

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřin

Bakalářská práce

Autor bakalářské práce: Vlastimil Morkes

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc.

Konzultant: doc. Ing. Milan Gaff, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vlastimil Morkes

Lesnictví

Název práce

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřin

Název anglicky

Carpentry joints for torrent control

Cíle práce

Specifikem hrazenářských úprav toků v České republice je používání dřevěných stavebních výřezů a řeziva pro příčné objekty a pro podélné opevnění. Dříve se vždy užívaly stavební výřezy těžené a tesařsky zpracovávané na místě stavby. V současné době se převážně používá dříví nakoupené mimo staveniště. Cílem práce je porovnání 3 tesařských spojů zhotovených tesařskými technikami používanými na stavbě a jejich porovnání se stejnými tesařskými spoji zhotovenými v dílně na přesných moderních strojích. Výsledky budou hodnocena z hlediska pracnosti a z hlediska pevnosti spoje.

Metodika

Práce bude postupovat podle následující metodiky:

1. Vyberte 3 tesařské spoje nejčastěji užívané při výstavbě srubových konstrukcí hrazení bystřin. Zdůvodněte výběr;
2. Zhotovte vzorky těchto tesařských spojů tesařským způsobem v dohodnutém počtu pro zkoušení;
3. Zajistěte zhotovení stejného počtu vzorků v dílně;
4. Při realizaci proveďte hodnocení pracnosti;
5. Proveďte a vyhodnoťte zkoušky pevnosti.

Doporučený rozsah práce

30 normostran

Klíčová slova

Hrazení bystřin, dřevěné výřezy, pevnost

Doporučené zdroje informací

ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČINNÝCH VE VÝSTAVBĚ, – HANÁK, K. *Stavby pro plnění funkcí lesa*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-76-4.

ČSN 75 2106-1:2016 Hrazení bystřin a strží – Část 1: Obecně

JELÍNEK, L. *Tesařské konstrukce*. ISBN 978-80-87438-34-3.

LEO, – SKATULA. *Hrazení bystřin a strží*. Praha: SPN, 1953.

LEO, – SKATULA. *Vodní nádrže a jejich využití v lesnictví*. Praha: SPN, 1952.

SKOUPÝ, A. – GAFF, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – GAŠPARÍK, M. *Technické zobrazování*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2562-3.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Konzultant

doc. Ing. Milan Gaff, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2018

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 4. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma *Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín* jsem vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Karla Zlatušky, CSc. a využil konzultací s doc. Ing. Milanem Gaffem, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Souhlasím rovněž se zveřejněním bakalářské práce v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 31. 3. 2022

.....

Vlastimil Morkes

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Karlu Zlatuškovi, CSc. a také doc. Ing. Milanu Graffovi, Ph.D., za metodické vedení práce a konzultace. Také děkuji své rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem, realizací a následným hodnocením tří tesařských spojů používaných pro dřevěné hrazenářské konstrukce podle pracnosti a podle stability deformace konstrukce.

Pro hodnocení byly vybrány tři nejčastější tesařské spoje:

1 – Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45° .

2 – Rohové přeplátování oboustranné obloukové.

3 – Rohové přeplátování jednostranné.

Realizace proběhla v roce 2019 v tesařské provozovně autora. Bylo použito čerstvě pokácené a ručně odkorněné smrkové dříví.

Měření probíhalo od 1. 2. 2019 do 2. 12. 2019. Vzorky byly po celou dobu uloženy na volné ploše a ponechány působení klimatických činitelů. Nejvhodnějším tesařským spojem pro použití při hrazení bystřin a strží podle pracnosti je vzorek č. 3 – Rohové přeplátování jednostranné; nejmenší deformace vykazuje vzorek č. 1 – Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45° .

Klíčová slova: Hrazení bystřin, dřevěné výřezy, pevnost.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the design, implementation and subsequent evaluation of three carpentry joints used for wooden barrier structures according to labor and stability of deformation of the structure.

The 3 most common carpentry joints were selected for evaluation:

1 – Corner overlap on both sides at an angle of 45 °.

2 – Corner overlap double-sided arched.

3 – One-sided corner overlap

The realization took place in 2019 at the author's factory. Freshly felled and hand-debarked spruce wood was used.

The measurements took place from 1. 2. 2019 to 2. 12. 2019 the samples were stored in the open area at all times and left under the influence of climatic factors. The most suitable carpenter's joint for use in damming torrents and ravines according to labor is sample No. 3 – One-sided corner overlap; the sample shows the smallest deformation is No. 1 – Corner overlap on both sides at an angle of 45°.

Keywords: Torrent control, wooden cutouts, stability.

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce	11
3	Rozbor problematiky	12
3.1	Cíle hrazení bystřin a strží	14
3.2	Stavby hrazení bystřin a strží.....	14
3.3	Příčné objekty	15
3.4	Podélné objekty	17
3.5	Materiály příčných a podélných objektů	19
3.6	Dřevo a jeho vlastnosti	19
3.7	Dříví	20
3.7.1	Škůdci dřeva	21
3.7.2	Způsoby úpravy dříví pro tesařské konstrukce.....	22
3.7.3	Třídění dříví – kulatina, řezivo	23
3.8	Tesařské konstrukce	25
3.8.1	Rozdělení tesařských spojů	26
3.8.2	Tesařské spoje hrazení bystřin a strží	26
3.8.3	Pomocné tesařské spojovací materiály	27
3.9	Tesařské nářadí	29
3.10	Konstrukční materiál	30
4	Metodika	32
4.1	Návrh tesařských spojů.....	32
4.1.1	Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45°	32
4.1.2	Rohové přeplátování oboustranné obloukové	33
4.1.3	Rohové přeplátování jednostranné	33
4.2	Úprava konstrukčního materiálu	34
4.2.1	Výběr a úprava ploch pro umístění vzorků	35
4.2.2	Umístění konstrukcí – osazení na místo	35
4.3	Realizace tesařských spojů (výroba vzorků)	36
4.3.1	Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45°	36
4.3.2	Rohové přeplátování oboustranné obloukové	38

4.3.3	Rohové přeplátování jednostranné	40
4.4	Průměrné srážky a průměrná teplota	41
4.5	Měření změn zhotovených vzorků tesařských konstrukcí	42
4.5.1	Osazení měřících bodů	42
4.5.2	Postup získávání dat (měření)	43
4.5.3	Metody vyhodnocení pracnosti vzorků	43
4.6	Posuzování trhlin	43
4.7	Náročnost realizace tesařských konstrukcí	44
5	Výsledky.....	45
5.1	Jaké jsou projevy sesychání?	45
5.2	Jaký spoj ze zkoumaných vzorků je nejvýhodnější z pohledu pracnosti a deformace?	46
5.3	Jaké jsou výsledky měření, a došlo k deformacím spojů?	47
5.4	Byly na vzorcích pozorovány trhliny?	47
6	Diskuse	48
6.1	Důvod nesychání srubových vzorků	48
6.2	Jaké jsou deformace spojů	49
6.3	Diskuse k trhlinám	50
7	Závěr	51
8	Použitá literatura	52
9	Seznam tabulek, obrázků, grafů a schémat.....	55
	Přílohy.....	57
	Příloha A – Vzorek č. 1	58
	Příloha B – Vzorek č. 2.....	61
	Příloha C – Vzorek č. 3.....	64
	Příloha D – Doplňující fotogalerie.....	67

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá návrhem, realizací a hodnocením tří vybraných tesařských spojů, které se nejčastěji používají pro dřevěné hrazenářské stavby.

Hrazenářskými úpravami se na území České republiky rozumí metody, postupy a realizace opatření a stavebních objektů hrazení bystřin a strží. Stavební objekty hrazenářských úprav se rozdělují ve směru toku na podélné, příčné, usměrňovací a speciální. Dále se tyto stavby rozdělují podle použitého stavebního materiálu, kterým může být dříví, kámen, kamenivo, ocel, beton a jejich kombinace. Dříví se používá ve formě stavebních výřezů, tyčí, tyček, řeziva, klestu a proutí. Tato bakalářská práce je zaměřena na příčné a podélné hrazenářské objekty z dřevěných stavebních výřezů. Jedná se o srubové stupně a přehrážky a srubové stěny.

Motivací k výběru právě tohoto tématu bakalářské práce byla možnost si zvolit technologii a pracovní postup dle vlastního uvážení, bylo mi rovněž umožněno vytvořit a sledovat proces sesychání a změn kulatiny cca 24 cm tlusté. Problematika hrazení bystřin mě velmi zajímá, chtěl jsem mimo jiné zjistit, co všechno je dřevo schopno vydržet a v jakém časovém horizontu, než bude biologicky znehodnoceno působením vodního živlu.

Jistou nevýhodou je, že jsem nemohl sledovat rozdíl v porovnání s dřevěným materiálem, který by byl zasypán, a též závislost na počasí, ročním období a na různé výšce ponoření stavebního objektu do vody.

2 Cíl práce

Cílem práce je porovnání tří tesařských spojů zhotovených tesařskými technikami přímo na stavbě, které se nejčastěji používají při stavbě příčných objektů hrazení bystřin. Jedná se o následující typy spojů:

- 1) Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45° .
- 2) Rohové přeplátování jednostranné.
- 3) Rohové přeplátování oboustranné obloukové.

Dokončené konstrukce byly sledovány po dobu dvanácti měsíců a výsledky jsou statisticky vyhodnoceny. Výsledky ukazují, který z posuzovaných tesařských spojů je nejvýhodnější jak s ohledem na pracnost, tak i s ohledem na stabilitu posuzované konstrukce – deformaci spoje.

3 Rozbor problematiky

Smyslem hrazení bystřin a strží je omezení škod působených povodňovými průtoky, pohybem a sedimentací (vypadáváním) splavenin v korytě vodního toku, na pobřežních pozemcích a na objektech sídel a technické infrastruktury. Součástí opatření hrazení bystřin a strží je úprava způsobu využívání povodí směřující k optimalizaci odtokových poměrů a k erozní stabilitě území.

Snahou je tyto bystřiny a strže usměrnit, tzn. zahradit, aby tyto škody nevznikaly, případně vznikaly v co nejmenší míře. Stavby prováděné v lesním ekosystému by se měly provádět velmi citlivě, přičemž hmota, která se použije, by měla být z přírodního materiálu, nejčastěji ze dřeva a kamene. Má to nezanedbatelný význam i pro ochranu přírody, protože ve štěrbinách žijí různí obojživelníci, hmyz, hnízdí zde ptáci. Naši přírodu je nutné udržovat, chránit a podporovat v co nejvyšší míře, zároveň je třeba tento požadavek skloubit s komerčním obhospodařováním našich lesů.

Bystřina je přirozený vodní tok s malým povodím, s náhlými a výraznými změnami průtoku, se strmými průtokovými vlnami, které prohlubují dno, podemílají svahová úpatí a tvoří nádrže; přemísťují značně a nepravidelně splaveniny, které dočasně ukládají ve štěrkových lavicích a nánosech na bystřinném dně, na zaplavovaném území nebo je odnášejí do vodních toků vyšších řádů a vodních nádrží (ČSN 75 2106-1).



Obrázek 1 – Bystřina

Zdroj: vlastní

Strž je terénní útvar vzniklý nadměrnou erozní činností soustředěného, povrchového odtoku vody; má zpravidla velmi malá povodí a velký podélný sklon, zpravidla převažuje stav bez průtoku; je definována geologickými a pedologickými podmínkami svého okolí (ČSN 75 2106-1).

Pomocným a nezbytným prvkem je osazení vhodnou travinou, keří a dřevinami. Osazením vegetace dojde k začlenění staveb do přírodního ekosystému.

Dřevo je jediný obnovitelný materiál, který u nás máme. Přesto není nevyčerpatelný a musíme s ním pracovat obezřetně. Dřevo je organická hmota, která narůstá na stromech a keřích. Vytváří se ve větvích, kmeni a v kořenech. Podle makroskopických znaků se skládá z kůry, lýka, kambia, běli, jádra, dřene, letokruhů a dřevných paprsků. Rostoucí dřevina vytváří jednotlivé části pletiva (buňky), z nichž se tvoří dřevo. Mikroskopie nás pak seznamuje se stavbou dřeva, kterou nevidíme okem, a rovněž s odlišností dřeva listnatého a jehličnatého.

Dřevo je materiál hydrofobický, tzn. že mění tvar sesycháním a bobtnáním. Tyto změny nastávají, když dřevo dosáhne vyschnutí na mez BNV, což je přibližně 27 % obsahu vody. Bauer a kol. (1960) udávají, že sesychání v podélném směru činí zhruba 0,1 % a na obvodu asi 10 %.

Hájek a kol. (1973) oproti tomu uvádí, že v podélném seschnutí jde o 0,1 až 1 %, v příčném směru až 5 % a v tangenciálním až 10 %. Aby dřevo dobře vysychalo, je nutné jehličnaté řezivo sušit asi tři roky, poté dosahuje vlhkosti cca 20 %. Hájek a kol. (1973) dále konstatují, že: *„Trvanlivost dřeva je schopnost odporovat fyzikálnímu, chemickému a biologickému opotřebování. Nejvíce vadí dřevu proměnlivá vlhkost, protože vyvolává trhliny, kterými vnikají do dřeva zárodky dřevokazných hub a hmyzu.“*

Sedlák (1948) zmiňuje, že *„trvanlivost dřeva se udržuje nebo zvyšuje např. přirozeným vysoušením, izolací před vlhkostí. Pro trvanlivost dřeva je významná doba kácení. Nejvhodnější měsíce jsou listopad, prosinec a leden. V létě skácené stromy musí být ihned zbaveny kůry v celé střední části a na koncích se kůra ponechá, aby se zabránilo zbytečnému trhání po dělce, které začíná obvykle od čelních řezů.“*

K napadení houbami Sedlák (1948) ještě dodává: *„Dřevokazné houby potřebují ke svému životu živiny, proto rozkládají dřevo a ničí ho. Všechny houby potřebují ke svému vývinu vlhkost, která se různí podle druhu hub od 20 po 60 % vlhkosti.“*

Pojem „dřevo“ se v souladu s ČSN EN 844-1 označuje jako lignin a celulózu obsahující substance mezi dřevní a kůrou stromu nebo keře.

Pojem „dříví“ se v souladu s ČSN EN 844-1 definuje jako dřevo v podobě stojících nebo pokácených stromů anebo ve formě jejich prvního stupně zpracování.

Dříví se pro hrazenářské úpravy používá ve formě stavebních výřezů, tyčí, tyček, řeziva, klestu a proutí. Složitější tesařské spoje, na které je zaměřena tato bakalářská práce, se provádějí pouze při spojování stavebních výřezů.

Dřevěný stavební výřez je materiál získaný podélným rozřezáním vhodných sortimentů surového dříví na fošny, prkna a hranoly.

3.1 Cíle hrazení bystřin a strží

Cílem hrazení bystřin je soubor opatření, jenž má vést ke snížení eroze a pohybu splavenin a jejich sedimentaci v nižších (obvykle osídlených) polohách. Právě tímto způsobem vznikají škody – jak odnosem půdy a podemíláním, popř. uvolněním kořenů dřevin, tak také přívalem zeminy. V údolích jsou způsobovány škody na porostech, případně dochází ke znehodnocení cest. Další význam spočívá v udržení co největšího množství srážkových vod v ekosystému, kdy vegetace má neocenitelnou úlohu v udržení vodních zásob. V dobře zalesněných povodích nejsou téměř nikdy vidět ve velkém rozsahu škodlivé stopy eroze. Lze proto usuzovat, že existuje těsná souvislost mezi vodním režimem a vegetací. Tato vlastnost má rovněž vliv na doplňování zásob spodních vod.

