělová hniloba vzniká především při nevhodných podmínkách skladování kulatiny, hniloba jádra zasahuje vyzrálé dřevo během růstu stromů. Podle místa výskytu rozlišujeme





Obr. 3.21: Zamodráení běle na příčném řezu

hnilobu kořenovou a kmenovou. Kořenová hniloba začíná v ranách kořenů, odkud se šíří po výšce kmene. Nejčastěji kořenovou hnilobu způsobuje václavka obecná – typická bílou vláknitou hnilobou dřeva. U kmenové hniloby se hniloba šíří od zalomených větví nebo mechanického poškození kůry po kmeni nahoru i dolů. Na přítomnost hniloby, při výběru dřeva „na stojato“ přímo v lese, upozorňují trouchnivé suky nebo zarostlé rány na kmeni, změny tvaru kmene (zbytnění oddenku) i nadměrné výrony pryskyřice. Jasným ukazatelem přítomnosti hniloby jsou však plodnice – poslední vývojová stádia hub. Hniloba je schopná poměrně rychle měnit strukturu dřeva a zároveň významně snižovat jeho mechanické vlastnosti. Při výběru dřeva ke konstrukčním účelům je tedy vhodné se všem stádiím hniloby zcela vyhnout a v případě nutnosti skladování kulatiny zajistit preventivní ochranu (např. odkornění, mokrá ochrana, více popsáno v kap. 4.4) a rychlé zpracování.



Obr. 3.22: Hniloba na příčném řezu

Poškozením hmyzem rozumíme přítomnost matečních a larválních chodeb spolu s výletovými otvory hmyzu ve dřevě (obr. 3.23). Podle výskytu dělíme dřevokazný hmyz na škůdce živých stromů, kteří se živí lýkem a dřevem (kůrovci, tesaříci, krasci, pilořitky a jiní), a škůdce napadající pokácené stromy a opracované dřevo na skládkách (červotoči, tesaříci, dřevokazi, drbohlavi a jiní).



Obr. 3.23: Poškození kulatiny dřevokazným hmyzem – larvální chodby

Při výběru kulatiny lze identifikovat různé druhy poškození dřeva hmyzem:

1. Povrchová a mělká poškození – poškození pronikající do hloubky 15 mm, která nemají podstatný vliv na fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. Z hlediska dalšího postupu je zásadní, zda je škůdce v aktivním stádiu (přítomnost larev, rozvoj požerků, projevy – např. drtinky). Při opracování dřeva se povrchové poškození zpravidla odstraní, nicméně je třeba dbát na podrobnou prohlídku tak, aby larvální chodby a výletové otvory byly odstraněny, a tím se předešlo zavlečení aktivních larev dřevokazného hmyzu do konstrukce. Zároveň je třeba mít na paměti, že místa s povrchovým poškozením od larev dřevokazného hmyzu jsou vstupní branou pro průnik houbové infekce.
2. Hluboká poškození – poškození pronikající do hloubky větší než 15 mm. Podle larválních chodeb a výletových otvorů rozeznáváme poškození malá (otvory v průměru do 3 mm), způsobená např. červotoči, a poškození velká (otvory v průměru nad 3 mm), způsobená např. tesaříky. Vliv poškození na kvalitu dřeva závisí na jeho stupni (počtu a velikosti chodeb a jejich hloubce). Povrchové poškození způsobují např. kůrovci, mělké tesaříci a hluboké pilořitky. Dřevo s hlubokým poškozením od larev dřevokazného hmyzu je ke konstrukčním účelům nevhodné, alespoň v případě aktivního napadení či poškození většího rozsahu larválních chodeb.



### 3.5 Přístrojové vybavení pro hodnocení dřeva

#### 3.5.1 Akustické metody

Metoda je založena na průchodu elastické vlny dřevem, přičemž nejčastějšími zjišťovanými parametry jsou čas průchodu nebo rychlost šíření vlny, příp. útlum a frekvenční spektrum. Tento neinvazivní způsob je používán pro odhalování vnitřních dutin, zhoršení vlastností stromů a pro odvození mechanických vlastností kulatiny na skládce (výpočet dynamických modulů pružnosti, korelace s mezí pevnosti aj.). Z rychlosti, hustoty (objemové hmotnosti) a příp. tlumení mohou být pro další aplikace odvozeny i další parametry, jako např. akustická konstanta, dynamický modul pružnosti, akustická impedance aj. (Kloiber a Drdácký, 2015). Zvukové vlny jsou vyvolávány mechanickým nárazem (např. kladivem) nebo elektro-mechanickým měničem (nejčastěji na základě piezoelektrického jevu přímo v konstrukci vysílače/snímače). Pro detekci měření času šíření vlny podél vláken se umístí na kulatiny v účinné vzdálenosti od sebe dva senzory (příčné měření napříč vlákny vyžaduje přístup k protilehlým stranám kulatiny). V místě úderu nebo spuštěním vysílače senzoru dojde k vyvolání zvukové vlny a k aktivaci systému. Mezi běžně používané přístroje patří např. Fakopp 2D (obr. 3.24), Metriguard 239A Stress Wave Timer, IML Micro Hammer. Tato metoda podává spíše lokální informaci o stavu materiálu mezi senzory. Využito může být také frekvenčně-rezonanční metody za pomoci snímání mikrofonom či akcelerometrem po vybudování nejčastěji úderem kladiva (obr. 3.25). Snímaný signál je analyzován pomocí rychlé Fourierovy transformace a ze zjištěné vlastní frekvence kmitání prvku je vypočítána rychlost šíření, příp. další parametry. Tato metoda poskytuje globální informaci o celém výřezu (např. rychlost šíření zvuku, dynamický modul pružnosti). Je vhodnější pro volně umístěné výřezy, což ztěžuje praktické využití této metody při výběru na skládkách.



Obr. 3.24: Přístroj Fakopp 2D pro měření rychlosti šíření zvukové vlny mezi senzory



Obr. 3.25: Buzení zvukové vlny pomocí kladívka a analýza pomocí mikrofonu mobilního telefonu

Rychlost přenosu elastické vlny může podat informaci o stavu materiálu – zhoršení kvality materiálu vyvolává pokles jeho tuhosti (modulu pružnosti). Rychlost procházející vlny odpovídá druhé odmocnině z podílu dynamického modulu pružnosti a hustoty materiálu (Bucur, 1995). Na základě známé rychlosti šíření a objemové hmotnosti dřeva tak lze vyjádřit dynamický modul pružnosti:

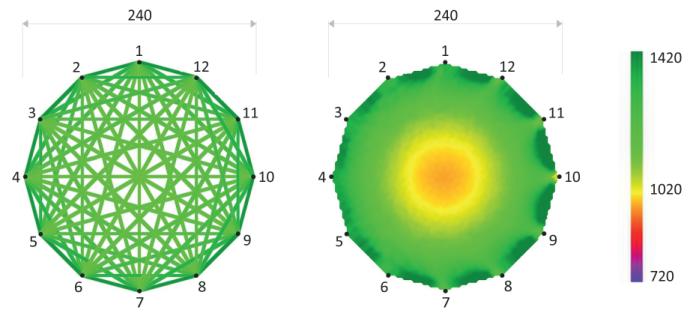
$$E_{dyn} = v^2 \cdot \rho$$

kde  $E_{dyn}$  – dynamický modul pružnosti [Pa],  
 $v$  – rychlost šíření vln [ $m \cdot s^{-1}$ ],  
 $\rho$  – hustota dřeva [ $kg \cdot m^{-3}$ ].

Nižší dynamický modul pružnosti, nižší rychlost nebo delší čas šíření vlny signalizují případné poškození kulatiny. Rychlost přenosu vlnění ve dřevě je anizotropní a je funkcí aktuálního stavu materiálu. Hnilobou degradované dřevě, dřevě nižší kvality s vadami, ale i dřevě o vyšší vlhkosti vykazuje nižší rychlosti šíření zvuku (Ross a Pellerin, 2002).

Na základě série měření rychlostí zvuku ve dřevě stromu lze sestavit plošný obraz měřeného průřezu – tomogram (obr. 3.26), čímž je umožněna jednodušší interpretace měřených dat. Měření akustickým tomografem (dostupná zařízení ArborSonic 3D Acoustic Tomograph, Arbotom, nebo Picus Sonic Tomograph) je vhodné především pro detekci hniloby včetně dutin. Přesnost závisí na počtu snímačů na obvodu kmene a na tvaru kmene. Čím hustější je síť měření, tím přesnější je detekce. Pomocí akustické tomografie se ale obtížně interpretují dutiny s výrazně lineárním charakterem (např. trhliny), vrstvy suchého dřeva (vyšší tuhost

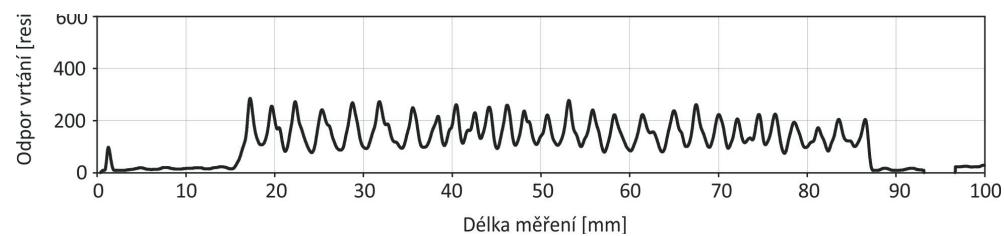
způsobuje vyšší rychlost), určitým problémem může být i obsah volné vody v degradovaném dřevě. Vyšší hodnoty rychlosti jsou obvykle spojeny se suký. Polohu a směr zdravých suků lze v příčném řezu odhalit dobře, identifikace zarostlých suků je méně přesná.



Obr. 3.26: Barevný dvojrozměrný tomogram

### 3.5.2 Penetrometrické metody

Principem metody je měření příkonu nutného k průniku tenkého vrtáku dřevem. Čím větší je hustota dřeva, tím větší příkon je třeba pro udržení konstantní rychlosti pronikání. Výstupem měření je grafický záznam, který může být uchován na papírové pásce, záznamníku nebo elektronicky uložen v počítači a následně zpracován ve vhodném programu. Příklad grafu pro smrkové dřevo je uveden na obr. 3.27. Vrcholy v grafickém záznamu odpovídají vyšším odporům, a tedy i vyšší hustotě materiálu, zatímco nižší body jsou spojené s nižším odporem a potažmo nižší hustotou dřeva. Z naměřených dat lze provést letokruhovou analýzu.



Obr. 3.27: Příklad záznamu z měření na smrkovém dřevě pomocí penetrometrické metody

Nevýhodou penetrometrických vrtacích přístrojů (např. Resistograph, obr. 3.28, IML Resistograph, Digital microprobe) je omezená vypovídací hodnota lokálního měření, kdy měření probíhá pouze po linii vrtání a nelze jej generalizovat na celý průřez kulatiny. Tenký vrták také poměrně snadno změní směr v důsledku suků a vrstvy letního dřeva a měření

poté probíhá po obtížně specifikovatelné křivce. Metoda je vhodná pro nepřímé zjišťování hustoty či vnitřních imperfekcí, ale vzhledem k destruktivitě měření není její používání vhodné pro testování živých stromů.



Obr. 3.28: Vrtání kulatiny pomocí přístroje Resistograph

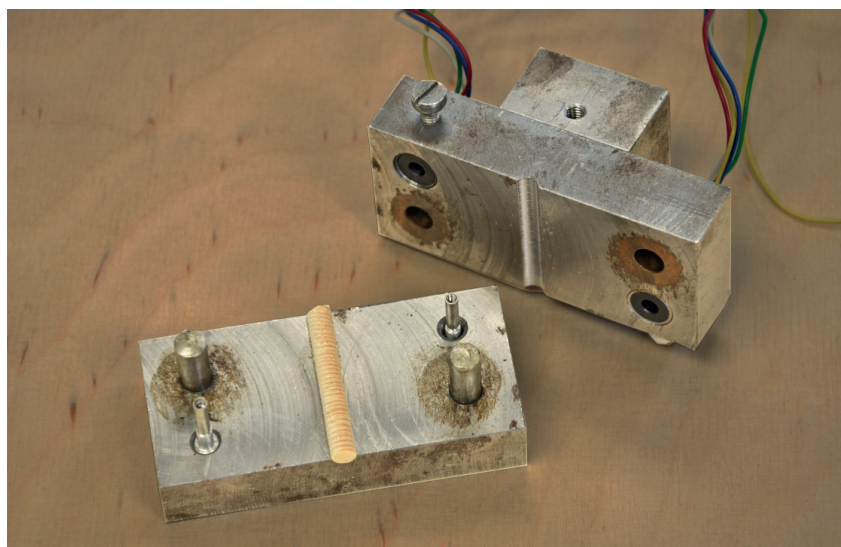
### 3.5.3 Odběry vývrtů

Principem je odběr malých vzorků válcovitého tvaru, na kterých je přímo v terénu pomocí přístroje Fractometr II (obr. 3.29) měřena pevnost v tlaku podél nebo napříč vlákny, ohybová (radiální) a smyková pevnost. Laboratorně lze válcovité vzorky testovat ve speciálním zatěžovacím přípravku (obr. 3.30) a z měření odvodit mez pevnosti a modul pružnosti v tlaku podél vláken. Z vývrtů lze také současně stanovit další parametry (hustotu, vlhkost) nebo provést např. letokruhovou nebo mikroskopickou analýzu.



Obr. 3.29: Fractometr II





Obr. 3.30: Detail zatěžovacího přípravku na vzorky válcovitého tvaru

Radiální vývrty jsou odebrány speciálním vrtákem pomocí elektrické vrtačky upevněné do tesařského stojánku, který zamezuje vybočení vrtáku v průběhu vrtání a zároveň zajišťuje konstantní rychlost posuvu směrem do materiálu. Stojánek se k prvku pevně kotví minimálně dvěma vruty. Otvor v kulatině po odebrání vývrtů má průměr 10 mm při obvyklém průměru radiálního vývrtu 5 mm. Délka vývrtů by měla být minimálně 20 mm, kvůli zabezpečení hodnověrnosti výsledků a eliminaci variability výsledků v důsledku střídání jarního a letního dřeva (Drdáček a kol., 2005). Vzhledem k destruktivitě měření není její používání vhodné pro testování živých stromů.

## 4. MANIPULACE A SKLADOVÁNÍ KULATINY

### 4.1 Obecná pravidla

Vzhledem ke specifickým rámcovým podmínkám v lesním hospodářství a nakládání se dřevem je mezi pokácením a zpracováním dřeva běžné jeho kratší či delší dočasné skladování v lese či na manipulačním skladě. Při skladování je dřevo velmi choulostivé k degradaci a napadení biotickými škůdci (dřevokazným hmyzem a hnilobou), a to za předpokladu pro škůdce optimálních teplot a vlhkosti dřeva. Riziko škod na skladovaném dřevě lze eliminovat vhodnými opatřeními (skladování v chladném ročním období, mokrá ochrana atd.). Při těžbě, dopravě a skladování dříví byly především v minulosti využívány postupy, které jsou v současném lesnictví, zejména z ekonomicko-technologických důvodů, upozaděny. Individuální přístup ke zpracování dříví přináší požadavek na jejich kritický rozbor. Tato metodika je předkládá v jednotlivých podkapitolách formou otázek a následně nastiňuje odpovědi a metodické závěry.

### 4.2 Těžba

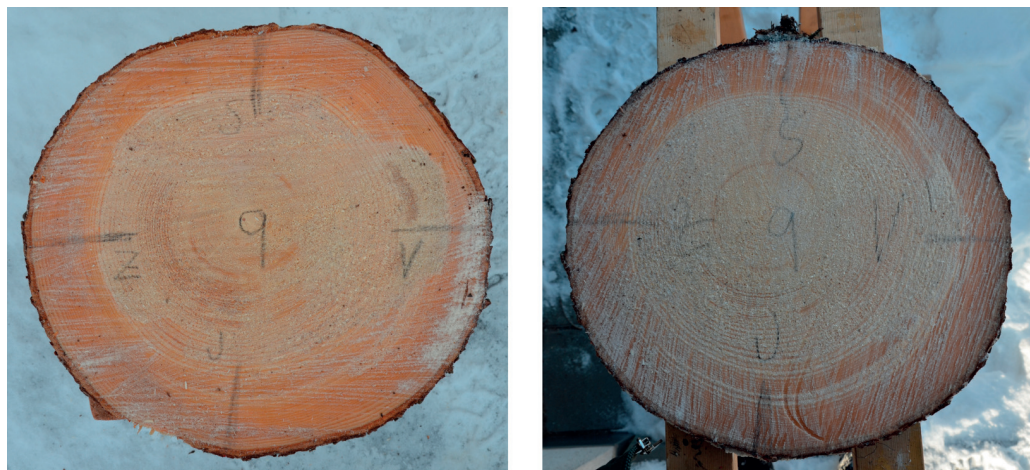
Je vhodné kácení stromů směrem do údolí? Tento postup je opodstatněn jen zčásti. V zásadě je kácení ve směru do svahu šetrnější, díky menší síle nárazu. Často přehlízíme poškození způsobená nesprávným zacházením při kácení, jejichž nejzávažnějším důsledkem je komprese vláken a vyvolané smykové namáhání kmene, které vedou k úplnému přelomení kmene nebo vzniku trhlin, jež se špatně diagnostikují. K takové situaci dochází v případech, kdy kmen dopadne s přílišnou razancí, zvláště ve členitém terénu při špatném nasměrování místa dopadu kmene.

Jaký efekt má ponechání kmenů po skácení s vrcholem včetně větví? Při ložení kmenů s korunou je dřevu vlivem transpiračního proudu odebírána vlhkost, což je už dlouho známo a zevrubně vědecky prozkoumáno (Trendelenburg, 1939). V závislosti na druhu dřeva a roční době je popisován úbytek vlhkosti o 20 až 40 % (především u listnatých dřevin ve vegetačním období a za předpokladu, že dřevo leží čtyři týdny). V případě jehličnatých dřevin se úbytek vlhkosti pohybuje do 10%. Nicméně nesmíme pominout skutečnost, že celková těžba kmenů ležících s korunou je při konečném zpracování podstatně náročnější. Ve kterém ročním období kácet s ohledem na počáteční vlhkost dříví? Při stejné výchozí vlhkosti a srovnatelných podmínkách vysychání neexistuje žádný podklad pro tvrzení, že v zimě pokácené dřevo vysychá rychleji. Nicméně průměrná vlhkost vzduchu dosahuje na jaře nejnižších hodnot za celý rok. S ohledem na vývoj klimatických podmínek během roku má v zimě pokácené a zjara přirozeně sušené dřevo podstatně příznivější podmínky, a tím i rychlejší průběh vysychání než dřevo s počátkem sušení v létě nebo na podzim



(Fellner a Teischinger, 2001). Příliš rychlé vysychání může mít za důsledek závažné snížení kvality (borcení dřeva či vznik extrémních výsušných trhlin). Citlivějšího vysychání dřeva lze dosáhnout kácením a opracováním dřeva na přelomu podzimu a zimy (listopad, prosinec). V zimním období vysychá dřevo pomaleji a na jaře, kdy dochází k nejvýraznějšímu vysoušení, je již částečně předsušené.

Z experimentů provedených za účelem tvorby této metodiky je patrné, že v podzimních měsících je ve stromech (mýtní smrk ztepilý, podmínky Českomoravské vysočiny) nejmenší množství vody. Naopak nejvíc vody obsahují stromy v zimě. Vlhkost běle smrků kácených v průběhu roku 2018 se pohybovala od 116 do 150%. V případě jádra byla vlhkost prakticky celý rok stejná (32 až 34%). Na obr. 4.1 až 4.4 jsou fotografie kotoučů odřezaných ze zkoumaných stromů smrku okamžitě po těžbě (zimní, jarní, letní) a po 1 měsíci, kdy byl kmen po těžbě neodvěten. Důvodem, proč je vlhkost dříví často interpretována odlišně, je nepochybný fakt, že na jaře a v létě je transpirační proud ve stromech intenzivnější, z pokácených stromů vytéká míza. Na vlhkost jádra smrku, resp. vyzrálého dřeva, však nemá podstatný vliv. Výhodou zimního kácení je jednoznačně možnost přiblížení výřezů po sněhu, což umožňuje přiblížit kulatinu na odvozní místo s minimálním poškozením samotného dřeva i okolního porostu. Škody na lesním prostředí snižuje i vegetační klid. Nižší teploty v zimním období, resp. ve vegetačním klidu, také eliminují možnost biologického napadení dřeva (od zamodrání přes napadení hmyzem až po hnilobu). Doba těžby z hlediska vlastní kvality suroviny ale není zásadní, zejména v porovnání s následujícími operacemi spojenými se skladováním.



Obr. 4.1: Zimní těžba: A – po kácení, 21. prosince, vlhkost dřeva (běl 146%, jádro 33%),  
B – po 1. měsíci ve větvích, 19. ledna (běl 146%, jádro 33%)



Obr. 4.2: Zimní těžba: A – po kácení, 3. února, vlhkost dřeva (běl 147%, jádro 31%),  
B – po 1. měsíci ve větvích, 3. března, vlhkost dřeva (běl 147%, jádro 30%)



Obr. 4.3: Jarní těžba: A – po kácení, 3. května, vlhkost dřeva (běl 132%, jádro 32%),  
B – po 1. měsíci ve větvích, 29. května, vlhkost dřeva (běl 115%, jádro 32%)



Obr. 4.4: Letní těžba: A – po kácení, 29. srpna, vlhkost dřeva (běl 117%, jádro 36%),  
B – po 1. měsíci ve větvích, 2. října, vlhkost dřeva (běl 126%, jádro 33%)



Doba kácení může částečně působit i na trvanlivost, u jehličnatých dřevin se uvádí jako vhodné období zima, kdy se rezervní škroby přeměňují v cukry a rostlina je postupně zpracovává. Listnaté dřeviny přeměňují rezervní škroby na cukry až začátkem jara, takové stromy je vhodné kácet až koncem jara.

