

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů

**Vztah mezi vlastnostmi dřeva a porážení vybraných druhů  
dřevin sekyrou**

Diplomová práce

Autor: Bc. Richard Rosenberg  
Vedoucí práce: Mgr. Petr Karlík

2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Richard Rosenberg

Lesní inženýrství

Název práce

**Vztah mezi vlastnostmi dřeva a porážením vybraných druhů dřevin sekerou**

Název anglicky

**Effect of timber properties on cutting of selected tree species by an axe**

---

### Cíle práce

Práce se bude zabývat rychlostí porážení dřevin sekerou a souvislostmi s průběhem vrcholně středověké kolonizace. V rešeršní části se student zaměří na několik tématických okruhů:

1) archeologické nálezy seker, ikonografie a etnografické analogie; 2) průběh vrcholně středověké kolonizace ve vztahu k lesu, 3) podoba lesa ve vrcholném středověku.

V praktické části bude proveden experiment porovnávající rychlost porážení vybraných druhů dřevin sekyrou. Bude zkoumáno, zda rychlost porážení souvisí s vlastnostmi dřeva daných druhů.

### Metodika

Experiment bude proveden s následujícími 6 druhy dřevin: smrk ztepilý, borovice lesní, habr obecný, buk lesní, dub zimní, bříza bradavičnatá. Od každého druhu bude vybráno 5 jedinců o stejné výčetní tloušťce a stejné fenologické fázi k porážce. Stromy budou poráženy jedním zkušeným dřevorubcem za použití jedné novodobé sekery. Od počátku porážky až do odseknutí kmene od pařezu bude měřen čas trvání. Naměřené časy budou analyzovány ve vztahu k vybraným vlastnostem dřeva daných druhů. Získaná data budou porovnávána s výsledky dosaženými pomocí repliky středověké sekery.

**Doporučený rozsah práce**

cca 50 stran

**Klíčová slova**

sekera, ruční podtínání, vlastnosti dřeva, středověká kolonizace

---

**Doporučené zdroje informací**

- Beranová M. et Kubačák A. (2010): Dějiny zemědělství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Libri, Praha.
- Černý E. (1979): Zaniklé středověké osady a jejich plužiny. Metodika historickogeografického výzkumu v oblasti Dražanské vrchoviny. Academia, Praha.
- Černý E. (1992): Výsledky výzkumu zaniklých středověkých osad a jejich plužin. Historicko-geografická studie v regionu Dražanské vrchoviny. Muzejní a vlastivědná společnost, Brno.
- Dudková V., Orna J. & Vařeka P. [eds] (2008): Hledání zmizelého. Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Plzeňsku. Katalog výstavy. Západočeské muzeum v Plzni, Plzeň.
- Kuna M. [ed.] (2004): Nedestruktivní archeologie. – Academia, Praha.
- Ložek V. (2007): Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru. Dokořán, Praha.
- Nožička J. (1957): Přehled vývoje našich lesů. 463 p., Lesnická knihovna, Vol. 23, Praha.
- Opravil E. (1983): Údolní niva v době hradištní. (ČSSR – povodí Moravy a Poodří.) Academia, Praha.
- Smetánka Z. (1988): Život středověké vesnice. Zaniklá Svídna. Academia, Praha.
- Smetánka Z. (2010): Legenda o Ostojovi. Archeologie obyčejného života. Nakladatelství Lidové noviny, Praha.
- Vařeka P. [ed.] (2006): Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku I. Katedra archeologie, Fakulta filozofická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň.
- Vera F. W. M. (2000): Grazing Ecology and Forest History. Wallingford Oxon, CABI Publishing. 505 p.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2016/17 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Mgr. Petr Karlík

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie lesa

---

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2015

**prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2018

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „**Vztah mezi vlastnostmi dřeva a porážením vybraných druhů dřevin sekyrou**“ vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Petra Karlíka a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne .....

.....  
Podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, které jsem oslovil se žádostí o pomoc. Bez jejich přispění bych se ve svém bádání nemohl posunout a tuto práci dokončit. Jmenovitě bych chtěl poděkovat p. Veronice Bahenské, Václavu Bažantovi, Aleši Bezroukovi, Zuzaně Borzové, Vladimíru Brychovi, Jarmile Čihákové, Ivě Dvořákové, Petru Hrubému, Jindřichu Figurovi st., Jindřichu Figurovi ml., Michalu Hejzmanovi, Pavle Hejzmanové, Davidu Kohoutovi, Janu Novákovi, Petru Pokornému, Jiřímu Sádlovi, Haně Skřekové, Soně Svatošové, Petře Šebestové, Petru Šínovi, Janu Škvrňákovi, Filipu Velimskému, Ivetě Veselé a Petru Vodovi.

Zvláštní poděkování patří vedoucímu práce Petru Karlíkovi, zejména za množství času, které mi věnoval a za poskytnutí zázemí při pokusech.

A největší dík patří samozřejmě mojí manželce, za to, že se mnou trpělivě snášela celou dobu studia.

## **Abstrakt**

Práce se zabývá ručním podtínáním dřevin sekyrou. V současnosti se jedná o překonaný způsob, který má ale smysl zkoumat, zejména s ohledem na historický management porostů. V této práci jsou řešeny možnosti kácení sekyrou ve středověku, v souvislosti s kolonizací území Čech. Nejdůležitější otázkou je pak samotná náročnost tohoto procesu. Ta je závislá na mnoha přírodních, technických i lidských faktorech.

Významnou součástí této práce jsou proto jednotlivé rešerše. Jejich zpracování je vedeno z environmentálního pohledu a zaměřuje se na samotné sekyry a možnosti jejich využití, na průběh středověké kolonizace v Čechách ve vztahu k odlesnění a možné podobě lesních porostů v tomto období.

Praktická část této práce se potom zaměřuje na samotné porážení vybraných dřevin: smrku ztepilého (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus silvestris*), habru obecného (*Carpinus betulus*), dubu zimního (*Quercus petraea*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a vrby jívy (*Salix caprea*). Hlavním cílem bylo ověřit předpokládanou tezi, že doba kácení jednotlivého stromu je závislá na tvrdosti dřeva příslušného druhu. K samotné těžbě byla využita, s ohledem na možné další výzkumy, moderní sekyra a výsledky potom porovnány s výsledky dosaženými replikou historické sekyry. U každé z dřevin bylo poráženo pět stejně tlustých jedinců tak, aby bylo možno zjistit průměrné hodnoty pro dobu jejich kácení, počet jednotlivých seků a jejich stáří. U smrku ztepilého byla navíc provedena řada kácení a měření, ze které byla vytvořena křivka závislosti nutného času na tloušťce stromu. Výzkum jednoznačně potvrdil, že jednotlivé dřeviny se od sebe liší dobou potřebnou pro jejich kácení.

Získané údaje byly potom porovnány s tabulkovými hodnotami vybraných fyzikálních a mechanických vlastností dřeva. Nepotvrdilo se, že by doba kácení byla závislá na předpokládané tvrdosti dřeva, vyjádřené jeho hustotou nebo pevností, ani na pružnosti nebo houževnatosti dřeva podle udávaných tabulkových hodnot. Při výzkumu se podařilo získat řadu důležitých dílčích výsledků, např. že na dobu kácení nemá vliv stáří stromu, které jsou využitelné pro další zkoumání.

Výzkum, prokázal náročnost komplexního uchopení problematiky, i samotného kácení dřevin. Počáteční předpoklad byl vyvrácen a zároveň bylo dosaženo řady dílčích výsledků a nových poznatků. Ty by se mohly stát základem pro další studium.

## **Klíčová slova:**

sekyra, ruční podtínání, vlastnosti dřeva, středověká kolonizace

## **Abstract**

The thesis deals with the manual logging of trees by axe. This process is now history, but it is still worth exploring, especially with regard to historical management of growths. This thesis deals with forms of manual logging with axe in the Middle Ages, in connection with the colonization of the Bohemian territory. The most important problem is the very complexity of this process. It depends on many natural, technical and human factors.

The processing of individual researches, very important part of this thesis, is conducted from an environmental point of view and focuses on the axes themselves, the possibilities of their utilization, and on the process of medieval colonization in Bohemia in relation to the deforestation and possible look of forest growth in this period.

The practical part of this work focuses on the sampling of selected trees: Norway Spruce (*Picea abies*), Scot Pine (*Pinus silvestris*), European Hornbeam (*Carpinus betulus*), Sessile Oak (*Quercus petraea*), European Ash (*Fraxinus excelsior*), and Goat Willow (*Salix caprea*). The main objective was to verify the assumed thesis that logging an individual tree depends on the hardness of the wood and the species concerned. For the logging itself with a view to possible further research, a modern axe was used. The results were then compared with the results achieved by the replica of the historical axe. For each of the tree species, five equally thick trees were logged in order to determine the average values for their felling time, the number of individual trees and their age. When cutting the Norway Spruce (*Picea abies*) an extra series of felling and measurements were also carried out, from which the time-dependent curve of the tree thickness was created. Research has unequivocally confirmed that the individual trees differ from each other by the time required for their felling.