Cílů hrazení bystřin lze dosáhnout vhodnými technickými úpravami koryta, vhodným zpomalením rychlosti toku vody v korytu a optimalizací způsobů vsakování povrchové vody do půdních vrstev (Vokurka, Zlatuška, 2020).

3.2 Stavby hrazení bystřin a strží

Hrazení bystřin a strží v pojetí uplatňovaném na našem území vzniklo v XIX. století v horských oblastech Alp. Historickým obhospodařováním našich lesů a vznikem majetkových škod se tento obor dostal i do našeho lesního hospodářství.

Hrazení bystřin a strží je jedním z oborů v současné době označovaných jako stavby pro plnění funkce lesa.

Stavby pro plnění funkce lesa jsou zvláštním stavebním oborem a zároveň samostatným autorizačním oborem zajištěným Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Tyto stavby zajišťují lesní infrastrukturu. Dále tyto objekty slouží jako vodohospodářské, u kterých bereme v úvahu ochranu životního prostředí a zadržování vody v krajině. Tyto stavby je třeba dávat do souvislosti s krajinotvorbou a nenásilně tyto prvky vsazovat do lokality a též využívat přírodní materiály z daného místa. Právě kvůli tomu se na stavby pro plnění funkce lesa kladou požadavky stanovené nejen obecnou právní úpravou (např. stavebním zákonem, vodním zákonem, lesním zákonem, zákonem o ochraně přírody a krajiny), ale i zvláštním právním předpisem (vyhláškou o technických požadavcích na stavby pro plnění funkce lesa) a příslušnými technickými normami (Vokurka, Zlatuška, 2020).

Stavby hrazení bystřin a strží se dělí podle polohy ve směru toku na podélné, příčné, usměrňovací a speciální (mostky, propustky, brody, vegetační zárost atd.).

3.3 Příčné objekty

Tyto objekty jsou zpravidla namáhány velkou statickou zátěží. Koryta bystřiny v oblasti vzniku dopravy drolinných splavenin musí být upravena tak, aby se zabránilo vyrývání a prohlubování dna, podemílání břehů, podemílání dřevin a podrývání úpatí svahů, jež se sesouvají do bystřiny. Cílem je, aby se v korytě bystřiny zadržely droliny, jež se do něho sesunou.

K tomuto účelu slouží především stavby příčné (přehrážky), naproti tomu v místech odtoků vody zbavené pevných hmot se provádějí stavby hrazení podélné, jejichž úkolem je ochránit břehy koryta.

„V horních bystřinných tratích se tudíž omezujeme na stavbu ojedinělých objektů. Zpravidla bez podélného opevnění, avšak vždy v určité souvislosti, zatímco v dolních úsecích budujeme soustavná koryta pro odvedení přivalových vod a jejich zneškodnění“ (Skatula, 1952a).

Do příčných staveb se řadí:

1. Pásy

Jsou to pásy zajišťující stabilitu a statiku dna v exponovaných místech, která přecházejí na jiný sklon hrazení nebo změnu nivelity. Jsou to prvky zapuštěné do dna a jsou zapuštěny do svahu koryta minimálně třetinou délky.

2. Stupně

Nejvhodnější způsob zpomalení vody je stupeň, jehož výška je od 30 do 150 cm. Na stupně není vhodné používat dřevo, jelikož je vystaveno povětrnostním podmínkám a velké vlhkosti.



Obrázek 2 – Stupně

Zdroj: vlastní

3. Prahy

Jsou to nízké prohlubně ve spádu toku o prohloubení 20 až 30 cm. Zhotovují se většinou v soustavách. Jsou to stavby spíše pomocné a dočasné. Je vhodné udělat před prahem tzv. vodní polštář, aby se síla vody tlumila a omezila podemílání.

4. Přehrážky

Jsou to příčné stavby, kterými se řeší spád koryta (Obrázek 3). V případě odklonění řečiště, při kterém se snažíme zmírnit rychlost toku, vznikají vertikální nerovnosti terénu. Tyto nerovnosti řešíme vytvořením příčně přehrážky, kdy vrchní hrana je převýšena od dvou do pěti metrů výšky. V případě velehor se daná výška může navýšit až k deseti metrům. Tímto se vytvoří plánovaný vodolam, při kterém je vybudováno vyskládané zpevněné dno. Tímto způsobem se zabrání vymílání a splavování zeminy v úrovni dopadu.



Obrázek 3 – Dřevěná srubová přehrážka

Zdroj: vlastní

5. Dynamické flexibilní bariéry

Jedná se o zajištění sklonu břehu, dlouhého kamenitého svahu převyšujícího 25 stupňů tzv. flexibilní bariérou. Jde většinou o zajištění svahu sítí. Ta zajistí to, aby zvětralá zemina zůstala na svém místě a nedocházelo k posunům. U tohoto zajištění je nutné zpracovat geologický posudek a následně staticky vypočítat délku a průměr kotvících prvků (Vokurka, Zlatuška, 2020).

Tesařské spoje, které jsou řešeny v této bakalářské práci, se nejčastěji používají na stupních a na přehrážkách, které se označují jako dřevěné srubové konstrukce.

3.4 Podélné objekty

Břehy bystřin a strží mívají většinou tvar lichoběžníku. Koryta rozdělujeme podle hloubky, dále nás zajímá sklon nivelity a množství průtoku vody. V lesních ekosystémech by mělo být snahou vodu z koryt na vhodných místech rozlít z břehů. Koryta bystřin a strží v létě zpravidla vysychají a žlaby se širokým dnem se zanášejí jemným sedimentem, který posléze zarůstá vegetací. V těchto případech je vhodnější dvojitý profil, kde spodní část má užší dno, které je i při malém průtoku zavodněné. Kontrolovaného rozlité velké vody se dosáhne kombinací podélného a příčného hrazení. Podkladem pro zhotovení koryta je projekt, který musí počítat s množstvím srážek, největším průtočným množstvím vody, výskytem stavebního materiálu a dopravními vzdálenostmi.

1. Opěrné zdi

V extrémních případech, jedná-li se o ochranu před velkým náporem vody u cenných objektů nebo osídlených osad, se zpevňují koryta opěrnou zdí. Materiál na tyto stavby bývá nejčastěji z lomového kamene kladeného do betonového lože nebo může být i položen i na sucho. Další možností je použití pěchovaného železobetonu.

2. Sruby

Zpevňování břehů dřevěnými sruby je použito většinou jako dočasná stavba, protože dřevo vlivem počasí a vlhkosti podléhá destrukci. Sruby se konstruují různým způsobem, který je závislý na výšce stavby. Bývá zakotven v příčném směru zeminou. Tyto stavby jsou buď jednostranné, nebo oboustranné.

3. Povázka

Je soustava dřevěných kolíků cca 10 cm silných a zatlučených do země. Bývají spojené latěmi nebo vhodným proutím (např. vrbovým, olšovým, topolovým, lískovým). Toto se dělá v době vegetačního klidu. Z půtku se stane pruh osázený zvolenou dřevinou.

4. Válec

Je prvek vyrobený z proutí nebo klestu, vyplněný kamenem a obvázaný drátem o průměru do 60 cm. Tato konstrukce se rozloží na tzv. kozlík postavený na břehu. Na naskládané proutí se nasype šterková výplň. Toto celé je zajištěno řetězem nebo drátem a používá se jako zpevnění pod vodou.

5. Patka

Je zpevňující prvek břehu, který svah zajišťuje před sesutím a podemletím. Je zhotoven z kamene, železa nebo betonu.

6. Zatravnění břehů

Je využíváno pro zpevnění a ochranu břehů travním porostem. Při hrazení bystřin se přednostně užívají vegetační druhy opevnění, které se začlení do krajiny.

7. Klejonáž

Jde o klestový pokryv na ochranu obnaženého povrchu zeminy, který se používá před založením vhodné vegetace.

8. Zához

Je zpevnění břehu z neopracovaného kamene, který se volně rozprostře na svah.

9. Rovnanina

Je stavba z neopracovaných kamenů nebo betonové dlažby kladené na vazbu. U kamenité dlažby je nutno dbát na to, aby spáry byly co nejmenší, popřípadě je možno vyplnění menším kamenivem. Takto rovnaná dlažba se pokládá tzv. na sucho a stavba musí být řádně zakotvena do břehu.

10. Dlažba

Svahy hlubokých koryt zabezpečujeme většinou kamennou dlažbou na sucho. Dlažba z kamene je nejlepším a nejčastějším zpevněním koryta. Kameny pokrývají záměrně celou plochu a jsou vzájemně provázány. Použité kameny musí být zdravé, nezávětralé, tvrdé a odolné vodě. Využívá se např. žula, rula, pískovec, vápenec, čedič a porfyr. Spáry mezi kameny musí být co nejmenší.

11. Štětování dna

Jde o kuželové kameny položené větší plochou dolů co nejbližší k sobě. Kameny musí být naskládány co nejbližší k sobě a jsou loženy na sucho.

3.5 Materiály příčných a podélných objektů

Používají se nejčastěji dostupné přírodní materiály z nejbližšího okolí a certifikované stavební materiály. Na místech s velkou silou průtoku se využívají kameny s použitím betonu, popřípadě železobetonu. Základními materiály jsou dříví, kámen, štěrk a vegetace, tyto materiály se střídají a doplňují podle potřeby a odolnosti.

Dříví na stěny hrazení musí být zdravé, nejlépe v zimním období skácené. Používá se kulatina odkorněná smrková, borová, jedlová i modřínová. V dřívějších dobách se místo ocelových hřebů používaly modřínové kolíky. Mezera za dřevěnou stěnou se nejprve vyplní jílem vysokým okolo 60 cm a následně se doplní kamenivem (Skatula, 1952b).

3.6 Dřevo a jeho vlastnosti

Dřevo je vláknitá organická hmota chemicky složená ze 49 % z celulózy, 24 % tvoří hemicelulóza a 25 % lignin, zbytek tvoří pryskyřice, třísloviny a tuky. Z hlediska chemických prvků je dřevo tvořeno z cca 50 % uhlíku, 43 % kyslíku, zbytek tvoří

minerály, dusík a vodík. Pro stonek stromu, tedy v rámci našich cílů důležitého materiálu, platí, že narůstá z 97 % z vody a vzduchu a působením fotosyntézy, zbytek jsou minerální soli obsažené ve vodě. Každý strom je složen ze tří částí, z kořene, větví a kmene, který je pro nás z hlediska využití prioritní. Každý strom roste do výšky a šířky, tím nabývá jeho hmota (Hájek, 1993).

Téměř žádná surovina se nevyznačuje tak rozdílnými vlastnostmi jako dřevo. Má to své výhody i nevýhody. Mechanické vlastnosti dřeva jsou různé, v jednotlivých směrech probíhajících vláken jde o tzv. anizotropii (Dědek, Vošický, 2002).

Dřevo má vynikající technické vlastnosti, jako je pevnost, tvrdost, hmotnost a obnovitelnost. Toto je výhoda zvláště ve špatně přístupném terénu, kdy si tesař vezme motorovou pilu, dláto, hřeby a kladivo. To je vše, co potřebuje. Při použití lehkých stavebních strojů a v malém rozsahu může být opracováno i ručně.

3.7 Dříví

Z historického hlediska lze dříví považovat za první materiál pro stavbu konstrukcí, který byl využíván zřejmě již v pravěku. Jedná se o materiál, který je volně dostupný a dobře obnovitelný, proto se hojně používá i v dnešní době. Rozdíl mezi moderními a dříve běžně používanými konstrukcemi je zejména ve změně technologií výroby. Nové technologie jsou založeny na aplikaci prvků z lepeného průřezu a prvků zhotovených z nových materiálů, případně prvků vyrobených kombinací různých materiálů, a na použití nových typů spojovacích prostředků (Svoboda, 2013).

Životnost dřeva je relativní a závislá na tom, kde strom vyrostl, jaké bylo počasí, o jaký druh se jedná aj. Jehličnaté dřevo v kvalitních suchých podmínkách vydrží déle než 1 000 let. Ve venkovním prostředí je však výdrž závislá na vlhkosti a propustnosti zeminy, ve vodním prostředí např. jehličnaté dřevo vydrží okolo 100 let. Nejméně výhodné je pro dřevo střídání vlhkého prostředí se suchým. Trvanlivost dřeva závisí na obsahu ochranných látek a na podmínkách, v nichž je výrobek používán. Rozeznáváme ochranné látky přirozené a umělé. Z přirozených jsou to hlavně třísloviny (dub, kaštan), pryskyřice (borovice, smrk, modřín), silice či alkaloidy. Přirozené ochranné látky jsou uloženy většinou v jádru, bělové dřevo obsahuje více vody, škrobu, bílkovin a cukrů, které vyhledávají škůdci dřeva, pro něž je kůra vstupní branou.

Pokud jde o podmínky použití dřeva, nejvíce tomuto materiálu škodí kolísavá vlhkost. Dřevo uložené trvale pod vodou anebo trvale v suchu je velmi trvanlivé, o tom svědčí i archeologické nálezy (Udržal, Císař, 1989).

Voda začíná ze dřeva unikat ihned po skácení, zvláště je-li kmen odkorněn. Sušení v tomto případě probíhá velmi pomalu a jde o povrchové vypařování, které závisí na vlhkosti vzduchu a teplotě. První zprávy o sušení dřeva se objevují již ve starověku – Hésiodos o něm hovořil již asi před 2 500 lety, Plinius zmiňoval vysoušení v písku (Kruml, 1974).

Největší deformaci bude mít dřevo u bezprostřední hladiny vody v kombinaci s vlhkou zemínou. Určitý podíl budou mít také vady dřeva, jako jsou výsušné trhliny. V nemalé míře to budou dřevokazné houby, např. troudnatec pásový – *Fomitopsis pinicola* (Sw.) (Karst, 1881), kořenovník vrstevnatý – *Heterobasidion annosum* (Fr.) (Bref, 1888) a další.

Původní vlhkost dřeva daná růstem stromu se vysycháním zmenšuje a způsobuje zmenšování objemu, a to v různých řezech odlišně podle složení a tvaru buněk. Sesychání v podélném směru je asi 1 %, ve směru poloměru sesychá asi o 5 % a po obvodu asi o 10 %. Uvedená procenta jsou přibližná a udávají poměrné seschnutí od pokácení stromu po úplné vysušení. Vyschlé dřevo znovu přijímá vlhkost ze vzduchu (bobtná) a zvětšuje svůj objem. Odchylka činí 1 až 2 % (Bauer a kol., 1960).

3.7.1 Škůdci dřeva

Hmyz

Dřevokazného hmyzu, který bude napadat kulatinu, je také nezanedbatelné množství, např. tesařík krovový – *Hylotrupes bajulus* (Lynnaeus, 1758), dále pilořitka velká – *Urocerus gigas* (Lynnaeus, 1758) a mnoho dalších. Nevýhodou takového napadení je rovněž to, že larvy ve dřevě budou potravou pro ptáky, např. pro strakapouda velkého – *Dendrocopos major* (Lynnaeus, 1758) a další datlovitě, kteří mohou nadělat další škody.

Houby a plísně

Jedním z nejčastějších poškození dřeva je plíseň. Ta má většinou pouze estetický dopad a pro dřevo není tak nebezpečná jako např. dřevokazné houby. Ty způsobují rozklad

dřevěné hmoty na substrát. Rozeznáváme bílou a hnědou hnilobu dřeva, což souvisí s tím, zda se daná houba živí celulózou nebo ligninem.

Bílá hniloba – houby ligninovorní – rozkládají sacharidické polymery, které se podílejí na rozkladu dřeva.