Má Měsíc vliv při kácení dřeva? Vliv Měsíce je pevně zakotven v lidové tradici, z čehož pramení i četné selské pranostiky. Rozsáhlou dokumentaci vlivu Měsíce na veškeré oblasti lidových pověr zpracoval Wohlgenannt (1997). Nejdůležitějším a nejhluběji do minulosti sahajícím důvodem k tomu, aby se člověk zabýval Měsícem a hvězdami, je bezpochyby jejich vhodnost ve vztahu k časomíře. S přechodem k zemědělství bylo třeba zjistit správný čas setby atd. Až mnohem později se empirické zkušenosti proluly s mysticismem a pověřivostí. Pohyblivý velikonoční svátek, neděle následující po prvním úplňku od počátku jara, ještě dnes odráží kdysi převládající postavení Měsíce jakožto míry času (Wohlgenannt, 1997). V lidové sympatetické víře hraje Měsíc (jako „největší“ nebeské těleso) zvlášť důležitou roli; s přibývajícím Měsícem se spojuje růst a zdar, s ubývajícím překážky, poškození a zánik. Nezávisle na diskusi o možném vlivu Měsíce na rostliny nebyly dosud ve vědecké literatuře prokázány žádné pro praxi relevantní vlivy měsíční fáze na charakteristické hodnoty dřeva, jako je obsah vlhkosti, parametry bobtnání a smršťování atd. (Fellner a Teischinger, 2001). Z výzkumu vlhkosti dřeva provedeného za účelem vypracování této metodiky je patrné, že jediný rozdíl mezi vlhkostí stromů smrku káceného před a po úplňku je na jaře a dosahuje statisticky nevýznamného rozdílu do 10% (maximální hodnoty rozdílu). Při zimní a letní těžbě nebyly zaznamenány žádné rozdíly mezi vlhkostí stromů smrku káceného před a po úplňku. Regulím a mýtům z dob minulých, týkajícím se správné doby těžby, se velmi obšírně věnuje publikace (Fellner a Teischinger, 2001). Autoři publikace na základě soudobých poznatků (experimentálně testovaných) kriticky hodnotí, která pravidla jsou dnes platná a která naopak navazují na křesťanské svátky či jiné tradice.

### 4.3 Doprava

Ovlivní způsob dopravy dříví jeho kvalitu s ohledem na tesařské opracování? Dopravou dřeva rozumíme přemístování dřeva z místa těžby do místa jeho zpracování. Z četného výčtu možností dopravy vybíráme pouze druhy vhodné pro geografické podmínky střední Evropy a především individuální výběr suroviny. První etapou je primární doprava dříví, kterou nazýváme soustředování – transport od pařezu až na odvozní místo. Kratší kulatinu (obvykle délky 2–6 m) je možné vyvážet, náklad spočívá zcela na transportním prostředku s klanicemi a kulatina je bez kontaktu s půdním povrchem dopravována na odvozní místo. Kulatina delší než 6 m musí být z důvodu váhy a rozměru dopravována vlečením – smýkáním po půdním povrchu. Vlečení se provádí koňmi nebo pomocí traktorů s navijákem (Simanov, 2004). Ideální pro vlečení je zimní období se sněhem, kdy vláčená kulatina není

tolik mechanicky poškozována a hlavně se do kůry a samotné kulatiny nedostávají nečistoty (prach, humus, kamení), které následně při ručním opracování netupí nástroje. Druhou etapou je sekundární doprava, při níž se dřevo transportuje po upravených komunikacích (cestách) z odvozního místa v lese do místa určení, kde bude kulatina zpracována. Doprava probíhá nejčastěji pomocí odvozní soupravy, tedy spojením tažného motorového vozidla s přípojným (přívěs, polopřívěs – oplen, návěs). Nakládání kulatiny probíhá nejčastěji pomocí hydraulické ruky – zdvihacího zařízení s výložníkovým ramenem, na jehož konci je zavěšen rotátor s drapákem.

Kulatina určená pro tradiční opracování pomocí ručních nástrojů by měla být nakládána vždy jednotlivě a s maximální opatrností tak, aby nedocházelo k mechanickému poškození jejího povrchu, neboť finální profil konstrukčních prvků zůstává často s oblinou (poškození je viditelné). Alternativou může být doprava po vodě nebo železnici. Vzhledem k malým objemům a především snaze vybírat „dřevo krátkých dopravních cest“, tedy vybírat lesní porosty v co nejbližší možné vzdálenosti od místa, kde bude zpracováno a následně zabudováno do konstrukce, je prakticky jedinou alternativou automobilová doprava.

Dopravu kulatiny je nutné plánovat s ohledem na dobu jejího skladování tak, aby mimo zimní mrazivé období mohla být co nejrychleji zpracována. Detailní informace ohledně různých postupů těžby a dopravy dřeva jsou k dispozici v publikaci „Těžba dříví – těžba a doprava dříví“ (Simanov, 2004).

### 4.4 Skladování kulatiny

Jak správně skladovat dříví? Má smysl mokrá ochrana? Bezprostředně po těžbě dřeva v lesních lokalitách dochází k největšímu ohrožení zpracované kulatiny. Dřevo bylo za svého růstu chráněno přirozeně, vysokým obsahem vody zvláště v bělové oblasti. Po těžbě nastává úbytek vody ve dřevě a místo ní se v něm zvyšuje procento vzduchu. Takové podmínky společně s narůstající teplotou začínají vyhovovat především biotickým škůdcům (dřevokazný hmyz a houby) – biotické poškození nastává až v případě, kdy je splněna i druhá podmínka pro život škůdců (Černý, 1976).

Skladování kulatiny by mělo splňovat dvě základní funkce – zajištění plynulosti výroby konstrukčních prvků a ochranu před znehodnocením, především biotickými škůdci. V případě skladování kulatiny v kůře je nutné, aby mimo zimní období byla kulatina co nejrychleji zpracována. Nejlépe do 1 měsíce od kácení, a to buď přímo výrobou konečného prvku, nebo minimálně odkorněním. To bylo v minulosti běžným postupem, kdy k loupání kůry docházelo přímo v lese po skácení stromu (Blüml, 2012). Odkorněnou kulatinu je možné skladovat v hraních na prokladech bez kontaktu se zemí a za přístupu vzduchu ke všem jejím plochám (předsoušení). Kulatina takto skladovaná může pozvolna vysychat a v průběhu jedné sezóny nehrozí akutní nebezpečí biotického poškození. V případě, že by



bylo potřeba odkorněnou kulatinu skladovat déle než jeden rok, pak je nutné celou skládku zastřešit tak, aby bylo zamezeno zatékání srážkové vody, ale zároveň nebylo omezeno proudění vzduchu. Na obr. 4.5 až 4.10 jsou fotografie čel oloupané kulatiny testovaných stromů smrku okamžitě po těžbě (zimní, jarní, letní) a dále po 1 roce, kdy byla kulatina ponechána bez ochrany na povětrnostních podmínkách. Kulatina po 1 roce skladování nevykazovala žádné stopy biotické degradace.



Obr. 4.5: Zimní těžba: A – čelo oloupané kulatiny po kácení, B – čelo oloupané kulatiny po 1. roce přirozeného stárnutí



Obr. 4.6: Zimní těžba: A – čelo oloupané kulatiny po kácení, B – čelo oloupané kulatiny po 1. roce přirozeného stárnutí

K nejrychlejšímu vysychání kulatiny dochází v podélném směru, tedy prvotně v oblasti čel. Rovnoměrnému vysychání můžeme napomoci ochranou čel, která se provádí okamžitě po kácení nátěrem vápenným mlékem nebo disperzní bílou barvou (např. Balakryl). Vápenné

mléko (roztok hydroxidu vápenatého) je sice dostupné, dobře odráží sluneční paprsky, ale poměrně rychle se smývá dešťovou vodou, protože na povrchu dřeva není pojeno a ulpívá pouze mechanicky. Další nevýhodou vápenného mléka je, že se jedná o alkalickou látku, která při aplikaci na povrch dřeva poškozuje lignin. V případě krycí disperzní barvy se jedná o výrazně dražší prostředek, který je výrazně trvanlivější, protože se jedná o klasický krycí nátěr. Počínající trhliny čel lze též zajišťovat pomocí mechanického zabíjení tzv. „S“ háků apod. (Janák a Král, 2003).

Způsob urychlení prosychání bez ohledu na roční období nabízí metoda zvaná prokřesání. Pomocí pořizu se z kulatiny odstraní kůra v několika podélně orientovaných pruzích (obr. 4.11), aby se mohla voda odpařovat.



Obr. 4.7: Jarní těžba: A – čelo oloupané kulatiny po kácení, B – čelo oloupané kulatiny po 1. roce přirozeného stárnutí



Obr. 4.8: Jarní těžba: A – čelo oloupané kulatiny po kácení, B – čelo oloupané kulatiny po 1. roce přirozeného stárnutí





Obr. 4.9: Letní těžba: A – čelo oloupané kulatiny po kácení, B – čelo oloupané kulatiny po 1. roce přirozeného stárnutí



Obr. 4.10: Letní těžba: A – čelo oloupané kulatiny po kácení, B – čelo oloupané kulatiny po 1. roce přirozeného stárnutí

Odlíšnou alternativou k zajištění kvality vysušení kulatiny je navrtání její středové (jádrové) části. Zde vedle povrchové části povolna vysychá i jádrová část. Tato metoda se v minulosti používala v případech využití kulatého profilu (např. na sloupy). Důraz byl při výběru dříví kladen na homogenní strukturu kulatiny bez výraznějších trhlin na povrchu. Za účelem ověření této metody byl proveden experiment, při kterém byla smrková kulatina v délce 1 m ponechána přirozenému vysychání: bez navrtání (obr. 4.12), s navrtáním středové části (obr. 4.13), s navrtáním středové části a navíc 4 měsíce máčena ve vodě (obr. 4.14). Skupiny vzorků byly po 6ks. Na obrázcích je zaznamenán stav po těžbě, po 1 roce a po 2 letech přirozeného vysychání. Během prvního roku vysychání kulatiny se projevil efekt navrtání přínosně a výsušné trhliny se objevovaly pouze v jádrové části okolo vrtu. Nicméně, po úplném přirozeném vysušení kulatiny na rovnovážnou vlhkost cca 20% se



Obr. 4.11: Prokřesání – testovací odstranění kůry v podélně orientovaných pruzích

výsušné trhliny začaly objevovat i na povrchu. Celkové vyhodnocení experimentu proběhlo jak objektivní metodou pomocí analýzy obrazu, tak kvalitativně pomocí subjektivního odborného hodnocení. Výsledky objektivního hodnocení ukázaly nižší podíl trhlin u navrtaných vzorků než u vzorků nenavrtaných (0,95% celkové plochy trhlin versus 1,47%), lineární polární momenty ploch trhlin (vyjadřující distribuci ploch trhlin v radiálním směru ve směru k obvodu kulatiny) vykazují podobně cca 30% rozdíl ve prospěch navrtaných kulatin. Při užití komplexního kritéria (poměr mezi šířkou a délkou trhliny s uvažováním vzdálenosti od jádra pro pět až deset největších trhlin), které v sobě integruje odhad jak poziční, tak tvarové distribuce ploch, nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl. Subjektivní hodnocení na pětibodové stupnici rovněž nepoukázalo na jednoznačný rozdíl mezi všemi třemi sledovanými skupinami. Pětibodová stupnice hodnocení byla rozdělena tak, že číslo 1 představovalo kulatinu zcela nerozpraskanou, číslo 3 rozpraskanou kulatinu a mezistupně po 0,5 odpovídaly vzestupné tendenci výskytu výsušných trhlin. Tyto výsledky vedou spíše k závěru, že navrtáváním jádra kulatiny se její funkční či estetické kvality pro použití např. na sloupy výrazně nezlepší.





Obr. 4.12: Smrková kulatina bez navrtání středu: A – čelo po těžbě, B – čelo po 1 roce přirozeného vysychání, C – čelo po 2 letech přirozeného vysychání



Obr. 4.13: Smrková kulatina s navrtaným středem: A – čelo po těžbě a navrtání, B – čelo po 1 roce přirozeného vysychání, C – čelo po 2 letech přirozeného vysychání



Obr. 4.14: Smrková kulatina s navrtaným středem: A – čelo po těžbě, navrtání a 4měsíční máčení, B – čelo po 1 roce přirozeného vysychání, C – čelo po 2 letech přirozeného vysychání

Dlouhodobější skladování v kůře je možné pouze za předpokladu zvýšení vlhkosti dřeva nebo jejího udržování na maximální hranici. Toho lze dosáhnout máčením nebo postřikováním. Vhodnější variantou je máčení, při kterém lze dosáhnout plného nasycení dřeva vodou, což brání rozvoji biotického poškození. V minulosti tato mokrá ochrana souvisela s dopravou po vodě – vorařstvím. Podmínkou pro tento stav, nahrazující máčení v otevřených nádržích, je pevné svázání voru (obr. 4.15), aby došlo k celkovému ponoření hodnotné kulatiny (obr. 4.16) – v případě kulatiny nacházející se částečně nebo úplně nad hladinou je ochrana nedostatečná a taková kulatina je pouze pomocná, určená k zatížení a svazování voru. Potřeba zatížení se týká především jehličnatých dřev, naopak listnatá dřeva vlivem lepší propustnosti a nasáklivosti klesají ke dnu.

Plavení dřeva ve vodě může částečně působit na trvanlivost, ze dřeva se ve vodě vyluhuje mnoho rezervních látek, čímž je méně bioticky atraktivní a vykazuje lepší trvanlivost.



Obr. 4.15: Pevné svázání kulatiny pro máčení



Obr. 4.16: Máčení smrkové kulatiny

V případě postřiku (obr. 4.17) se vytváří na skládce kulatiny mikroklima s vysokou relativní vlhkostí vzduchu, čímž se brání vysoušení kulatiny pod hodnotu kritické vlhkosti dřeva nutné pro aktivitu biologických škůdců (v případě smrku vlhkost běle okolo 100 %). Postřikování bývá přerušované a závisí na klimatických podmínkách, stupni odkornění a vlhkoštním stavu dřeva. Obvyklý je 15minutový postřik a 30minutová přestávka mezi postřiky, smrková kulatina by měla být postřikována 2,5 až 3 hodiny denně.





Obr. 4.17: Postřikování smrkové kulatiny na skládce



Obr. 4.18: Balení smrkové kulatiny do fólií

Alternativním, méně častým a poměrně choulostivým postupem pro skladování kulatiny v kůře je balení do fólií (obr. 4.18). Tímto způsobem lze v případě bezchybného provedení udržet kulatinu po celé měsíce a roky v čerstvém stavu (Maier a kol., 1999). Principem fóliové skládky je uložení kulatiny do neprodyšných polyethylenových obalů, které zamezují úniku vlhkosti a vnikání UV paprsků. Absolutní vlhkost dřeva uvnitř výřezů zůstává v místě běle okolo 140%, proto se pod fólií vytvoří prostředí s prakticky 100% relativní vlhkostí vzduchu. Rozvoji dřevokazných škůdců brání nedostatek kyslíku, který je spotřebován vlastní biologickou (respirační) činností dřeva, případně zavlečenými dřevokaznými škůdci (Solař, 2014). Škůdci v tomto prostředí po několika dnech hynou. Při respiraci kyslíku (kvašení) dochází k tvorbě oxidu uhličitého, který má konzervační účinky. Obal skládky může být snadno poškozen, proto musí být skládka pravidelně kontrolována a analyzována koncentrace plynů (O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>). Detailní informace ohledně skladování kulatiny jsou k dispozici v publikaci Ochrana dřeva (Reinprecht, 2008).

## 5. OPRACOVÁNÍ DŘEVA

### 5.1 Terminologie, pomůcky a nástroje k obrábění

#### 5.1.1 Základní terminologie

1. Kulatina – zast. kláda, pokácený strom (surová kulatina) s odděleným vrškem a větvemi, který je krácen na výřezy požadované délky;
2. Čelo kulatiny – příčná plocha kulatiny;
3. Pata kulatiny – širší část kulatiny (blíže kořenům stromu);
4. Čep kulatiny – užší část kulatiny (blíže koruně stromu);
5. Prvek – výsledný produkt po opracování kulatiny;
6. Navalování – kladení kulatiny na podvaly či kozy;
7. Rozvalování – při výběru kulatiny na skládce postupné rozvalování kulatiny z hromady, obvykle se rozvaluje na podvalech;
8. Štípání – podélné roztržení dřevních vláken pomocí zaráženého klínu;
9. Tesání – opracování dřeva sekerou;
10. Řezání – příčné a podélné dělení dřeva pilovým listem;
11. Trám – čtyřstranně hraněný prvek (hranol) tesaný nebo řezaný (může mít oblínu);
12. Hrana – průsečnice dvou stýkajících se rovin opracovaného prvku;
13. Ostrá hrana – hrana bez oblín;
14. Krácení (rozvrhování) – příčné řezání kulatiny na požadovaný rozměr;
15. Rozmítání – podélné řezání kulatiny (polštáře, prisky) na menší části;
16. Omítání – podélné odstranění krajin při řezání kulatiny;
17. Oblina – původní část povrchu kulatiny s kůrou nebo bez ní na boku nebo ploše opracovaného prvku;
18. Krajina – boční zaoblená část kulatiny (kruhová úseč čela), která je odstraňována tesáním nebo řezáním;
19. Polštář – dvoustranně omítnutá kulatina (polohraněný prvek) tesaná nebo řezaná;
20. Tyčovina – štíhlý tenký nehraněný sortiment, který rozměrově neodpovídá parametrům kulatiny;
21. Podval – očištěná tenká, popřípadě i omítnutá kulatina, která slouží pro snadnou manipulaci nebo uložení kulatiny při skladování a opracování;
22. Podklad – krátká kulatina, popřípadě částečně upravená, či řezivo obdobných parametrů, které je vyrovnáno do vodovážné roviny a slouží pro založení opracovávané kulatiny.



## 5.1.2 Fixační a manipulační pomůcky

### A. Pro uložení kulatiny při opracování:

1. Na zemi na podkladech – to je nejčastěji kulatina, případně kulatina omítnutá z protilehlých stran (polštář) nebo trám, párově uložená kolmo pod opracovávanou kulatinou ve vzdálenosti cca 1/5 až 1/4 od obou čel, oba podklady jsou vždy uloženy do vzájemné vodovážné roviny (obr. 5.1.1).



Obr. 5.1.1: Uložení kulatiny na podkladech vpředu a na kozách v pozadí

2. Ve výši pasu na tesařských kozách (obr. 5.1.2) – vodorovný trám opatřený čtyřmi svlakovými (eventuálně vrtanými) nohama o výšce od 60 do 80 cm a délce 120 až 180 cm. Alternativní variantou jsou kozy navalovací (obr. 5.1.3) – slabá kulatina opatřená pouze dvěma nohama na jedné straně. Používají se pro navalení kulatiny na tesařské kozy, nouzově i přímo pro tesání, potom je potřeba druhý konec navalovacích koz podložit tak, aby kulatiny koz byly ve vodovážné rovině.



Obr. 5.1.2: Tesařské kozy pro práci ve výšce pasu



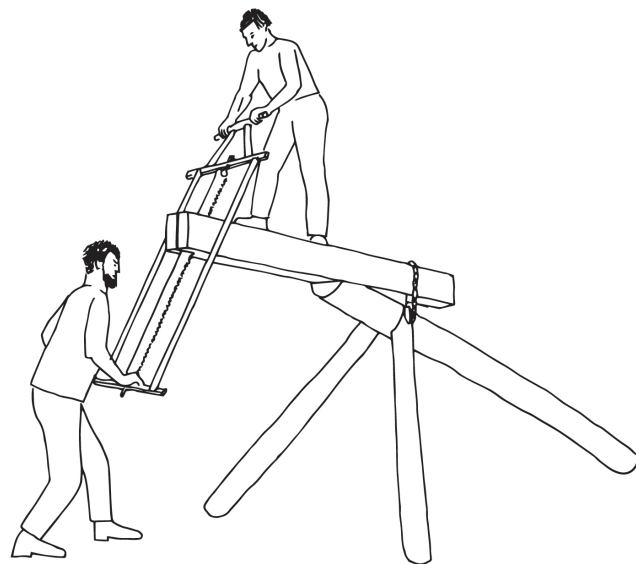
Obr. 5.1.3: Navalovací kozy pro práci ve výšce pasu

3. Ve výšce postavy na kozách pro podélné řezání (obr. 5.1.4) – konstrukčně podobné tesařským kozám, navíc opatřené přídavnou výztuží a pracovním žebříkem, výška koz  $\pm 2$  m. Ve specializované variantě opatřené párovými sloupky, které umožňují vyzvednutí kulatiny postupným páčením. Variantou je též trojnohá koza. Na rozdíl od kozy navalovací je z masivní kulatiny a výhodou je, když je tělo kozy vyduuté (obr. 5.1.5).



Obr. 5.1.4: Tesařské kozy pro práci ve výšce postavy





Obr. 5.1.5: Trojnohá koza

*B. Pro vodorovnou manipulaci kulatiny:*

1. Podval – většinou tyčovina napříč založená pod kulatinu, aby se usnadnilo její rozvalování.
2. Kruhový obracák (obr. 5.1.6) – hák s okem nasazený na dřevěnou páku určený k otáčení kulatiny podél axiální osy. Tímto způsobem uvolňujeme nebo vyvalujeme kulatinu ze skládky, popř. dále valíme po zemi nebo po podvalech k místu zpracování.



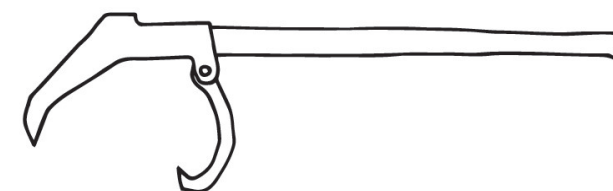
Obr. 5.1.6: Kruhový obracák

3. Skoblíce, sapina (obr. 5.1.7) – dřevěná násada se zahnutou železnou špicí. Je to páka, jejíž špička se snadno zasekne do dřeva nebo vsune do mezery mezi kládami. Používá se k uvolňování, přizvedávání nebo posouvání kulatiny.



Obr. 5.1.7: Skoblíce

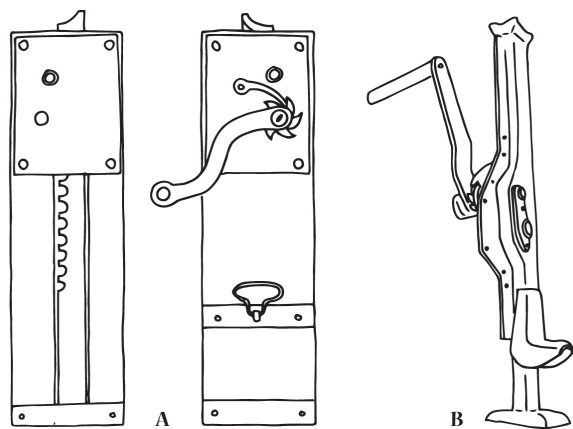
4. Skoblíce s pevně připojeným obracákem (obr. 5.1.8) – speciální nástroj kombinující skoblíci s obracákem.