The obtained data were then compared with the table values of the selected physical and mechanical properties of the wood. It has not been established that the cutting time would depend on the foreseeable hardness of the wood, expressed by its density or strength, or on the elasticity or tenacity of the wood according to the table values given. The research has succeeded in gaining a number of important partial results, for example, that the age of felling is not affected by the age of the tree, which is usable for further investigation.

The research has demonstrated the complexity of the problem and the felling of trees. The initial assumption was refuted and a number of partial results and new findings were achieved. These could be the basis for further study

## **Keywords:**

Axe, logging, wood properties, medieval colonization

# Obsah

<b>1</b>	<b>PŘEDMLUVA</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>REŠERŠE A VÝCHODISKA VÝZKUMU</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Metodika rešerše</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Kolonizace</b>	<b>7</b>
3.2.1	Pojem kolonizace	7
3.2.2	Fenomén kolonizace	8
3.2.3	Průběh kolonizace v Čechách	9
3.2.4	Změna vybraných demografických ukazatelů	11
3.2.5	Proměna krajiny	15
3.2.6	Historie a středověká kolonizace z environmentálního pohledu	17
<b>3.3</b>	<b>Les</b>	<b>19</b>
3.3.1	Současná definice	19
3.3.2	Možnosti zkoumání středověkého lesa	20
3.3.3	Představa lesa ve středověku	21
3.3.4	Středověký les z hlediska přírodních věd	22
3.3.5	Bezlesí jako součást krajiny	23
3.3.6	Teorie velkých herbivorů	25
3.3.7	Exkurz k pojmu „silva“	26
<b>3.4</b>	<b>Sekyra</b>	<b>29</b>
3.4.1	Pojem sekry	29
3.4.2	Popis sekry	30
3.4.3	Sekyra jako řemeslnický nástroj	31
3.4.4	Sekry v současnosti	31
3.4.4.1	Dřevorubecké sekry	31
3.4.4.2	Technické vlastnosti sekyr	35
3.4.4.3	Těžba dřeva sekyrou v současnosti	35
3.4.5	Sekyra v období kolonizace	37
3.4.5.1	Časové zařazení	38
3.4.5.2	Typologie sekyr	38
3.4.5.2.1	Zahraniční typologie sekyr	39
3.4.5.2.2	Typologie podle Sklenáře	40
3.4.5.2.3	Vývoj sekyr podle Belcrediho	41
3.4.5.2.4	Typologie podle Krajíce	42
3.4.5.3	Přehled historických názvů sekyr	43
3.4.5.4	Ikonografie středověkých sekyr	44
3.4.5.4.1	Možnosti kritického zkoumání ikonografie	44
3.4.5.4.2	Rozbor námětů v ikonografii sekyr	48
3.4.5.5	Topůrka sekyr	54
3.4.5.5.1	Archeologie topůrek	55
<b>3.5</b>	<b>Exkurz k pilám vhodným pro těžbu dřeva</b>	<b>64</b>
3.5.1	Popis a třídění pil užívaných v lesnictví	64



3.5.2	Použití pily v historii	66
3.5.3	Středověká ikonografie pily	67
<b>4</b>	<b>DISKUZE K REŠERŠNÍ ČÁSTI – VÝCHODISKA PRO PRAKTICKOU ČÁST</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Odhad množství kolonistů</b>	<b>69</b>
<b>4.2</b>	<b>Odhad pracovního zatížení</b>	<b>72</b>
4.2.1	Současný pohled na práci se sekyrou	72
4.2.2	Možnosti odhadu pracovního zatížení ve středověku	73
<b>4.3</b>	<b>Postupy experimentální archeologie</b>	<b>74</b>
4.3.1	Možnosti využití archeologického experimentu	74
4.3.2	Vybrané experimenty se sekyrami	76
4.3.3	Archeologický experiment jako možná forma výzkumu	79
4.3.4	Pokus o rekonstrukci pracovního postupu při těžbě dřeva sekyrou	79
<b>4.4</b>	<b>Klučení lesa</b>	<b>87</b>
<b>4.5</b>	<b>Využití některých druhů dřevin</b>	<b>91</b>
<b>4.6</b>	<b>Vybrané vlastnosti dřeva</b>	<b>93</b>
4.6.1	Hustota dřeva	94
4.6.2	Pevnost dřeva	95
4.6.2.1	Tlaková pevnost dřeva ve směru vláken	95
4.6.2.2	Tlaková pevnost dřeva napříč směru vláken	96
4.6.3	Pružnost dřeva	97
4.6.4	Tvrдость dřeva	97
4.6.4.1	Statická tvrdost dřeva	97
4.6.4.2	Dynamická tvrdost dřeva	98
4.6.5	Houževnatost dřeva	98
<b>4.7</b>	<b>Doba těžby</b>	<b>99</b>
<b>4.8</b>	<b>Výběr sekyr</b>	<b>100</b>
<b>4.9</b>	<b>Pokusy k ověření účinnosti sekyr</b>	<b>104</b>
4.9.1	Měření energie úderu za pomoci balistického kyvadla	104
4.9.2	Porovnání rychlosti sekyr sekvenčním snímáním	107
<b>4.10</b>	<b>Metodika praktické části</b>	<b>108</b>
4.10.1	Obecné zásady metodiky	109
4.10.2	Metodika využitá při jednotlivých pokusech	111
4.10.2.1	Společné podmínky	111
4.10.2.2	Podmínky pro těžbu jednotlivých druhů dřevin	114
4.10.2.3	Zjištění nutného času při kácení různě tlustých jedinců smrku ztepilého	115
4.10.2.4	Zjištění nutného času při kácení smrku ztepilého replikou historické sekyry	116
4.10.2.5	Porovnání výsledků dosažených moderní sekyrou a replikou historické sekyry	117
4.10.2.6	Porovnání času potřebného pro těžbu jednotlivých dřevin s relevantními údaji o vlastnostech dřeva	117
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY</b>	<b>123</b>
<b>5.1</b>	<b>Časy nutné pro pokácení jednotlivých dřevin</b>	<b>123</b>

<b>5.2</b>	<b>Zjištění závislosti potřebného času na tloušťce smrku ztepilého</b>	<b>124</b>
<b>5.3</b>	<b>Čas nutný pro pokácení smrku ztepilého replikou historické sekyry</b>	<b>124</b>
<b>5.4</b>	<b>Porovnání časů dosažených moderní sekyrou a replikou historické sekyry</b>	<b>125</b>
<b>5.5</b>	<b>Porovnání časů nutných pro pokácení jednotlivých dřevin s tabulkovými hodnotami</b>	<b>125</b>
<b>6</b>	<b>DISKUZE</b>	<b>126</b>
<b>6.1</b>	<b>Diskuze k přesnosti získaných údajů</b>	<b>126</b>
<b>6.2</b>	<b>Diskuze k hodnotám výsledného času jednotlivých dřevin</b>	<b>129</b>
<b>6.3</b>	<b>Diskuze k výsledkům zjištěných při kácení replikou historické sekyry</b>	<b>131</b>
<b>6.4</b>	<b>Diskuze k porovnání dosažených časů s tabulkovými hodnotami jednotlivých dřevin</b>	<b>132</b>
<b>6.5</b>	<b>Diskuze k poznatkům využitelným pro zkoumání středověké kolonizace</b>	<b>134</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>136</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	<b>138</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM VYOBRAZENÍ</b>	<b>154</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>158</b>
<b>11</b>	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>160</b>

# 1 PŘEDMLUVA

„*Na počátku bylo Slovo, a to Slovo bylo...*“ (Jan 1,1) emfyteuze. S tímto pojmem jsem se poprvé setkal v době svého předešlého studia, v okruhu právních dějin. O historii, především o období středověku, se zajímám dlouhodobě. Měl jsem možnost se téměř od počátku připojit k tehdy novému směru tzv. living history. S mírným zpožděním za západní Evropou u nás byly vytvořeny projekty a později spolky, které si předsevzaly prakticky vyzkoušet své historické znalosti a dovednosti. Obecně přijatá východiska (HANDLER, SAXTON 1988) tak byla doplněna o interní pravidla a doporučení. K jejich vytváření bylo nezbytně nutné studium historie. V rámci hmotné kultury (PETRÁŇ 1985: 55–57), tedy poznávání a použití dobově správných předmětů, postupů a technických oborů lidské činnosti.