Hnědá hniloba – houby celulózovorní – rozkládají hlavně celulózu a hemicelulózu, dřevo ztrácí na objemu a zpravidla se destruktivně rozpadá na kostkovité útvary.

Jednotlivé druhy dřevokazných hub potřebují ke svému vývinu ve dřevě různá množství vlhkosti. Chybí-li houbě vlhkost, nebo je-li jí příliš mnoho, dřevokazná houba zastaví růst, popřípadě uhyne.

3.7.2 Způsoby úpravy dříví pro tesařské konstrukce

Dřevěné materiály doprovázejí lidstvo od pravěku. Je to jeden z prvních materiálů, který se člověk naučil využívat ke své potřebě. Je to surovina, ze které byly vyráběny lodě, stavby a vybavení v nich. Dřevo je materiálem, který se používal např. na lisy, nástroje, zbraně. Byly z něho dlážděny cesty, používal se jako zdroj tepla. I v dnešní době se bez něho nelze obejít. Z tohoto důvodu se výrobky ze dřeva začaly upravovat tak, aby se zvýšila jejich životnost. První úprava byla opálení ohněm.

Srubové konstrukce se používají k dočasnému zajištění břehů bystřinných koryt. Lze je použít i ve větších sklonech nivelety, protože odolávají účinku hrubých splavenin, srubové konstrukce jsou pružné a jsou schopny přizpůsobit se menším transformacím koryta (Hanák a kol., 2008).

Tesařské úpravy povrchů mají praktický, hygienický a estetický význam i funkci. Tyto jednotlivé funkce povrchů se vzájemně kombinují a doplňují. Praktické funkce spočívají ve zvýšení požadavku na zamezení mechanickému opotřebení a na odolnost proti atmosférickým vlivům. Hygienické požadavky se vážou převážně k vytvoření hladkého povrchu, na který se nebude usazovat nečistota a snadno se očistí. Estetické důvody spočívají ve výběru materiálu a v pečlivém opracování. Z technologického hlediska se používají úpravy broušením a úprava ostrým předmětem, jedná se např. o dláto, sekeru, hoblík, poříz (Hájek, 1993).

Odkornění je odstranění kůry z dřevěného materiálu. Kůra je odumřelá vrstva buněk, tvořící ochranou bariéru stromu. Zabraňuje napadení dřeva dřevokazným hmyzem a houbami. Povrch kůry je vrásčitý, a je tak vhodný pro dobré usazování a schování

hmyzích embryí. Pod kůrou je nejvyšší obsah vody a živin dostávajících se do vrchních pater. Kůra zabraňuje vysychání dřeva.

Je nutné dbát na kvalitu dříví. Je důležité, aby nebylo napadeno dřevokazným hmyzem nebo dřevokaznými houbami. Dále je podstatný i způsob uložení dříví. To nesmí ležet na zemi a musí být podloženo a obloženo kamenivem, které je kvalitní a nerozpadá se vlivem změn počasí. Při nedodržení těchto zásad se výrazně zkrátí životnost stavby.

K ošetření dříví pro hrazenářské stavby se impregnační ani nátěrové látky nepoužívají z ekonomického důvodu. Ani dnes nejsme schopni vpravit ekologický materiál do dřeva v dostatečné hloubce (např. nátěrem, postříkem). Dochází totiž k velkému namáhání obrusem kamenivem neseným vodou, které by tuto vrstvu odstranilo.

3.7.3 Třídění dříví – kulatina, řezivo

Dříví je podle kvality zařazeno do jakostních tříd, které určují příslušné vady a následné použití řeziva pro daný účel. Způsob třídění, měření a posuzování vad upravuje publikace *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR, rok 2002*.

Ta upravuje doporučená pravidla za účelem sjednocení rozdílů mezi různými způsoby měření objemu dříví a posuzování kvalitativního zařídění do jednotlivých sortimentů. Tyto rozdíly vznikají zejména z důvodu rozporů mezi platnými normami a požadavky zpracovatelů dříví na dodávky suroviny. Je zde mimo jiné uvedeno, jak velké a v jakém množství mohou být na daném sortimentu vady, podle výsledku se následně zařídí.

Řezivo se dělí na:

1. rezonanční řezivo, krájené dýhy,
2. řezivo na výrobu loupané dýhy,
3. výřezy pro pilařské zpracování,
4. dříví pro výrobu dřevoviny, dolinovinu, tyčovinu,
5. buničinu, vlákninu,
6. palivové dříví (Wojnar, 2007).

Dále se řezivo třídí do jakostních tříd, které určují přípustné vady a použití řeziva.

Rozsah doporučených vad přesně stanovuje norma ČSN EN 1611-1.

Zásady určování jakosti: berou se v úvahu vady dřeva a odchylky od daných rozměrů. Zařídují se vždy podle horší strany. Vady, např. suky, které mají menší rozměr než polovina dovoleného, se do třídění nezapočítávají.

Tabulka 1 – Třídění dříví

Třídění dříví	A	1	2	3	4
Zdravé	25 mm 1/4 šířky	50 mm 1/3 šířky	75 mm 1/2 šířky	3/4 šířky	bez omezení
Srostlé	2 ks na bm	3 ks na bm	4 ks na bm	bez omezení	bez omezení
Nahnílé	nedovolují	dovolují do 1/2 zdravých suků	dovolují do 1/2 zdravých suků	bez omezení	bez omezení
Křídlové	nepřipouští	1/2 šířky max. 1/2 tloušťky materiálu	1/2 šířky max. 1/2 tloušťky materiálu	bez omezení	bez omezení

Zdroj: ČSN EN 1611-1

Tabulka 2 – Vada (trhliny)

Vada trhliny	A	1	2	3	4
Povrchové	1/6 délky	1/4 délky	1/3 délky	1/2 délky	Bez omezení, nesmí porušit celistvost
Pronikající mm	100	150	200	1/6	¼

Zdroj: ČSN EN 1611-1

Ostatní trhliny se u A třídy nedovolují. U ostatních tříd podle závažnosti od 1/8 do 1/2. Nejzávažnějšími trhlinami jsou trhliny odlupčivé.

Tabulka 3 – Vada (smolníky)

Vada smolníky	A	1	2	3	4
	1 bm	2 bm	5 cm 4 bm	Bez omezení	Bez omezení

Zdroj: ČSN EN 1611-1

Křemenitost se v A třídě nedovoluje, v první jakostní třídě je to 20 % a ostatní třídy jsou bez omezení. Křemenité dřevo má vyšší hustotu, zvýšenou tvrdost, pevnost v tlaku i v ohybu. Modul pružnosti je však značně snížen. Dřevo má větší sesychání ve směru vláken (ČZÚ, 2011).

Poškození hmyzem u A a první třídy je nepřipustné, u druhé třídy dva otvory na bm. Ve třetí třídě 3 otvory na bm, čtvrtá jakostní třída je bez omezení.

Obliny: pro posuzování oblin je rozhodující, zda je oblina ostrá. Omezení se vztahuje na tloušťku a délku. U A třídy je to 1/4, u první třídy 1/2, u druhé třídy 2/3 a ostatní třídy jsou bez omezení.

Odchytky od rozměrů jsou stanovené normou. Stručně můžeme říci, že do síly 35 mm je odchytko ± 1 mm. U tloušťky materiálu 35–100 mm jsou to ± 2 mm. Nad 100 mm je to odchýlení o 3 mm.

Třídění řeziva se provádí vizuálně, strojně nebo kombinovaným způsobem. Při strojním porovnávání je řezivo tříděno dle odchylek rozměrů a podle pevnosti.

Vizuální způsob – kvalita se posuzuje zrakem, třidič následně každý kus zařadí do příslušného boxu. Tento způsob je však zastaralý.

Strojní způsob – vizuálně se řezivo posoudí snímací kamerou, rozměry se snímají pomocí fotobuněk a pevnost se snímá přechodem přes snímací rampu. Tento proces je snímán PC, který vyhodnotí jakostní třídu.

Podle jakostní třídy se určuje cena řeziva. Dnes je cena smluvní, nebo se dříví draží.

Řezivo se třídí podle pevnostních kategorií podle ČSN EN 338 [16]. Pro objekty hrazení bystřin a strží se řezivo používá zcela výjimečně.

3.8 Tesařské konstrukce

Tesařství je odborné řemeslo, kdy (v dřívějších dobách) tesař dostal kulatinu a sekerou si vyrobil hranol, fošnu atd. Jedná se o jednu z nejstarších stavebních profesí. Dnes se toto řemeslo rozčleňuje na vícero oborů, které se prolínají a jsou si velice podobné.

V lesnické praxi se běžně setkáváme s velkou rozmanitostí tohoto řemesla. Rozšiřuje se např. o hrazení bystřin, ale také o výrobu lávek a mostů, staveb, plotů atd.

Základní tesařské konstrukce jsou sedla s pásky, vzpěradla, věšadla, vzpínadla, příhradové nosníky, krovy (Kohout, Tobek, Müller, 2020).

3.8.1 Rozdělení tesařských spojů

Tesařské spoje lze rozdělit v rámci konstrukčního řešení na spoje příčné a podélné. Podélné spoje u kulatiny v podmínkách hrazení bystřin jsou:

1. na sraz – ty se mohou dále rozdělit na tupé, šikmé, klínové,
2. přeplátování – tupé, šikmé, klínové,
3. čep a rozpor – tupé, klínové, rybinové.

Tesařských spojů je celá řada. Cílem této práce však není detailní popis každého z nich. Při práci na hrazení bystřin budou řemeslníci používat spoje účelně, jednoduše a lze předpokládat, že hlavním nástrojem bude motorová pila a tesařská sekera. Hlavním spojem bude spoj na sraz. U něj je nevýhodou, že pod spojem musí být podpora buď příčná, anebo by se mohly v nouzovém případě použít podélné vsuvky. Druhým spojem, který se bude používat, je přeplátování (Kuběna, 1988). Třetím spojem bude spoj klínový, který se bude používat podle statického zatížení v různých směrech.

3.8.2 Tesařské spoje hrazení bystřin a strží

Fakticky se jedná o spoje dřeva, které je kulaté a nemá na všech místech totožný rozměr.

Podélné spojení kulatiny: na tupo, dělí se na rovné, kosé a klínové. Dalším pevnějším spojením je přeplátování. V praxi se nejčastěji vyrábí rovné přeplátování. Následujícím spojem je vložení dřevěné vsuvky (pera). V podélném způsobu spojování se používají různé spojovací materiály. Ty mohou být dřevěné (klíny, příložky, hmoždíky) anebo ocelové (tesařské skoby, stavební hřebíky a svorníky). V podélném spojování je výhodou, že spoje klád nemusíme napojovat na stejném místě a můžeme je rozmístit po ploše a zajistit vhodným pomocným spojovacím prvkem. Toto rozmístění podélných spojů nám značně zvýší pevnost celé hrazené konstrukce.

Příčné spojení kulatiny: zde se jedná nejčastěji o spoj rovné přeplátování.

Spoje kulatin nejsou tak přesné a ani být nemohou (jako je tomu u hraněného řeziva). Nemá to však vliv na stabilitu konstrukce. Většinou se určitá délka materiálu nechává delší a obloží se kamenivem v krajině, což zajistí statickou pevnost.

3.8.3 Pomocné tesařské spojovací materiály

Tesařské spoje se používají na spojení dvou a více kusů konstrukčních prvků. Je to spojení, které lze rozebrat, a proto je třeba spoj pojistit proti posunutí na vhodném místě. Toto se provádí pomocnými spojovacími materiály, např. hřebíky, dřevěnými kolíky a vruty. Tyto spoje se dají rozdělit na vázané, dřevěné, ocelové a lepené.

Vázané spojovací materiály

Dnes označované také jako pomocné spoje vázané. Jedná se o spoj, který je pojištěn nějakým pomocným úvazem, např. provazem. Ve stavebnictví se používal již v minulosti a je používán dodnes, i když většinou pouze k dočasnému spojení, kdy je potřeba spoj udržet na určitém místě do doby, než se nahradí jiným spojovacím prostředkem.

Dřevěné spojovací prostředky

Kolíky se zhotovují z tvrdého dřeva, nejčastěji z dubu. Na začátku je vytvořen hrot a dále jsou s mírným náběhem zaráženy do předem vyvrtaného otvoru. Kolíky se dříve vyráběly ručně a nebyla snaha je vyrobit kulaté. Právě nerovnosti na kolíku zajišťovaly to, že se sám neuvolnil. Dubové kolíky musely být z vyschlého dřeva a byly o několik centimetrů delší než spojovaný materiál.

Dubové hmoždíky se zapouští do připravených vydlabaných otvorů, které bývají čtvercové, obdélníkové nebo rybinové. Zapouštějí se do spodní a vrchní strany spojovaného materiálu. Dřevěný hmoždík nesmí být menší než 40 mm a největší možná výška je jedna pětina výšky spojovaných materiálů. Tyto hmoždíky zabraňují posunu materiálu a jsou velice náročné na výrobní přesnost.

Klíny se vyrábějí z tvrdého dřeva se zkosením asi $1/9$ šířky dřevěného klínu. Jsou jednostranně nebo dvoustranně seříznuté a většinou se používají tak, že se z každé strany tluče jeden.

Příložky – většinou se na ně používá stejný materiál, se kterým pracujeme. Používají se většinou tam, kde je potřeba nastavit dřevo na délku. Délka příložek je asi $1/10$. Příložky se většinou upevňují ocelovými svorníky anebo hřeby.

Pera jsou většinou tenké laťky, které se vkládají do drážek mezi prkna nebo fošny. Tloušťka pera by měla být jedna třetina tloušťky spojovaného materiálu a šířka pera dvě třetiny tloušťky spojovaného materiálu. Tento spoj se většinou ještě lepí.

Ocelové spojovací prostředky

Tesařské skoby se vyrábějí z kulaté oceli o průměru 15 až 30 mm. Nejpoužívanější jsou skoby dlouhé 150 až 400 mm. Špice skoby je dlouhá od 60 do 100 mm a skoby by měly být otevřené pod úhlem cca 5°, aby se při zatloukání skoby spoj stlačoval k sobě. Tesařské skoby se používají tam, kde je spoj namáhán tlakem nebo tahem.

Stavební hřebíky se v dřívějších dobách kovaly ručně. Byla to práce zdlouhavá a finančně náročná, proto tesaři využívali, pokud to bylo možné, dřevěné spojovací prostředky a hřebíky využívali jen na velmi namáhané spoje. V dnešní době je to jeden z nejlevnějších spojů. Hřebíky se vyrábějí z ocelového drátu dlouhého od 10 mm do 300 mm, průměr je od 1 do 8 mm. Vyrábějí se z různých materiálů. Spojení hřebíkem je rychlé a dostatečně pevné.

Lavičníky jsou zvláštním druhem stavebních hřebíků, které se používaly k udržení okenních rámců a dveřních zárubní ve stavebním otvoru (Hájek a kol., 1973).

Vrutky jsou spojovací a zajišťující prostředky, na kterých je vytvořen závit celý nebo jen částečný. Vyrábějí se v délkách od 10 do 400 mm a upevňují se zašroubováním (většinou elektrickým šroubovákem). Jedná se o rozebíratelný spoj. Spojení vruty je kvalitnější a pevnější, než je tomu u hřebíků, a může být namáháno i proti vytažení.