Obr. 5.1.8: Skoblíce s pevně připojeným obracákem

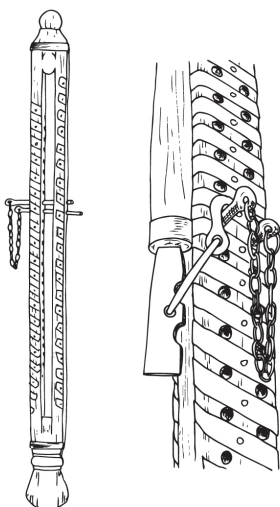
*Pro svislou manipulaci kulatiny:*

1. Hřebenový zvedák železný nebo dřevěný (klikový hever, štorcák, obr. 5.1.9) – pomocí štorcáku se zvedá kulatina na nízké kozy.



Obr. 5.1.9: Hřebenový zvedák – štorcák: A – starší dřevěné provedení, B – mladší kovové provedení

- Pákový hever (sloupkový, tzv. hasák, obr. 5.1.10) – speciální pákový historický hever pro zvedání kulatiny (dvoumužný).



Obr. 5.1.10: Pákový hever – hasák

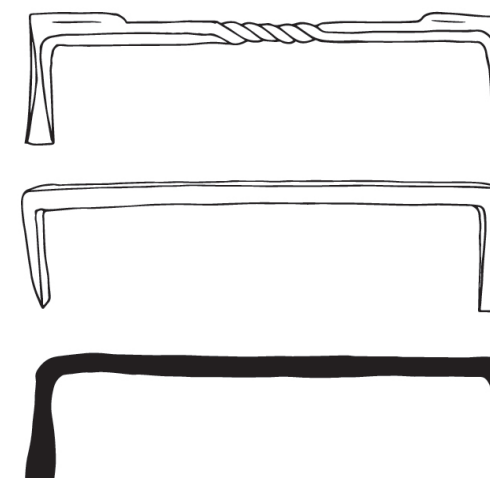
- Trojnožka (dvojnožka) s kladkostrojem (obr. 5.1.11) – sestává se ze dvou nezávislých zařízení trojnožky (dvojnožky) z dřevěných bidel (oddenky smrkových nebo jedlových podkápků) svázaných do trojnožky a zvedacího lanového nebo řetězového zvedáku. Používá se pro zvedání těžké kulatiny do větší výšky.



Obr. 5.1.11: Trojnožka s kladkostrojem

C. Pro fixaci kulatiny při opracování:

- Tesařské skoby (obr. 5.1.12) – specializované upevňovací dvoubřité skoby (kramle), konce jsou vykovány do navzájem kolmých krátkých čepelí, kvalitní skoby jsou v rohu nad čepelí s čepcem.



Obr. 5.1.12: Tesařské skoby



2. Textilní upínací popruhy s ráčnou – alternativně lze s úspěchem použít novodobou techniku fixování.
3. Klíny – obvykle dřevěné.

### 5.1.3 Nástroje pro vyměřování

#### A. Geometrické:

1. Úhelník – jednoduché měřidlo na měření, resp. přenesení a narýsování pravého úhlu 90°.
2. Kružítko (obr. 5.1.13) – nástroj určený k rýsování kružnic a měření vzdáleností. Oproti běžnému kružítku je větší a má dva hroty.
3. Pokosník – nástroj určený k sejmutí, přenesení a narýsování libovolného úhlu v rozsahu od 0° do 180°.
4. Metr – měřidlo pro měření délek, dřevěný rozkládací metr obvykle v rozsahu od 0 do 200 cm, kovový svinovací metr obvykle v rozsahu od 0 do 1000 cm, kovové svinovací pásma obvykle v rozsahu od 0 do 30 m.
5. Měrka, lérka – jednoduchá šablona pro opakované vyměřování délky nebo úhlu.
6. Lesnická průměrka – pomůcka pro měření průměru kulatiny, rozměrů průřezu prvků s oblínou.
7. Linkovací šňůra za mokra (obr. 5.1.14) – historická sada pro linkování za mokra sestává z rudníku, kolovrátku a topiče (nožiče); rudník – speciální nádoba se širokou



Obr. 5.1.13: Kružítko

základnou a úzkým hrdlem (ze dřeva nebo z kovu) bránící převržení a vylití barvy, naplněná vodou s rozpustnou barvou, v českém prostředí se tradičně používá přírodní hlínka (rudka – přírodní zemité pigmenty na bázi hematitu); kolovrátek – naviják sloužící k jednoduchému vytažení a navinutí obarvené šňůry; nožič – silný pevný drát na jednom konci s okem a na druhém opatřený drždlem. Okem je volně provlečená šňůra a slouží k průběžnému namáčení šňůry v rudníku. Barvicí šňůra je napevno navázaná na kolovrátek a na druhém konci opatřená kovovým kroužkem nebo háčkem.

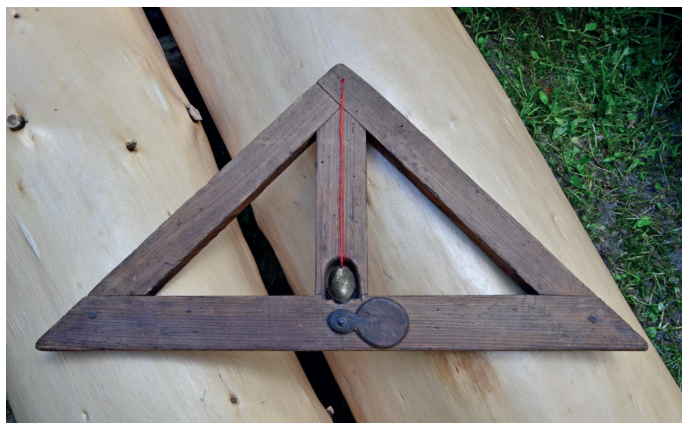


Obr. 5.1.14: Linkovací šňůra za mokra

8. Linkovací šňůra prachová – novodobá pomůcka pro linkování suchou prachovou barvou. Pro tesařskou práci se příliš nehodí, protože obtisk barvy je nevýrazný. Lze ji použít v případě, že povrch dřeva je světlý a čistý.

#### B. Geodetické:

1. Olovnice – jednoduchý nástroj sloužící k určování svislice, skládá se z provázku a těžkého závaží.
2. Krokvice (obr. 5.1.15) – nástroj pro vyměření vodorovné linky, skládá se z pravouhlého dřevěného trojúhelníku spojeného s malou olovnicí závěsem ve vrcholu pravého úhlu a s vyznačeným středem (osou) na protilehlé lati (přeponě).
3. Vodováha – novodobá náhražka krokvice a olovnice, která (v kvalitním provedení) zjednodušuje a zpřesňuje měření svislé i vodorovné linky. V případě kombinace s nastavitelnou libelou umožňuje přenášet na svislé roviny jakkoli směřované rovnoběžky.



Obr. 5.1.15: Krokvíce

#### 5.1.4 Obráběcí nástroje a nářadí

##### A. Nástroje pro přípravu kulatiny:

- Požíz (obr. 5.1.16) – jednostranně broušený ocelový nůž na obou koncích opatřený dvěma rukojetmi, používaný spíše pro odkorňování kulatiny do běla (tj. bez zbytků kůry a lýka) a pro třískové (hoblíny) opracování dřeva (topůrka, násady, kůly atd.).



Obr. 5.1.16: Požízy

- Škrabák, loupák (obr. 5.1.17) – ocelové nože různého tvaru nasazené na dlouhé násadě. Je používán častěji pro odkorňování kulatiny do hněda (se zbytky lýka), škrabáky jsou tlačné tažné nebo obousměrné.



Obr. 5.1.17: Škrabák

##### B. Sekery:

Sekera je nejstarším nástrojem, který lidstvo používalo k opracování dřeva. Je to jednoduchý, ale účinný nástroj, jehož nejdůležitějšími částmi jsou břit s ostřím, kterými se při sekání odděluje tříška od rostlého dřeva. Do měkkého dřeva je vhodný břit ostře klínovitý a protáhlejší, do tvrdšího dřeva břit kratší a tupější. Sekery jsou rozmanitého tvaru a váhy podle toho, k jaké práci jsou určeny.

- Hlavatka (obr. 5.1.18) – speciální tesařská sekera se symetrickým úzkým ostřím (8–12 cm) pro opracování dřeva nahrubo. Části sekery: břit (nos, pata, ostří, břicho), čepel (líce, čelo, tyl), hlava (oko, popř. ucho, tlouk – čepec, topůrko). Většina klasických hlavatek má oko zúžené směrem dopředu a topůrko se do hlavy naráží. Hlavatky dělíme podle velikosti na malé a velké. Malá hlavatka váží do 1 kg a velká mezi 1,5 až 2,5 kg. Topůrko je dlouhé mezi délkou lokte a celé paže.



Obr. 5.1.18: Hlavatky



2. Pantok (obr. 5.1.19) – univerzální lesní sekera s úzkým symetrickým ostřím sloužící ke kácení a odvětvování, ale krajově se používala i na hrubování a štípání. Části sekery: břit (nos, pata, ostří, břicho), čepel (líce, čelo, týl), hlava (oko – ucho), topůrko. Velikost sekery je podobná průměrné hlavatce. Váha činí 1,5–2 kg a délka topůrka je na délku paže se zavřenou pěstí.



Obr. 5.1.19: Pantok

3. Širočina (obr. 5.1.20) – speciální tesařská sekera asymetrická, se širokým ostřím pro opracování načisto. Části sekery: břit (nos, pata, ostří, břicho), čepel (líce, čelo, týl), hlava (tulej s tloukem neboli čepcem), topůrko. Tulej je dlouhá cca 15 cm, kónická. Topůrko je dlouhé na délku lokte a je do tuleje naraženo. Širočiny dělíme podle vyhnutí topůrka a výbrusu břitu na pravé a levé. Dále podle váhy: velké a malé. Malá širočina má čepel dlouhou okolo 25 cm o váze okolo 1,7 kg. Velká širočina může mít délku až 45 cm a váhu až 2,5 kg. Velmi malá širočina – širočinka (čepel pod 20 cm) je sekera do jedné ruky. Tvar čepele a břitu může být různý. Čepel může mít dlouhou špici, krátkou patu, nebo naopak, popř. „tak akorát“, což má významný vliv na těžiště sekery. Čepel a břit mohou být rovné nebo různou měrou prohnuté, popř. navzájem kombinované. To vše rozhoduje o vlastnostech konkrétního nástroje, proto každý tesař vlastní svou osobní širočinu, jelikož si na nástroj musí zvyknout.



Obr. 5.1.20: Širočina

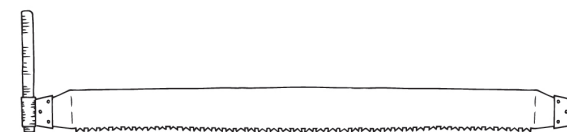
4. Univerzální recentní bradatice s dlouhým toporem (obr. 5.1.21) – speciální sekera, kterou známe z lidového prostředí na pomezí Slovenska, kde byla běžná nízká práce. Jedná se o univerzální sekera pro kácení se symetrickým širokým ostřím určenou pro odvětvování, tesařské práce nahrubo i načisto. Části sekery: břit (nos, pata, ostří, břicho), čepel (líce, čelo, týl), hlava (tulej s tloukem neboli čepcem), topůrko. Pro bradatice je typické, že jsou to širočiny bez špice na nose břitu, ale naopak s výraznou patou. Důsledkem je, že sekery mají těžiště výrazně posunutě směrem k tesaři. Bradatice se nasazují jak na dlouhá, tak na krátká topůrka a jejich funkční tvar – vztah mezi čepelí a okem (tulejí) – se během tisíciletého vývoje příliš nezměnil. Recentní bradatice jsou těžké a mohou mít váhu 2–3 kg, topůrko může dosahovat délky od země až do podbříšku tesaře. U historických seker se jen velmi těžko určuje jejich užití. O většině z nich ale platí, že sloužily k opracování dřeva.



Obr. 5.1.21: Univerzální recentní bradatice s dlouhým toporem

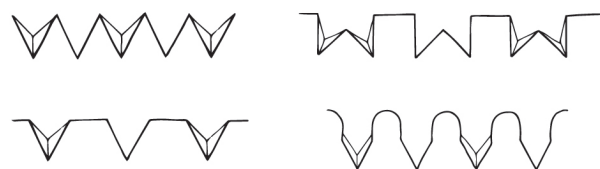
#### C. Pily pro příčné řezání:

1. Tažná pila (příčnice, obr. 5.1.22) – dvoumužná pila s širokým pilovým listem délky 100–140 cm, na koncích s rukojetmi v rovině pily. Rukojeti jsou buď zasazeny do uší, nebo naraženy na trny. První způsob dal název pile ušaté. Mají vždy symetrické ozubení, které umožňuje řezat oběma směry, tvar zubu do trojúhelníku nebo ve tvaru písmene „M“ (obr. 5.1.23). Obvykle s přímkovou hrotnicí, neboť kulatina leží a řez se provádí svisle – protože jsou v řezu zapojeny všechny zuby, klade větší odpor. Pokud má pila hrotnici prohnutou do oblouku, jde o dřevorubeckou pilu břichatku (tzv. kapr, obr. 5.1.24), která se také často vyskytuje mezi tesařským náradím.

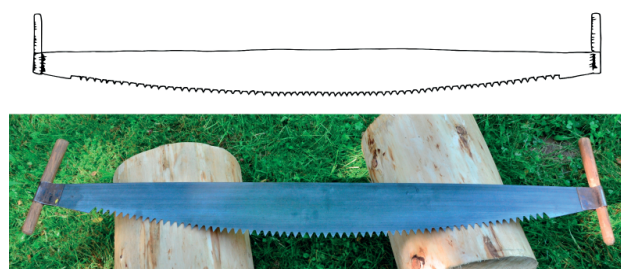


Obr. 5.1.22: Tažná pila (příčnice) pro příčné řezání





Obr. 5.1.23: Tvary zubů přičnice (trojúhelníkové a ve tvaru písmene „M“)



Obr. 5.1.24: Břichatka (kapr) – dřevorubecká pila

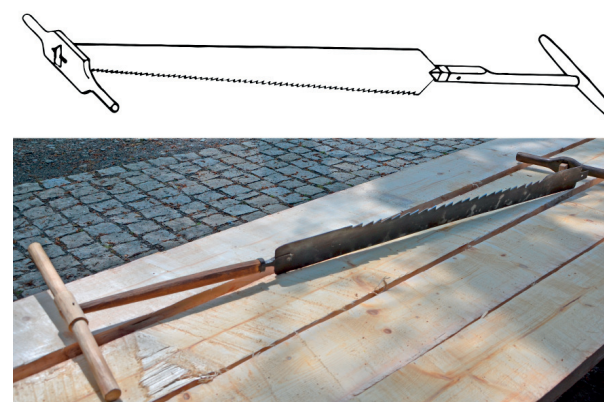
D. Pily pro podélné řezání:

1. Rámová pila (obr. 5.1.25) – archaický typ doložený z ikonografie, hojně používaná již ve středověku. Sestává z dřevěného lehkého tuhého rámu (sloupky a příčky). Pilový list je napnutý mezi příčkami pomocí klínů nebo šroubů. Do rámových pil se používají tenké listy tloušťky 1–1,5 mm.



Obr. 5.1.25: Rámová pila pro podélné řezání

2. Tažná pila rozmítací dvoumužná (rozmítačka, obr. 5.1.26), dle tesaře Martina Šnajdra z Komařic „křapatka“, je dlouhý pilový list délky 180–220 cm opatřený příčnými rukojetmi (madly či chápy). Horní rukojeť je pevná, spojená s pilovým listem dřívem délky cca 60 cm. Spodní rukojeť je snadno snímatelná, připevňovaná na list většinou klínem. List je z tuhého plechu lichoběžníkového tvaru o tloušťce 3 mm. Řez je tedy oproti rámové pile širší a odpad větší. Rozmítačka také řeže pomaleji, zato lépe drží směr a lépe se v řezu ovládá. V Čechách se používají většinou pilové listy s trojúhelníkovým nebo vlčím ozubením (obr. 5.1.27). V zemích, kde se zpracovával převážně dub (Francie a Anglie), byly vyvíjeny i jiné tvary zubů, které např. umožňují snadné broušení.



Obr. 5.1.26: Tažná pila (rozmítačka) pro podélné řezání



Obr. 5.1.27: Tvary zubů rozmítačky (trojúhelníkové a vlčí)

E. Další nástroje:

1. Nebozez (obr. 5.1.28) – dvojruční pravotočivý vrták do dřeva se šnekovitým dlouhým ostrím, na které navazuje dlouhý dřív zakončený okem nebo trnem pro uchycení dřevěného vratidla (rukojeti).



Obr. 5.1.28: *Nebozezy*

2. Dláta (obr. 5.1.29).



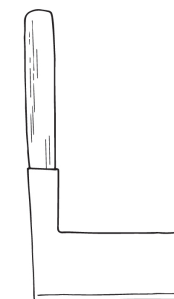
Obr. 5.1.29: *Dláta včetně palic*

3. Dlátovka (obr. 5.1.30) – sekera s čepelí ve tvaru velmi dlouhého dláta, která má namísto rukojeti tulej. Do tuleje může být nasazeno velmi krátké topůrko v délce pěsti, ale nejčastěji se používá bez něj.



Obr. 5.1.30: *Dlátovka*

4. Štípek (obr. 5.1.31) – specializovaný nástroj s klínovitou čepelí na štípaní menšího dřeva. Vizually se podobá tenké seceře s velmi dlouhou čepelí a krátkým topůrkem. Na rozdíl od sekery má ostří vybroušené na přední hraně.



Obr. 5.1.31: *Štípek*

5. Dřevěné a kovové klíny (obr. 5.1.32).



Obr. 5.1.32: *Dřevěné a kovové klíny*

F. *Nářadí:*

1. Dřevěná palice;
2. Velká dřevěná obouruční palice (obr. 5.1.33);
3. Kovová palice (obr. 5.1.33).



Obr. 5.1.33: *Dřevěná obouruční palice a kovová palice*



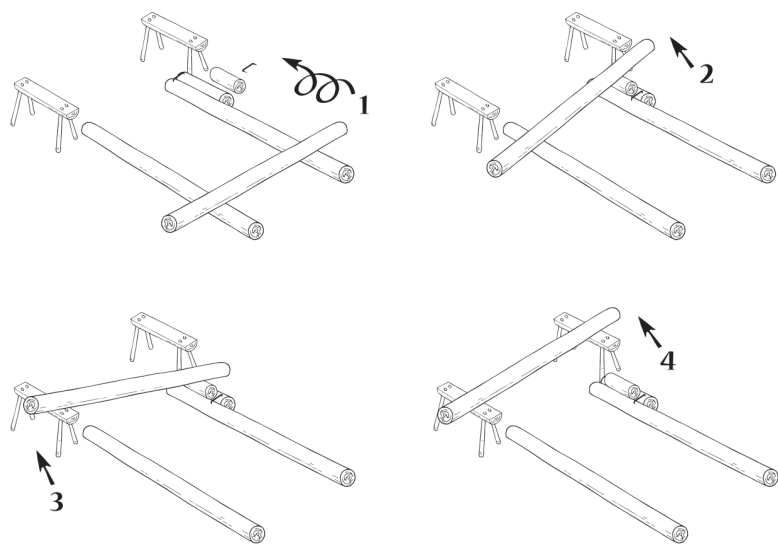
## 5.2 Příprava kulatiny

### 5.2.1 Manipulace s kulatinou

Nejčastěji se manipulační práce provádí ve dvojici (v páru tesařů). Pokud práci provádí jednotlivec, je mnoho pracovních úkonů ergonomicky nevýhodných a s vyšší časovou náročností. Na větších stavbách se pak tesaři sdružují do menších pracovních skupin (pracovních part), kde si mohou navzájem vypomáhat, např. při manipulaci s těžkými břemeny bez pomůcek, čímž opět zefektivňují svou práci.

Kulatina určená k otesání je většinou na tesařském (stavebním) dvoře skládkována na hromadě. K rozvalování z hromady a výběru kulatiny k tesání se používají stejné dřevorubecké prostředky jako v lese. Základní pomůckou je kruhový obracák a skoblice.

Rozvalená kulatina se může zpracovávat buď přímo na zemi, či na podkladech (dle Štajnocher, 1978–79). „Nízká práce“ se provádí za účelem tesání, štípání a řezání. Řezáním se myslí jak rozmítání nad pilnicí, tak krácení (rozvrhování), které se většinou provádí už při výběru kulatiny v lese. Dalším způsobem zpracování může být „vysoká práce“, kdy se kulatina zvedá na tesařské kozy za účelem tesání nebo řezání (dle Štajnocher, 1978–79). Na podklady a tesařské kozy se kulatina ukládá (umíst'uje) teprve, když jsou ustaveny do vodováhy. Pokud tesaři pracují v pracovní skupině, zvedají kulatinu přímo, bez pomůcek. Nejdřív se zvedne jeden a potom i druhý konec kulatiny. Výhodné je, když si tesaři kulatinu navalí vedle kozy na vyšší podvaly (obr. 5.2.1), protože převislý konec kulatiny vytváří protizávaží a usnadňuje zvedání na kozy.



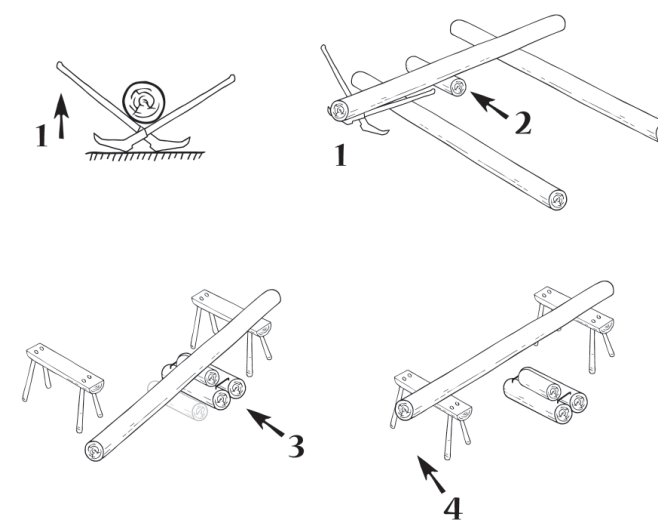
Obr. 5.2.1: Navalování kulatiny na kozy přes vyšší podvaly

Kulatinu je možné navalit i přes navalovací kozy, které se vyrábí v délce minimálně 3 m, aby strmost dráhy navalování byla co nejmenší. Navalovací kozy mohou být využity také přímo na tesání. V tom případě, po navalení kulatiny nad přední nohy navalovací kozy, se kulatina zaskobuje a paty koz se přizvednou (pákou) do vodovážné roviny a podloží se (obr. 5.2.2).