Jednotliví účastníci projektů dobrovolně studují dostupnou literaturu a často se také zabývají praktickým oživováním starých řemesel a technologií tak, aby svoje poznatky mohli předat ostatním zájemcům. Já osobně se účastním projektu „Dvůr Hradecké královny Elišky Rejčky“, který se zabývá dvorskou kulturou v období let 1285–1335 na našem území. V rámci tohoto projektu se zabývám řešením otázek hospodářského zázemí šlechtického dvora. Snažím se pochopit mechanismy, které dovolovaly shromažďovat potřebné množství potravin, surovin a peněz pro provoz dvora jako reprezentativního celku (DVOŘÁČKOVÁ MALÁ, ZELENKA 2014: 15–30). Při zkoumání hospodářských vazeb jsem se postupně propracoval, přes systém měst, až k závislým vesnicím, osadám a usedlostem. Touha dozvědět se maximum mě vedla až ke studiu jednotlivých pracovních nástrojů a také k pokusům o jejich praktické využití. Tyto poznatky jsem pak částečně využil na Pracovišti experimentální archeologie při České zemědělské univerzitě (HEJCMAN et al. 2013a), kde jsem se podílel na výzkumu v souvislosti s pěstováním pšenice dvouzrnky (*Triticum diccicum*) (HEJCMAN, HEJCMANOVÁ 2015).

V období vrcholného středověku, které mě primárně zajímá, byly peněžní příjmy šlechty tvořeny zejména tzv. feudální rentou, tvořenou různými platy a berněmi, tzv. dávkami (GRAUS 1957: 170–193). Jednou z možností, jak zvýšit příjem pozemkové vrchnosti, bylo navýšit počet poplatných míst, zjednodušeně se dá hovořit o kolonizaci tohoto území. A pravděpodobně největší vlna kolonizace je spojena s emfyteuzí, tedy emfyteutickým právem, navazujícím, či někdy směřovaným s „německým právem“ (ŽEMLIČKA 2014a: 116–124). Po pochopení tohoto pojmu jsem začal podrobněji studovat jeho atributy. A byla to zejména změna v postavení jednotlivých držitelů - nájemců pozemků, která otevřela nové možnosti v osídlování krajiny. Pro převážně agrární obyvatelstvo byla možnost získat relativně levně a snadno dědičně drženou půdu zajímavá. Důsledkem pak bylo, mimo jiné, zvyšování rozlohy zemědělské půdy, zejména na úkor lesa.

Podobné úvahy, ve spojení s mým zájmem o living history, mě natolik ovlivnily, že jsem se rozhodl prozkoumat institut kolonizace z hlediska využití lesa. Většinu otázek, které si

pokládám v této práci, jsem otevřel ještě před tím, než jsem započal svoje studium na Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze. Většina mých aktivit ve škole pak odrážela můj zájem o tuto problematiku. V průběhu doby, kdy jsem tuto práci připravoval, jsem o ní také mnohokrát diskutoval. Jednou z nejčastějších otázek, na které jsem byl nucen odpovídat, byla: „A k čemu je to dobré?“. Musel jsem se nad tím zamyslet.

Proč je dobré vědět, jestli je vůbec technicky možné, aby kolonizace proběhla tak, jak ji popisují historici? Je vůbec možné tento jev převést do podoby, kdy jej bude možné podrobněji studovat? Začal jsem si tedy pokládat základní a zdánlivě nejjednodušší otázky: „Jak porazit strom sekyrou a jak dlouho to bude trvat? Má vliv na dobu kácení druh dřeviny? Nebo má větší význam tloušťka stromu?“

Kromě obligátní touhy člověka po poznání by výzkum měl přinést hmatatelné výsledky, které mohou v budoucnu využít další zájemci o tuto problematiku. Osobně si myslím, že má smysl vědět, i v době harvesterů a motorových pil, něco o nejjednodušším lesnickém nástroji - sekyře, znát jeho možnosti a využití. Vždyť je doslova archetypálním artefaktem minulých časů, máme jej hluboce zakořeněný v mysli, je součástí různých, běžně užívaných, přísloví, např. „Les se vychovává sekyrou“, nebo přeneseně „Když se kácí les, létají třísky“. Záměrně jsem se proto vyhnul zkoumání možností efektivního využití sekyry a dalších ručních nástrojů při současných technologiích, jako např. při odstraňování buřeneš ve školkách, i když se to nabízelo.

Mým hlavním cílem je odpovědět na otázky, které často ani nejsou kladeny, protože jsou považovány za samozřejmé. Stěžejní je potom otázka „Je vůbec možné, aby v době kolonizace byla odlesněna tak velká plocha našeho území?“ Odpověď je jednoduchá – ano, vždyť se to stalo. Ale tím to končí. Dosud se nikdo nezabýval, podrobně a komplexně, jednotlivými možnostmi a příčinami za jakých podmínek to bylo možné. Tato práce by měla osvětlit malou část informací o tom, jaké možnosti kolonisté mohli mít a jak je mohli využít. Je nesporné, že dnes už nemůžeme ověřit jejich znalosti, zkušenosti a dovednosti, ale můžeme se jejich znalostem alespoň trochu přiblížit tím, že je sami opětovně a pracně získáme. Řada těchto poznatků by pak mohla pomoci v lepším poznání každodennosti našich předků. Většina z obyvatel naší země stále nedoceňuje, že v relativně krátké době kolonizace byla v podstatě vybudována současná sídlištní síť, naprosto změněna tvář krajiny a zároveň sociálně, ekonomicky a právně rozvinuta celá společnost.

## 2 ÚVOD

Odlesňování krajiny ve středověku je obecně přijímaným faktem, který bývá přednášen již v dějepisu na základní škole. Většina historiků s ním však pracuje velmi omezeně, protože nijak nezasahuje do tzv. „velkých dějin“. Těmi jsou myšleny politické dějiny a největší společenské události. Rozvoj vědomostí a znalostí dějin středověku s sebou ale přináší tlak na další a podrobnější informace - na studium tzv. „malých dějin“. Tedy na osvětlení každodennosti jednotlivců, případně malých sociálních skupin, které vnímají mnohem výrazněji drobné změny ve svém okolí, než proměny panovnických a státních struktur. Tím se otevírá prostor pro detailní studium možných postupů a přístupů k využití lesa.

Zdá se být logické, alespoň po krátkém zamyšlení, že kolonizace nemohla proběhnout jednoduše, během několika let. Osadník se nemohl doslova zbavit lesa a na jeho místě postavit dům a zorat pole. Osídlování s sebou nutně muselo nést řadu znalostí a postupů, tak aby přírodní bohatství a suroviny byla co nejlépe využity a zároveň vynaloženo co nejmenší množství práce a námahy. K úplnému pochopení těchto postupů máme stále jen nedostatečné znalosti.

Nahlédnutí optikou lesníka, tedy i ekologa a znalce přírodních procesů, musí jednoznačně přinést nové poznatky. K nim také přispívá současný trend multioborových zkoumání, které právě svým vzájemným doplňováním a ovlivňováním přináší cenné informace.

Lesnictví je ze své podstaty poměrně konzervativní obor. Jeho prostřednictvím, zvláště poznáváním přírodních procesů a také lidské činnosti v minulosti, by se mohlo napomoci k rozvoji nových způsobů hospodaření, zejména s ohledem na majitele drobnějších lesních pozemků. Tito menší hospodáři totiž preferují podobné využití lesa jako v hlubší minulosti, tzn. produkci palivového dřeva a v menší míře stavebního dříví. S využitím historických záznamů by pak bylo možno lépe využít dlouhodobou udržitelnost takového hospodaření. Samotné studium zachovaných dokumentů však musí být korigováno s praktickými zkušenostmi. Ty se ale, zejména v souvislosti s obhospodařováním velkých lesních celků v druhé polovině dvacátého století, částečně ztratily z povědomí lesníků (HÉDL et al. 2011: 61–63).

Historikům se tak otevírá možnost jiným způsobem interpretovat dochované listiny a případně korigovat svoje zjištění s procesy v přírodě, ať již je člověk může nebo nemůže ovlivnit. Samotné téma kolonizace bylo z hlediska historika zpracováno několikrát a velmi podrobně (naposledy ŽEMLIČKA 2014a), ale tyto publikace se samotného hospodaření dotýkají jen málo a okrajově.

V podobné situaci jsou ale i jiné vědní disciplíny, např. za archeologii se vyjádřil Jaroslav Čechura: „...je třeba říci, že dynamice archeologických výzkumů a jejich prezentace právě neodpovídá pružnost postupu obecné historie, zejména v oblasti hospodářských dějin.