Svorníky – jedná se o tyče různého průměru, na kterých byl vytvořen závit. Toto je velice houževnatý spoj, který se používá na extrémně namáhané spoje s větším průřezem materiálu. Vyvrtá se díra o větším průměru – 1 až 2 cm, zasune se svorník a zajistí matkami. V minulosti se svorníky vyráběly v různých délkách. Tvořila ho hlava, dřík a závit. Dnes se nahrazuje pořízením závitové tyče, která se zkrátí na potřebnou délku.

Styčnicková deska je plech o různé velikosti. Prolisem vzniknou výčnělky. Používají se na výrobu střešních vazníků a spojů, které probíhají v jedné rovině. Zamačkávají se do dřeva lisem. Velikost a sílu plechu musí spočítat statik.

Ocelová lana se používají v ocelových konstrukcích na velké rozpony, jsou zajištěna u konce trámu. K napínání se používá rektifikační článek, kterým se lano dotáhne na požadovanou sílu. Nevýhodou oceli je, že změnami teplot se buď stahuje, nebo rozpíná, je s tím proto nutné počítat. U velmi namáhaných spojů a velkých rozponů je důležité, aby spoj byl staticky spočítán.

Ocelových (ale i dřevěných) spojovacích prostředků je velké množství. Vynález oceli velmi usnadnil spojování stavebních konstrukcí. Díky moderním možnostem, které dnes máme a kterými v minulosti naši předci nedisponovali (např. svářečkami, rozbrušovačkami a řadou dalších prostředků), se nám dnes staví o mnoho lépe. Rovněž s rozvinutím stavební mechaniky jsme schopni vypočítat, kde má být nosný prvek a o jaké síle. Dříve musely být stavební konstrukce „předimenzovány“, nicméně toto vše vedlo k pokroku a k získání potřebných zkušeností a znalostí.

Tesařské spoje se vyvíjejí, s novou technologií se mění a usnadňuje jejich montáž. Některé spoje zanikly, některé se nevyplatí vyrábět (jsou složité na výrobu, případně z ekonomického hlediska). Jiné spoje naopak vznikly a jsou méně pracné, houževnatější a pevnější. Určitě bychom si takové věci měli pamatovat a učit se z nich, a hlavně nedopustit, aby upadly v zapomnění (Sedlák, 1948).

3.9 Tesařské nářadí

Podobný vývoj má i tesařské nářadí. Díky vývoji stavebnictví začalo docházet k tomu, že „stavba“ se začala členit na různá odvětví, začaly se vytvářet různé obory. I proto je zde namístě uvést, s jakým nářadím tesaři vykonávali dříve (ale i dnes) svou práci.

Prvním nástrojem, který zcela jistě stojí za zmínku, byla *seker*. Byl to univerzální nástroj, který sloužil jak k pokácení stromu, tak k vysekání tesařských spojů. Lidé si tento nástroj oblíbili a začali ho dále upravovat dle potřeb na nejrůznější druhy seker (například z kulatiny tesali trám, kdy si nejprve hlavatkou vysekali vruby a širočinou dosekali načisto apod.). Opracované dřevo má hrubší povrchové zahlázení oproti začištění hoblíkem. Tyto trámy jsou ještě dnes na mnoha stavbách k vidění. Dalšími druhy seker byly kupříkladu teslice, křížovka, pobíječka a dlátovka. Teslici kováři vykovali do oblouku a tesaři s ní vysekávali dřevěné žlaby, aby si lidé mohli přivádět vodu blíže k obydlí. Tyto sekery se občas používají i v současné době.

Dalším nástrojem, bez kterého by se dříve tesaři neobešli, je *ruční tesařská pila*. Používána byla na přeřezání klád a trámů. Byla asi 150 cm dlouhá a používali ji dva řezáči, přičemž „každý chvílku tahal pilku“. Na menší kusy měli rámovou pilu, kde byl na vrchní straně motouz, tím se napínal pilový list. Opět využívali i vylepšení, která se dnes již nevidí, a to např. pilový list ohnutý do pravého úhlu, kterým vyřezávali dlaby. Dalšími druhy pil jsou např. ocaska, čepovka nebo zlodějka. Vynalezením

motorové pily (nejprve dvoumužné, posléze jednomužné) se práce usnadnila. Díky modernizaci motorové pily je dnes práce daleko snazší.

Dláta sloužila na vysekávání dlabů a děr na různé spojovací prostředky. Vyráběná byla v různých šířkách a používají se v podstatě dodnes. Dříve byla mohutnější a byla osazená dřevěnou rukojetí, na vršku byl ocelový kroužek, který sloužil k tomu, aby se rukojeť pod častými údery nerozbila. Dnes je využívána především elektrická ruční dlabáčka, která vytvoří dlab asi dvacetkrát rychleji, než by tomu bylo ruční prací.

Hoblík je nástroj na čisté opracování dřeva. Skládá se z těla, ve kterém je hoblovací nůž, taháním po materiálu se dřevo začišťuje. Tesaři obvykle používali hoblík, kterému se říkalo macek. Byl asi metr dlouhý a tahali ho dva tesaři. Hoblíků je rovněž vícero druhů a používaly se hlavně v truhlářské výrobě nebo v sudařství. V dnešní době se používají především hoblíky ruční elektrické, které však bývají poněkud těžší, váha je 18 kg.

Vrtáky a nebozezy – práce s hloubením děr rovněž nebyla jednoduchá. Byly to nástroje, které měly jedno anebo dvě ostří na tyči dlouhé asi 50 cm, v níž byla dřevěná rukojeť. Tyto nástroje nevynášely piliny, a proto se musely často vyndávat a čistit. V současnosti se používají elektrické vrtačky, jež práci zrychlují.

Poříz se používal na odkorňování, vyřezávání a opracování ozdob na trámech. Má také, podobně jako předchozí nástroje, mnoho různých podob přizpůsobených k práci, na kterou byl v danou chvíli potřebný.

A zmínit můžeme například také *kolovrátek*. Byla to namotaná šňůrka, která se namáčela do hlínky, což následně sloužilo na „kreslení“ rovných čar, podle nichž byly opracovávány výrobky. Další nástroje či pomůcky jako např. vodováhy, úhelníky, které používáme i dnes, byly samozřejmostí (Szász, 1976).

3.10 Konstrukční materiál

Kulatina o průměru cca 20 až 30 cm byla nařezána na délku 150 cm.

Vhodné stavební výřezy (Obrázek 4) byly nakoupeny u nejbližšího dodavatele, se kterým autor práce dlouhodobě obchoduje.



Obrázek 4 – Sklad nakoupených stavebních výřezů v kůře

Zdroj: vlastní

Třídění konstrukčního materiálu

Zkušební vzorky byly vyrobeny ze smrku ztepilého (*Picea abies*) (Karst, 1881).

Dalším úkolem bylo materiál vytřídit a vybrat požadovaný průměr okolo 25 cm. Vyřazeny byly kusy slabé a příliš velké, dále pak kusy nevyhovující, např. napadené dřevokaznou houbou. Vadné vyřazené dřevo mělo většinou nepravidelný elipsovité tvar a bylo napadeno václavkou obecnou – *Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Kumm.

Vhodné kusy byly použity pro výrobu vzorků.

4 Metodika

Při zhotovení tří srubových konstrukcí byly využity tesařské spoje, které jsou řešeny v této bakalářské práci a které se nejčastěji používají na srubových stěnách. Na těchto vzorových konstrukcích jsem sledoval deformace spojů a projevy sesychání a rovněž posuzoval trhliny, které se v důsledku sesychání objevily. Na srubových vzorcích byly osazeny měřicí body, každý měsíc proběhlo měření, výsledky jsem zaznamenal a následně vyhodnotil.

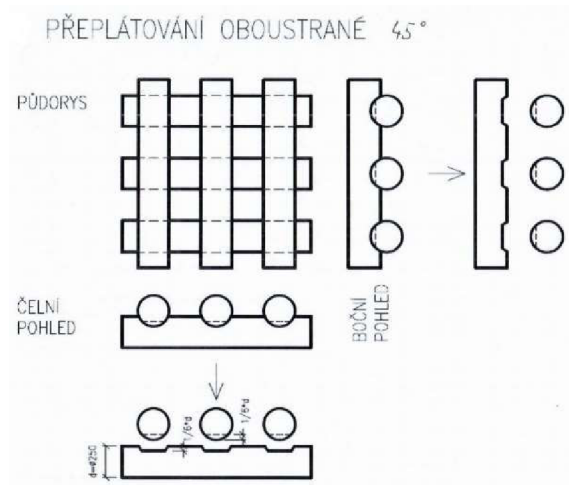
4.1 Návrh tesařských spojů

Spoje jsem vybral co možná nejjednodušší, zároveň však takové, které se dají použít v terénu. Současně jsou tyto spoje dostatečně pevné, aby byly schopné přenášet síly, které na ně působí. Pevnost je dána typem spoje a stavem použitého dříví. V tomto případě však nebylo v mých možnostech měřit pevnost spoje např. destruktivními metodami, proto je toto nahrazeno vyhodnocením deformací dříví a konstrukce v čase.

4.1.1 Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45°

Popis – spoj vyrobený jednoruční motorovou pilou. Osazení sedel pod úhlem 45°. Spoj byl pozorován bez spojovacích prostředků, tj. sesazen tzv. na volno.

Schéma 1 – Přeplátování oboustranné (45°)

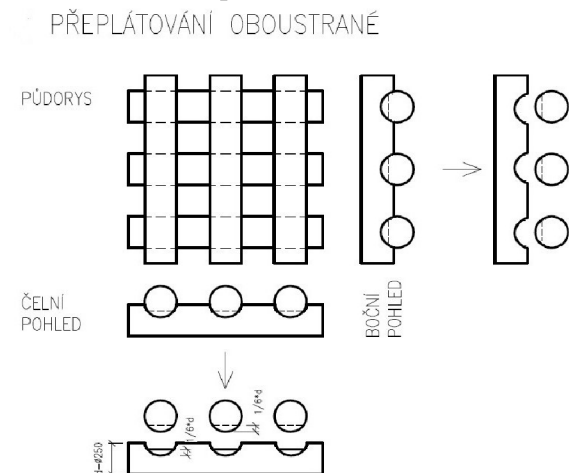


Důvod výběru: Minimální potřeba nástrojů. Relativně rychlé.

4.1.2 Rohové přeplátování oboustranné obloukové

Popis – spoj vyrobený pásovou pilou. Výřez sedel do oblouku a sesazen. Na tento spoj byly použity tesařské skoby 250 mm dlouhé.

Schéma 2 – Přeplátování oboustranné

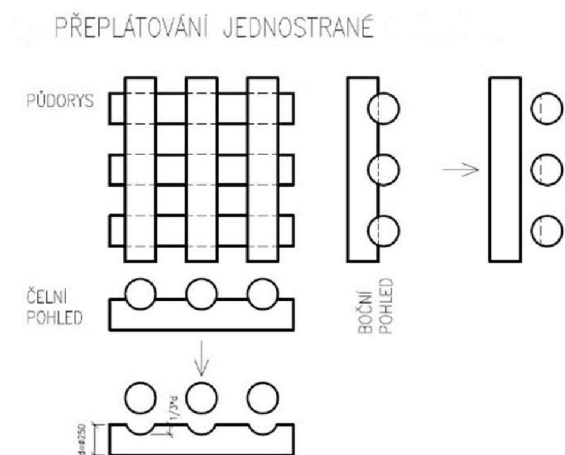


Důvod výběru: Předpoklad nejpevnějšího spoje.

4.1.3 Rohové přeplátování jednostranné

Popis – spoj vyrobený ruční pásovou pilou. Výřez jednoho obloukového sedla na tupo položen na protilehlou kulatinu. Spoj je sbit stavebním hřebem 250 mm dlouhým.

Schéma 3 – Přeplátování jednostranné



Důvod výběru: Ušetřena polovina práce na sedlech. Rychlost zhotovení.

4.2 Úprava konstrukčního materiálu

U dřeva rozlišujeme vodu volnou, která je v mezibuněčném prostoru volně, a vodu vázanou, která je v buněčných stěnách, kde je vázána na makromolekulární řetězce celulózy. Dřevo sesychá až po dosažení meze hygroskopicity, která se pohybuje okolo 30 %. Je to stav, kdy mezibuněčné prostory neobsahují vodu, ale v buněčných stěnách voda je (Houdek, Koudelka, 2004).

To znamená, že je nutné počkat, až dřevo ve venkovních podmínkách seschne a začnou se projevovat sesychající změny. Pokácený strom okamžitě ztratí všechny funkce, které ho chrání před biologickým napadením. V tomto případě se stalo, že hned při zbavování stromu kůry začal nalétávat na klády dřevokazný hmyz, který cítil vůni opracovávaného dřeva (Obrázek 13). Byla to pilořitka – *Tremex fuscicornis* (Fabricius, 1787). Mohou však nastat i jiné případy, např. ten, že odkorněné dřevo je napadeno lýkožroutem smrkovým – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), který však následně zahyne.

V případě hrazení bystřiny se řezivo odkorňuje pořizem nebo otkou (loupákem na kůru) za syrova. Strojní odkornění není vhodné, protože poškozují povrchová dřevní vlákna.

Kulatina byla zbavena kůry pořizem (Obrázek 5). Vzhledem k tomu, že některé kusy kulatiny měly už kůru zaschlou, byla pro odstranění vystupujících suků použita řetězová motorová pila.

Po odkornění 30 kusů klád se začaly připravovat příčné tesařské spoje. Byla vyhotovena šablona z prkna, aby bylo dosaženo co největší tvarové shody na sebe navazujících prvků konstrukce (Obrázek 13). Navíc bylo nutné na sebe navazující prvky skládat k sobě střídavě čepem a oddenkem. Mezery mezi vrchním a spodním kusem byly od 7 do 15 cm podle síly klády.



Obrázek 5 – Odstraňování kůry pořízem

Zdroj: vlastní

Doba odkornění jednoho kusu byla v průměru 12 minut. Dřevo, na kterém je ponechána kůra, vysychá velice pomalu. Mnoho druhů hmyzu klade vajíčka právě pod kůru. Odkornění bylo prováděno z důvodu zmírnění deformace dřeva. Voda je více obsažena v běli, a tak se částečně zabrání tvoření trhlin. Odkornění je vhodné dělat v chladném období roku a dříví by mělo být pokáceno v době vegetačního klidu.

4.2.1 Výběr a úprava ploch pro umístění vzorků

Srubové vzorky byly položeny na žulový štěrk nad povrch zeminy cca 100 mm a uloženy ve stínu stromů. Tím bylo zabezpečeno nevystavení přímému slunečnímu záření a vysychání řeziva v co nejkratším čase.

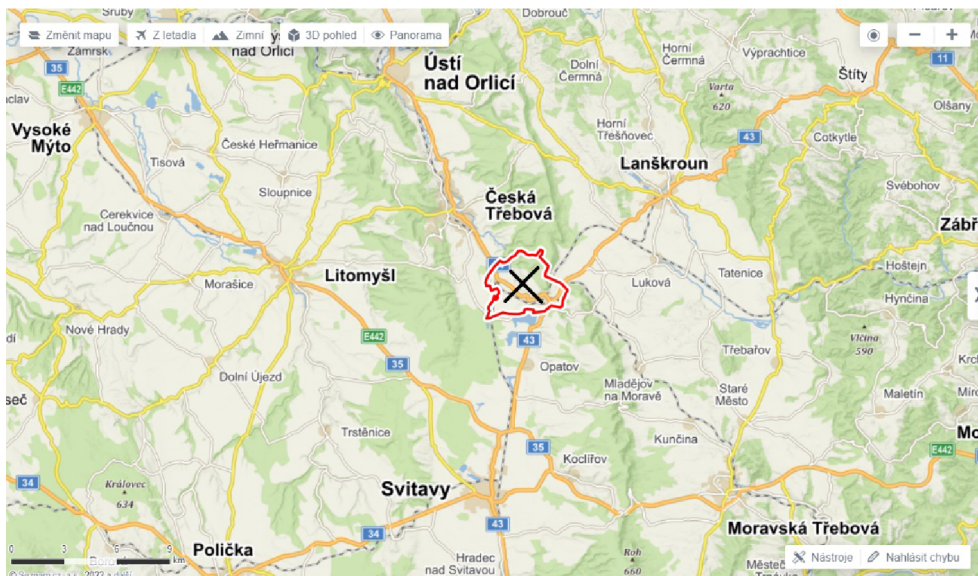
4.2.2 Umístění konstrukcí – osazení na místo

Umístění konstrukcí – vzorků

Stanoviště bylo vybráno na stinném místě, čímž se dosáhlo zabezpečení nevystavení přímému slunečnímu záření a vysychání řeziva v co nejkratším čase.