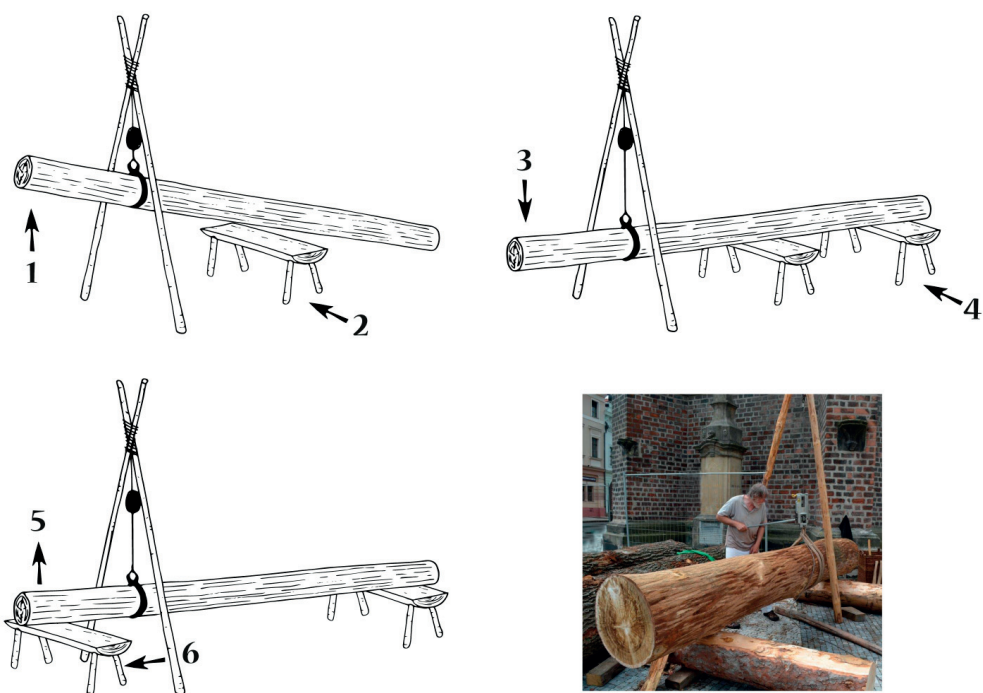
Obr. 5.2.2: Navalovací kozy – proces navalování nad přední nohy

Další možností zvedání kulatiny je způsob, kdy se kulatina na jednom konci přizvedne zkříženými pákami (skoblicemi) či heverem (štorcákem) a následně vypodloží odřezkem trámu asi metr od středu délky kulatiny (obr. 5.2.3). Pak se snadno zvedne ručně zatížením kratšího konce kulatiny (delší konec působí jako protiváha). Střídavé kývavé zvedání se opakuje, až je možné jeden konec přehoupnout na kozu. Poté se druhý konec přehoupne na druhou kozu. Kulatina se proti svalení (pádu z podkladků) zajišť'uje skobami.



Obr. 5.2.3: Zvedání kulatiny na kozy pomocí skoblic a vypodložení

Zvedání pomocí dvojnožky (nebo trojnožky) ze dvou svázaných bidel ve tvaru trojúhelníka/ jehlanu a do jeho vrcholu zavěšeného řetězového zvedáku (obr. 5.2.4). Nejdříve se dvojnožka vztyčí nad jedním koncem a zavěšený zvedák se připojí a uvede do tahu. V tento moment stojí dvojnožka sama (princip nejkratší dráhy), paty dvojnožky a druhý konec kulatiny tvoří stabilní trojúhelníkovou základnu, podmínkou je, že se kulatina zaboří do podkladu a zdvihne se tak, aby mohla být k jejímu středu dočasně podložena koza. Řetězák se povolí, kulatina zhoupne a na opačném konci se podloží druhou kozou. Kulatina se znovu lehce přizvedne a první koza přetáhne na konečnou pozici. Při této technice zvedání musíme používat stabilní, více rozkročené, kozy.



Obr. 5.2.4: Zvedání konců kulatiny na kozy pomocí dvojnožky a řetězového zvedáku

Spolu se zvedáním přes trojnožku nebo hasák je výše popsán způsob vhodný pro manipulaci s velmi těžkou kulatinou. Je zde nutná spolupráce minimálně dvou osob, protože jedna osoba musí po čas povoleného zvedáku přidržovat dvojnožku ve svislé poloze (při použití trojnožky práci zvládne jeden tesař). Při jiném způsobu zvedání pomocí trojnožky a řetězáku se trojnožka umístí nad pomyslné těžiště kulatiny a řetězový zvedák se uváže k jejímu středu (obr. 5.1.11). Pro zvedání kulatiny za konce je nutné použít současně dvě trojnožky (obr. 5.2.5). Tato technika se používá pro zvedání na vysoké řezací kozy.



Obr. 5.2.5: Uvazování řetězového zvedáku na koncích kulatiny při zvedání pomocí dvou trojnožek

Dále jsou z historické dokumentace známy málo experimentálně ověřené historické způsoby zvedání, např. pomocí pákového heveru, zachycené při terénním etnografickém výzkumu Slezského studijního ústavu v Opavě. Dokumentační materiály jsou dnes uloženy v Ostravském muzeu pod názvem „Práce s lodou“ (Zahradník, 1955), což je regionální název pro pákový hever. V dochovaném albu se loda popisuje jako dvě silné desky, nahoře a dole spojené železnými obručemi, aby mezi nimi byla mezera, v níž se pohybuje ručka, tj. páka 2m dlouhá, opatřená na jednom konci železným kováním s otvorem, v němž visí hák. Každá deska lody má proti sobě dvě řady otvorů, do nichž se zastrkují svorníky. Při zvedání se o svorníky opírá ručka, jež na řetězu vytahuje kmen vzhůru nebo spouští dolů (obr. 5.2.6).



Obr. 5.2.6: Zvedání kmene pomocí pákového heveru (Zahradník, 1955)



### 5.2.2 Založení kulatiny

Nejdříve se určí předběžné umístění budoucího profilu (orientace kulatiny na kozách nebo podkladech při nízké práci). Prvním pravidlem je co nejvíce omezit směřování suků na hrany trámu. Větší suky na trámu jsou nejen přirozenou vadou, ale také nevhodným elementem při opracování dřeva. Druhé pravidlo při zakládání kulatiny se týká nasměrování největší křivosti kulatiny do výšky profilu trámu. Výraznému průhybu kulatiny se také říká „kobyly“ – pravděpodobně ustálený lidový průměr k prohnutému koňskému hřbetu. Proto se nejdříve otesává vyšší strana (otesání šířky trámu), aby bylo možné při následném vyměrování na vyrobeném polštáři upravit umístění křivosti (nepravidelné a asymetrické křivé oblíny) a aby se velikost a rozsah jednotlivých oblín navzájem vyrovnaly.

Kulatinu je třeba na kozách nebo podkladech pevně založit tak, aby se nemohla při tesání pohnout. Proto se na jejím širším konci, v místě osazení na hranaté tělo kozy, vyrobí ploška nazývaná „líska“ (v případě kulatého těla mělký vrub). Pro ostře hraněné trámy nebo při tesání přesílené kulatiny jsou lísky vytvářeny nad oběma kozami – podklady. Obě lísky musí být důsledně rovnoběžné ve vodorovné rovině stejně jako kozy. Lísky jsou vysekány na užší straně budoucího profilu trámu a zároveň na protilehlé straně hřbetu kobyly. Kulatina se tesá tzv. kobyloú navrch (obr. 5.2.7).



Obr. 5.2.7: Usazení kulatiny kobyloú navrch

Výroba lísky se provádí po stranách těla koz vytnutím dvou vymešovacích vrubů na hloubku zamýšlené lísky. Mezi nimi se odseká oblina ve směru osy kulatiny (obr. 5.2.8). Pak se kulatina otočí (převalí) na lísku a je připravena k vyměrování profilu načisto. Plocha lísky by měla být uprostřed spíše prohnutá, aby kulatina seděla na těle kozy pokud možno hranami. K práci

používáme hlavatku, popř. pantok. Líska nebo vrub se provádí standardně ve směru úderu sekery (opracovávaná plocha je nasměrována svisle), až následně se kulatina přetáčí o 90°. Jen v případě výrazné kobyly, pokud se kulatina díky velkému prohnutí vyvrací a nelze ji pro potřeby opracování rozumně zajistit, vyrábíme lísky ve vodorovné poloze. V tomto případě je nutné kontrolovat rovinnost druhé lísky měřením.



Obr. 5.2.8: Výroba lísky pro založení kulatiny na kozách

## 5.3 Tesání

### 5.3.1 Obecná charakteristika tesání kulatiny

Tesání je nejstarší způsob opracování tzv. velkého dřeva. Sahá hluboce do prehistorie lidstva. Dřevěná studna nalezená na našem území a opracovaná kamennou teslicí (obr. 5.3.1) je stará 7200 let (Rybníček a kol., 2020). Je téměř jisté, že tato lidská dovednost při práci s jednoduchým nástrojem sahá mnohem dále do minulosti. Úder ostrou čepelí nasazenou na topůrku se přitom vůbec nezměnil. První písemný doklad a přiměřeně přesný popis technologie omítání kulatiny nalezneme v Homérově Odysseji. Zapomenout dovednost většinové mužské populace – včetně výlučných osob, jako je např. kníže sv. Václav (zachycen na obrázku ze života světce na stěně schodiště do kaple sv. Kříže na Karlštejně), by bylo velkou ztrátou. Co to je tesání a jak taková práce probíhá?



Obr. 5.3.1: 7200 let stará část studny opracovaná kamennou teslicí (Rybníček a kol., 2020)

#### *Mechanické a biomechanické principy*

Břit čepele sekery nejnáze proniká do dřeva ve směru vláken (podélný směr). Čím více se úhel úderu přiklání ke kolmici kulatiny (příčný směr), tím hůře čepel sekery do dřeva proniká. To má přímý vliv na způsob tesání (směr a sklon vedení úderu). Při rovnoběžném úderu s osou kulatiny (rovina strany trámu) ovlivňuje účinek úderu sekery konicita kulatiny, tesař vlákna přetne po směru růstu stromu (od paty kulatiny k čepu), nebo do nich zatne v protisměru (od čepu k patě kulatiny). Zda se jedná o směr či protisměr určuje to, jaká je opracovávaná líce a jakým směrem se na druhé straně přebytečné dřevo postupně odsekává. Po směru tedy vlákna vyběhají z tesané kulatiny, resp. zabíhají do krajiny. První podélné údery do kulatiny jsou vždy tvrdé a neurčité.

Při příčném přesekávání vláken je výhodné vést úder k vláknům zešikma pod úhlem do odklonu cca 45°. Čím je odklon vyšší (blíže podélnému směru), tím sekera proniká snáze

do dřeva. Při podélném odsekávání (odštípávání) je důležité, aby břit čepele sekery přetínal vlákna vyběhající ven do krajiny (oblíny), a to hned ze dvou důvodů:

1. Břit čepele sekery odkloněná vlákna přetíná, v opačném případě, když vlákna zabíhají výrazně do kulatiny, břit čepele sekery zatíná a vlákna vytrhává. Tesař tesá tak, aby na většině opracovávané plochy vlákna přetínal.
2. Správná volba úderu rozhoduje i o tom, jak budou ruce a paže tesaře namáhány. Eliminace tvrdých úderů umožňuje tesaři provádět svou práci dlouhodobě bez tělesných komplikací.

#### *Místopisné určení*

Archaičtější je práce na zemi (nížká práce) a je rozšířená po celém světě. V oblasti střední Evropy se vyskytuje od středověku už jen okrajově. V Čechách je trasologicky zachycena naposledy v prostředí tesařských dvorů v první polovině 14. stol. Později na ni lze narazit v lidovém prostředí, na rozdíl od Slovenska, kde se paralelně s vysokou prací vyskytuje na dřevěných konstrukcích z konce 19. a začátku 20. století.

Pro oblast střední Evropy je typická práce na kozách (vysoká práce). Na tomto území se rozšířila v době středověkých kolonizací (země německého vlivu) a je výrazně svázána s tesáním měkkého dřeva. V Čechách se plně rozvinula až ve 14. stol., v Německu je trasologicky doložena již v 10. stol. Při práci se používají specializované tesařské sekery (hlavatka, širočina). Jejich recentní tvar se ustálil v době baroka.

#### *Obecná charakteristika technologie*

Práci na zemi můžeme rozdělit na práci se sekerou s dlouhým topůrkem, která patří k základnímu způsobu opracování dřeva (např. kácení, odvětvození, štípání dřeva), a lze předpokládat, že je to přirozená elementární forma opracování dřeva; dále na práci se sekerou s krátkým topůrkem, kde se už jedná o specializovanou tesařskou technologii, doloženou ikonograficky např. v knize: *Der mittelalterliche Baubetrieb in zeitgenössischen Abbildungen* (Binding, 2001). Při práci na zemi tesař seká pod sebe a couvá. Tesání dopředu je zde krajně nepraktické, protože tesař by musel být příliš ohnutý do předklonu. Jelikož se používají převážně symetrické sekery, obtížná místa se při tesání řeší otáčením, seká se podle potřeby zprava nebo zleva. Smyslem otáčení je, stejně jako u práce na kozách, dodržení principu přetínání vláken.

Při práci na kozách – v případě, že je dřevo ideálně narostlé, tesá tesař směrem dopředu, jde „za sekerou“ (pokud pracuje sám, tak od čepu k patě kulatiny) a lehce vyběhající vlákna tedy přetíná. Má dobrý přehled a kontrolu nad přímostí a svislostí otesávané líce budoucího trámu. V případě, že je kulatina bez kořenového náběhu s minimální konicitou, sekaná do mírného protisměru (na odvrácené straně od paty k čepu) se na kvalitě opracování neprojeví. Jen v komplikovaných situacích, jakými jsou velké suky obalené svalovitostí



či výrazná křivost a točitost, kdy vlákna v místě úderu zabíhají dovnitř kulatiny, tesař se změnou morfologické situace mění sklon dopadu sekery a při úderu couvá. Cílem je, aby neustále přetínal vlákna podle výše uvedeného pravidla. Tato proměnlivost v řemeslném postupu, reagující pružně na nepravidelnosti a vady dřeva, je průkazně a bohatě doložena trasologicky na historickém materiálu. Práce na kozách je specializovaná technologie s jasně ohraničenými technologickými kroky (vrubování, hrubování, lícování) a používají se k ní různé druhy seker. Na vrubování a hrubování se užívá sekera hlavatka (regionálně též sekera pantok) a na lícování sekera širočina. Hlavatka je standardně rozšířená v oblastech rakousko-uherského kulturního okruhu, pantok jen regionálně.

V obou způsobech opracování (na zemi i na kozách) lze rozlišit výše zmíněné technologické kroky (vrubování, hrubování, lícování). Vrubování je proces, při kterém tesaři rozdělí oblinu (krajina = odstraňovaná část kulatiny) svislými záseky na krátké úseky tak, aby šla v následujícím kroku opracovat nahrubo. Pokud bychom tak neučinili, museli bychom krajinu odstranit po tenkých vrstvách, což je velmi archaický způsob opracování dřeva křesáním, který známe v recentní podobě z Ruska, ve Skandinávii na historickém materiálu z 10. století a také na východě, v Indii a Japonsku, kde se rovněž praktikuje dodnes. Při standardním opracování nahrubo bez vrubování by sekera uvízla v natržené spáře a nedalo by se v práci dál pokračovat. Vrubuje se buď z postoje na kulatině (sólo) při práci na zemi i na kozách, nebo v páru v postoji z boku kulatiny, což je typické pro práci na kozách.

Hrubování je proces, při kterém je odsekána (odštípána) v jednotlivých navrubovaných polích krajina, a to co nejbližše vyměřené líci finálního profilu trámu tak, aby se co nejvíce usnadnil závěrečný krok tesání (lícování). Zbytková tloušťka ohrubované části musí vyhovovat tesaři, který bude lícovat, a pohybuje se mezi 5–15 mm. Kulatinu můžeme hrubovat štípáním z postoje na kulatině, údery vedenými po vláknech (ve směru osy kulatiny, obr. 5.3.2). Tento způsob náleží k tesání na zemi. Ačkoliv je elementární a účinný, má rovněž svá úskalí, je zde např. zvýšené riziko zaštipnutí za vyměřenou rovinu, a to i u mírně točité kulatiny. Výsledkem je nepravidelná líce. Aby se předešlo utržení hran, musí se vrubovat v krátkých



Obr. 5.3.2: Hrubování při postoji na kulatině

úsecích. Tím se způsob odstranění krajiny zpomaluje, přestože se na první pohled jeví jako velmi produktivní. Tento způsob hrubování se hodí pro opracování tvrdých dřev s krátkými vlákny anebo za mokra křehkých (štěpných) dřev – dub, buk, olše, bříza.

Pro tradiční práci na kozách je typické příčné odsekávání krajiny z běžného postoje u kulatiny ve výšce pasu (obr. 5.3.3). Postupně shora dolů (napříč kulatinou) je podél líce odsekána spára a postupně je odlamována krajina. V případě, že je krajina tlustá, je odlamována po vrstvách. Pokud je kulatina dostatečně rovnoletá, může být vzdálenost vrubů poměrně velká (až 1 m). U čerstvého dřeva s minimální točitostí jde o proces vysoce produktivní. Tento způsob se hodí pro dřeviny měkké a houževnaté, jako jsou dřeviny jehličnaté – smrk, jedle, modřín.



Obr. 5.3.3: Hrubování při běžném postoji, kdy kulatina na kozách je ve výšce pasu

Lícování je proces povrchového dokončení. Údery sekery jsou vedeny šikmo po vláknech. Obecně běží úder sekery po obloukové trajektorii a projevuje se tak, že čepel břitem po dopadu působí na dřevo jako klín, který od sebe vlákna odtrhává. Při lícování tesař oproti předchozí technice úderu výrazně stahuje lokty k sobě a na konci úderu zapojuje zápěstí, což se ve výsledku projevuje tak, že se břit sekery při dopadu pohybuje i směrem k tesaři. Proto vedle štípání opracovávanou plochu současně řeže. Tento obtížně vysvětlitelný jev si můžeme přiblížit srovnáním. Jedna složka úderu působí na dřevo jako dláto a druhá jako hoblík. Čím je topůrko sekery kratší, tím se součinitel „hoblování“ zvýrazňuje. Stejně jako při jiných způsobech opracování dřeva, např. řezání a hoblování, platí, že čím je tloušťka třísky menší, tím je opracovávaná plocha čistší.

#### Seznam nástrojů k tesání

Tesařské sekery: hlavatka (pantok), širočina, bradatice, dále poříz (škrabka), vodováha (olovnice), metr, úhelník, linkovací šňůra.



### 5.3.2 Vyměření profilu a určení otesávané krajiny

Po založení kulatiny se nejdříve vyměří profil a šňůrou vyznačí linka krajiny. Zručný tesař si na čelech kulatiny určí šířku finálního profilu a na horní hraně udělá zářezy pro zachycení šňůry (obr. 5.3.4). Nemusí vynášet žádnou svislici, jelikož ji rutinně rozpoznává. Volbu umístění provede s ohledem na výslednou vyváženost tesaného trámu (optimalizace mezi krajinami a vycentrováním jádra kulatiny, popř. na umístění tlakového dřeva). K vyměření používá metr, úhelník s měřítkem nebo měrku (tzv. lérku), sekeru nebo dláto.



Obr. 5.3.4: Zářezy pro zachycení šňůry

Tesař bez dlouholeté praxe si na čela vynese pomocí olovnice nebo vodováhy vymezující svislé linky finálního profilu, které určují roviny tesání a umožňují průběžnou kontrolu svislosti tesání (obr. 5.3.5). Výhodné je ještě předtím zavést na obou koncích také osový kříž (ve stejné orientaci svislé i vodorovné), který umožňuje nejen následnou kontrolu, ale i budoucí osově závislé vyměřování konstrukčních spojů.

Mezi zrcadlově obrácenými zářezy určujícími finální šířku trámu je nutné odstranit (sloupnout) po celé délce kulatiny kůru (do běla), aby bylo možné vynést horní podélnou hranu vytvářené roviny tesání. To se na kulatinu v místě zářezů vyznačí šňůrou. Vzniklé podélné rovnoběžné linky určující místo nebo rozsah opracování (obr. 5.3.5).

Stejným způsobem se vyznačuje středová osa pro podélné štípání kulatiny nebo tloušťky prken při řezání. V tomto případě tesaři kulatinu otáčejí a vyznačují i protilehlé linky. Po otočení musí být kulatina srovnána podle svislé osy nakreslené na čele.

Tradičně tuto práci provádějí dva tesaři. První uchopí do jedné ruky otočnou rukojeť kolovrátku a druhou pomocí topiče strčí šňůru do barvy v rudníku (obr. 5.3.6). Druhý



Obr. 5.3.5: Vyznačená linka na kulatině označující místo opracování

mezitím uchopí šňůru a začne ji protahovat barvou, až je dlouhá na délku kmene. Mokrý šňůra se lehce napne a odhodí se z ní přebytečná barva volně do prostoru. Vytažený konec s kroužkem nebo háčkem se připevní k jednomu čelu (kroužek se připevňuje špičkou (obr. 5.3.7) nebo se háček zahákne za spodní hranu čela, šňůra se založí opatrně do protilehlých zářezů tak, aby se kulatina nezabarvila. Druhý tesař, který šňůru připevňoval, přejde do středu kulatiny a šňůru směrem nahoru natáhne jako tětívu luku. Tesař s kolovrátkem udržuje šňůru napnutou a zrakem koriguje její svislost (obr. 5.3.8). Jakmile je napnutá šňůra srovnána, šlehne s ní druhý tesař o kulatinu, jako kdyby vypustil tětívu. Pokud tesaři pracují přesně, i na zvlněném povrchu se vyznačí linka rovně.