*Jejich určitá stagnace brzdí poznávací proces, neboť některá přežitá schémata, někdy navíc postavená na deformující interpretaci písemných pramenů, představují objektivní překážku ke skutečně všestranně vyvážené interdisciplinární badatelské práci....“* (ČECHURA 1987: 130). V podstatě tak předznamenává současné pokusy o environmentální uchopení zkoumaných témat. V podobných intencích by se měla pohybovat i tato práce.

Nové poznatky tedy může přinést studium a komparace jednotlivých, často marginálních zpráv obsažených v historických dokumentech, ale i literárních zdrojích. Další možností jsou praktické pokusy a zkoušky, kterými by bylo možné ověřit předpokládané postupy. Ty mohou představovat různé formy, od metod experimentální archeologie až po různé laboratorní pokusy v přísně sledovaném prostředí.

Tato práce by měla osvětlit několik skutečností spojených s jednoduchou otázkou: „Nakolik pracné bylo vykácet les ve středověkých podmínkách?“ Odpověď na tuto otázku s sebou nese řadu témat, která se tato práce pokusí osvětlit. Při vědomí širší nutných podmínek a předpokladů se omezí na praktickou zkoušku kácení sekyrou několika druhů dřevin. Experimentálně se pokusí potvrdit obecně přijímanou hypotézu, že na pokácení dřevin s tvrdším dřevem je třeba více času a rovněž tak, o kolik je pokácení tlustšího stromu časově náročnější než tenkého, stejného druhu.

Získané výsledky pak budou podrobně zpracovány tak, aby byly vhodné k dalšímu využití, pro případné další výpočty, nebo praktické zkoušky. Tato práce by se v ideálním případě, mohla stát jedním ze základů a budoucích nástrojů při zkoumání hospodářských dějin kolonizačních obcí. Samotné vykácení lesa je totiž jen jedním krokem z celé řady nutných opatření při přeměně lesního společenství na ornou půdu. S tímto vědomím bylo k práci přistoupeno s maximální vážností a důsledností.

## **3 REŠERŠE A VÝCHODISKA VÝZKUMU**

### **3.1 Metodika rešerše**

Zájem autora o představované téma byl jedním ze základních stavebních prvků samotného zkoumání. Práce se dotýká řady témat, která sama o sobě, zvláště s ohledem na její rozsah, nemohou být zkoumána do detailu. Přesto jejich zásadní informace významně ovlivňují výsledek výzkumu. Těmito dílčími tématy jsou některé aspekty kolonizace, les ve středověku a sekyra, zejména její pracovní využití.

Bylo proto nutné opět projít soukromou knihovnu a znovu načíst a zpřesnit informace, které dříve mohly ujít pozornosti. Na jejich základě byly potom poznatky doplňovány další literaturou, nebo častěji osobními kontakty. Jak již bylo řečeno, tato práce se pokouší o

ucelený pohled na problematiku z několika pohledů a k tomu musel být přizpůsoben i výběr literatury. Často bylo nutné také vyhledat samotné prameny a pokusit se o jejich novou interpretaci.

Základem se stala literatura věnující se kolonizaci z hlediska historie. Vzhledem k domácímu tématu především česká, doplněná o středoevropské kontexty základním přehledem. Historiografické přehledy musely být doplněny o odbornou archeologickou literaturu. Zde se ukázalo jako bezpodmínečně nutné pracovat i se zahraničními, zejména polskými a německými texty. Podobný technologický vývoj ve středověku však takové zkoumání dovoluje. V neposlední řadě také bylo nutné zajistit přístup k historickým pramenům. K tomu byly využity zejména databáze pramenů Centra medievistických studií a také databáze digitalizovaných rukopisů, spravovaná Národní knihovnou České republiky pod názvem „*Manuscriptorium*“.

Možným zdrojem informací jsou i původní středověká odborná díla, která se zabývají zemědělstvím a příbuznými tématy. Jako přínosné se jeví zejména „*Ruralium commodorum libri XII*“ od Petra de Crescentia. Toto dílo bylo sepsáno kolem roku 1305 v Itálii a ještě ve středověku, pravděpodobně kolem roku 1488, přeloženo do češtiny pod názvem „*Kniha vo použitích vpolních Petra z Krescenciis*“ (ČERNÝ 1932).

Dále bylo třeba použít odbornou lesnickou literaturu a to hned v několika směrech. Jednak moderní, spíše technickou, nutnou nejen k získání informací o technických vlastnostech dřeva, potom starší, použitou pro studium technologií těžby a také díla, zabývající se vývojem lesa a držby lesních pozemků. Ta byla, doplněna o nejnověji publikované poznatky. Na tuto část pak bezprostředně navazují další práce, publikace, články a přednášky, zabývající se ekologií lesa a příbuznými obory.

Poměrně zajímavé také bylo sledovat práce jiných studentů, které se částečně překrývají se zvoleným tématem. Tím, jak jsou tyto práce předkládány na různých školách a různých oborech, liší se i metodika zpracování a zejména použitá literatura. Ta potom může být dalším zdrojem využitelných informací. Z prací, které byly takto použity je možno jmenovat „*Dřevoobráběcí nástroje a vývoj technologie zpracování dřeva od doby laténské po raný středověk*“ (VIDLÁK 2015), „*Ikonografické zobrazení středověkých militárií na erbech české šlechty*“ (ŠÍSTEK 2013), „*Lesní řemesla v experimentální archeologii*.“ (PAUKNEROVÁ 2009), „*Les pozdního středověku ve světle literárních pramenů*.“ (SMLSAL 2015), „*Každodennost středověké venkovské usedlosti. Výpověď drobné hmotné kultury*.“ (HYLMAROVÁ 2016), „*Pravěké a raně středověké osídlení české části Českomoravské vrchoviny*.“ (HEJHAL 2009), „*Středohradištní sekery, francisky a fokoše ve srovnání s meči a šavlemi*.“ (SLAVÍKOVÁ 2007), „*Zbraně a zbroj v deskové malbě doby Václava IV*.“ (KADLEC 2013), „*Fyzický výkon v experimentální archeologii*“ (ŠTĚPÁN 2004a) a „*Les v životě středověkého člověka*“ (DAŇKOVÁ 2017).



Veškeré takto získané informace musely být doplněny dalším zkoumáním in natura, pokud šlo o sekyry. Sebrat informace o sekyrách, zejména středověkých, obnášelo navštívit řadu muzeí, např. Národní muzeum s jeho depozitářem v Terezíně, nebo Muzeum lesnictví, myslivosti a rybářství – zámek Ohrada. Zde bylo také možno získat přístup do depozitáře a zejména do cenné knihovny. Určitým zklamáním pak byla návštěva Lovecko-lesnického muzea v Úsově. Zde se v minulosti nacházela jedna z nejstarších lesnických škol, ale její historii není bohužel věnována velká pozornost a veškeré artefakty byly přemístěny. Rovněž příliš poznatků nepřinesla návštěva Muzea řemesel v Konici, které vlastní největší sbírku sekyr. Jedná se v podstatě o sbírku spolku, která nemá vědecký přístup a evidenci. V rámci získávání celkového přehledu pak byla navštívena řada tématických výstav a příležitostných akcí.

K ověření datací artefaktů hmotné kultury, ale i k získávání těžko dostupné literatury, bylo nutné jednat s různými muzei, knihovnami i dalšími institucemi u nás i v zahraničí a to také bohužel ne vždy úspěšně.

Pro orientaci v ikonografii bylo nutné vytvořit databázi, do které byla postupně doplňována vyobrazení jak dvojrozměrných, tak i trojrozměrných zachovaných děl a archeologických artefaktů. S úspěchem bylo možno převzít a využít informace z Institut für Realienkunde des Mittelalters und den frühen Neuzeit při Univerzitě v Salzburgu. Dalším zdrojem informací byly databáze obrázků na webových stránkách „Pinterest“.

Ke studiu starých technologií pak bylo nutné navštívit ukázky starých provozů a technologií, např. Muzeum v přírodě Vysoký Chlumeč – Muzeum vesnických staveb středního Povltaví, Valašské muzeum v přírodě Rožnov pod Radhoštěm, Muzeum lidových staveb v Kouřimi, Polabské národopisné muzeum (Skanzen v Přerově nad Labem), Národní technické muzeum - Centrum stavitelského dědictví Plasy, Curia Vítkov a další jednotlivé stavby a objekty.

Zvláště cennými se ukázaly narativní prameny jednotlivců, kteří byli schopni popsat některé technologie. Velmi přínosnými se tak ukázaly dvě studijní cesty do rumunských Karpat, kde je částečně zachován recentní způsob obhospodařování lesa v podmínkách malého vlastníka a následné rozhovory s pamětníky doby, kdy zde bylo veškeré dřevo zpracováváno pouze sekyrou.