Základová rýha byla po zhotovení vysypána štěrkem vyvýšeným nad terén o cca 100 mm. Na takto připravené pásy byly osazeny srubové vzorky a zajištěny spojovacími prostředky.

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Obrázek 6 – Složené vzorky – mapa uložení

Zdroj: vlastní

Umístění vzorků: Pardubický kraj, obec Třebovice

Souřadnice: 49°51'33" s. š., 16°30'8" v. d.

4.3 Realizace tesařských spojů (výroba vzorků)

Vzorky byly vyráběny ruční jednomužnou motorovou pilou a ruční pásovou pilou. Použil jsem pouze minimum nástrojů (poříz, dláto, teslice) a spojovací prostředky. Při realizaci probíhalo časové měření jednotlivých částí prací a jeho záznam.

4.3.1 Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45°

Vzorek č. 1

Pro výrobu vzorku byly použity dřevěné stavební výřezy o průměru 20 až 25 cm a délce 150 cm, které byly předem upravené – odkorněné a zbavené vystupujících suků. Bylo použito celkem 10 ks klád a zhotoveno 36 ks spojů.

Spoj byl prováděn ruční řetězovou motorovou pilou. Byl vyroben spoj s dvojitým přeplátováním pod úhlem 45° (Obrázek 7). Je to spoj relativně rychle vytvořený. Pevnost tohoto spojení lze vyhodnotit jako kvalitní. U tohoto vzorku bylo rozhodnuto, že bude vyzkoušen bez spojovacích prostředků. Na vrchní kládu jsem však umístil vrut 120 × 6 mm, a to z důvodu bezpečnosti, aby nedošlo k úrazu v případě nečekaného posunu jednotlivých prvků (např. vlivem větru, zvířat, neopatrné manipulace apod.). Při realizaci srubové konstrukce v korytě potoka tento problém odpadá, protože příčný

objekt je zakotvený do břehů a podélná konstrukce je ke břehu poutána dřevěnými kotvami.

Ukázalo se, že se jedná o fyzicky i profesně náročný proces. Hmotnost jednoho prvku byla odhadnuta na cca 45 kg a hmotnost celého vzorku na 450 kg.

Nejprve byla konstrukce zkušebně sesazena tak, aby se dalo ověřit, že sedla do sebe správně zapadají (Obrázek 14). Výběr prvků do vzorku byl prováděn tak, aby výsledná konstrukce měla přibližně stejné mezery mezi prvky a aby jednotlivé prvky ve výsledné konstrukci byly v zásadě vodorovné.

Následně byly jednotlivé prvky konstrukce očíslovány a přeneseny na předem připravenou plochu) (obrázek 28). Výsledná výška konstrukce (vzorku) je cca 70 cm.

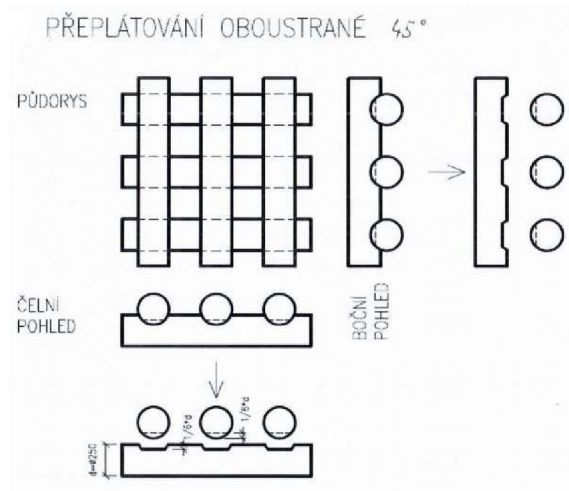
Celkem je na výrobu jednoho zkušebního srubového kusu potřeba 36 sedel, které je každé jinak hluboké. Řetězovou motorovou pilou byly opravovány hloubky zádlabu.

Pro realizaci vzorku č. 1 byly použity následující nástroje:

- poříz,
- jednomužná řetězová pila,
- dláto.



Obrázek 7 – Vzorek řezaný ruční motorovou pilou
Zdroj: vlastní

Schéma 4 – Překlátování oboustranné pod úhlem 45°**4.3.2 Rohové překlátování oboustranné obloukové****Vzorek č. 2**

Pro výrobu vzorku byly použity dřevěné stavební výřezy o průměru 20 až 25 cm a délce 150 cm, které byly předem upravené – odkorněné a zbavené vystupujících suků. Bylo použito celkem 10 ks kulatin a vyrobeno 36 ks sedel (Obrázek 16).

Spoj byl prováděn ruční pásovou elektrickou pilou. Byl udělán spoj dvojitým obloukovým sedlem, který do sebe zapadl. Je to spoj pracný, pevnost tohoto spojení však lze vyhodnotit jako velmi kvalitní. U tohoto vzorku byl použit spojovací prvek tesařská skoba. Tesařská ruční pásová pila váží 19 kg. Hmotnost jednoho prvku prizmy byla odhadnuta na cca 45 kg a hmotnost celého vzorku na 450 kg.

Nejprve byla konstrukce zkušebně sesazena tak, aby se dalo ověřit, že sedla do sebe správně zapadají (Obrázek 12). Výběr prvků do vzorku byl prováděn tak, aby výsledná konstrukce měla přibližně stejné mezery mezi prvky a aby jednotlivé prvky ve výsledné konstrukci byly v zásadě vodorovné.

Následně byly jednotlivé prvky konstrukce očíslovány a přeneseny na předem připravenou plochu (Obrázek 28). Výsledná výška konstrukce (vzorku) je cca 70 cm.

Vzorek č. 2 byl sestaven a každý spoj sbit dvěma kusy tesařských skob o délce 250 mm (Obrázek 19). Tesařské kramle bylo nutné umísťovat střídavě, jednu z pravé strany a druhou z levé. Pokud by tak nebylo učiněno, celý dřevěný kus by se vytočil na tu stranu, kde byly kramle. Tento vzorek je totiž relativně lehký a kramle jako spojovací materiál mají tendenci takto reagovat.

Celkem je na výrobu jednoho zkušebního srubového kusu potřeba 36 sedel, které je každé jinak hluboké. V případě použití tohoto spoje by v terénu bylo nutno použít elektrocentrálu.

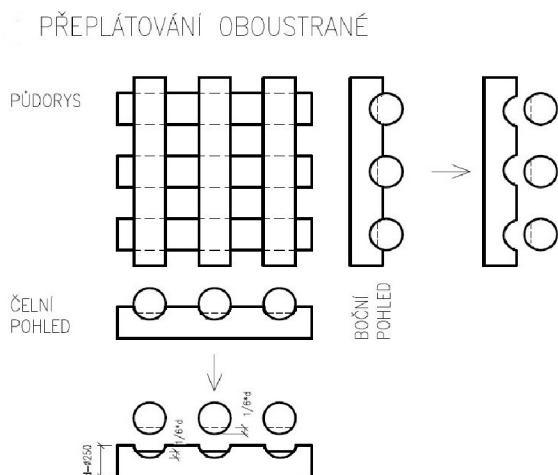
Pro realizaci vzorku č. 2 byly použity následující nástroje:

- poříz,
- jednomužná pásová pila,
- spojovací prostředky – tesařské skoby,
- teslice.



Obrázek 8 – Vzorek řezaný pásovou pilou oboustranný
Zdroj: vlastní

Schéma 5 – Překlátování oboustranné



4.3.3 Rohové přeplátování jednostranné

Vzorek č. 3

Tento vzorek byl vyroben nejjednodušším způsobem (Obrázek 9). Pro výrobu vzorku byly použity dřevěné stavební výřezy o průměru 20 až 25 cm a délce 150 cm, které byly předem upravené – odkorněné a zbavené vystupujících suků. Bylo použito celkem 10 ks kulatin a vyrobeno 18 ks sedel.

Srubový spoj byl zpracován tesařskou pásovou pilou. Bylo vytvořeno sedlo, které se položilo na odkorněnou kulatinu. Spoj byl zajištěn stavebním hřebem o délce 250 mm × 7,6 mm bez povrchové úpravy (Obrázek 20). Stavební hřebíky jsou nejčastější spojovací materiál používaný v tesařském oboru. Je to rychle udělaný spoj, namáhaný většinou stříhem a s velkou pevností. Tyto stavební hřebíky, ač se zdály na pohled velké, nebyl problém do mokrého dřeva teslicí zatlouci. Je to spoj rychle vytvořený a pevnost tohoto spojení lze vyhodnotit jako kvalitní.

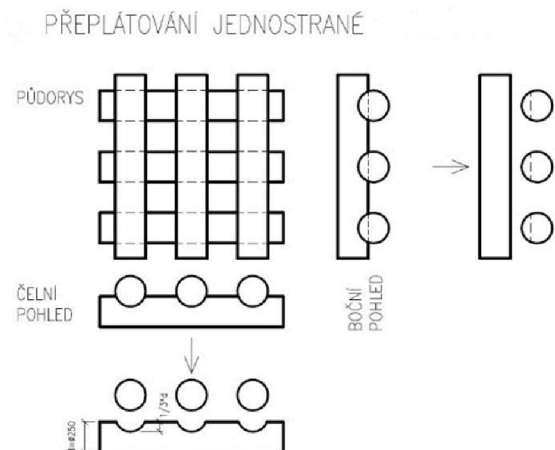
Pro realizaci vzorku č. 3 byly použity následující nástroje:

- poříz,
- jednomužná pásová tesařská pila,
- teslice,
- stavební hřeby.



Obrázek 9 – Vzorek řezaný pásovou pilou jednostranný

Zdroj: vlastní

Schéma 6 – Překlátování jednostranné**4.4 Průměrné srážky a průměrná teplota**

V době zhotovení bakalářské práce, v roce 2019, bylo velmi deštivé počasí a teploty nebyly extrémně vysoké. To mělo pozitivní vliv na proces vysoušení a netvořily se výsušné trhliny na zkušebních vzorcích.

Tabulka 4 – Přehled počasí v roce 2019

Datum	Srážky (mm)	Teplota (°C)
1. 1. 2019	76	-3,1
1. 2. 2019	31	-1,4
1. 3. 2019	53	2,2
1. 4. 2019	23	7,1
1. 5. 2019	109	12,2
1. 6. 2019	51	15,3
1. 7. 2019	44	16,6
1. 8. 2019	81	16,3
1. 9. 2019	63	12,7
1. 10. 2019	46	8
1. 11. 2019	44	2,5
1. 12. 2019	37	-1,3
	Celkem 657	Průměr 7,2

Zdroj: vlastní úprava na základě (ČHMÚ, 2019)

Konstrukce byly uloženy na stinném místě, kde byly co nejvíce chráněné od vlhkosti. Toho bylo dosaženo tak, že byla vykopána základová rýha (Obrázek 17) asi 15 cm hluboká a byla odstraněna zemina pod každým kusem dřevěné prisky, který bude

styčný se zeminou. Tyto rýhy byly vysypány kamennou žulovou drtí frakce 16–32 mm (Obrázek 18) do výšky asi 10 cm nad úroveň okolního terénu a byly zhutněny. Na toto připravené podloží byly následně umístěny jednotlivé vzorky – srubové konstrukce. Výrobní místo bylo vzdálené přibližně 300 m. Každý kus byl očíslován, naloženo bylo všech deset kusů – tzn. jedna sestava. Ta byla sestavena, následně spojovacím materiálem zajištěna. Vzorky byly uloženy pod stromy, kde na ně nebude svítit přímé slunce a nebudou sesychat příliš rychle.

4.5 Měření změn zhotovených vzorků tesařských konstrukcí

Za běžných podmínek přirozeného vysoušení je nemyslitelné, že by se v kulatině neobjevily trhliny. Dřevo je materiál složený z dřene, jádra a běli. Každá tato součást obsahuje procentuálně jiný podíl vody. Vliv má i jiné sesychání v tangenciálním nebo radiálním směru. Tyto trhliny jsou pak vždy vstupní branou pro vznikání plísní, hniloby a napadení dřevokazným hmyzem.

4.5.1 Osazení měřících bodů

Důležité bylo osazení měřících bodů, nepohyblivých a trvalých, které byly základem veškerého měření (Obrázek 10).

Míry byly zaznamenány a vyhodnoceny v časovém horizontu dvanácti měsíců. Body byly později dále zpracovávány (Obrázek 25 a Obrázek 27).



Obrázek 10 – Měřící bod
Zdroj: vlastní

U každého vzorku bylo hned na počátku určeno, že vlevo nahoře bude měřen průměr kulatiny. Měřicí body byly vytvořeny na vrchu vzorku a z čelního pohledu na pravé straně.

Následovalo zhotovení měřících bodů. Ty musely být osazeny tak, aby se nemohla po celou dobu měření posunout jejich poloha. Na vrchní stranu byly osazeny nerezové vruty, stejně tak bylo učiněno i na boku vzorku. Tento postup byl opakován na všech třech kusech. Na osazených bodech bylo měřeno, jak sesychá dřevo v podélném a příčném směru. Dále bylo měřeno příčné sesychání vepředu a vzadu. Jako poslední míry byly zaznamenávány úhlopříčky. Obdobně bylo postupováno na boční straně zkušební vzorku. Zde bylo měřeno, jak vzorek sesychá na výšku a dále sesychání délky nahoře a dole. Stejně jako u vrchního měření byly měřeny i úhlopříčky.

4.5.2 Postup získávání dat (měření)

Při tomto postupu bylo zjišťováno sesychání vzorků a dále změny, které probíhají ve spojích. Po osazení zkušebních vzorků na stálé místo bylo nutné počkat s měřením asi tři měsíce. Důvodem bylo, aby se vzorek usadil na dovezené kamenné drti. Usazováním zeminy a přidáním kameniva nesměly být výsledky měření ovlivněny.

Použité dřevo nebylo napadeno žádným dřevokazným hmyzem a houbami, což byl jeden z požadavků v rámci zadání této práce. Po zevrubné prohlídce všech kusů nebyl nalezen žádný náznak případného napadení. Při těžbě bylo usilováno o to, aby stromy byly zdravé a vitální. I při odkůrování bylo patrné, že se jedná o zdravé dřevo (Obrázek 5).

4.5.3 Metody vyhodnocení pracnosti vzorků

Vybraná místa na vzorcích byla měřena každý měsíc v období od 1. 1. 2019 do 1. 12. 2019 a výsledky byly zaznamenávány do protokolu (Obrázek 24). Měření probíhalo ocelovým svinovacím metrem. Při sněhové pokrývce (Obrázek 23) nebo námraze bylo měření přesunuto na jiný termín.