Obr. 5.3.6: Ponoření nožiče se šňůrou do rudníku



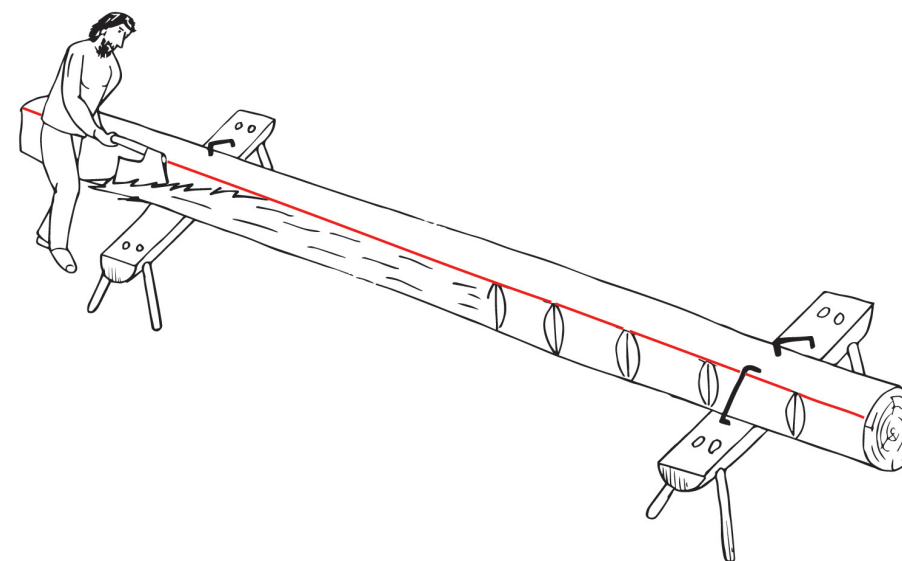
Obr. 5.3.7: Připevnění konce šňůry s kroužkem ke čelu kulatiny



Obr. 5.3.8: Korekce svislosti napnuté šňůry při značení

Při vynášení prachovou šňůrou si tesaři práci zkrátí o proces máčení. Vyšlehnutá linka je však méně výrazná a je nestálá (silnější déšť ji smyje). Mokrý tenká šňůra naopak v extrémním počasí rychle oschne nebo v zimě zmrzne. V nouzi zvládne znalý tesař značení pomocí prachové šňůry i samostatně.

Teprve poté se kulatina připevní ke kozám, jelikož by skoby při vyznačování linky překážely. Připevnění kulatiny skobami (zaskobování) zajišťuje kulatinu tak, aby se při tesání nemohla pohnout. Proto se provádí jak usazení na lísku, tak zaskobování pečlivě. Kulatina je spolehlivě zaskobována třemi skobami. Na jedné koze dvě proti sobě z obou stran kulatiny a na druhé koze jen z jedné strany kulatiny. Na nezaskobované straně se sešává (obr. 5.3.9). S postupem prací tesař jednotlivé skoby přeskokobává na místo, kde práci dokončil. Při práci dvou tesařů, kteří jdou proti sobě, se skobuje pouze dvěma skobami.



Obr. 5.3.9: Tesání na nezaskobované straně kulatiny



### 5.3.3 Technologické procesy tesání kulatiny

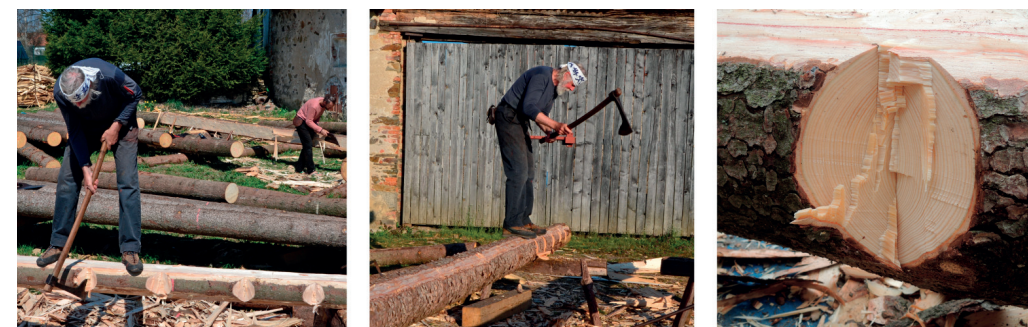
#### Práce na kozách

Vrubování se provádí tradičně v páru. Tesaři stojí šikmo ke kulatině ve směru úderu navzájem symetricky (cca 45° k ose kulatiny). Střídavými údery svisle přetínají oblinu shora až dolů vrubem (zásekem), jehož obě strany svírají přibližně pravý úhel (obr. 5.3.10 A). Vytínaný vrub je svislý a blíží se co nejvíce k vyznačené lince (obr. 5.3.10 B–C). Vruby prosekávají po krátkých úsecích (polích), aby mohla být přebytečná oblina při hrubování snáze odštipána. Vzdálenost vrubů se řídí kvalitou dřeva. U pravidelného a rovnoletého dřeva je to cca 60–80 cm (na délku topůrka sekery). U točitého a křivého dřeva se vzdálenost dle potřeby zkracuje. Optimální je, když tesaři sekají sekerou v symetricky obráceném držení topůrka (pravý a levý úchop sekery). Proto je dobré střídání úchopu symetrické sekery nacvičovat hned od začátku zprava i zleva.



Obr. 5.3.10: Párové vrubování A – celkový pohled na vrubování v páru, B – vytínané vruby v oblině kulatiny blíží se k vyznačené lince, C – detail vrubu po párovém vrubování

Vrubují se vždy obě strany zaskobované kulatiny v jednom procesu, aby se z důvodů uvolněného napětí otesávaná kulatina nekřivila. Při sólovém vrubování může tesař postupovat stejně jako v páru, jen musí zastat práci obou tesařů. To znamená, že po několika úderech změni pozici a tesá z druhé strany. Tento způsob je ale namáhavý a časově náročný. Výrazně produktivnější je historický postup, který je ikonograficky doložený a praxí odzkoušený: tesař stojí na kulatině, vysekává vruby mezi rozkročenými chodidly a vede úder po oblouku do boku kulatiny střídavě zprava a zleva (obr. 5.3.11 A–B). Vrub je dokončen, když se tesař proseká k vyznačené lince (obr. 5.3.11 C), kterou kontroluje pohledem shora. Následuje úkrok stranou po kulatině a vysekání dalšího vrubu. Pro tuto práci se používají sekery s delším toporem (velká hlavatka, pantok, univerzální bradatice). Při práci s těžkou sekerou (nad 2,5 kg) je tento způsob velmi produktivní. Účinnost se zvyšuje, když tesař kinetickou energii navýší tím, že správně nadhozenou sekeru uvede do pádu švihem.



Obr. 5.3.11: Vrubování při postoji na kulatině A – celkový pohled z boku kulatiny, B – celkový pohled po délce kulatiny, C – detail vrubu po vrubování při postoji na kulatině

Pokud je krajina malá (hloubka vrubu do 4 cm), může projít tesař kolem kulatiny a jen se šířčinou, šikmými údery naráz, protínat celou krajinu (obr. 5.3.12). Tento úsporný a rychlý způsob je možné provádět jen u čerstvého dřeva. Vzdálenost mezi vruby je cca 30–40 cm. Vrubovat je možné i pilou příčnicí. Jde o nestandardní způsob technologicky i časově nevýhodný a je doložen jen u nadprůměrných trámů.



Obr. 5.3.12: Vrubování šířčinou při malé hloubce vrubu

Hrubování v páru mohou tesaři realizovat několika způsoby, dle místní situace či libosti (zde je uveden pouze výběr technologicky důležitých variant):

1. Tesaři opracovávají kulatinu, každý z jedné strany. Při práci praváka a praváka jdou proti sobě (obr. 5.3.13), při práci praváka a leváka jdou ve stejném směru (obr. 5.3.14).





Obr. 5.3.13: Párové hrubování, kdy tesaři každý z jedné strany kulatiny jdou proti sobě (pravák a pravák)



Obr. 5.3.14: Párové hrubování, kdy tesaři každý z jedné strany kulatiny jdou ve stejném směru (pravák a levák)



Obr. 5.3.15: Párové hrubování, kdy tesaři pracují na jednom úseku společně a pravidelně se střídají

2. Tesaři pracují na stejné straně, při hrubování velké krajiny. Pracují na jednotlivých úsecích společně, stojí bokem ke kulatině a čelem k sobě, stejně tak jako při vrubování se při úderu rytmicky střídají (obr. 5.3.15).
3. Tesaři pracují na stejné straně, při hrubování výrazně vyduťté kulatiny. Jdou proti sobě, každý z jednoho čela kulatiny (obr. 5.3.16).



Obr. 5.3.16: Párové hrubování, kdy tesaři jdou na stejné straně kulatiny proti sobě

4. Tesaři pracují na stejné straně, při hrubování výrazně prohnuté kulatiny. Pracují od středu kulatiny směrem k čelům, zády k sobě (obr. 5.3.17).



Obr. 5.3.17: Párové hrubování, kdy tesaři jdou na stejné straně kulatiny od středu směrem k čelům

Při opracovávání tenké krajiny na slabé čerstvé kulatině (typicky hambalky, pásky, tenké nebo kónické krokve) se proces hrubování vynechá a rovnou se lícuje.



Konkrétně se hrubuje tak, že tesař nejdříve vedle vyznačené linky a v rozsahu jednoho navrubovaného úseku postupně směrem od sebe a zpět proseká (otevře) spáru (obr. 5.3.18). Pak se ve stejném rytmicky měněném pohybu odstraňuje po vrstvách krajina, a to jak svisle, tak i vodorovně. Při načínání spáry a při dosekávání spodní hrany musí tesař dávat pozor na točitost kulatiny, aby nahoře nepřesekl a dole neutrhnu hranu. Zde je opět třeba dodržovat důsledně princip přetínání let, čehož se dosahuje nakláněním čepele a podřízením směru tesání.



Obr. 5.3.18: Hrubování postupně směrem od sebe a zpět

V praxi to znamená, že pravák v případě levotočivé kulatiny u horní hrany couvá a špičku hlavatky má nakloněnou dopředu (obr. 5.3.19). U dolní hrany je tomu naopak, jde dopředu. U pravotočivé kulatiny je to zrcadlově obráceně. A u leváka je vše zrcadlově obráceně k práci praváka.



Obr. 5.3.19: Pravák couvá při hrubování u horní hrany levotočivé kulatiny

Kvalita ohrubované plochy do jisté míry předurčuje náročnost a kvalitu finálního lícování. Jsou dva mezní případy, které tesaři se širočinou práci komplikují:

1. Příliš široká hrubá vrstva (15 mm a více), která na spodní straně nabývá. Pokud je dřevo navíc křehké (čerstvé), točité nebo v místě za sukem, zvyšuje se výrazně riziko utržení

spodní hrany. Je to dáno tím, že šířina už třísku neřeže (tak, jak by tomu bylo u třísky tenké), ale třísku jen přetíná, takže síla úderu působí směrem dolů.

2. Kupodivu i úzká a čistá vrstva je problémem, protože si tesař nemůže otevřít spáru, do které reflexně směřuje údery. Je to náročné na koncentraci, protože se musí soustředit na to, aby šířinu při úderu správně zat'ala a sekerou nepromáchnul. To je nejen riziková situace, ale především se tesař vysiluje, namísto toho, aby spontánním a uvolněným pohybem šetřil síly na celodenní práci.

Lícování se širočinou je nejvíce specializovaný proces, tesař při ní používá jednostranně broušenou sekeru s neobyčejně dlouhou čepelí a extrémně úzkým břitem. Proto pravák i levák musí mít nástroj přizpůsobený pro sebe. Výskyt levých širočin je dnes více či méně ojedinělý, přesto lze při trasologických analýzách historických konstrukcí nalézt práci praváka i leváka na jednom trámu poměrně často (obr. 5.3.20).



Obr. 5.3.20: Práce praváka a leváka při lícování na jednom prvku

Pro spolupráci dvou lícujících tesařů platí to, co bylo napsáno výše o hrubování. O historickém obrábění širočinou je na základě trasologických analýz známo nejvíce. Lícování je proces dokončující, a proto se po něm uchová valná většina stop, které vytvářejí charakteristický vzhled tesaného trámu. Vzhledem k extrémní délce čepele s břitem a jeho specializované funkci je důležitá hoblovací složka úderu (viz výše uvedený směr a úhel dopadu). Při tesání dopředu je optimální úhel dopadu (k ose kulatiny) okolo 30° (obr. 5.3.21), resp. rozpětí úhlu přibližně mezi 10° až 45°. V čelním pohledu je, na rozdíl od symetrických seker, úder veden skoro po svislici s mírným odklonem cca 3° (obr. 5.3.22). Míra odklonu záleží nejen na způsobu práce tesaře, ale i na průhybu čepele a tvaru ostří. U výrazně prohnutých seker se vede úder více ze strany.





Obr. 5.3.21: Optimální úhel dopadu širočiny při lícování je okolo 30° (k ose kulatiny)



Obr. 5.3.22: Úder širočinou je veden po svislici v rozsahu odklonu do cca 3° ven

Líci může tesař v zásadě opracovat dvěma způsoby:

1. Tesání v dlouhé spáře (rozštěpu). Jedná se o výrazně převažující způsob opracování líce. Tesař úderý otevře po vyznačené lince spáru (v délce cca 1–1,5 m) a postupně prosekává spáru na výšku, přičemž ji neustále posouvá dopředu. Na vnější straně sekyry zůstává viset z odštěpků složený soudržný „ocas“ (obr. 5.3.23). Výhodou tohoto způsobu je, že do roztesané spáry se tesař snadno trefuje sekerou. Ve spáře se postupně odsekávají tenké plátky (hoblíny o tloušťce do 1 mm), které zajišťují vysokou kvalitu opracované



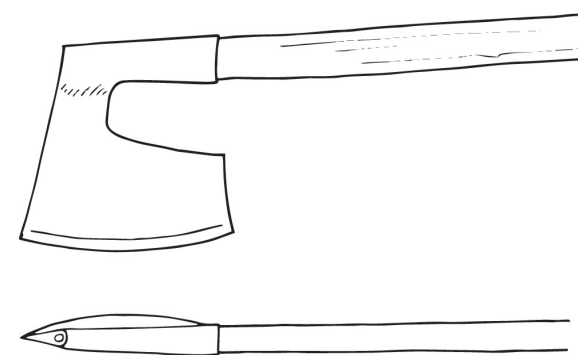
Obr. 5.3.23: Visící soudržné oštěpky při lícování

líce. Pokud jsou vlákna v kulatině nepříznivě točitá, tesař na vzdáleném konci sekerou nakloněnou na špičce (k ose kulatiny má obrácený sklon) proseká hranu a couvá (obr. 5.3.24). Při couvání platí to, co při práci dopředu, jen úhel dopadu je trochu menší. Pro tento způsob je výhodná líce nahrubovaná max. do 10 mm.



Obr. 5.3.24: Při nepříznivé točitosti má tesař nakloněnou sekeru na špičce, prosekává hranu a couvá

2. Tesání ve svislých pruzích. Tesař odtesá načisto líci v jednom svislém pruhu a teprve potom pokračuje dále dopředu. Na historickém materiálu se tento způsob práce vyskytuje v menší míře, protože naopak vyžaduje velmi tenkou nahrubovanou líci a sekeru se symetrickou a prohnutou čepelí (obr. 5.3.25).



Obr. 5.3.25: Sekera se symetrickou a prohnutou čepelí pro tesání ve svislých pruzích



Rovinnost líce musí nezkušený tesař stále kontrolovat pohledem nebo za pomoci olovnice či vodováhy. Zde je malá olovnice výhodou, jelikož ji tesař může mít neustále při sobě.

#### *Časy tesání*

Kolik času je potřeba na kompletní otesání 1 bm trámu průřezu  $18 \times 22$  cm z různých průměrů kulatiny?

1. Při minimálním úběru, kdy na tesaném trámu zůstávají obliny po kulatině (středový průměr kulatiny 27–31 cm), je na opracování 1 bm kulatiny potřeba průměrně 52 minut.
2. Při přiměřeném úběru, kdy trám je ostře hraněný a zároveň bez zbytečného odpadu (středový průměr kulatiny 32–37 cm), je na opracování 1 bm kulatiny potřeba průměrně 85 minut.
3. Při větším úběru, kdy trám je ostře hraněný a navíc vzniká mnoho zbytečného odpadu (středový průměr kulatiny 38–46 cm), je na opracování 1 bm kulatiny potřeba průměrně 157 minut.

Zde se potvrzuje, že trámy s velkou oblinou nebo kónicky tesané, které jsou v odborných památkových kruzích doposud považovány za projev ledabylosti či pokleslé lidovosti tesařského řemesla, se jeví jako výsledek účelného, ergonomického i ekonomického řešení.

Jaké procentuální zastoupení mají jednotlivé úkony (vrubování, hrubování a lícování) na otesání trámu průřezu  $18 \times 22$  cm?

1. Při minimálním úběru, kdy na tesaném trámu zůstávají obliny po kulatině (středový průměr kulatiny 27–31 cm), připadá na vrubování 26 %, na hrubování 42 % a na lícování 32 % z celkového času otesání trámu.
2. Při přiměřeném úběru, kdy trám je ostře hraněný a zároveň bez zbytečného odpadu (středový průměr kulatiny 32–37 cm), připadá na vrubování 23 %, na hrubování 53 % a na lícování 24 % z celkového času otesání trámu.
3. Při větším úběru, kdy trám je ostře hraněný a navíc vzniká mnoho zbytečného odpadu (středový průměr kulatiny 38–46 cm), připadá na vrubování 32 %, na hrubování 50 % a na lícování 18 % z celkového času otesání trámu.

Toto jsou důležitá data pro přípravu a organizaci práce (rozsah a kvalifikační struktura pracovních skupiny), obzvláště v současné době ožívání řemesla, kdy je žádoucí do tradičního stavebního procesu zapojovat větší množství nováčků a pokročilých učňů.

Jak významný vliv má na otesání trámu průřezu  $18 \times 22$  cm máčení dřeva?

1. Při minimálním úběru, kdy na tesaném trámu zůstávají obliny po kulatině (středový průměr kulatiny 27–31 cm), je na opracování 1 bm kulatiny (po 4měsíčním máčení v mlýnském náhonu řeky Střela) potřeba průměrně 38 minut.

2. Při přiměřeném úběru, kdy je trám ostře hraněný a zároveň bez zbytečného odpadu (středový průměr kulatiny 32–37 cm), je na opracování 1 bm kulatiny (po 4měsíčním máčení v mlýnském náhonu řeky Střela) potřeba průměrně 67 minut.
3. Při větším úběru, kdy je trám ostře hraněný a navíc vzniká mnoho zbytečného odpadu (středový průměr kulatiny 38–46 cm), je na opracování 1 bm kulatiny (po 4měsíčním máčení v mlýnském náhonu řeky Střela) potřeba průměrně 102 minut.

Z výše uvedených srovnání je zřejmé, že nejlepší (jak kvalitativně, tak náročností) na opracování je dřevo individuálně kvalitativně a rozměrově vybírané, opracované hned po kácení nebo před opracováním skladované (máčené) ve vodě.

#### *Práce na zemi*

Tento způsob opracování dřeva lze zmínit jen okrajově, protože práce na zemi je pro české území netypická, doložená jen etnograficky, ve světě je pak prováděna v nejrůznějších modifikacích.

Při tomto způsobu tesání se používají, až na výjimky (např. balkánský plankáč), symetrické sekery. Práce na zemi funkčně neumožňuje tesání směrem dopředu (obr. 5.3.26). Problémy se zabíhajícími vlákny se řeší změnou postoje (např. tesař tesající zprava se obrátí a problematické místo otesá zleva). Proto je používání asymetrických seker problematické. Tesání na zemi je z hlediska posloupnosti technologických kroků velmi variabilní ve slučování jednotlivých kroků. Nejčastěji se spojuje hrubování s lícováním, ale může se dělat vše najednou, kdy se provedou dva až tři vruby, pak se hned hrubuje a jakmile se při hrubování přiblíží tesař k lince, přitesá kulatinu načisto. Tento cyklus se opakuje a může se kdykoli změnit.



Obr. 5.3.26: Tesání kulatiny nízkou prací A – tesání sekerou na dlouhém toporu, B – detail sekery na dlouhém toporu, C – tesání sekerou na krátkém topůrku

## 5.4 Štípání

### 5.4.1 Obecná charakteristika štípání kulatiny

Štípání se také nazývá „draní“ nebo „trhání“. Štěp vzniká podélným odtržením dřevních vláken od sebe tím, že je mezi ně zarážěn ostrý klín. Zarážením klínu je vyvíjen na dřevní vlákna postupně zvyšující se tlak, který způsobí vznik záštěpu před ostřím klínu (tahové napětí v blízkosti iniciace čela trhliny). Dřevní vlákna se neporušená rozestupují a nepřerežávají. Pokud je dřevo štípáno na polovinu, resp. osou průřezu, tlak klínu je na obou stranách přibližně stejný a dřevo by se mělo roztrhnout v jedné vrstvě. Pokud není štípání symetrické, pak se dřevo na slabší straně přes vlákna odtrhne nebo se slabší strana zlomí.

Štípaná nepřerušovaná vlákna povrchu umožňují významné prodloužení trvanlivosti dřeva oproti řezanému povrchu. Další důležitou vlastností štípaného dřeva je mechanická odolnost a v důsledku i jeho tvarovatelnost, např. při ohýbání, které jsou dány dodržáním podélného směru vláken.

Řemeslným štípáním kulatiny je dřevo podélně roztrženo pomocí klínů v předem určené podélně-radiální rovině. Štípe se tedy symetricky na 1/2, 1/4 atd. V případě štípání desek se rozštípnuté půlky dále štípou v tangenciálně-podélné rovině (TL) rovnoběžné s rovinou prvního štěpu. I zde se dbá na to, aby byl štípaný kus půlen na části o přibližně shodném objemu, kdy na obou stranách štěpu vzniká přibližně stejné napětí. Výsledkem štípání je polotovár, nahrubo rozpůlená kulatina připravená k dalšímu opracování přitesáním nebo hoblováním, v některých případech je štípnutá plocha přímo finálním opracováním.