Získané poznatky pak byly dále doplňovány formou konferencí a přednášek, např. 13. Konference environmentální archeologie v Nitře, kde se v rámci diskuzí podařilo oslovit další odborníky, kteří pak v některých případech poskytli cenné, často ještě nepublikované výsledky svých výzkumů.

Z veškerých návštěv, pobytů a prohlídek pak byl vytvářen obrazový, někdy i zvukový záznam.



## 3.2 Kolonizace

### 3.2.1 Pojem kolonizace

Sám pojem, bez užívaných pomocných adjektiv, je velice široký. Vždy se však týká živých organizmů a často člověka. Pokud se v této práci hovoří o kolonizaci, vždy se tím myslí rozšiřování lidského osídlení na území současných Čech a to, podle nejnovější literatury, v období přibližně od 11. do počátku 14. století. S tímto označením se setkal v podstatě každý již ve školních letech. Základní informaci shrnul např. Jan Patočka takto: „...V Čechách přichází rozhodující období ve 13. století. Především druhá polovina století vidí přeměnu dřívější okrajové země Evropy v jedno ze západoevropských center. Mohutný pohraniční prales je vymýcen, a tím je získán prostor pro založení nových vesnic a měst; během jednoho století vznikají téměř všechny aglomerace, které člení rozložení obyvatelstva v zemi až do 19. století...“ (PATOČKA 1992: 25). Tento jednoduchý náhled zpřesňuje řada autorů, kteří řeší všechny relevantní skutečnosti z mnoha různých úhlů. Najít jednoznačnou a všeobjímající definici se jim ale spíše nedaří.

Různí autoři si potom vypomáhají hlavně různými vysvětlujícími dovětky, např. „...Nároku na přehlednou a apriorně nezátíženou komunikaci nejlépe vyhovíme samotným termínem „kolonizace“, chápaným jako každé rozšiřování či zlepšování zemědělské krajiny. Ve shodném významu slouží další obecné termíny „osídlování země a někdy i z němčiny přisvojená „výstavba země“. Všechna upřesnění, rozlišující třeba ranou, vrcholnou či velkou kolonizaci, mají svůj smysl, dokážeme-li průkazně stanovit jejich obsah.“ (KLÁPŠTĚ 2012: 165).

Autoři se také snaží stanovit a vymezit pojmy: „Kolonizací v této kapitole rozumím nadále jakékoliv zúrodňování půdy i osazování půdy zpustlé, nebo osazování novým obyvatelstvem. V novější něm. literatuře se tyto dva typy odlišují názvem užším „Rodung“ a širším „Kolonisation“ a dále „Podle rázu kolonisace můžeme při zúrodňování nové půdy rozlišit de facto trojí druh: drobnou kolonizaci, kterou prováděli poddaní, když postupně na újmu lesů a pastvin rozšiřovali svá pole. Dále kolonizaci rozsáhlejší, kde vrchnosti zakládaly nové dvory a vesnice ve vlastní režii a konečně zakládání vesnic a měst lokátory-zakladateli...“ (GRAUS 1957: 79 a 83).

Nepomůže ani přísné použití latinských termínů, protože jejich užití v dobových pramenech je poměrně volné, pro příklad: „Substantivum „locatio“ může mít, podle užití v jednotlivých listinách, různý význam, nejčastěji „vysazení“, jako označení aktivit, spojených jednak se založením města či vesnice, jednak s převodem trvajících sídlišť do nové, vyšší právní pozice...“ (ŽEMLIČKA 2014a: 68). Může se ale také jednat o „pronájem“, např. listina z roku 1296 (RBM II, č. 1732: 743). „Opat Bavor na rok „pronajal“ tedy (locatio, případně contractus locationis) tvrz a město v Broumově s celým okolím k ochraně a hájení jistému Konrádovi ze Sulzu“ (ŽEMLIČKA 2014a: 144).

### 3.2.2 Fenomén kolonizace

Středověká kolonizace je samozřejmě složitý a dlouhodobý proces, do kterého se české země, samozřejmě včetně Moravy a dalších závislých území zapojily poměrně záhy. Větší pohyby obyvatelstva Evropy s sebou nesly řadu doprovodných skutečností, z nichž je v současnosti vnímám zejména právní a technologický aspekt.

Kolonizace u nás je spatřována již v přemyslovské snaze o osazování lidí v místech se slabším politickým nebo ekonomickým vlivem panovníka. Hlavní a mnohem důležitější je ale pozdější silné ovlivnění kolonizačními pohyby, které se šíří Evropou od západu na východ. V německé literatuře je pak používán termín „Ostsiedlung“, tedy „východní osídlování“ pro postup od Vlámka, Holandu a Fríska směrem do středního Německa a potom přes Sasko, Bavorsko a Fríska k nám. Pro samotné přetváření prostředí se pak používá termín „Landesausbau“ „výstavba země“ (ERLEN 1992). Kolonizací je potom myšleno budování lepšího prostředí, jak životního - přírodního tak, zejména v českém prostředí, i právního a kulturního (BARTLETT 1994).

Proto nelze opomenout právní aspekty kolonizačního úsilí, zvláště změnu celého právního systému, často nazývaného „německým právem“ na značné části našeho území. „*Vystupuje (emphyteuze) v mnoha podobách a variantách, jako „ius teutonicum (Teutonicorum), ius emphyteuticum, purkrecht, ius civile, zákup aj., v neposledí řadě ve formě „ius hereditarium“ čili „ius dedin“.* Ne plně vlastnictví alodního typu, nýbrž „*dědičné užívání*“ (ŽEMLIČKA 2014b: 381). Toto označení je do značné míry zavádějící a to v minulosti vedlo k mnoha dohadům a nesprávným interpretacím. Nejedná se totiž o žádný soupis právních zvyklostí germánských kmenů, kterým by se řídili obyvatelé zemí, označovaných jako německé, ale ve středověku ještě poměrně výrazně odlišovaných, tj. Saska, Bavorska, Frank atd. Dříve se někteří badatelé domnívali, že se původně jednalo o souhrn oprávnění a povinností sedláků, případně měšťanů, postupně obsazujících původně západoslovanská území.

Ve skutečnosti se toto právo vyvíjelo právě během pohybů kolonistů původně z vlámské oblasti a později od německého jihozápadu směrem na východ. V tomto procesu se vyvinul systém, který umožňoval pozemkovým vlastníkům stabilní příjmy a samotným osadníkům nezanedbatelná práva, větší míru osobní svobody, dědičné užívání usedlostí, také možnost (se souhlasem pozemkového vlastníka) usedlost převést a podobně. Nezanedbatelná je i možná částečná autonomie v rozhodování i právních vztazích obyvatel jednotlivých osad a vesnic.

K rozvoji technologií bylo tradičně uváděno zejména rozšíření těžkého záhonového pluhu s asimickou radlicí, trojprostorového domu a trojpolního (také trojhonného apod.) hospodaření. Novější výzkumy však ukazují, že nálezy a také některé písemné zmínky týkající se těchto novinek žádným způsobem nekorrespondují ani s časovým, ani s místním postupem kolonizace. Podobně jako ostatní znalosti byly pravděpodobně předávány

širšímu publiku v závislosti na zvýšeném pohybu obyvatelstva, ale to neznamenal jejich okamžité uvedení do praxe a už vůbec ne „zviditelnění“ kolonizačního postupu. O jejich využití pravděpodobně rozhodovaly spíše místní, přírodní, agrotechnické nebo čistě technické podmínky.

### 3.2.3 Průběh kolonizace v Čechách

Kolonizace českých zemí ve středověku probíhala poměrně dlouho, v závislosti na dalších skutečnostech. K těm je možno zařadit zejména počty obyvatelstva, právní a technické možnosti a také přírodní a klimatické podmínky. Aby bylo možné tento komplex předpokladů alespoň částečně zjednodušit, věnuje se tato práce hlavně kolonizaci samotných Čech. Ostatní země a území měla odlišný vývoj, daný rozdílnou polohou, přírodními možnostmi a zejména správním řízením a členěním. Proto až na nutné výjimky nebude zmiňován vývoj na Moravě, ve Slezsku, v Kladsku, obou Lužicích a v Chebsku. I tak je potřeba počítat s oblastí okolo Poličky, kam zasahoval právní systém slezské vikbily (územní správy).