4.6 Posuzování trhlin

Trhliny byly zaznamenány až na konci měření, přičemž jedna z nich se vymykala normálu (Obrázek 11). Po změření posuvným měřidlem se ukázalo, že trhlina je široká

8 mm a dlouhá 50 cm. Ostatní trhliny jsou normální velikosti. Je to dáno tím, že byl velmi deštivý rok a vzorky byly umístěny do stinného místa.



Obrázek 11 – Vytvoření výsušné trhliny

Zdroj: vlastní

4.7 Náročnost realizace tesařských konstrukcí

V této kapitole jsou posuzovány tři způsoby výroby tesařských spojů v souvislosti se složitostí a pracností. Zkušební vzorky byly vyráběny v září roku 2018. Z výsledků měření je patrné, že konstrukce nesesychala, a tudíž nebyly do tabulek zahrnuty. Výsledky měření jsou prováděny v roce 2019, a to dvanáctkrát. Jsou zapsány do tabulek a dál zpracovány. Měřen byl i průměr kulatiny, tam se ale žádné změny neprojevily, tato data nebyla proto do tabulky zaznamenána.

5 Výsledky

5.1 Jaké jsou projevy sesychání?

Závěr mého měření srubových vzorků je následující:

Přeplátování oboustranné řezané jednomužnou motorovou pilou pod úhlem 45° – byl zaznamenán pohyb podélně o 3 mm a v příčném směru o 2 mm.

Tabulka 5 – Seschnutí vzorku: Přeplátování oboustranné (úhel 45° – vrchní strana)

Pořadí	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	u1 [mm]	u2 [mm]
1	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
2	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
3	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
4	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
5	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
6	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
7	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
8	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
9	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
10	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 669
11	1 333	1 005	1 370	938	1 666	1 669
12	1 333	1 005	1 370	938	1 666	1 669

Zdroj: vlastní

Přeplátování oboustranné řezané pásovou pilou – seschnutí je v podélném směru o 2 mm a na výšku také o 2 mm.

Tabulka 6 – Seschnutí vzorku: Rohové přeplátování oboustranné obloukové (vrchní strana)

Pořadí	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	u1 [mm]	u2 [mm]
1	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
2	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
3	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
4	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
5	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
6	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
7	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
8	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
9	1 335	950	1 330	955	1 605	1 665
10	1 335	950	1 330	955	1 605	1 665
11	1 333	950	1 330	954	1 604	1 663
12	1 333	950	1 330	953	1 604	1 663

Zdroj: vlastní

Přeplátování jednostranné je beze změn.**Tabulka 7 – Seschnutí vzorku: Přeplátování jednostranné (vrchní strana)**

Pořadí	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	u1 [mm]	u2 [mm]
1	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
2	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
3	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
4	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
5	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
6	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
7	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
8	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
9	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
10	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
11	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
12	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656

Zdroj: vlastní

Výsledný pohyb deformací je cca 2,2 ‰, což je to zanedbatelný výsledek. Vzorky by bylo třeba pozorovat delší dobu.

5.2 Jaký spoj ze zkoumaných vzorků je nejvýhodnější z pohledu pracnosti a deformace?

Časové výsledky jsou následující:

Rohové přeplátování oboustranné pod úhlem 45° řezané jednomužnou motorovou pilou:

- čas 282 min.

Rohové přeplátování oboustranné obloukové řezané jednomužnou pásovou pilou:

- čas 336 min.

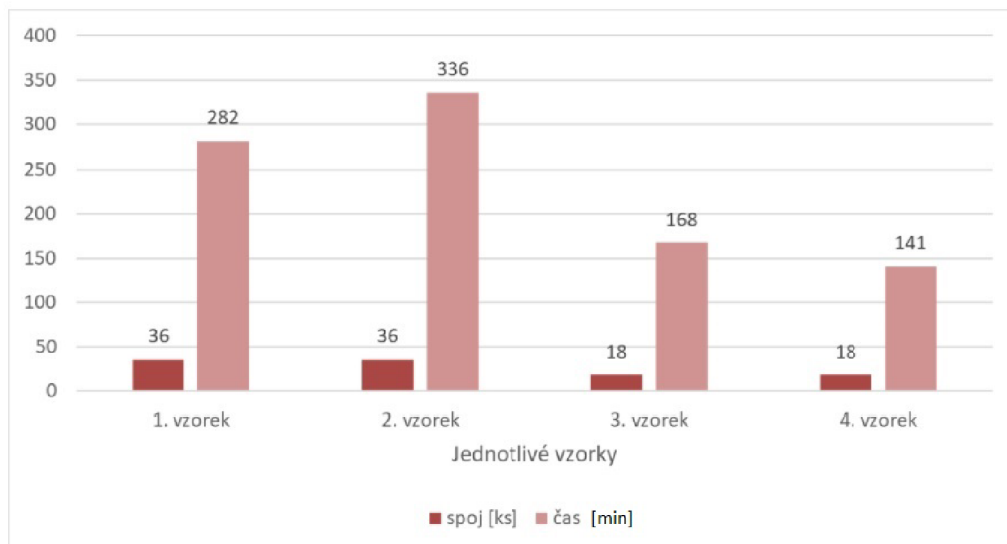
Rohové přeplátování jednostranné řezané jednomužnou pásovou pilou:

- čas 168 min.

Rohové přeplátování jednostranné řezané jednomužnou motorovou pilou:

- čas 141 min.

Výsledkem porovnání tesařských spojů z pohledu pracnosti je zjištění, že nejvýhodnější byla varianta tesařského spoje *jednostranného přeplátování*. Je to spoj, který by byl proveden jednomužnou motorovou pilou v časovém horizontu 141 min.



Graf 1 – Pracnost spojů

Zdroj: vlastní

Výsledek je dán tím, že spojů je polovina. Tento tesařský spoj se musí dobře zajistit vhodným jisticím prostředkem. Měřené vzorky byly dlouhé jen 1 500 mm. Při použití stavebního hřebu anebo tesařské skoby není pozorován žádný rozdíl. Jako kotevní prvek by ještě mohl být použit vrut, který má na sobě povrchovou úpravu.

5.3 Jaké jsou výsledky měření, a došlo k deformacím spojů?

Co se týče deformací spojů, bylo možné dojít k zjištění, že dřevo na několika měřících sekcích seschlo minimálně, případně vůbec. Časový limit měření deformací byl velice krátký. Malé změny se začaly projevovat v sesychání. Při získávání dat o deformaci spojů nebyly žádné změny zaznamenány, a to ani dle získaných údajů, ani vizuální kontrolou.

5.4 Byly na vzorcích pozorovány trhliny?

Na mých vzorcích se projevila jedna velká odlupčivá procházející trhlina (Obrázek 22), dlouhá 50 cm a široká 8 mm, která by v budoucnu mohla mít vliv na destrukci díla. Ostatní trhliny byly malé, nepřesáhly hodnotu 2 mm.

6 Diskuse

6.1 Důvod nesesychání srubových vzorků

Vyrobené vzorky srubových konstrukcí byly zaznamenávány a jejich změny po dobu dvanácti měsíců posuzovány. „*Přirozeným sesycháním se měkké dřevo vysouší, podle tloušťky za jeden až tři roky na obsah vlhkosti 20 %*“ (Bauer a kol., 1960).

Mé měřené vzorky byly sledovány cca 15 měsíců. Dřevo, ze kterého byly srubové konstrukce vyrobeny, bylo pokáceno v době růstu. Sledování v rámci tohoto výzkumu trvalo pouze rok a autoři (Bauer a kol., 1960) mají na mysli řezivo, které prošlo pilařským zpracováním. Vysušení 25 cm kulatiny netrvá dle zjištění autora této práce jeden rok. Jelikož se na vzorcích objevily rozdíly v řádu promile, mé poznatky se s Bauerem shodují.

Dále Sedlák (1948) zmiňuje, že „*trvanlivost dřeva se udržuje nebo zvyšuje např. přirozeným vysoušením, izolací před vlhkostí. Pro trvanlivost dřeva je významná doba kácení. Nejvhodnější měsíce jsou listopad, prosinec a leden. V létě skácené stromy musí být ihned zbaveny kůry v celé střední části a na koncích se kůra ponechá, aby se zabránilo zbytečnému trhání po délce, které začíná obvykle od čelních řezů.*“

Dříví potřebné pro výrobu srubových vzorků pro mou bakalářskou práci bylo pokáceno v srpnu, tedy ve vegetačním období, což mělo zajisté vliv na vlhkost zkušebních vzorků. Časově se posunula i mez BNV. Je to dáno i tím, že daný rok byl extrémní na min. spad vodních srážek. Tvrzení Sedláka (1948) se potvrdilo. Vzorky projevily minimální změny, a to o 2,2 promile.

Houdek a Koudelka (2004) udávají, že „*Řezivo začíná měnit tvar (sesychat, bobtnat) při dosažení meze hygroskopicity (stav, kdy jsou buněčné stěny nasyceny vodou, ale v mezibuněčných prostorech voda není), která je okolo 30 %.*“

Dle mých proběhlých měření mají Houdek a Koudelka (2004) pravdu. Vzorky vykazaly minimální hodnoty sesychání. Ovšem slovo minimální je začátek pohybu, který bude zřejmě v dalších měsících pokračovat. Lze se domnívat, že hodnota vlhkosti okolo 30 % bude dosažena.

„Vlhkost kmene skácených stromů dovezených na zpracování je za dva měsíce ještě 45 % (vlhkost dřeva se vyjadřuje v procentech z váhy dřeva absolutně suchého). V podélném směru dřevo sesychá asi okolo 1 %“ (Sedlák, 1948).

Tento jev je patrný i na mém vzorkovém měření, kdy ani za dobu dvanácti měsíců dřevo nevykázalo zásadní změnu v podélném měření. Žádné výrazné změny nebyly zaznamenány ani u jednoho ze tří vzorků. Toto je uvedeno v tabulkách a grafech, které jsou součástí této práce.

Lze také usuzovat, že pokud je měřicí prvek přibitý hřebem či tesařskou skobou a jeden je pouze zapuštěný v sedle, žádná odchylka se nemůže projevit, protože dřevo na zkušebním vzorku nemůže být ještě vyschlé a 1 % bude rozdíl na délce 1 m jen cca 1 cm. Co se týče pozorování napadení dřevokazným hmyzem, nebyl nalezen žádný náznak, který by tomuto jevu nasvědčoval. Dřevokazné houby si bylo možno v rámci celého projektu všimnout u jednoho nakaženého místa (Obrázek 23). Je to zřejmě napadení václavkou obecnou, nakažené místo má průměr asi 3 cm.

V současné době se hojně využívají stavební výřezy těžené a opracované co nejbližší k místu stavby. Tyto výrobky musí mít tzv. „Prohlášení o shodě“. Prohlášení o shodě je písemné ujištění výrobce nebo dovozce o tom, že výrobek splňuje požadavky technických předpisů platných v ČR. Je vydáno výrobcem/dovozcem/zplnomocněným zástupcem v případě stavebních výrobků, na které se vztahuje Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a v případě jiných než stanovených stavebních výrobků je podle příslušného nařízení vlády označení CE.

Cena pohonných hmot je vysoká a z ekonomického hlediska je toto velmi výhodné, protože vysoké ceny dopravy velmi navyšují výsledný rozpočet prací.

6.2 Jaké jsou deformace spojů

Dle porovnání hodnot měření k žádné deformaci spoje u sledovaných srubových vzorků nedošlo. Pokud by k pohybu docházelo v tuto dobu, byla by na vině nepřesnost výroby spoje. Dalším aspektem je použití spojovacích prostředků. Je to důvod toho, že se deformace neprojevila? Při malé hmotnosti dřevěné prizmy mohou stavební hřeb a kramle určitě zadržet pohyb spoje. Naproti tomu u vzorku, kde nebyly použity žádné spojovací prostředky, k pohybu také nedošlo. Lze tedy usuzovat, že v době dvanácti měsíců k žádným pohybům nedochází.

6.3 Diskuse k trhlinám

Bauer a kol. (1960) uvádějí, že trhliny ve dřevě vznikají vysoušením nebo mrazem. Trhliny jsou kromě suků nejzávažnější vadou a využití popraskaného dřeva záleží na velikosti, hloubce a poloze trhlin v řezivu. Trhlinami, zejména povrchovými, vnikají do kmene dřevokazné houby a hmyz.

Ke stejnému poznání jsem došel ve svém zkoumání i já. Trhliny jsou vstupní branou, kterou se do dřeva dostává srážková voda. Ta se zadržuje v dřevěné hmotě a zvyšuje vlhkost. Na tomto vlhkém dřevu se začnou objevovat dřevokazné houby. V delším časovém horizontu by tato vada byla víc patrná.

Stejně se k problematice staví Udržal a kol. (1989). „*Trhliny vždycky znamenají horší upotřebení dřeva. Jejich výskyt lze omezit pěstitelskými zásahy (pěstováním hustších porostů) a především vhodnou formou ošetření dřevní suroviny před jejím zpracováním.*“

Trhliny vznikají rychlým vysoušením dřeva a sporadicky jim jde zabránit regulací vysoušení. Bohužel jen u prken a fošen, u kulatiny toto není možné, a to z důvodu jiného obsahu vody ve dřevu, jádru a běli. Dále lze regulovat tlakové sesychání ve směrech radiálním, tangenciálním a podélném.

Co se týče trhlin, došel jsem k zjištění, že se nedá předpokládat, ve kterém kusu kulatiny se vytvoří nebezpečná trhlina.



Obrázek 12 – Zkušební sesazení

Zdroj: vlastní

7 Závěr

Závěrem mé bakalářské práce je zjištění, že vybrané spoje nemají žádný vliv na deformace. Na zkušebních vzorcích, které byly dlouhé 150 cm, jsem nezaznamenal žádnou tendenci (byť jediného dřevěného kusu) ke kroucení. Na vzorku č. 1 změnil jeden spoj délku do kladných hodnot o 3 mm. Je to důsledek pohybu spoje, jde o změnovou odchylku o 0,225 %. Obdobná byla změna na vzorku č. 3. Tam šlo o odchylku o 0,62 %.

Co se týče sesychání, zaznamenal jsem max. změnu o 2 až 3 mm, což je zanedbatelný údaj, který by se lépe vyjadřoval v promilích než v procentech.

Je to způsobeno tím, že jsem vybíral dřevo rovně rostlé a na rovném terénu. Dalším aspektem, proč se dříví nekrotí, je určitě délka vzorků. V neposlední řadě je to úprava odkornění a odvoz na místo, kde na dřevo nesvítí přímé slunce a vzorky jsou trvale pod korunami stromů. Zvolení tohoto místa mělo pozitivní vliv i na vysušné trhliny, které nedosahují žádné abnormální velikosti, se kterou se původně počítalo. Trvanlivost dřeva je závislá na způsobu jeho použití. Dřevo jako organická látka se v běžných podmínkách rychle rozkládá (Hájek, 1993).

Způsob smrštění dřeva na vzorku kulatiny (Obrázek 26) odpovídá mému pozorování standardního sesychání dřeva.

Po zhotovení tří zkušebních vzorků bych osobně upřednostnil variantu třetí, ovšem s tím rozdílem, že by se tesařský spoj vyřezával motorovou pilou, a to z důvodu rychlosti výroby spoje, který je u pásové pily 560 vteřin a u jednomužné motorové pily 470 vteřin. Čas byl měřen elektronickými stopkami.

Čas odkornění byl zprůměrován, protože každý kus měl jiný počet vad (suků) a časová osa nebyla stejná.