Proces štípání může probíhat jako řízený. Při něm je upravována vznikající trhlina postupně přetínáním vláken tak, aby směřovala do předem vyměřeného směru. Řízený způsob štípání je náročný na technologii zpracování. V případě neřízeného způsobu štípání se po roztržení čela kulatiny postupně klíny zarážejí jen do vznikající trhliny bez toho, aby došlo k ovlivnění směru štípání. Je-li žádoucí dosažení rovinnosti štěpu, pak je neřízený způsob velmi náročný na výběr zpracovávané kulatiny, která musí být rovnoletá nebo na povrchu kulatiny mírně točitá doprava. U smrkové kulatiny povětšinou platí, že točitost se směrem do středu stáčí doleva, proto při mírné pravotočivosti na obvodu bude ve středu štípané kulatiny mírná levotočivost. Pokud použijeme ke štípání kulatinu, která je na obvodu levotočivá, potom ve středu bude extrémně levotočivá, a tím velmi špatně štípatelná. Po seschnutí takové kulatiny navíc hrozí značný zkrut prvku po délce. Zvyšující se levotočivost směrem do středu kulatiny nebývá pozorována pouze u některých rovnoletých kmenů, které si rovnoletost (netočitost) zachovávají po celém průřezu. Detailní informace týkající se točitosti, ve vztahu k vhodnému výběru dřeva pro ruční opracování, jsou uvedeny v kap. 3.4.4. Čerstvé smrkové dřevo se štípe snáze než proschlé. Dřevo jehličnatých dřevin má všeobecně lepší štěpnost než v případě dřevin listnatých. Štípatelnost snižuje přítomnost většího obsahu pryskyřice. Špatně štípatelné je dřevo zmrzlé a dřevo v okolí kořenových náběhů, proto je vhodné náběhy eliminovat zkrácením kulatiny.

Štípání lze dělit dle velikosti štěpného materiálu na velké dílo – dělení dlouhé kulatiny na ležato, např. výroba srubnic, povalových trámů, párových prvků (krokve, schodnice apod.), výroba tenkého materiálu (základové a podlahové desky apod.). Štípání krátké kulatiny na stojato je nazýváno malým dílem a lze jej dále rozdělit na štípání delších kusů do 1,5 m a kratších kusů do 1 m, tzv. špalkovou práci, kam patří např. výroba šindele, dřevěných dlaždic, výběrových polotovarů pro mnoho dalších dřevozpracujících řemesel (stavební truhlářství, truhlářství, kolářství, ale i houslařství apod.).

#### *Seznam nástrojů ke štípání*

Tesařské sekery (šířičina, hlavatka), ruční tažná dvoumužná pila příčnice, poříz, nebozez, dlátovka, křížovka, štípák, železná palička a palice, dřevěná obouruční palice, vodováha, metr, linkovací šňůra, lesnická průměrka, kovové klíny s břitem a dřevěné klíny s tupým čelem.

### 5.4.2 Značení štípané spáry

Výběr místa pro značení štípané spáry při půlení se zvolí na základě profilu a tvaru prvku, který hodláme vyrábět. Doporučuje se:

1. Rozštěp začínat na slabším konci kulatiny, kde je odpor vláken menší.
2. Štípanou spáru umístit na střed čela tak, aby vedla přes dřeň. Při elipsovitém čele je třeba vést rozštěp směrem nejkratšího poloměru.
3. Eliminovat nevhodné umístění suků v místě štípané spáry.

#### *Provedení značení*

1. Navalení kulatiny na podvaly a zajištění proti otáčení pomocí klínů (obr. 5.4.1).
2. Zkrácení na požadovanou délku prvku pomocí příčnice (obr. 5.4.2).
3. Odkornění kulatiny.
4. Rozměření profilu kulatiny na dvě stejné poloviny pomocí vodováhy. Dělicí ryska by měla vést přes dřeň (obr. 5.4.3) a na obou čelech ve svislé poloze.
5. Propojení bodů vrchní a spodní plochy štípané kulatiny linkami (pomocí linkovací šňůry, obr. 5.4.4). Pokud bude štípnutá líce dále upravována tesáním, je vhodné vedle hlavní linky v místě očekávaného následného opracování vynést další dvě pomocné rovnoběžné linky. V případě, že se po rozštípnutí vlivem vnitřních napětí ve dřevě obě půlky prohnou, je dodatečné vyměřování tesané líce problematické.

### 5.4.3 Technologický postup štípání kulatiny

#### *Velké dílo (na ležato)*

1. Podél vyznačené linky se pomocí nebozezu zavrtají do hloubky 1/3 průměru kulatiny vždy dva otvory pro vedení dlabu pro nasazování nejčastěji ocelových klínů (obr. 5.4.5). Vzdálenost mezi vrtanými otvory (obvykle 10–15 cm) je daná šířkou klínu, vzdálenost



- mezi jednotlivými dlaby po délce kulatiny se určuje podle točitosti kulatiny (obvykle 60–80 cm, obr. 5.4.6), tloušťka klínů se pohybuje od 6 do 9 cm a délka od 15 do 25 cm.
- Mezi vyvrtnými otvory se v ose vyznačené linky vydlabe lůžko (obr. 5.4.7) pro vkládání klínu. Dlabání se provede pomocí hlavatky (obr. 5.4.8), křížovky nebo tenkého dláta.
  - V ose vyznačené linky a vydlabaných lůžek se do hloubky 2–3 cm proseká mělká štěrbiná zajišťující rovné štípnutí na povrchu kulatiny. Dlaby je vhodné popsaným způsobem provést z obou protilehlých stran kulatiny přesně v rovině štípnutí.
  - Samotné štípnutí začíná napažením – osazením kovových klínů v místě linky vyznačené na slabším čele a v místě prvních dvou přilehlých dlabů v podélné štěrbině (obr. 5.4.9).
  - Štípnutí pokračuje postupným zarážením kovových klínů do připravených dlabů z jedné a z protilehlé strany obvodu kulatiny (obr. 5.4.10), štípanou kulatinu je třeba průběžně otáčet.
  - V případě točitosti kulatiny je nezbytné v místě štěpné spáry přetnout probíhající dřevní vlákna (obr. 5.4.11) pomocí dlátovky, křížovky, ev. dláta s dlouhou násadou (obr. 5.4.12).
  - Rozevírání štěpné spáry se zajišťuje pomocí postupného zarážení dřevěných klínů (obr. 5.4.13) s větším úhlem, než je tomu u kovových klínů, které se používají za účelem iniciace štěpné spáry. Dřevěné klíny by měly být vyrobeny z dubu nebo ze dřeva podobných vlastností (jilm, jasan, akát, buk, habr, hloh).
  - Dokončování štípnutí v místě druhého čela kulatiny je nutné provést osazením kovových klínů do čela kulatiny v dostatečném předstihu, aby nedošlo k samovolnému štípnutí po vláknech dřevní hmoty mimo vyznačenou rysku na čele (obr. 5.4.14).
  - Správně štípnuté čelo kulatiny je vyobrazeno na obr. 5.4.15.
  - Po rozštěpení kulatiny na dvě poloviny vznikne hrubá vnitřní plocha (obr. 5.4.16–18), která může být finálně dokončena tesáním.
  - Na základě stanoveného profilu a tvaru je rozměřena finální velikost vyráběného prvku, např. půlkulaté srubnice (obr. 5.4.19).
  - Přebytečná dřevní hmota na vnitřní ploše půlkulaté srubnice je nejdříve navrubovaná (obr. 5.4.20–21), následně hrubovaná (obr. 5.4.22), oba technologické úkony se provádí pomocí hlavatky.
  - Finální povrchová úprava vnitřní plochy půlkulaté srubnice se provede širočinou (obr. 5.4.23–24). Jelikož u rozštípnuté plochy vyběhají vlákna směrem od jádra protiběžně, musí být tesáno ve dvou směrech (sekání dopředu a couvání).
  - V případě potřeby se půlkulaté srubnice přisekají „na spáru“ pomocí širočiny tak, aby jednotlivé půlky bylo možné klást těsně beze spár na sebe nebo bylo možné spáry vyplnit např. mechem.



Obr. 5.4.1 Navalování a kotvení kulatiny na podvalech



Obr. 5.4.2 Krácení na požadovanou délku prvku



Obr. 5.4.3 Rozměření dělicí rysky umístěné v místě dřevě



Obr. 5.4.4 Propojení svislých dělicích rysek na čelech pomocí linkovací šňůry



Obr. 5.4.5 Vyvrtné otvory pro vedení dlabu



Obr. 5.4.6 Vyvrty pro dlaby a jejich rozmístění na vyznačené lince





Obr. 5.4.7 Vydlabané lůžko pro vkládání klínu



Obr. 5.4.8 Dlabání lůžka pomocí hlavatky



Obr. 5.4.9 Začátek štípání (kovové klíny v čele a na obvodu kulatiny v prvních dvou dlabech)



Obr. 5.4.10 Zarážení kovových klínů v místě vyznačené rysky za účelem iniciace štěpné spáry



Obr. 5.4.11 Dřevní vlákna u točitého dřeva probíhající přes štěpnou spáru



Obr. 5.4.12 Přetnutá vlákna v místě štěpné spáry



Obr. 5.4.13 Zarážení dřevěných klínů do štěpné spáry



Obr. 5.4.14 Dokončování štípání v místě druhého čela



Obr. 5.4.15 Štěpná spára z pohledu na čelo kulatiny, kde se začalo se štípáním



Obr. 5.4.16 Štěpná spára po rozštípnutí kulatiny



Obr. 5.4.17 Kulatina po rozštípnutí



Obr. 5.4.18 Plochy štěpné spáry po rozštípnutí kulatiny



Obr. 5.4.19 Značení linky za účelem osekání vnitřní plochy půlkulaté srubnice



Obr. 5.4.20 Vrubování vnitřní plochy půlkulaté srubnice





Obr. 5.4.21 Detail vrubu



Obr. 5.4.22 Hrubování vnitřní plochy půlkulaté srubnice



Obr. 5.4.23 Lícování vnitřní plochy půlkulaté srubnice



Obr. 5.4.24 Vnitřní plocha půlkulaté srubnice po dokončení

Malé dílo (na stojato – delší kusy do 1,5 m)

1. Kulatina se postaví na rovný tvrdý podklad silnějším čelem.
2. Slabší čelo se napaží nebo štípe přímo sekerou ve směru svislé osy na půlky, na čtvrtky atd. (obr. 5.4.25). V případě kulatiny větších průměrů se do napažení zakládají klíny, a to postupně směrem od kraje kulatiny ke středu. Pokud se kulatina nerozštěpí z čela, je potřeba klíny zakládat i do její boční trhliny.
3. Z čela se vyjmou uvolněné klíny a postup se opakuje do té doby, než se kulatina rozštípe.



Obr. 5.4.25 Štípání na stojato pomocí sekery

4. Variantně je možné do uvolněné trhliny zasunout čepel hlavatky až po rozšíření pod hlavou – topůrko směřuje ke klínům. Hlavatkou se páčí do stran, čepel hlavatky rozevívá trhlinu. Z druhé strany kulatiny je pod čepel první hlavatky zasunuta druhá hlavatka a postup je zopakován (obr. 5.4.26). Střídavě se páčí hlavatkami a při zapáčení jednou (v momentě, kdy se rozevře trhlina) se posunuje druhá do rozštěpu. Při štípání na stojato hlavatky postupně v trhlině klesají samy.
5. V případě potřeby se vnitřní plochy půlek kulatiny přitesají. Podle velikosti buď jednoruční širočinkou na špalku, nebo obouruční na kozách.

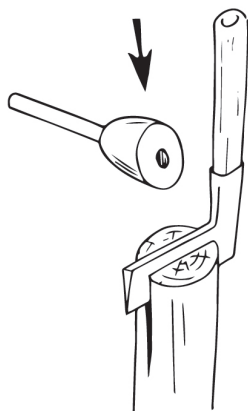


Obr. 5.4.26 Štípání na stojato pomocí dvou hlavatek, které se postupně zasouvají do rozštěpu a páčí



Malé dílo (na stojato – kratší kusy do 1 m na špalku)

1. Kulatina se zakrátí na potřebnou délku.
2. Štípání se provádí z vybraného čela.
3. Čelo se naštípne radiálně, nejlépe najednou speciálním nástrojem (štípacím nožem – štípacím), který má délku větší, než je průměr štípané kulatiny, a do čela kulatiny se zarazí až po hřbet čepele pomocí dřevěné palice (obr. 5.4.27).



Obr. 5.4.27 Zarážení štípacího až po hřbet čepele pomocí dřevěné palice

4. Následně se štípací zarazí do kulatiny střídavými údery na vyčnívající čelo a patu topůrka (z jedné a druhé strany čepele).
5. Pokud je štípání prováděno sekerou (nástroj kratší, než je průměr kulatiny), je nutné nejdříve lehce sekerou naseknout zamýšlenou linii rozštěpu (napažit čelo – obr. 5.4.28) ke kraji čela, jinak by se mohla trhlinka na čele kulatiny roztrhnout nepravidelně mimo zamýšlenou linii.



Obr. 5.4.28 Napažení čela v zamýšlené linii rozštěpu

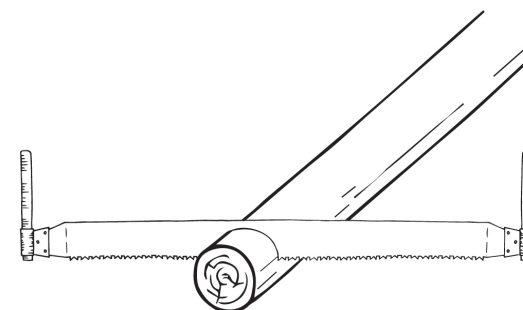
Mezi malá díla štípaná na stojato patří např. výroba šindele, která je detailně popsána v publikaci Šindel – tradiční střešní krytina (Kolmačka a kol., 2016).

## 5.5 Řezání

### 5.5.1 Obecná charakteristika řezání

Řezání se dělí na příčné (rozvrhování) a podélné (rozmítání, omítání). Řezaná kulatina je obvykle předpřipravená otesáním ze dvou protilehlých stran (polštář) nebo ze čtyř stran (trám).

Při příčném řezání pila svým ostrím pracuje tak, že při tahu boční břity a vnější hroty zubů přerézávají dřevní vlákna a čelní břity zubů hoblují (odřezávají) dno řezané spáry (obr. 5.5.1). Odhoblované části dřevních vláken na konci řezu vypadávají ve formě jemných pilin. Příčné řezání se používá při tesařské práci na zkracování načisto a při výrobě velkých spojů (kampy, pláty, čelní srazy atd.). Na hrubé krácení kulatiny za účelem získání výběrové kulatiny se v minulosti používaly „břichatky“ (dnes často řetězové pily).



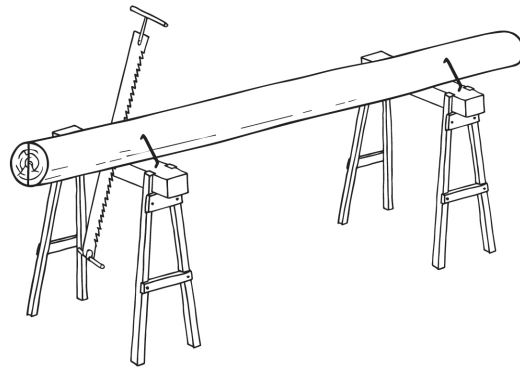
Obr. 5.5.1 Schéma procesu příčného řezání

Pro příčné řezání se obvykle používá tažná pila s ozubením tvaru **M** nebo **A**, které umožňuje řezat oběma směry. V minulosti používané tvary zubů jsou přehledně představeny v publikaci Tesařské pily, nástroje tesařské technologie (Štajnochr, 1981, č. 2–3). Při této práci tesaři stojí, nebo jsou zakleknuti čely proti sobě a střídavě pilu tahají tak, aby sledovala rovinu řezu a její hroty neustále běhaly po přímce. Pila řeže při tahu k sobě, takže pracovní fáze probíhá oběma směry. Tato práce je náročná na vzájemnou souhru a tesaři si musí dát pozor na to, aby při pohybu pily od sebe na pilu netlačili.

Při podélném řezání pilou (rozmítání, omítání) je řez převážně veden mezi vlákny. Oproti příčnému řezání je zde funkce pilových zubů opačná. Hroty zubů obřezávají dno řezné spáry a spolu s bočními břity hoblují líce řezné spáry. Čelní břity odřezávají dřevní vlákna na dně spáry a vynášejí odříznutý materiál ven z řezu v podobě velkých hranatých pilin (obr. 5.5.2). Hroty zubů zanechávají typickou stopu v podobě dlouhých šikmých linek. Oproti štípání a tesání jsou řezné plochy s přerušovanými vlákny drsné, porézní a nasákové. Při řezání kulatiny větších průměrů na půlky a na fošny se používá ruční tažná pila dvoumužná (popř. vícemužná), pilové listy se používají většinou s tzv. vlčím ozubením. V případě řezání



polštáře menších průměrů na fošny či jiné deskové řezivo je výhodnější použít pilu rámovou s užším listem a jemnějším vlčím ozubením.



Obr. 5.5.2 Schéma procesu podélného řezání

Kulatina se řeže upevněná v poloze na ležato – tesaři stojí nad sebou a řežou svisle s mírným náklonem pilového listu v podélném směru (řez je k ose prvku v úhlu cca 70–80°, obr. 5.5.3). Menší kusy do délky 2 m se řežou tak, že kulatina je v poloze na stojato – tesaři stojí proti sobě a řežou opět svisle s vodorovně tahaným pilovým plátem (řez je k ose prvku kolmý, obr. 5.5.4). Při řezání na stojato, kdy tesaři stojí proti sobě, se kulatina (polštář) připevňuje např. ke sloupu a je třeba zajistit její svislé uchycení na spodním, popř. i horním, konci. Řezání nad sebou předchází vodorovné založení řezacích koz nebo vodorovné založení podkladů pro kladení polštáře nad pilnici. Pilnice (též lednice, jáma, obr. 5.5.5) se stavěla všude tam, kde se pravidelně řezalo, např. na tzv. tesařských dvorech. Hloubka pilnice i výška koz je přibližně 2 m. Náročnost její stavby kompenzuje fakt, že řezanou kulatinu není nutné zvedat do výše. Naproti tomu řezání na kozách (obr. 5.5.3) je velmi mobilní, neboť k němu stačí dostatečně velká plocha.



Obr. 5.5.3 Podélné řezání na kozách (kulatina nebo polštář uložený na ležato)



Obr. 5.5.4 Podélné řezání svisle upevněného prvku

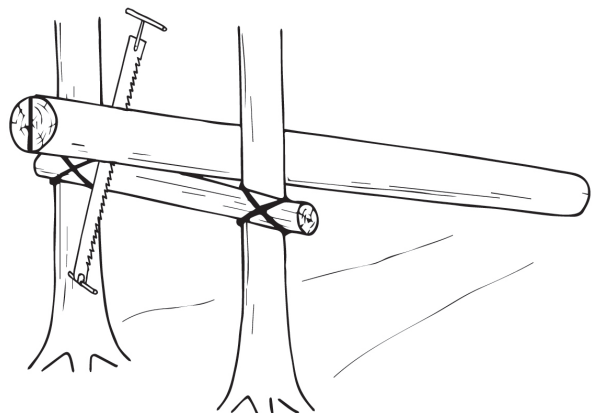


Obr. 5.5.5 Pilnice (jáma) pro podélné řezání

Pracovní fáze pily je pouze v jednom směru. A to většinou směrem ze shora dolů, aby byla využita co nejvíce hmotnost a kinetická energie pohybující se pily. Tesař stojící na kládě sice „jen“ tahá pilu volně nahoru (zavádí do řezu a koriguje přítlak, tak aby měla optimální záběr), přesto je práce horního tesaře náročnější na dovednost i fyzický výkon.

Výše uvedené technologie založení kulatiny pro řezání nad sebou jsou vhodné pro práci na tesařském dvoře. Pro řezání nad sebou přímo v terénu mimo stavební dvůr nebo v nouzi (bez speciálních koz) je možné použít i primitivnější založení kulatiny, na váze našikmo na jednom podkladě (uprostřed podepřené). Tento způsob je vhodný i do svažitého terénu. V lese v místě těžby lze řezat přes břevno upevněné mezi dvěma stromy (obr. 5.5.6). Tesaři

řežou do poloviny, poté se kláda otočí a dořeže se z druhé strany. Na stejném principu se řeže i na velké trojnohé koze. Zde je polštář založen na horní straně kozy. Zadním koncem se přivazuje k tělu kozy řetězem a za podporou o tělo kozy se vyklínuje (obr. 5.5.7). Řezaný polštář se otáčí podepřen v těžišti (jako na obrtlíku). Aby se vystrčená polovina nechvěla, zapírá se (šprajcuje) postupně před vespod pracujícím tesařem krátkou tyčovinou (bidlem). Tento způsob vyhovuje konstrukci rámové pily, jelikož se řez řeže pouze nadvakrát a pila se nemusí rozebírat. Pro horního tesaře to může být méně pohodlný způsob řezání, jelikož se při něm pohybuje doslova na šikmé ploše.



Obr. 5.5.6 Podélné řezání na váze, břevno uvázané na stromech



Obr. 5.5.7 Podélné řezání na trojnohé koze

## 5.5.2 Technologické postupy řezání

### Příklad příčného řezání kulatiny (rozvrbování)

Zakrácení čela trámu načisto. Opracovaný a orýsovaný trám se vypodloží do vodovážné roviny a připevní, aby mohli tesaři řezat oběma rukama. Pilou se řeže podél rysky na straně odpadu, při nařezávání horní plochy se opírá pila o ruku (obr. 5.5.8) nebo příložku, aby neposkakovala do strany. Příložka je přidržena rukou nebo je v komplikovanějších situacích (např. šikmé řezy) připevněna hřebíčkem či svěrkou. Z téhož důvodu řez začíná v mírném náklonu a až po zařiznutí jedné hrany je pila povolna sklápěna. To je důležité obzvláště u šikmočelných řezů.



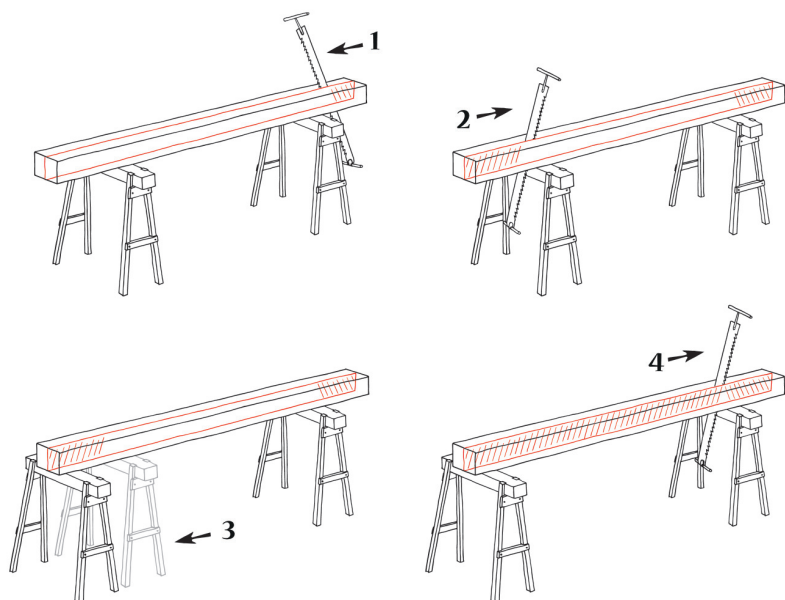
Obr. 5.5.8 Nařezávání horní plochy při příčném řezání

### Příklad podélného řezání (rozmitání) polštáře na kozách pomocí tažné pily

Před samotným řezáním se kulatina otesá ze dvou protilehlých stran (polštář) nebo čtyř stran (trám) a následně rozmítá (podélně řeže). Tato kombinace tesání s řezáním je specifická pro zpracování jehličnatých dřevin (smrk, jedle), které vybíráme přesně podle průměru.