Zjednodušený přehled postupu kolonizace po jednotlivých století podává např. J. Žemlička (2014a) takto: Na počátku středověku, v 6. a 7. století, se v Čechách obydlená místa soustřeďovala v zemědělsky nejprůhodnějších oblastech, jako je dolní Poohří, střední Polabí a střední a dolní Povltaví, také Bílinsko, Plzeňsko a Bechyňsko, tedy území do výšky asi 300 m.n.m., s ročním teplotním průměrem kolem 8° C. Toto území se začíná rozšiřovat prostým rozrůstáním sídelních aglomerací v 8. a 9. století.

Do konce 11. století je osídleno asi 40–45% současného území a do konce století následujícího jsou již obsazeny všechny zemědělsky výhodné lokality, tzn. maximálně 60% současného území.

Ve 12. století začaly probíhat v některých částech země převratné změny, které znamenaly postupný přerod osídlení ze starých knížecích sídelních jednotek, v podstatě obklopených neobyvaným a často zalesněným územím, na nový systém krajského uspořádání kolem nových správních středisek – zeměpanských královských hradů. Kolonizace postupuje od fungujících enkláv směrem k hranicím a do vyšších nadmořských výšek, viz příl. 1. Vývoj se významně urychluje. V tomto období již také dochází k častějším písemným záznamům o nových místech, nejčastěji o klášterním a královském zboží. To umožňuje rozšířit studium osídlení na základě studia místních názvů – toponomastiky.

Na počátku 13. století doznívá vnitřní kolonizace a obsazeno je již 80–90 % plochy. Přesto je toto století z hlediska kolonizace možná nejvýznamnější, protože osídlení v krajině stoupá až do výšky 500 m.n.m. s roční průměrnou teplotou asi 6,5° C. Celé vnitrozemí získává ráz kultivované země a hustota obydlených míst je již podobná současné. „*Jedním z charakteristických rysů České a do značné míry i středoevropské krajiny je její „zrno“, tedy jakýsi víceméně nezávislý a donedávna poměrně soběstačný mikrosvět vesnice*

*jako nejmenší možné ekonomické jednotky krajiny. Vesnice na úrodných půdách leží jen 2–3 km od sebe, na méně úrodných půdách se vzdálenost poněkud zvětšuje, ale málokdy je větší než 5–7 km a teprve horské a podhorské oblasti vráží mezi osady klíny lesů a někdy i skal.*“(NĚMEC, POJER 2007: 13). Tyto malé vzdálenosti s sebou nesou rozvoj komunikační sítě. Písemné zmínky z tohoto období se už dotýkají také světských pozemkových vlastníků.

Ve 13. a na počátku 14. století, kdy kolonizace doznívá, je možno na základě písemných a zčásti i urbanistických důkazů odhadnout podíl cizí (zejména německé, ale i slezské a polské) kolonizace na maximálních 7% současného území. Nedostatek prostorových kapacit této pozdní vlny kolonizace našťástí nedovolil zmohutnět cizímu elementu, který se projevil hlavně při zakládání měst a možná několika stovek vsí. To znamenalo, že naše území nepostihl osud polabských a pobaltských slovanů (ŽEMLIČKA 2014 a BOHÁČ 1987). Náhled na německou kolonizaci očima anglických autorů viz příl. 2 a příl. 3.

Středověcí lokátoři (nejpozději od počátku 13. století) a pravděpodobně i jednotliví osadníci měli již poměrně značné znalosti o vhodných přírodních podmínkách pro založení osad i jednotlivých usedlostí. Svoji roli hrálo klima a mikroklima místa, převládající směr větrů, dostupnost tekoucí i pramenité vody a samozřejmě kvalita půdy. Těmito aspekty se zabývá celá první kniha (kapitola) nejstaršího česky psaného (upraveného překladu) souborného díla o zemědělství, *„Kniha vo puožicích vpolních“*, příznačně nazvaná *„O vyvolení míst bydlitedlných a vo dvořích a domích a o těch věcech, které jsú potřebné k obývání v poli, a o poznání dobroty místa bydlitedlného obecným během“* (CRESCENTI 1968).

Svoji nezpochybnitelnou roli však hrály i nové právní podmínky, zpočátku emfyteuze a později lenní systém, které lépe motivovaly k hospodářskému rozmachu. Výraznější zainteresování na hospodářském výsledku mělo za následek rychlé šíření nových agrotechnických postupů a v neposlední řadě vedlo k zavedení jednotného monetárního systému a tím i k odložení zvykových práv a následné reluici (převodu robot na peněžní dávky). Právě nové právní systémy nám umožňují sledovat středověkou kolonizaci částečně i z pohledu písemných pramenů, nová vysazení byla mnohem častěji zaznamenávána písemně, zejména v závěru kolonizace. Většina písemných pramenů k této problematice je soustředěna v dosud nepřekonaném díle *„Středověká kolonisace v zemích českých“* (ŠIMÁK 1938).

I přes to je třeba mít na paměti, že kolonizace nebyla jednosměrný akt, ale mnoho ze založených sídel se nepodařilo udržet. Důvodů pro zanikání vesnic bylo mnoho a často se mohlo jednat i o jejich kombinace. Jednalo se zejména o válečné události, vnitřní nepokoje, nedostatek lidí, požáry, splnutí s blízkým městem nebo s větší obcí, mor, zřizování rybníků, zátopy, poddolování, špatnou kvalitu půdy, nedostatek vodních zdrojů a nebo prostou zvlí feudální moci (ROUBÍK 1959: 10-12).

Některá místa proto musela být vysazována opakovaně. Podobných zpráv máme velké

množství a svědčí o všeobecném zájmu o navýšení hodnoty pozemkového majetku. Takové případy je možno najít i ve starém sídelním území, kde např. bratři Vilém a Oldřich z Lichtenburka uzavřeli dne 16.7.1288 smlouvu s klášteřem ve Vilémově o pronájmu dvou pustých vesnic na Poděbradsku - Opočnice a Bolice, se slibem jejich opětne rekultivace (RBM II. č. 1456: 625).

S některými dopady negativních událostí se tehdejší pozemkoví vlastníci snažili bojovat, např. odlidnění církví vysazených vesnic se snaží zabránit tzv. Velké privilegium české církve z 10. března 1222, které uvádí, že poddaní církevních hodnostářů a korporací nemají být přijímáni od královských viliků ani jiných laiků, tedy pozemkových vrchností. v této době ještě trval stav, kdy volné půdy bylo hodně, ale lidí málo. Až v průběhu 13. století se poměr obracel do opačného poměru (ŽEMLIČKA 2017).

Zpočátku byla nositeli rozvoje Přemyslovská knížata, se změnou politického systému pak stále častěji jejich družiny a vznikající šlechta. Významným prvkem kolonizace se staly církevní instituce, zejména kláštery. Ty vznikají nejpozději od 10. století a ještě ve 12. století jejich pozemkový majetek závisí na knížecích a šlechtických darech. Rostoucí kolonizační úsilí se potom projevuje i v množství nemovitých darů, mezi kterými jsou i nově založené osady. Pro snadnější hospodářské využití drobných majetků je jednotliví opaté vyměňují a pozemky tak scelují. V této době ale také začíná vlna založení klášterů na okrajích kolonizovaných území (Vyšší Brod, Zlatá koruna a další), tyto kláštery jsou následně nositeli osidlovacího úsilí ve svém okolí, která končí až na počátku 14. století. Svoje území získávají také řádové domy z vnitrozemí, které pak rozšiřují sféry svého vlivu, např. Břevnov a jeho enkláva na Broumovsku, nebo pražská komenda Johanitů a jejich území na Manětínsku. Za tu dobu některá klášterní panství čítají i městečka a desítky vesnic. Zpravidla se však nejedná o komplexní osídlení ploch, klášteřem založené vsi tvoří jen asi 25% všech obydlených míst na zkoumaných územích (CHARVÁTOVÁ 1998).

S účastí měšťanů na kolonizaci můžeme počítat, ale až do roku 1287 se jedná spíše o jednotlivé případy pověřených lokátorů. Teprve od tohoto roku máme písemné zprávy, že se staroměstští měšťané začínají zakupovat ve vesnicích v okolí Prahy. Některé prameny však naznačují, že část nemovitých darů církvi v dřívějším období by mohla pocházet i od obyvatel měst (MUSÍLEK 2015: 73).