Deformace sedel není v podstatě žádná, což vyplývá z mého měření, kdy se projevil jenom nepatrné změny. Je to také dáno tím, že jsem pracoval pouze s krátkými vzorky, u nichž se s měřicími pomůckami lépe manipuluje než např. se šestimetrovou kládou, nehledě na hmotnost. Roli hrál rovněž fakt, že jsem na výrobě sedel pracoval sám, měl jsem mnoho oprav, než začala dosedací plocha vyhovovat. V terénu se drobné odchylky neřeší a drobné sednutí deformovaného spoje na své místo zřejmě nemá z konstrukčního hlediska vliv.

8 Použitá literatura

BAUER, J. a kol. 1960. *Stavební truhlářství: určeno technickým pracovníkům a dorostu ve stavebnictví a dřevovýrobě*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, Řada stavební literatury.

BOGDANOV, E. S., KOZLOV, V. A., KUNTYSH, V. B., MELEKHOV, V. I. 1990. *Spravochnik po sushke drevesiny [Handbook of wood drying]*. Moskva: Lesnaya promyshlennost. ISBN 5-7120-0241-8.

DĚDEK, M., VOŠICKÝ, F. 2002. *Stavební materiály pro 1. ročník SPŠ stavebních*. 4., upr. vyd. Praha: Sobotáles. ISBN 80-85920-90-5.

HÁJEK, P. a kol. 2007. *Pozemní stavitelství II: pro 2. ročník SPŠ stavebních*. 3., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles. ISBN 978-80-86817-22-4.

HÁJEK, V. a kol. 1973. *Kvalifikační příručka tesaře*. Praha: Práce. Učební texty Práce.

HÁJEK, V. 1993. *Pracujeme se dřevem*. Praha: Svoboda-Libertas. Hobby a Domácí práce. ISBN 80-205-0323-4.

HANÁK, K. a kol. 2008. *Stavby pro plnění funkcí lesa*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT. Technická knihovna (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-76-4.

HOUDEK, D., KOUDELKA, O. 2004. *Srubové domy z kulatin*. Brno: ERA Group. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-86517-97-7.

KOČÍ, J., CHOCHULA, J. 1954. *Zrubové stavby*. Bratislava: Štátne nakladateľstvo technickej literatúry. ISBN 301-05-80.

KOHOUT, J., TOBEK, A., MÜLLER, P. 1996. *Tesařství: tradice z pohledu dneška*. 8. upr. a dopl. vyd. Praha: Grada. Stavitel. ISBN 80-7169-413-4.

KRECHETOV, I. V. 1980. *Sushka drevesiny [Wood drying]*. Moskva: Lesnaya promyshlennost.

KRUMML, J. 1974. *Umělé sušení řeziva*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

KUBĚNA, L. 1988. *Tesařská technológia pre 2. ročník SOU*. Bratislava: Alfa. Edícia stavebnickej literatúry (Alfa).

KULIKOV, V. A., CHUBOV, A. B. 1984. *Tekhnologiya kleenykh materialov iplit*. Moskva: Uchebnik dlya vuzov.

RYBIN, B. M. 2003. *Tekhnologiya i oborudovanie zashchitno-dekorativnykh pokrytiy dlya drevesiny i drevesnykh materialov [Technology and equipment of protective and decorative coatings for wood and woodmaterials]*. Moskva: MGUL. ISBN 5-8135-0169-X.

SEDLÁK, J. 1948. *Tesařství: (dřevěné stavby a konstrukce)*. Praha: B. Pyšvejc.

SKATULA, L. 1952a. *Hrazení bystřín a strží*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

SKATULA, L. 1952b. *Vodovodní nádrže a jejich využití v lesnictví, část 3*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

SKOUPÝ, A., GAFF, M., GAŠPARÍK, M. 2015. *Technické zobrazování*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-2562-3.

SZÁSZ, T. 1976. *Famunkák jó szerszámmal Műszaki Könyvkiadó*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó. ISBN 963-10-6633-9.

UDRŽAL, P., DAVID, S., CÍSAŘ, M. 1989. *Řezbářství*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 80-03-00135-8.

VOKURKA, A., ZLATUŠKA, K., ed. 2020. *Technická doporučení pro hrazení bystřín a strží*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-557-9.

WOJNAR, T. 2007. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008*. Praha [Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-01-4.

Internetové zdroje

ČHMÚ. 2019. *Počasí v České republice* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav [cit. 2021-08-12]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>

ČZÚ. 2011. *Lexikon vad dřeva* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: http://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/

Technické normy

ČSN 75 2106-1 (752106) – Hrazení bystřin a strží – Část 1: Obecně

ČSN 75 2106-2 ČSN (752106) – Hrazení bystřin a strží – Část 2: Navrhování konstrukcí a objektů hrazení bystřin a strží

ČSN EN 1611-1 (490019) – Řezivo – Vizuální třídění jehličnatého dřeva – Část 1: Evropské smrky, jedle, borovice, douglasky a modřiny

9 Seznam tabulek, obrázků, grafů a schémat

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Třídění dříví	24
Tabulka 2 – Vada (trhliny).....	24
Tabulka 3 – Vada (smolníky)	24
Tabulka 4 – Přehled počasí v roce 2019	41
Tabulka 5 – Seschnutí vzorku: Přeplátování oboustranné (úhel 45° – vrchní strana)	45
Tabulka 6 – Seschnutí vzorku: Rohové přeplátování oboustranné (vrchní strana)	45
Tabulka 7 – Seschnutí vzorku: Přeplátování jednostranné (vrchní strana)	46
Tabulka 8 – Seschnutí vzorku: Přeplátování oboustranné (úhel 45° – vrchní strana)	58
Tabulka 9 – Seschnutí vzorku: Přeplátování oboustranné (úhel 45° – boční strana)	59
Tabulka 10 – Seschnutí vzorku: Rohové přeplátování oboustranné (vrchní strana)	61
Tabulka 11 – Seschnutí vzorku: Rohové přeplátování oboustranné (boční strana)	62
Tabulka 12 – Seschnutí vzorku: Přeplátování jednostranné (vrchní strana)	64
Tabulka 13 – Seschnutí vzorku: Přeplátování jednostranné (boční strana).....	65

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Bystřina	12
Obrázek 2 – Stupně.....	16
Obrázek 3 – Dřevěná srubová přehrážka.....	17
Obrázek 4 – Sklad nakoupených stavebních výřezů v kůře	31
Obrázek 5 – Odstraňování kůry pořízen	35
Obrázek 6 – Složené vzorky – mapa uložení.....	36
Obrázek 7 – Vzorek řezaný ruční motorovou pilou	37
Obrázek 8 – Vzorek řezaný pásovou pilou oboustranný	39
Obrázek 9 – Vzorek řezaný pásovou pilou jednostranný	40
Obrázek 10 – Měřicí bod	42
Obrázek 11 – Vytvoření výsušné trhliny	44
Obrázek 12 – Zkušební sesazení.....	50
Obrázek 13 – Dřevokazný hmyz	67
Obrázek 14 – Vyrovnání do vodorovné polohy.....	67
Obrázek 15 – Vytvoření šablony na vyřezávání pásovou pilou	68

Obrázek 16 – Vyřezávání vzorků v kůře	68
Obrázek 17 – Výkop základové rýhy	69
Obrázek 18 – Zvednutí vzorků kamennou drtí nad terén	69
Obrázek 19 – Spojení tesařskými kramlemi	70
Obrázek 20 – Spojení stavebním hřebem	70
Obrázek 21 – Napadení václavkou obecnou.....	71
Obrázek 22 – Vytvoření výsušné trhliny	71
Obrázek 23 – Sněhová pokrývka	72
Obrázek 24 – Měření změn.....	72
Obrázek 25 – Měřicí body (bok).....	73
Obrázek 26 – Trhliny	73
Obrázek 27 – Měřicí body (vrch)	74
Obrázek 28 – Osazení na místo	74

Seznam grafů

Graf 1 – Pracnost spojů.....	47
Graf 2 – Graf sesychání k tabulce 8.....	59
Graf 3 – Graf sesychání k tabulce 9.....	60
Graf 4 – Graf sesychání k tabulce 10.....	62
Graf 5 – Graf sesychání k tabulce 11.....	63
Graf 6 – Graf sesychání k tabulce 12.....	65
Graf 7 – Graf sesychání k tabulce 13.....	66

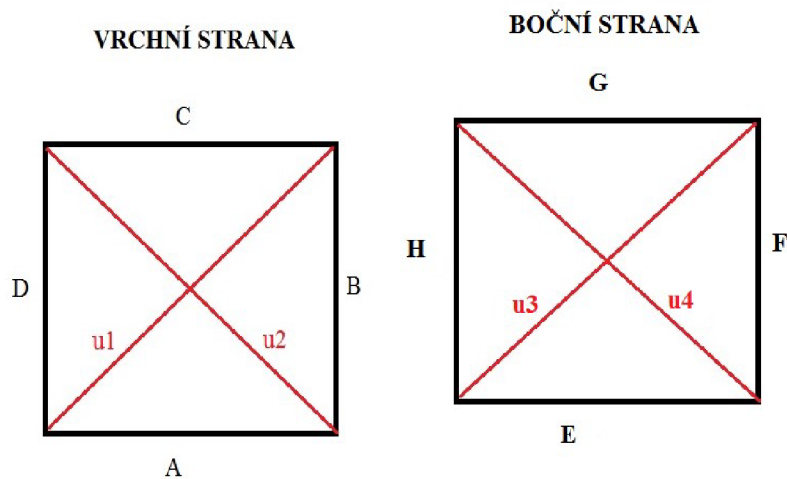
Seznam schémat

Schéma 1 – Překlátování oboustranné (45°).....	32
Schéma 2 – Překlátování oboustranné	33
Schéma 3 – Překlátování jednostranné	33
Schéma 4 – Překlátování oboustranné pod úhlem 45°	38
Schéma 5 – Překlátování oboustranné	39
Schéma 6 – Překlátování jednostranné	41

Přílohy

Příloha A – Vzorek č. 1	58
Příloha B – Vzorek č. 2.....	61
Příloha C – Vzorek č. 3.....	64
Příloha D – Doplnující fotogalerie.....	67

Příloha A – Vzorek č. 1

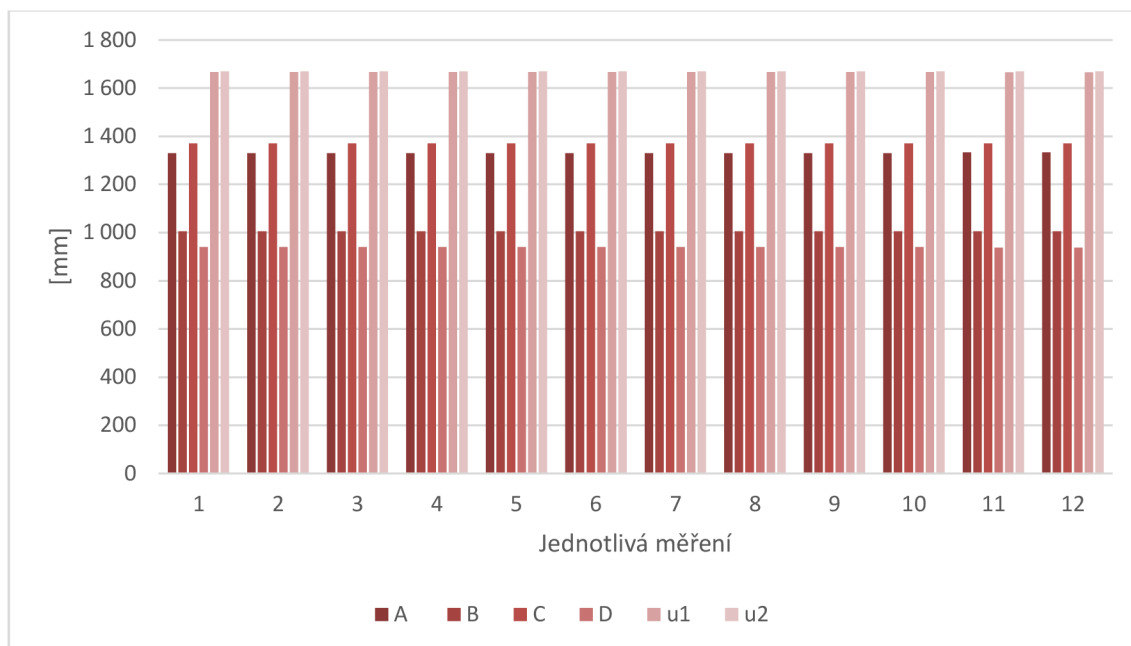


Tabulka 8 – Seschnutí vzorku: Přeplátování oboustranné (úhel 45° – vrchní strana)

Pořadí	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	u1 [mm]	u2 [mm]
1	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
2	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
3	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
4	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
5	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
6	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
7	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
8	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
9	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 670
10	1 330	1 005	1 370	940	1 667	1 669
11	1 333	1 005	1 370	938	1 666	1 669
12	1 333	1 005	1 370	938	1 666	1 669

Zdroj: vlastní

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Graf 2 – Graf sesychání k tabulce 8

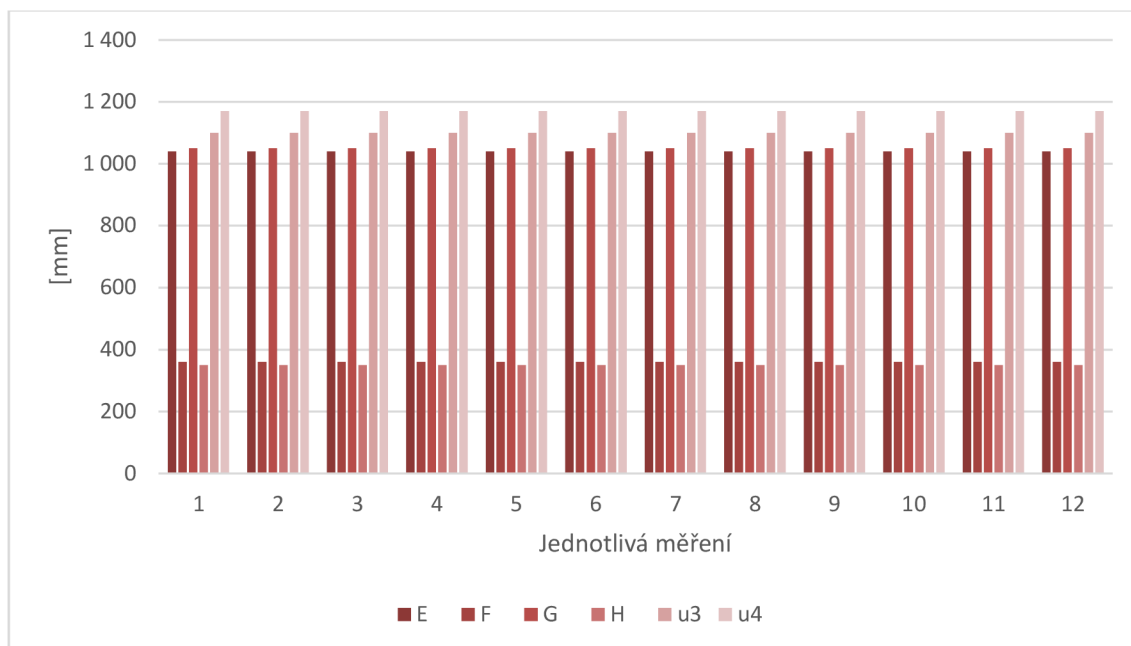
Zdroj: vlastní

Tabulka 9 – Seschnutí vzorku: Přeplátování oboustranné (úhel 45° – boční strana)