Polštář, z obou stran nalinkovaný, se založí na řezací koze, a to zhruba ve čtvrtinách své délky. Polštář musí být pečlivě založen do svislice řezů podle vodováhy a připevněn pomocí tesařských skob. Začíná se řezat na tom konci, na kterém stojí spodní tesař zády více k větru, aby mu piliny vyhazované z řezu nelétaly do očí. Tesaři nalinkovaný polštář rozřežou k přední koze (všechny řezy). Na pile sundají spodní rukojeť a posunou buď polštář dozadu, nebo přední kozu dopředu tak, aby za ní mohli provléci pilu do řezu (obr. 5.5.9). Nasadí rukojeť a dořežou všechny řezy ke druhé koze. Pak se tesaři otočí a dořežou zbytek z druhé strany. Nad druhou kozou zbydou malé trojúhelníkové nedořezy (obr. 5.5.10), které se po řadě rozštípnou klínem nebo sekerou.





Obr. 5.5.9 Manipulace při řezání na kozách



Obr. 5.5.10 Klínové nedořezy po rozštípnutí

Řezání provádí obvykle dva muži, jeden tesař stojí na polštáři a druhý dole pod ním, čelem k sobě (obr. 5.5.11), eventuálně jeden nahoře a dva dole, střídavým taháním pily vedou jednotlivé řezy podle naznačené linky, a to tak, že se odřeže krajina a následuje řezání dalších desek. Při vícenásobných řezech se řeže buď posloupně, nebo tak, aby byl řez veden pokud možno v ose mezi již hotovými sousedními řezy. Obojí má své výhody a nevýhody a volba záleží na konkrétní situaci. Při zvýšeném tření pily je spára klínována dřevěnými klínky. Pila

musí být v podélném směru svisle a v bočním pohledu mírně nakloněná (viz výše zmíněno) na tesaře stojícího na polštáři (obr. 5.5.11). Nahoru se pila tahá volně a dolů s mírným přitlakem do řezu. Pohyb pily probíhá přímočaře. Důležitá je souhra obou tesařů, protože špatná spolupráce ve výsledku znamená nepřesné řezání provázené velkou námahou. Námaha vzniká tehdy, když se nechtěně tesaři o pilu přetahují, houpou jí podél, ohýbají ji do boku nebo krátce či trhavě tahají. Pila se pak v řezu zasekává nebo dusí a nevyhazuje piliny. Tření a drhnutí způsobuje i nerovný (zvlněný) řez nebo jiné technické důvody, např. když pila není správně seřízená (tupá, nerovnoměrný rozvor zubů, nestejná výška zubů, zkroucený pilový list). Špatně naostřená a rozvedená pila vybíhá ze směru, tře boky řezu a svádí k silovému řezání (tlačení), jehož důsledkem je nekvalitní řez.



Obr. 5.5.11 Náklon pily při podélném řezání

Pila v řezu reaguje na směr vláken a odlišné vlastnosti dřeva v různých směrech, a má tedy tendenci se ze směru vychylovat, což je nezbytné zachytit a eliminovat v předstihu. To se v praxi děje tak, že tesař stojící nahoře na polštáři střídavě v rytmu jemně přitlačí pilový list na jednu a na druhou stranu, aby výrazněji zařezával do jednoho z boků řezné spáry. Volba směru a síly záleží na odhadu, tedy na zkušenosti tesaře. V případě, že se řezná spára začne vychylovat mimo linku, korigují tesaři řez tak, že pilu společným natočením zařezávají do vnitřního boku řezné spáry tak dlouho, než se řez vyrovná. Korekci provádějí pomalu a plynule po dlouhé dráze, jinak dochází k vychýlení směru řezu do protější strany. Parametry pro kontrolu správného řezu jsou následující: spára řezu by měla být neustále průhledná; spára řezu by neměla opustit linku (tloušťka linky bývá 2–3 mm).

## 5.6 Broušení seker, dlát a řezných nástrojů

### 5.6.1 Broušení seker a dlát

Rozumné je, když si každý tesař brousí své nářadí sám. A to z toho důvodu, že je nejen nezávislý na komplikovaně dostupné servisní službě, ale navíc si nástroje snadno přizpůsobuje vlastním potřebám. Návodů na ruční broušení je mnoho, proto jsou zde uvedeny jen základní předpoklady:

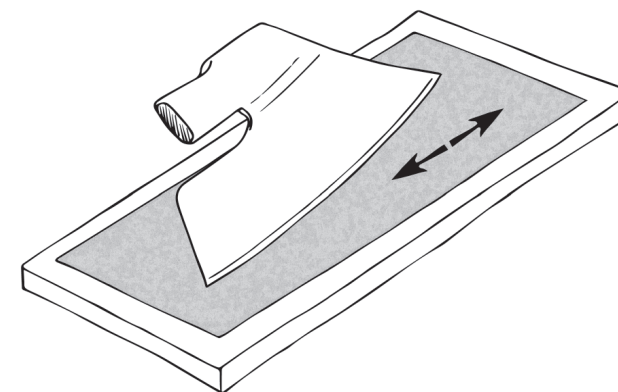
Zásadní je rozdíl mezi broušením čepule symetrickým (hlavatka, bradatice, štípák) a asymetrickým (širočina, dlátovka, dláto). Symetrické čepule se brousí tak, že jsou pravidelně střídány obě strany. Důvodem je udržení rovného ostří. U asymetrických čepelí se nejdříve rovná vnitřní líce nástroje (líce ve styku s opracovávanou plochou). Následně se břit brousí zevně.

Broušení lze rozdělit do čtyř technologických úseků, které se více či méně opakují nezávisle na sobě:

1. Příprava starého korodovaného nástroje;
2. Broušení nahrubo na brusce;
3. Dobrušování;
4. Obtahování ostří.

Asymetrické nástroje se jen čistí a je možné je brousit nahrubo, jelikož střídavým ubrušováním boků břitu jsou rez i nerovnosti na ostří ubrušovány. Kromě pomaloběžné brusky nebo ručně poháněného brusce (opatřeného chlazením vodou a s kamenem o minimálním průměru 25 cm) je možné v nouzi použít i klasické pilníky, jelikož sekery jsou z důvodu trvanlivosti ostří (aby se ostří na suchých nevylamovalo) kaleny jen na střední tvrdost. Při broušení na rychloběžných bruskách lze želízko jen velmi špatně chladit, ostří se snadno přehřeje a ocel ostří změkne (spálí se a zmodrá). U asymetrických nástrojů je nutné nejdříve srovnat do roviny vnitřní líci sekery (obr. 5.6.1), popř. hřbetu dláta. K tomu lze použít: diamantovou brusnou destičku (pod vodou), hrubý brusný papír na rovném tvrdém podkladu nebo diamantovou síťku na sádkartonu (bez vody). Líci je nutné vybrousit na čistý kov, včetně drobných výkvětů rzi, jelikož líce tvoří budoucí břit a jakákoliv nepatrná vada se projeví na kvalitě ostří. Vedle tvrdosti ostří tento první výbrus břitu rozhoduje o tom, zda je možné starý poškozený nástroj zprovoznit. Tato operace je pracná a náročná na čas. V případě náležitě opečovávaného nástroje se provádí pouze jednou a je dobré ji provést pečlivě, což při dalším broušení ušetří spoustu času.

Je nutné znovu připomenout, že při broušení na brusce lze použít pouze pomaloběžné brusky s chlazením vodou. Používá se zrnitosti 150–250. Ze stejného důvodu na srovnání vnitřní lícové strany u asymetrické sekery lze použít, ale jen s velkou opatrností, relativně rychlé pásové brusky (jsou nutné časté delší pauzy pro chlazení vzduchem). Na této brusce



Obr. 5.6.1: Srovnání vnitřní líce do roviny u asymetrických nástrojů

lze pouze brousit výbrus ostří z vnější strany čepule. Stále přitom platí, že nejlepší je, když se vnitřní lícová strana rovná pouze ručně. Úhel ostří se pohybuje od 25° pro měkké dřevo až po 35° pro nejtvrďší dřevo. Jeho určení je věcí zkušenosti a je dáno dvěma proměnlivými faktory: tvrdostí opracovávaného dřeva a tvrdostí sekery. Vlastnosti dřeva ovlivňuje významně vlhkost, a tak může být pro vlhčí dřevo úhel ostří menší.

Broušení na brusce se provádí z důvodů velkého odběru materiálu poměrně hrubým brusivem a před finální úpravou je potřeba ostří ještě dobrousit ručně. Na dobušování se používá brusivo o zrnitosti 800–1500. Na broušení vnitřní líce musí být brusné kameny zcela rovné. I lehce prohnutým kamenem je možné podbrousit rovnou stranu břitu!

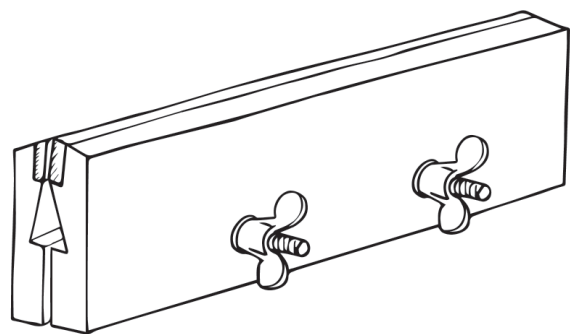
Obtahování se u seker provádí brusivem o zrnitosti 1000–2000, vyšší jemnost brusiva je zbytečná. Pro broušení platí, že čím častěji se obtahuje, tím méně se dobušuje, potažmo brousí.

### 5.6.2 Broušení řezných nástrojů

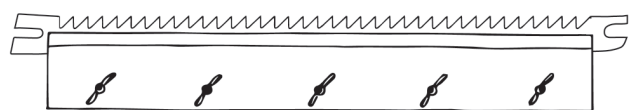
Broušení pilového listu se provádí upnutím mezi dvě upravené fošny, ze kterých je za pomoci 3–4 svěrek sestaven mobilní svěrák (obr. 5.6.2). Fošny by měly mít min. délku rozteče mezi prvním (spodním) a posledním (vrchním) zubem. K broušení je používán velký plochý pilník, velký trojúhelníkový pilník v profilu zubu, hrubý a jemný pilník mečový (pilníky musí být tvrdé, kvalitní; mečový a trojúhelníkový s ostrými hranami), dále šraňkovací klíč nebo šraňkovací kleště.

Prázdný a čistý pilový list se sevře pomocí svěrek mezi fošny do svěráku tak, aby koukaly jen zuby + 1 cm pilového listu (obr. 5.6.3). Sevřený list ve svěráku je položen na příhodné místo pro práci tak, aby zuby byly vodorovně a boky listu svisle, a takto je připevněn k podložce.



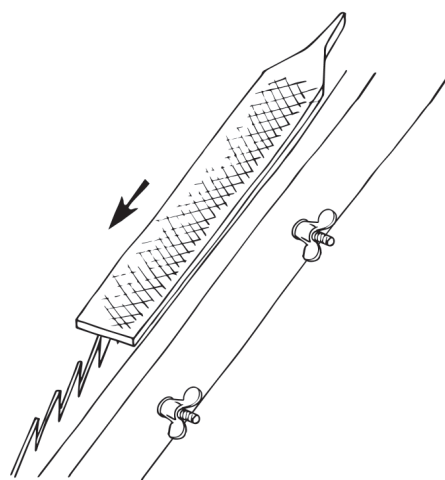


Obr. 5.6.2: Mobilní svěrák pro upnutí pilového listu při broušení



Obr. 5.6.3: Umístění pilového listu do mobilního svěráku

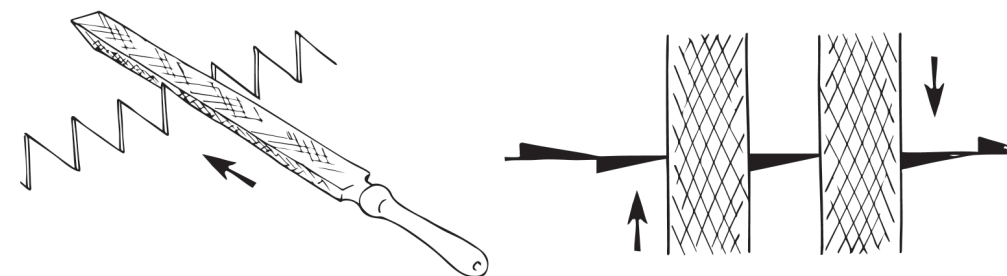
V prvním kroku se vybrousí na hrotnici zubů rovina. Na hroty se položí rovnoběžně se zuby a kolmo na list velký plochý pilník (obr. 5.6.4). Plynulým tahem, jako při hoblování, se přebrousí všechny zuby. Tento postup je opakován tak dlouho, až všechny hroty zubů vykazují malé plošky. To je kontrola, že jsou všechny zuby v rovině.



Obr. 5.6.4: Broušení zubů do roviny pomocí pilníku

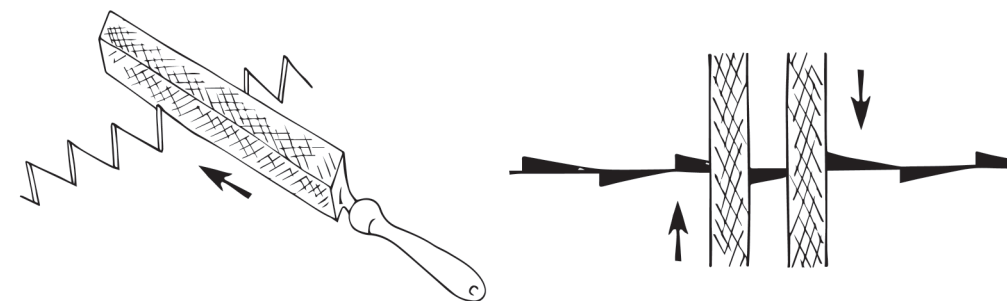
V druhém kroku se srovnávají hřbety zubů (obr. 5.6.5) trojúhelníkovým, popř. mečovým pilníkem tak, aby:

1. Hřbety měly shodný sklon.
2. Zadní hrany ubroušených hrotů měly stejný rozstup.
3. Spodní kouty zubů byly ve stejné výšce.



Obr. 5.6.5: Broušení hřbetu zubů pomocí trojúhelníkového pilníku

Zadané parametry se kontrolují jen vizuálně, proto je tato část broušení nejnáročnější a vyžaduje dlouhodobější praxi. Trojúhelníkový pilník umožňuje snazší kontrolu profilu zubu. Následně se dobrousí (nejlépe mečovým pilníkem (o volbě tvaru pilníku rozhoduje více jeho kvalita – tvrdost, než tvar). Čela zubů se ubrousí až k zadní hraně ubroušeného hrotu, ale nesmí se přebrousit až za hranu, protože by mohlo dojít k porušení linie hrotnice (obr. 5.6.6). Zuby jsou broušeny střídavě z pravé a z levé strany.



Obr. 5.6.6: Dobroušení hrotů

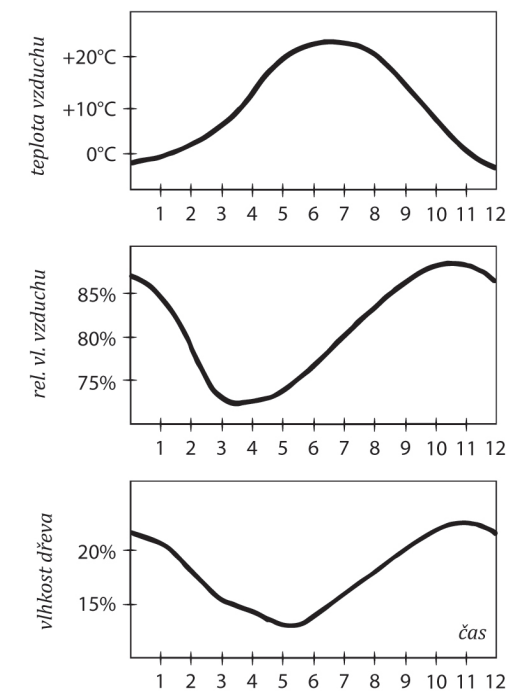
Jakmile je pila nahrubo nabroušena, lze upravit pomocí klíče (kleští) rozvod (šraňk). Parametry šraňkování a různé úhly broušení je možné dohledat v odborné literatuře, např. Praktische Anleitung zur Ausführung der Arbeiten des Zimmerers. Na závěr jsou čela zubů přebrousena stejnou silou a stejným počtem tahů. Tímto je pila doostřena a přitom je zachována rovná linie hrotů.

## 6. SKLADOVÁNÍ DŘEVA A ELIMINACE NAPĚTÍ PO OPRACOVÁNÍ

V běžné tesařské praxi se dřevo vázalo za mokra z důvodů snazší výroby a dosychalo až po zabudování do konstrukce. Při obnově historických konstrukcí (výroba nastavovacích a doplňování neúplných spojů) je v drtivé většině případů nutné, aby doplňovaný materiál měl vlhkost blízkou vlhkosti původních prvků.

Cílem skladování konstrukčních prvků před zabudováním do konstrukce je sušení dřeva na požadovanou vlhkost menší než 20%. Při vysoušení dřeva dochází k rozměrovým změnám a rovněž uvolnění napětí. Tím dochází k tvarovým změnám, které jsou po zabudování do konstrukce nežádoucí. Aby mohlo dojít ke snížení vlhkosti dřeva, je nutné vytvořit odpovídající podmínky, které ovlivňuje teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu a rychlost proudícího vzduchu. Uvedené činitele ovlivňující podmínky sušení nelze v případě přirozeného sušení zásadně ovlivnit, ale je nutné je respektovat. Vhodně provedeným sušením lze zabránit vzniku extrémních trhlin vlivem intenzivního sušení nebo naopak rozvoji dřevokazných hub vlivem příliš pomalého snižování vlhkosti dřeva.

Stálý přísun teplého vzduchu podporuje odpařování vody ze dřeva. V našich klimatických podmínkách běžně kolísá teplota v rozpětí od -10 do +30 °C. Krátkodobé hodnoty mohou dosáhnout -20 nebo +40 °C. Se svou zvyšující se teplotou je vzduch schopen přijímat větší



Obr. 6.1: Podmínky přirozeného sušení dřeva v průběhu roku

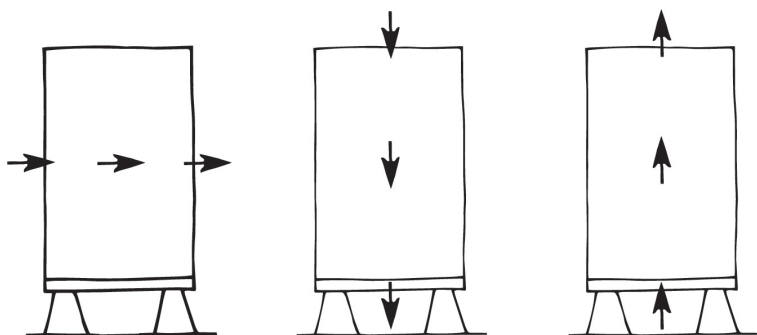


množství vlhkosti. Podle ročního období se jeho relativní vlhkost pohybuje od 60 do 100 %, což při 20 °C odpovídá rovnovážné vlhkosti dřeva (tj. vlhkosti, které dřevo dosáhne dlouhodobým vystavením konstantním podmínkám), v případě smrku cca 12 až 25 %. Pro zajištění pohybu vlhkosti dřeva ze středových vrstev k povrchu je třeba, aby vzduch proudící okolo sušeného dřeva odnášel z povrchu vlhkost, která se ze dřeva odpaří. Vzduch nasycený vodními parami proto musí být nahrazen vzduchem suchým.

Přirozené sušení je především v jarních a letních měsících doprovázeno vznikem trhlin a napětí. V letních měsících lze dosáhnout přirozeným vysoušením nejnižší možné rovnovážné vlhkosti dřeva  $14 \pm 2\%$ , v zimním období pouze  $20 \pm 2\%$ . Vlhkost dřeva odpovídá výkyvům vlhkosti vzduchu, což má za následek, že dřevo během podzimu opět zvyšuje svoji vlhkost, byť je tento proces velmi pozvolný (obr. 6.1).

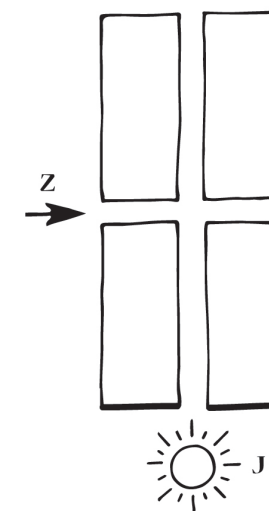
Mimo zmíněné vnější podmínky prostředí je přirozené sušení ovlivněno počáteční vlhkostí dřeva a dimenzemi materiálu. Základem kvalitního přirozeného sušení dřeva je hrání vytvořená uložením materiálu ve vrstvách proložených proklady. Je nutné zabezpečit dostatečné odvětrání prostoru pod hrání, které by nemělo být menší než 40 cm, ideálním řešením založení hráně jsou např. betonové patky, na nichž jsou uloženy hranoly, které tvoří základ hráně. Šířka hráně by při použití standardních prokladů tloušťky 24 mm neměla být větší než 150 cm, tím je vzduch schopen přijímat a odvádět vlhkost po celé horizontální dráze průchodu hrání. Výška hráně je dána bezpečnou stabilitou, popř. použitou mechanizací. Prokladové latě by neměly být menší tloušťky než 20 mm.