### **3.2.4 Změna vybraných demografických ukazatelů**

V současnosti mají Čechy rozlohu 52 065 km<sup>2</sup> a 4 574 samosprávných obcí (RITSCHLOVÁ et al. 2017). V porovnání se situací ve středověku se jedná o významný nepoměr v počtu obcí. Ten je dán jednak nepoměrně větší rozlohou současných sídel, samotné Hlavní město Praha se rozkládá na území více než sta středověkých osad, a také naprosto odlišným správním členěním. Zdaleka ne každé osídlené místo je samosprávnou obcí. Pokud bychom se drželi nejstarších písemných údajů, museli bychom počítat s více

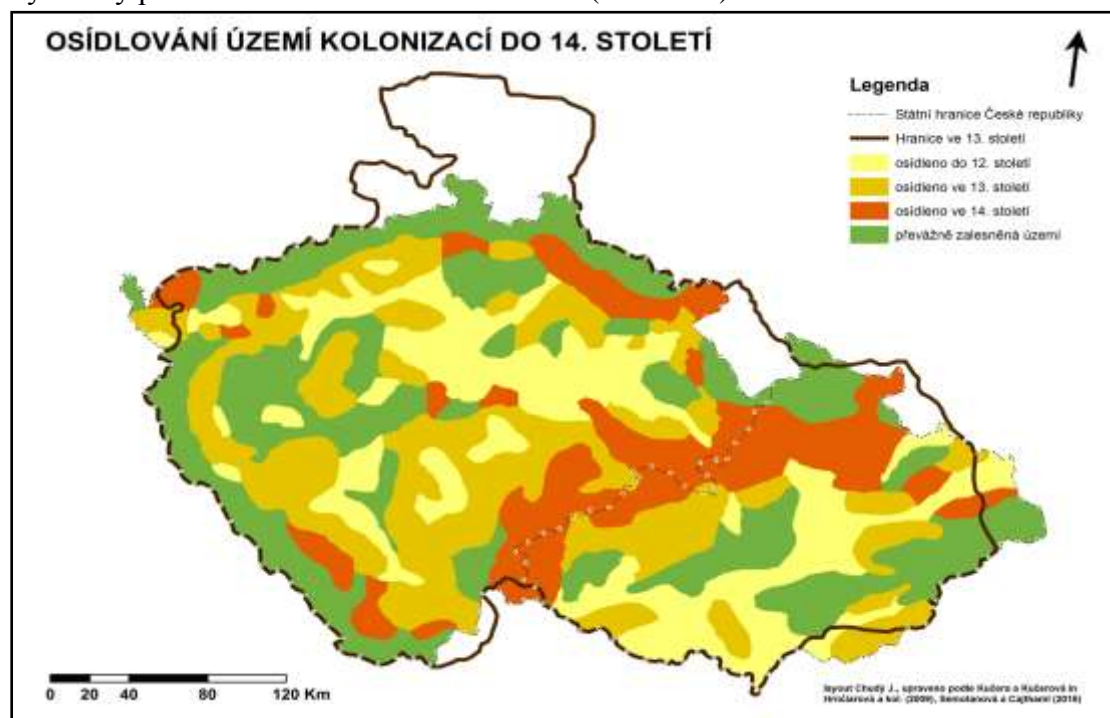


než 33 000 jednotlivými obydlenými místy. Při podrobném náhledu však lze zjistit, že tyto soupisy obsahují záznamy o jedné vsi i několikrát, záleží na tom, kolik feudálních vrchností vlastnilo její jednotlivé části. Je třeba se proto řídit kriticky zhodnocenými prameny a odhady.

Není pochyb o tom, že zásluhou rozvoje zemědělství a to jak extenzivního, to znamená samotného rozšíření obdělávaných ploch, tak intenzivního, daného změnou pěstovaných plodin a rozvojem agrotechnických možností, mohl být zajištěn dostatek potravy pro stále se zvyšující počet obyvatel. Zlepšily se také biologické podmínky populace a prodloužila se průměrná délka života. Populační vývoj ale stále podléhal velikým výkyvům, závislým na výskytu epidemií a hladomorů, ale i na možnostech růstu objemů výroby. Ten byl částečně zajištěn mimořádně příznivými klimatickými podmínkami, které vrcholily zejména ve 13. století, kdy nastalo tzv. klimatické optimum (KŘIVSKÝ, PEJML 1985).

Pro další zkoumání je v této práci důležité zachytit počet obyvatel ve středověku. To je poměrně obtížné, protože údaje jednotlivých autorů se výrazně liší. Proto je asi vhodné se přidržet nezávislého zhodnocení a porovnání různých autorů podle souhrnu „*Dějiny obyvatelstva českých zemí*“ (FIALOVÁ et al. 1998), i když se už také jedná o starší práci.

Odhady různých autorů jsou velice různé, ale zachovávají shodné trendy vývoje. Plocha Čech, se kterou můžeme počítat pro osídlení, po odečtení pásma pohraničních hor (asi 4 000 km<sup>2</sup>) a souvislých lesních celků ve vnitrozemí (asi 3 000 km<sup>2</sup>) je přibližně 45 000 km<sup>2</sup>. Rozloha enkláv starého sídelního území se odhaduje přibližně na 17 000 km<sup>2</sup>. Kolonizací bylo tedy přeměněno celkem asi 28 000 km<sup>2</sup> (viz obr. 1).



obr. 1: *Osídlování území kolonizací do 14. století.* (CHUDÝ J., upraveno podle KUČERA, KUČEROVÁ In: HRNČIAROVÁ et al. 2009, SEMOTANOVÁ, CAJTHAML 2014)

Tento obrovský nárůst obdělávané plochy a také další faktory dovolily nejen navýšení počtu obyvatel, ale zejména jeho výrazné zahuštění. Přehled odhadovaného počtu obyvatel viz tab. 1.

tab. 1: *Některé novodobé odhady počtu obyvatel v českých zemích před rokem 1754.* (FIALOVÁ et al. 1998: 386–387), upraveno.

Přehled odhadovaného počtu obyvatel ( v tisících)						
Autor	Období, rok					
	1000	1100	1200	1300	1350	1400
Friedrich 1912			500			
Matiegka 1918	400		500-600		800-1000	1000
Peisker 1890				>250		
Lhotka		250		500-700		
Pekař 1932		<500				
Boháč A. 1936		>500			<2000	
Slavík 1946		500				
Davídek 1950		450		850		1310
Blažek 1951		750				
Lom 1960	450		870*			1500
Choc 1960			738-908*			
Těmínové 1974	400	450	600	1200	1300	2000
Boháč Z. 1987		450'	883			1898-2210
* k roku 1250						
' k roku 1050						

Z přiložené tabulky je zřejmé, že odhadovaný počet obyvatel má významný rozptyl, ale na základě prostého porovnání je možné odhadnout, že na počátku kolonizace, kolem roku 1100 v Čechách žilo asi 500 000 obyvatel, v době, kdy byla prakticky ukončena, kolem roku 1300 asi 1 000 000 obyvatel, možná mírně více a následně po době ekonomického rozmachu (1410) až 2 500 000 obyvatel.

Samotný počet obyvatel je zpravidla vypočítáván podle množství obydlených míst, protože zde je možné, alespoň v pozdějším období, vyhodnotit písemné prameny. Kvalifikované odhady tak mluví v polovině 11. století o 8 600 sídlech, kolem roku 1 300 o celkem 11 000 sídlech a v předhusitském období (1410) je potom předpokládáno celkem 17 000 sídel, z toho 15 000 vesnic a osad (BOHÁČ 1987: 73), přehledová tabulka viz příl. 4. Tyto odhady jsou ale považovány spíše za vysoké. Jiný odhad hovoří v polovině 13. století celkem asi o 7 000 sídlech, z toho asi polovina v majetku světských držitelů a nejméně 1 500 –2 000 v držení církve (CHOC 1963: 47).

Počátek 15. století je zároveň počátkem stagnace, neboť následující válečné události a také možná předcházející konec klimatického optima vedly ke snížení počtu obydlených míst a také obyvatel v jednotlivých lokalitách. V tomto období zmizela podstatná část z více než 3 000 známých zaniklých osad (ROUBÍK 1959). Později k nim přibyly další a tím byl, mimo jiné, redukován vysoký počet obydlených míst. Na druhou stranu se zdá, že počet obyvatel v celé zemi neklesl a přirozený přírůstek jej držel na stagnující úrovni. Ke korekci těchto čísel je možné také dobře využít výsledky tzv. 1. vojenského mapování v polovině 18. století, při kterém bylo v Čechách zjištěno asi 11 000 vsí a přes 500 měst (FIALOVÁ et al.: 40).

Odhady počtu obydlených míst se tedy významně odlišují, autoři proto raději studují doklady k menším územním celkům a snaží se zjistit počet obyvatel vesnic, nebo přímo jednotlivých usedlostí. Jejich odhadovaný průměrný počet se liší podle místa založení a období zkoumání. Podle některých zjištění měly v předhusitském období vsi na starém sídelním území asi 19 usedlostí, na území rané kolonizace asi 12 usedlostí a v místech vrcholné kolonizace dokonce až 29 usedlostí (BOHÁČ 1987: 72). Zjistit průměrný počet obyvatel vesnice je za těchto podmínek náročné, ale přesto je možné dohledat takové pokusy.