Pořadí	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	u3 [mm]	u4 [mm]
1	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
2	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
3	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
4	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
5	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
6	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
7	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
8	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
9	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
10	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
11	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170
12	1 040	360	1 050	350	1 100	1 170

Zdroj: vlastní

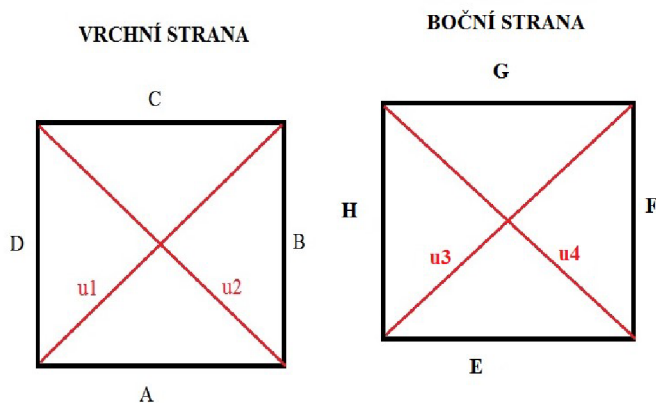
Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Graf 3 – Graf sesychání k tabulce 9

Zdroj: vlastní

Příloha B – Vzorek č. 2

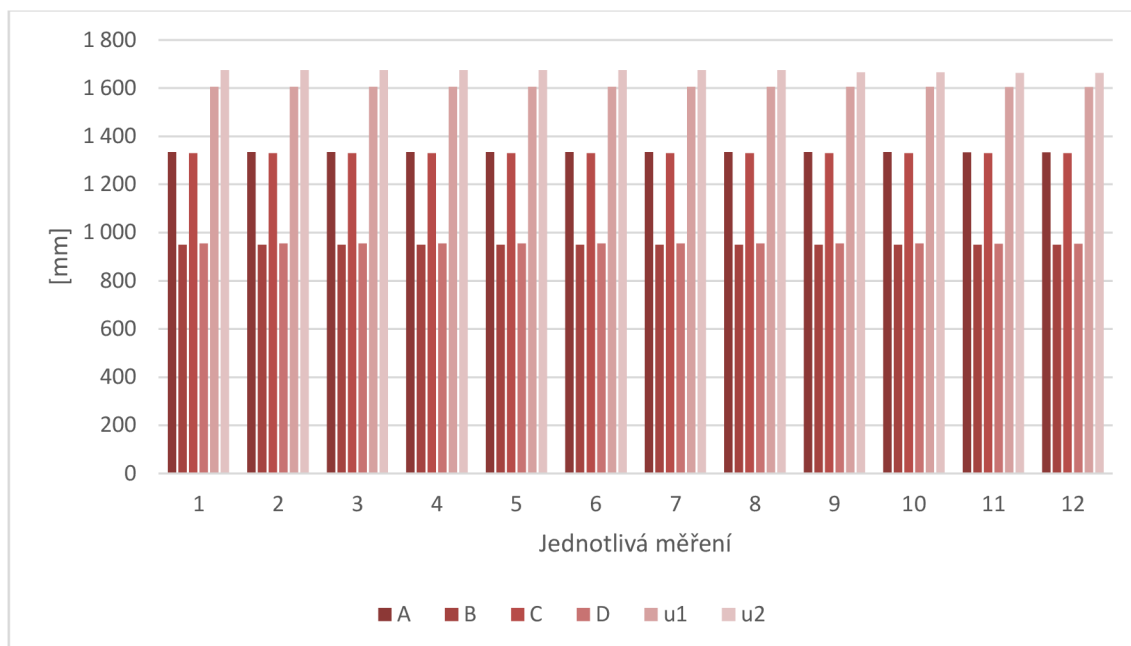


Tabulka 10 – Seschnutí vzorku: Rohové přeplátování oboustranné obloukové (vrchní strana)

Pořadí	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	u1 [mm]	u2 [mm]
1	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
2	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
3	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
4	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
5	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
6	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
7	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
8	1 335	950	1 330	955	1 605	1 675
9	1 335	950	1 330	955	1 605	1 665
10	1 335	950	1 330	955	1 605	1 665
11	1 333	950	1 330	954	1 604	1 663
12	1 333	950	1 330	953	1 604	1 663

Zdroj: vlastní

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Graf 4 – Graf sesychání k tabulce 10

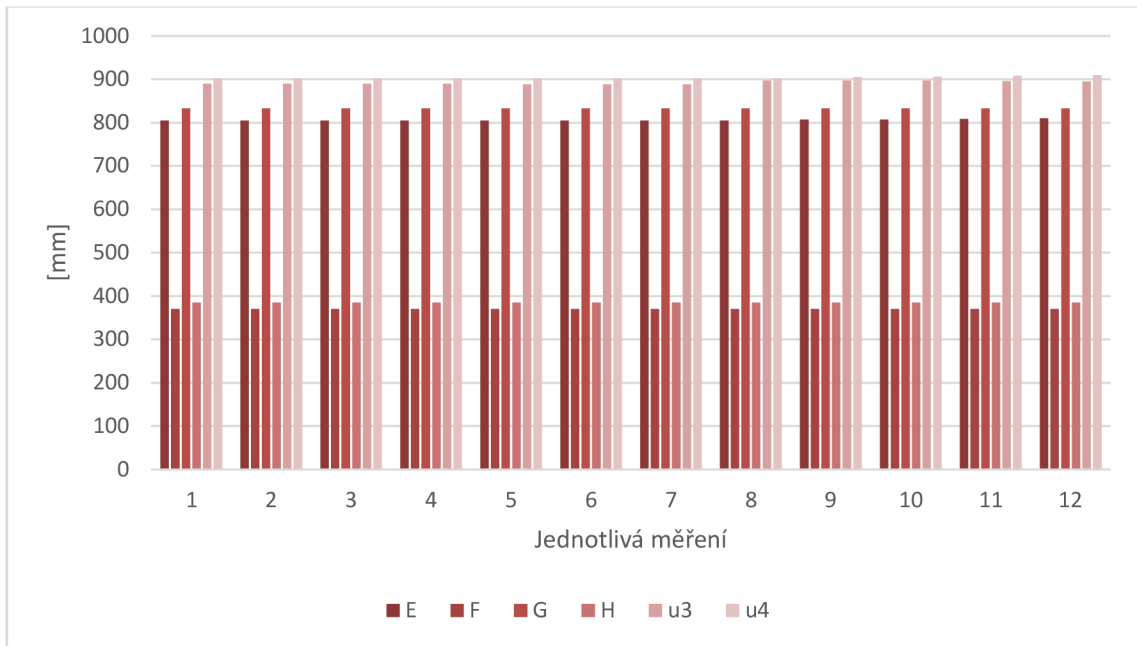
Zdroj: vlastní

Tabulka 11 – Seschnutí vzorku: Rohové přeplátování oboustranné obloukové (boční strana)

Pořadí	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	u3 [mm]	u4 [mm]
1	805	370	833	385	890	902
2	805	370	833	385	890	902
3	805	370	833	385	890	902
4	805	370	833	385	890	902
5	805	370	833	385	888	902
6	805	370	833	385	888	902
7	805	370	833	385	888	902
8	805	370	833	385	897	902
9	807	370	833	385	897	905
10	807	370	833	385	897	906
11	809	370	833	385	896	908
12	810	370	833	385	895	910

Zdroj: vlastní

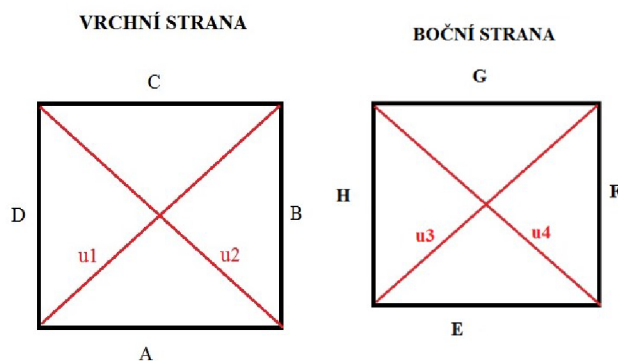
Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Graf 5 – Graf sesychání k tabulce 11

Zdroj: vlastní

Příloha C – Vzorek č. 3

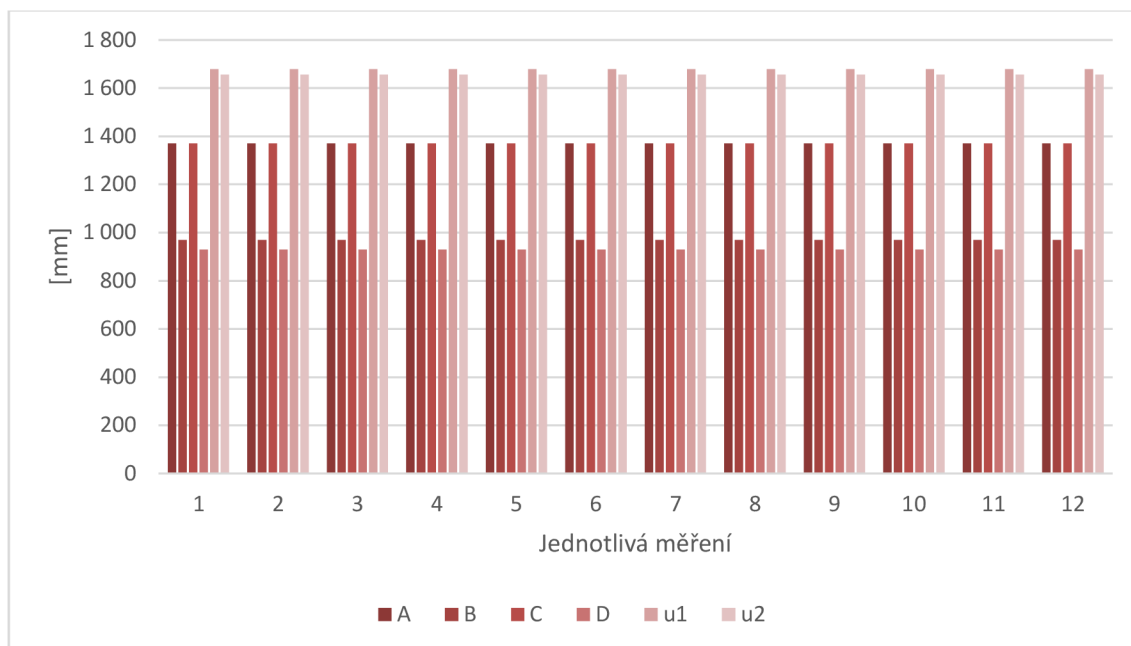


Tabulka 12 – Seschnutí vzorku: Přeplátování jednostranné (vrchní strana)

Pořadí	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	u1 [mm]	u2 [mm]
1	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
2	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
3	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
4	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
5	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
6	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
7	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
8	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
9	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
10	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
11	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656
12	1 370	970	1 370	930	1 679	1 656

Zdroj: vlastní

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Graf 6 – Graf sesychání k tabulce 12

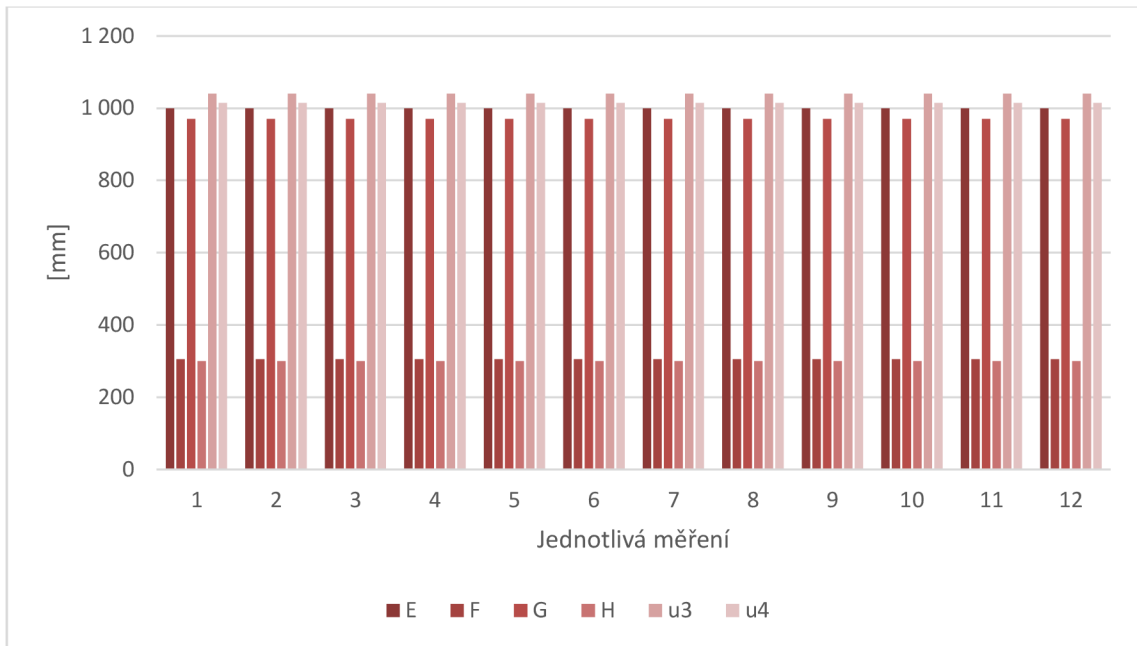
Zdroj: vlastní

Tabulka 13 – Seschnutí vzorku: Přeplátování jednostranné (boční strana)

Pořadí	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	u3 [mm]	u4 [mm]
1	1 000	305	970	300	1 040	1 015
2	1 000	305	970	300	1 040	1 015
3	1 000	305	970	300	1 040	1 015
4	1 000	305	970	300	1 040	1 015
5	1 000	305	970	300	1 040	1 015
6	1 000	305	970	300	1 040	1 015
7	1 000	305	970	300	1 040	1 015
8	1 000	305	970	300	1 040	1 015
9	1 000	305	970	300	1 040	1 015
10	1 000	305	970	300	1 040	1 015
11	1 000	305	970	300	1 040	1 015
12	1 000	305	970	300	1 040	1 015

Zdroj: vlastní

Tesařské spoje pro stavby hrazení bystřín



Graf 7 – Graf sesychání k tabulce 13

Zdroj: vlastní

Příloha D – Doplnující fotogalerie



Obrázek 13 – Dřevokazný hmyz
Zdroj: vlastní



Obrázek 14 – Vyrovnání do vodorovné polohy
Zdroj: vlastní



Obrázek 15 – Vytvoření šablony na vyřezávání pásovou pilou
Zdroj: vlastní



Obrázek 16 – Vyřezávání vzorků v kůře
Zdroj: vlastní



Obrázek 17 – Výkop základové rýhy
Zdroj: vlastní



Obrázek 18 – Zvednutí vzorků kamennou drtí nad terén
Zdroj: vlastní



Obrázek 19 – Spojení tesařskými kramlemi
Zdroj: vlastní



Obrázek 20 – Spojení stavebním hřebem
Zdroj: vlastní



Obrázek 21 – Napadení václavkou obecnou
Zdroj: vlastní



Obrázek 22 – Vytvoření výsušné trhliny
Zdroj: vlastní



Obrázek 23 – Sněhová pokrývka
Zdroj: vlastní



Obrázek 24 – Měření změn
Zdroj: vlastní



Obrázek 25 – Měřicí body (bok)

Zdroj: vlastní



Obrázek 26 – Trhliny

Zdroj: vlastní



Obrázek 27 – Měřící body (vrch)
Zdroj: vlastní



Obrázek 28 – Osazení na místo
Zdroj: vlastní