Vertikální pohyb vzduchu v hrání je dán vlivem rozdílné hustoty vzduchu vyvolané rozdílnou teplotou. Teplý suchý vzduch vstupující do hráně odevzdává část tepla vysušenému dřevu a přijímá odpařovanou vlhkost. Teplota vzduchu se příjmem vlhkosti snižuje a ochlazený vzduch klesá svislým směrem k zemi. Naopak v noci, když se teplota prostředí sníží a do hráně vstupuje vzduch o nižší teplotě, dochází k vertikálnímu pohybu směrem nahoru



Obr. 6.2: Pohyb vzduchu hrání při přirozeném sušení  
A – ve dne s bočním větrem, B – ve dne za bezvětří, C – v noci za bezvětří

(obr. 6.2). Proudění vzduchu hrání při přirozeném sušení je poměrně složité, závislé na ročním období a denní době, což má vliv na nerovnoměrné sušení dřeva v hráních a na rozdíly v konečné vlhkosti. Je-li intenzita sušení příliš nízká, může dojít k vytvoření podmínek pro růst dřevokazných hub a plísní (Dejmal, 1995). Nejkritičtější období pro ukládání čerstvě opracovaného dřeva do hrání je pozdní léto a podzim, kdy významně stoupá relativní vlhkost vzduchu, klesá jeho teplota a dochází ke zpomalení proudění. Hráň se dřevem by měla být umístěna v místě s dobře propustnou půdou, která nezadržuje dešťovou vodu. V jejím okolí se doporučuje udržovat případnou vegetaci v dostatečné vzdálenosti z důvodu nežádoucího zdroje vlhkosti. Z důvodu ochrany proti dřevokaznému hmyzu se doporučuje sušit smrkové dřevo zbavené veškeré kůry. Hráně je třeba zakládat kolmo na směr převládajících větrů, v našich podmínkách jsou to západní (obr. 6.3). Pokud uvažujeme o skupině hrání, bezprostřednímu účinku slunečního záření z jihu jsou vystavena jenom čela prvních hrání, ostatní jsou v zákrytu. Zároveň je nutné dodržet rozestupy mezi hráními, čímž se zabezpečí odvod odpařené vlhkosti. Čela prvních hrání je vhodné ošetřit nátěrem bílé barvy proti rychlému vysychání.



Obr. 6.3: Zakládání hrání kolmo na směr převládajících větrů

Podmínkou kvality přirozeného sušení je včasné ukládání konstrukčních prvků do hrání, a to okamžitě po opracování. Podmínka platí především pro teplejší měsíce od jara do podzimu. Důležitou součástí hráně by mělo být zastřešení proti povětrnostním vlivům. Hráň může být uložena v trvale větraném objektu (např. kolny, otevřené haly) nebo zastřešena pomocí přenosných stříšek vytvořených např. z vlnitých plechů nebo jednorázového použití OSB desek (obr. 6.4). Přenosné stříšky je třeba vždy zajistit proti větru (přitížením nebo fixováním).



Obr. 6.4: Hráň stropních trámů při přirozeném sušení zastřešená pomocí OSB desek

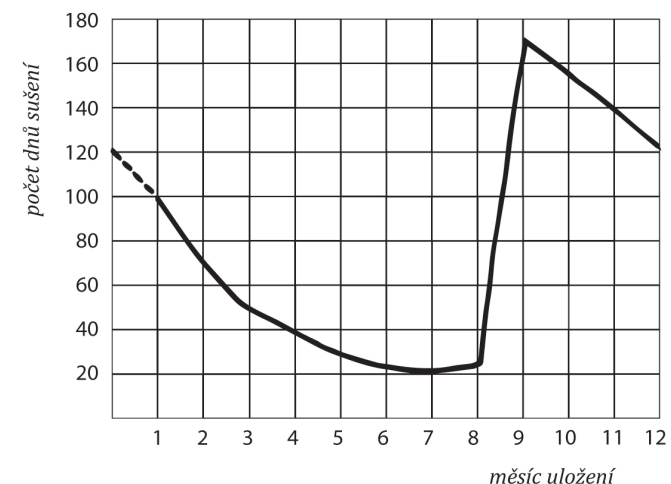
V případě pohledových prvků (např. stropní trámy, římsy) je možné po opracování a před uložením do hráně iniciovat výsušnou trhlinu, která bude po zabudování do konstrukce umístěna na nepohledové straně. Úmyslné otevření trámy iniciovanou trhlinou pomocí dřevěných klínek (obr. 6.5) uvolňuje napětí, které vzniká při vysychání dřeva. Výsledkem je zachování ostatních stran trámy bez výrazných výsušných trhlin.



Obr. 6.5: Iniciování výsušné trhliny pomocí dřevěných klínek

Celkový čas trvání sušení lze určovat pouze přibližně, protože klimatické podmínky se mění nejen v průběhu roku, ale i v letech následujících. Průměrný počet dní, za které se čerstvý materiál vysuší na určitý stupeň vlhkosti, se dá určit z tabulek. Takové tabulky

zohledňují měsíc uložení, tloušťku řeziva, dřevinu a vlhkost dřeva. Na obr. 6.6 je uveden graf znázorňující výrazně se měnící čas sušení v našich klimatických podmínkách. Čas sušení lze ovlivňovat aktivně: různým umístěním hráně, změnou rozměru hráně, tloušťkou prokladových latí, vytvořením svislých komínů v hráni, velikostí mezer mezi hráněmi.



Obr. 6.6: Čas přirozeného sušení řeziva tl. 24 mm v závislosti na termínu uložení (na počátku čerstvé dřevo po kácení, na konci sušení vlhkost 20%)

Změnu vlhkosti lze monitorovat pomocí postupného vážení vybraných prvků nebo dostatečně reprezentativních vzorků do doby, než se váha vzorků ustálí (dosažení rovnovážné vlhkosti dřeva). Pro přímé (a přesné) stanovení vlhkosti je nutné vzorky dřeva vysušit a provést stanovení vlhkosti standardní váhovou zkouškou. Rychlou alternativou je nepřímé měření vlhkosti pomocí vlhkoměrů. V praxi se nejčastěji využívá odporová metoda, která vychází ze vztahu mezi elektrickým odporem a vlhkostí hygroskopického materiálu. Obecně platí, že se zvyšováním vlhkosti měrný elektrický odpor výrazně klesá. Nejčastěji se dává přednost typu vpichovacích po délce částečně izolovaných elektrod (obr. 6.7). Elektrody, které nejsou izolované, zaznamenávají nejvyšší obsah vlhkosti v celé své délce; izolované elektrody měřící na špičkách trnů umožňují i lokální odhad vlhkosti v hloubce a stanovení profilu vlhkosti. Je nezbytné provádět kalibrace vlhkoměru nebo opravy naměřených hodnot při zohlednění druhu zkoumané dřeviny a teploty, a to podle externích tabulek nebo pomocí vestavěných referenčních funkcí poskytovaných výrobcem. V rozmezí 6 až 25% vlhkosti je instrumentální chyba nižší než 2 procenta (Said, 2004). Podrobná doporučení týkající se měření vlhkosti jsou uvedena v návodech výrobců.





Obr. 6.7: Odporový vlhkoměr s elektrodami o dvou kolících

Výše uvedené poznatky lze shrnout do následujících pravidel pro skladování:

1. Tesané trámy se do hráně ukládají iniciovanou trhlinou (pomocí dřevěných klínek) směrem nahoru (obr. 6.8). Volba umístění budoucí trhliny souvisí s použitím prvku (např. u stropních trámů je trhlina orientována do stropu; u vazných trámů a krokví směrem dolů nebo do boku na straně, kde se nevyrábějí spoje – v prvním případě jde o estetické hledisko a v druhém případě jde o konstrukční ochranu proti zatečení vody, pokud je poškozena střecha).
2. Ovlivňování vnitřních napětí konstrukčních prvků po opracování lze provést i příčnými poseky pomocí sekery vedenými do čerstvě opracovaných ploch (obr. 6.9 A). Příčnými



Obr. 6.8: Uložení tesaných trámů iniciovanou trhlinou směrem nahoru

poseky je dosaženo přerušení, a tím zkrácení šíření výsušné trhliny v podélném směru prvku (obr. 6.9 B). Nedochází tak k přechodu výsušné trhliny na další plochu prvku přes hranu. Předpoklad, že příčné poseky pozitivně ovlivňují rotaci točitých prvků při vysychání, se při experimentech nepotvrdil. Rotace točitých prvků po vysušení byla stejná jak u posekaných, tak i u neposekaných prvků.



Obr. 6.9: Příčné poseky sekou A – zásek sekou do plochy čerstvě opracovaného trámu, B – přerušované výsušné trhliny vlivem poseků sekou

3. Řezivo se ukládá pravou stranou (strana bližší středu) nahoru. Hlavním důvodem je fakt, že dřevo v radiálním a tangenciálním směru nesychá stejnou měrou, což vede k prohýbání průřezu desky (obr. 6.10). Ukládáním konvexní stranou nahoru je zajištěna větší stabilita hráně a lepší odvod srážkové vody.
4. Opracované prvky horší požadované kvality se ukládají na návětrnou stranu hráně (v našich podmínkách obvykle západní) a do horních vrstev hráně – obzvláště to platí pro hráně bez zastřešení.
5. Prvky různých šířek je možno ukládat tak, že jednotlivé vrstvy lícují pouze z jedné strany, tím se vytváří pravidelné komínky pro vertikální větrání hráně.
6. Nejdelší prvky jsou vždy uloženy ve spodní části hráně, naopak nejkratší nahoře tak, že čelo hráně je zarovnané. Alternativou je pravidelná hráň oboustranně začelená, složená z různých délek skládaných proti sobě střídavě.



Obr. 6.10: Ukládání řeziva pravou stranou (strana bližší středu) nahoru

## 7. SHRNU TÍ

Metodika přináší nové postupy v souladu se zákonem č. 130/2002 Sb. Popsaných metodických postupů bylo dosaženo systematickou tvůrčí prací v aplikovaném výzkumu, kterým byly experimentální a teoretické práce prováděné s cílem získání nových poznatků zaměřených na budoucí využití metodiky v praxi.

V předložené metodice je představen rozbor hlavních postupů užívaných při řemeslném opracování dřeva, který slouží ke konstrukční sanaci při opravách historických staveb, včetně přístupu k individuálnímu výběru dřeva, těžbě, vlivu tradičního opracování na eliminaci růstových napětí ve dřevě, vlivu skladování, vysoušení a výběrové aplikaci dřeva při jeho opracování (tesání, štípání a řezání), ale i některé pozitivní a neúmyslné ovlivňování vlastností dřeva, např. jeho máčení.

Lidé kdysi mívali mnohem bezprostřednější přístup ke dřevu při jeho zpracování tím, že s ním byli v přímém a dlouhodobém kontaktu, poznávali jej od těžby až po samotné zabudování prvku do konstrukce, měli dlouhodobou a též tradovanou zkušenost s jeho zpracováním i užitím. Tento přirozený tok informací v průmyslovém zpracování chybí. V případě oprav historických staveb a konstrukcí je vhodné se k diferencovanějšímu třídění a předurčení dřeva navrátit.

Pro kritické ověření tradovaných forem předurčení dřeva a postupů jeho zpracování bylo využito experimentů založených na porovnání různých způsobů opracování, sledování vlivu dodatečných úprav na opracovaný materiál, těžbě stromů aplikované v různých ročních obdobích (zima, jaro, léto), testování trvanlivosti založením dlouhodobých testů přirozeného stárnutí.

V současnosti není v ČR k dispozici metodický postup, který by uceleně mapoval tradiční formy základních tesařských dovedností, jako je tesání, štípání a řezání. Naše úsilí proto směřovalo vedle ověření tradovaných forem a postupů zpracování dřeva k popisu technologických postupů a vybavení pro praktické využití, které je uplatnitelné v běžné tesařské činnosti při opravách dřevěných konstrukcí.

Výsledkem je metodika, která respektuje standardy z oblasti ochrany kulturního dědictví, zejména pak požadavek na použití původních technologií při konstrukčních opravách původní hmotné substance, tak jak k tomu nepřímou zavazuje článek 10 Benátské charty o zachování a restaurování památek a sídel.



## Literatura

1. Benátská charta: Mezinárodní charta o zachování a restaurování památek a sídel, Benátky, 1964.
2. Binding, G.: Der mittelalterliche Baubetrieb in zeitgenössischen Abbildungen, Theiss, Darmstadt, 2001.
3. Bláha, J., Jesenský, V., Macek, P., Razím, V., Sommer, J., Veselý, J.: Operativní průzkum a dokumentace historických staveb. Praha, NPÚ – ÚOP středních Čech, 2005. s. 112.
4. Bláha, J.: Historic traceology as a complex tool for rediscovery of lost construction skills and techniques. In: Brebbia, Carlos A., (ed.): Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XIII; Wessex Institute of Technology Transactions on The Built Environment 131/3013, WIT Press, Ashurst 2013. s. 3–13. ISBN: 978-1-84564-730-8; ISSN 1746-4498.
5. Blüml, J.: Vorašská kronika Františka Vondráška z Purkarce, Týn nad Vltavou, 2012. 112 s.
6. Bucur, V.: Acoustics of wood. 1st Ed. CRC Press Inc., NY, 1995. 284 s.
7. Cavalli, A., Cibecchini, D., Togni, M., Sousa, H. S.: A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber, Construction and Building Materials 114, 2016. s. 681–687.
8. Černý, A.: Lesnická fytopatologie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1976. 347 s.
9. Dejmal, A.: Základy hydrotermické úpravy dřeva. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 1995. 192 s. ISBN: 80-7157-163-6.
10. Drdácký, M., Jirovský, I., Slížková, Z.: On the Structural Health and Technological Survey of Historic Timber Structures. Proceedings of the International Conference: The Conservation of Historic Wooden Structures, Florence, Vol. I, 2005. s. 278–284.
11. Fellner, J., Teischinger, A.: Alte Holzregeln – Mythen, Brauchbares, Fehlinterpretationen, neue Erkenntnisse. Österreichischer Kunst und Kulturverlag, Wien, 2001.
12. Graf, E., Manser, P., Schmitter, M.: Einfluss der Vitalität von Fichten und Tannen auf die Resistenz des Bauholzes gegen Eilarven des Hausbockes. Material und Organismen: 24, Berlin, 1989. s. 94–105.
13. Harris, J. M.: Spiral grain and wave phenomena in wood formation. Springer-Verlag, Berlin, 1988. 214 s. ISBN: 3-540-19382-0.
14. Hillis, W. E.: Heartwood and tree exudates. Springer, Berlin, 1987. s. 268. ISBN: 978-3-642-72536-4.
15. Horáček, P.: Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I., MZLU Brno, 1998. ISBN: 80-7157-347-7.
16. Janák, K., Král, P.: Technologie I, Informatorium, Praha, 2003. 204 s.
17. Janák, K.: Co může říci prkno. Vývoj a trasologie řezných nástrojů. In: Svorník 3/2005. 1. vyd. Praha: Sdružení pro stavebněhistorický průzkum, 2005. s. 31–44. ISBN: 80-86562-06-9.
18. Klír, J.: Vady dřeva. Státní nakladatelství technické literatury, 1981. 232 s.
19. Kloiber, M., Drdácký, M.: Diagnostika dřevěných konstrukcí. Kniha, Informační centrum ČKAIT, Praha, 2015. 168 s. ISBN: 978-80-87438-64-0.
20. Kolektiv autorů: Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice. Lesnická práce, 2007. 147 s. ISBN: 978-80-87154-01-4.
21. Kollman, F.: Technologie des Holzes und der Holz-werkstoffe. Berlin: Springer Verlag, 1951. 1048 s.
22. Kolmačka V., Novosad, J., Polašek, J.: Šindel – tradiční střešní krytina. Národní památkový ústav, 2016. 71 s. ISBN: 978-80-7480-066-5.
23. Krempf, H.: Untersuchungen über den Drehwuchs bei Fichten. Mitt Forst Bundes-Versuchanst, Wien, 1970. 118 s.
24. Kunecký, J., Fajman, P., Hasníková, H., Kuklík, P., Kloiber, M., Sebera, V., Tippner, J.: Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí. Metodika pro návrh a výrobu celodřevěných tesařských spojů. Certifikovaná metodika č. 113, Ministerstva kultury ČR, ze dne 24. 3. 2016. 63 s.
25. Lenhart, V. E., Rakušan, C., Stich, A., Hon, J., Roček, I.: 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. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2003. 147 s. ISBN: 80-213-1026-X.
26. Maier, T., Schuler, G., Mahler, G.: Ganzjährig frisches Rundholz aus dem Lager. Holz-Zentralblatt (73), 1999. s. 1092–1094.
27. Praktische Anleitung zur Ausführung der Arbeiten des Zimmerers: Traditionelles Zimmerer-Handwerk, Survival Press Verlag, 2019. 92 s. ISBN: 978-3-937933-51-1.
28. Reinprecht, L.: Ochrana dřeva ve stavbě, Vysokoškolská učebnica. Technická univerzita vo Zvolene, 2008. 453 s. ISBN: 978-80-228-1863-6.
29. Ross, R. J., Pellerin, R. F.: Nondestructive Evaluation of Wood. Forest Products Society, Madison, 2002. 210 s.
30. Růžička, P.: Trasologie tesařských seker – stopy po nástrojích, které vznikají při opracování dřeva při výrobě tesařských konstrukcí. In: Svorník 3/2005. 1. vyd. Praha: Sdružení pro stavebněhistorický průzkum, 2005. s. 5–30. ISBN: 80-86562-06-9.
31. Rybníček, M., Kočár, P., Muigg, B., Peška, J., Sedláček, R., Tegel, W., Kolář, T.: World's oldest dendrochronologically dated archaeological wood construction. Journal of Archaeological Science: 115, 2020. 6 s. ISSN: 0305-4403.
32. Said, M. N.: Moisture Measurement Guide for Building Envelope Applications. Research Report, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, 190, 2004. s. 1–34.

33. Säll, H.: Spiral Grain in Norway Spruce. Acta Wexionesia: 22, 2002. 171 s. ISSN: 1404-4307, ISBN: 91-7636-356-2.
34. Schmidting, R. C., Amburgey, T. L.: Genetic Variation in decay susceptibility and its relationship to growth and specific gravity in loblolly pine. Holzforschung: 36, 1982. s. 159–161.
35. Simanov, V., Kohout, V.: Těžba a doprava dříví. Matice lesnická, Písek, 2004. 411 s. ISBN: 80-86271-14-5.
36. Solař, A.: Skladování dříví po kalamitních těžbách. Disertační práce, Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2014. 137 s.
37. Štajnochr, V.: Tesařské pily, nástroje tesařské technologie. Muzejní a vlastivědná práce, 19, č. 2, 1981. s. 81–93.
38. Štajnochr, V.: Tesařské pily, nástroje tesařské technologie. Muzejní a vlastivědná práce, 19, č. 3, 1981. s. 139–60.
39. Štajnochr, V.: Tesařské sekery, nástroje tesařské technologie. Muzejní a vlastivědná práce, 16, č. 3, 1978. s. 148–168.
40. Štajnochr, V.: Tesařské sekery, nástroje tesařské technologie. Muzejní a vlastivědná práce, 17, č. 1, 1979. s. 14–34.
41. Trendelenburg, R.: Das Holz als Rohstoff. Lehmanns Verlag, München/Berlin, 1939. s. 251–253.
42. Wohlgenannt, H.: Der Mond und seine Bedeutung, Teutsch, Bregenz, 1997.
43. Zabel, A. R., Morrell J.J.: Wood microbiology. Decay and Its Prevention. London, 1992. 476 s.
44. Zahradník, J.: Práce s lodou. Ostrava, 1955. 18 s. Pramen dochován v Ostravském muzeu.
10. ČSN EN 1311: 1999 Kulatina a řezivo – Metody měření biologického poškození.
11. ČSN EN 1315-2: 1999 Třídění podle rozměrů – Část 2: Jehličnatá kulatina.
12. ČSN EN 14081-1: 2016 Dřevěné konstrukce – Konstrukční dřevo obdélníkového průřezu tříděné podle pevnosti – Část 1: Obecné požadavky.
13. ČSN EN 1912: 2012 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti – Přiřazení vizuálních tříd a dřevin.
14. ČSN EN 335: 2013 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva.
15. ČSN EN 336: 2014 Konstrukční dřevo – Rozměry, dovolené odchylky.
16. ČSN EN 338: 2016 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti.
17. ČSN EN 350: 2019 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Zkoušení a klasifikace odolnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva proti biologickým činitelům.
18. ČSN EN 460: 1996 Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi – Přirozená trvanlivost rostlého dřeva – Požadavky na trvanlivost dřeva pro jeho použití v třídách ohrožení.
19. ČSN EN 732824-1: 2015 Třídění dřeva podle pevnosti – Část 1: Jehličnaté řezivo.
20. ČSN P EN 1927-1: 1999 Jehličnatá kulatina – Třídění podle jakosti – Část 1: Smrky a jedle.
21. ČSN EN 1995-1-1, Eurokód 5: 2006 Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
22. ČSN EN 16096: 2013 Ochrana kulturního dědictví – Pasportizace objektů nemovitého kulturního dědictví.

## NORMY

1. ČSN 48 0007: 1959 Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky.
2. ČSN 48 0008: 1959 Tabulky objemu výřezu podle čepové tloušťky.
3. ČSN 48 0009: 1977 Tabulky objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře.
4. ČSN 48 0050: 1990 Surové dříví. Základní a společná ustanovení.
5. ČSN 48 0051: 1982 Sortimenty surového dříví. Surové kmeny.
6. ČSN 48 0055: 1985 Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky.
7. ČSN 73 1702: 2007 Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
8. ČSN 844: 1997 Kulatina a řezivo – Terminologie.
9. ČSN EN 1310: 1999 Kulatina a řezivo – Metody měření vad.



# **METODIKA TRADIČNÍHO OPRACOVÁNÍ STAVEBNÍHO DŘEVA PRO KONSTRUKČNÍ OPRAVY HISTORICKÝCH STAVEB**

Certifikovaná metodika

Autoři: Michal Kloiber, Petr Růžička, Jan Tippner, Jiří Kunecký

Fotografie: Michal Kloiber, Jaroslav Hrivnák, Jaroslav Buzek, Petr Růžička, David Stejskal

Grafická úprava a sazba: Martin Dlouhý

Kresebná dokumentace: Jaroslav Buzek, Petr Růžička, Michal Kloiber

Vydaly: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tisk: Nová tiskárna Pelhřimov spol. s r.o.

Vydání: první, 2020

Počet stran: 128

Náklad: 200 výtisků

ISBN 978-80-86246-71-0 (Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.; print)

ISBN 978-80-86246-74-1 (Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.; e-book)

ISBN 978-80-7509-776-7 (Mendelova univerzita v Brně; print)

ISBN 978-80-7509-777-4 (Mendelova univerzita v Brně; on-line: pdf)