Některé odhady je možno porovnat, protože se soustředí na období kolem roku 1300, kdy je na jedno obydlené venkovské místo odhadováno asi 75 obyvatel (DAVÍDEK 1950), nebo podstatně méně, tedy 45 osob v 6–9 usedlostech (ŽEMLIČKA 1980: 174). Tento údaj se zdá být přesnější, protože vychází z možné obilné produkce a zároveň předpokládaného počtu obyvatel jedné usedlosti, který se v průběhu doby příliš nemění a pohybuje se okolo 6–7 osob. Počet usedlostí je zde oproti ostatním odhadům výrazně nízký. Zajímavé srovnání proto poskytuje porovnání písemností Strahovského kláštera, které se týká starého sídelního území na Radonicku v Pooohří, kde bylo v letech 1143–1148 evidováno 5 vesnic s 310 lidmi a v roce 1410 zde byl na základě urbáře evidován asi trojnásobek lidí (BOHÁČ 1987: 71). To ovšem příliš nekoresponduje s odhady samotného autora, který předpokládá ve stejném období pětinašobek lidí. Tento rozdíl by ale mohl být dán právě možnostmi produkce a hustotou zalidnění ve staré sídelní oblasti. Na druhou stranu při stejném zalidnění nově kolonizovaných území, která ale mají menší úživnost, by počet obyvatel ještě znatelně stoupl. Hustota obyvatelstva podle Z. Boháče viz příl. 5.

Nejlepším vodítkem, které je porovnatelné a se kterým se dobře pracuje je tedy údaj o hustotě obyvatelstva. Ta se opět mění podle zkoumaného období a místa, ale na druhou stranu je ji možno relativně dobře vypočítat z dostupných pramenů. Na starém sídelním území se předpokládá hustota zalidnění asi 25–35 osob na km<sup>2</sup>. To je na tehdejší možnosti poměrně hodně a je to pravděpodobně i jeden z důvodů kolonizace, kdy se průměrné zalidnění, pravděpodobně v průběhu 13. století, snížilo asi na 16 osob na km<sup>2</sup>. To stále představuje i v rámci střední Evropy poměrně vysoké číslo (PETRÁŇ 1985: 234). Někteří badatelé se přesto domnívají, že průměrné osídlení mohlo být ve 14. století ještě výrazně vyšší. Prostým výpočtem bychom se dostali při lidnatosti 2 500 000 obyvatel k číslu kolem



50 osob na km<sup>2</sup>. I z tohoto důvodu je tento odhad pravděpodobně vysoký. Ovšem i při nižších odhadech je průměr obyvatelstva, v porovnání s okolními zeměmi, stále poměrně vysoký a svědčí o dobré ekonomické úrovni našeho území.

### 3.2.5 Proměna krajiny

Kolonizace, jak již bylo naznačeno, přinesla významnou změnu v exploataci přírodních zdrojů na našem území. Volná krajina, jen mírně zasažená činností člověka byla proměňována nejprve v blízkém okolí lidských sídel. Později, s tím jak stoupal počet obyvatel a zájem o hospodářské využití dalších pozemků, byly zúrodněny obrovské plochy země. Nejčastěji se tato změna dotkla lesních porostů, které se hlavně zpočátku zdály být nevyčerpatelné. Postupná kolonizace ale donutila pozemkové vlastníky chránit určité části lesa. Ať to byly plochy knížecí a později královské honitby, určené k lovu a dalším zábavám, které se nacházely ve středním Povltaví a na Křivoklátsku nejprve u Zbečna a později v okolí Nižboru nebo Týrova, v úvahy by mohly přicházet i další lokality. Ochráněny byly i nepoměrně menší zbytky lesních porostů, buď pro výskyt určitých druhů dřevin (dubů, buků, lip), nebo pro užitky a výnosy z lesa. Známe tak zákazy lesní pastvy, zákazy vykonávání lesních řemesel, zákazy odebírání dřeva i dalších produktů (NOŽIČKA 1957: 44–45).

Středověký člověk ale bez dřeva, potažmo lesa, žít nemohl a ani by to nedovedl. Navíc rozvoj měst způsobil, že část obyvatelstva již nežila v sepětí s přírodními zdroji a to s sebou neslo další nároky při jejich využívání. A právě rozšiřování ploch pro pěstování nezbytného obilí s sebou neslo další odlesňování. *„Začala se utvářet a růst kulturní krajina, shodná mírou odlesnění s krajinou dnešní. Lidé svůj energetický zásobník - les -, projedli, protopili a prostavěli.“* (SMETÁNKA 2010: 17).

Na druhou stranu i z dostupných listin víme, že jednotlivé vsi a to i na starém sídelním území si ponechávaly plochy lesa pro získávání dřeva a jako pastviny. V roce 1276 předal opat Sedleckého kláštera vesnici Bylany (u Kutné Hory) jakémusi Jindřichovi. *„K bylanské listině, dochované v pozdním českém opisu, patří pozoruhodné ustanovení o lesích a křovinách, „ješto ještě v rolí nejsou obráceny“. Vztahovala se na ně čtyřletá lhůta, potom z jejich plochy vrchnost očekávala stejné platy jako z každého bylanského lánu. Tento údaj může vyvolat překvapení, že ještě po polovině 13. století uvnitř dlouhodobě osídlené oblasti zbývaly zarostlé plochy, jejichž kultivace si vyžádala zvláštní ustanovení a čtyřletý odklad. Řada pozorování, včetně přírodovědeckých rozborů, ovšem ukazuje, že nešlo o žádnou výjimku.“* (KLÁPŠTĚ 2016 A: 383 a 387).

Tento případ se po osobní konzultaci s F. Velínským zdá být ještě mnohem zajímavější. V Bylanech u Kutné Hory bylo totiž nalezeno několik archeologických lokalit a povrchové sběry také naznačují pohyb sídelních jader. Možnou souvislost s odlesněním částí ploch zavrhl a vyjádřil domněnku, že se pravděpodobně jednalo o snahu sedleckého kláštera

upravit vlastnické vztahy ex post. V té době se totiž stupňoval tlak na extravilán Bylan, protože na jeho severním okraji končil výskyt rud s obsahem stříbra. Zároveň se zde, na okraji extravilánu obce, v blízkosti potoka Bylanky usadili hutníci. Ti, společně s horníky, měli podle platného Horního zákona přednost před místními obyvateli a s určitou pravděpodobností jim obsadili část orné půdy. Ta jim měla být v listině dotčenými i lesy a křovinami s velkou pravděpodobností nahrazena. Naprostá většina vzrostlých stromů byla totiž již pravděpodobně odtěžena a použita na důlní nebo hutnické stavby a výdřevu prospekčních jam. Lhůta tak byla poskytnuta na vytvoření těchto nových polí.

Kromě samotného odlesnění se v krajině projeví další vlivy, zahuštění sítě obydlených míst s sebou neslo nutnost výstavby komunikací, které postupně nabývaly na významu s potřebou stále většího objemu přepravy potravin do měst a správních středisek. To vedlo k jejich postupnému rozšiřování a zdokonalování. Dálkový obchod si také vynutil průseky pohraničním hvozdem, který již od dob vrcholného středověku ztratil původní obrannou funkci.

S nutností dopravy stavebního dřeva na větší vzdálenosti, nejprve pro stavbu měst a později zejména pro využití v dolech na Kutnohorsku a Jihlavsku, také vystoupila potřeba využití vodních toků. To s sebou ale přinášelo obtíže, protože odlesňování na horních tocích řek znamenalo nejpozději od konce 13. století navýšení škod způsobených povodněmi a záplavami. Dalším negativním vlivem potom bylo ukládání sneseného inertního materiálu v řečištích, např. na dolní Ohři, který pak značně komplikoval voroplavbu (ŽEMLIČKA 2014a: 414).

Na konci kolonizace tedy ve vnitrozemí zůstaly jen menší části souvislých porostů a souvislá, zemědělsky využívaná krajina, z větší části již odlesněná se zastavila na okraji někdejšího pohraničního hvozdů. Takto Čechy zpodobňuje i nejstarší, tzv. Klaudyánova mapa z roku 1518 (obr. 2). To ovšem neznamená, že by pohraniční lesy tvořily jakousi neprostupnou hradbu, překračovala je řada cest a jejich bohatství bylo naopak do jisté míry využíváno (PODRÁZSKÝ 2014: 53)



obr. 2 Klaudyánova mapa Čech. KLAUDYÁN, M., 1518, Biskupská sbírka Litoměřice (Valdštejnská sbírka), sign. sine (výřez)

Kromě běžného hospodářského využití v okolí sídel, spojeného hlavně s chovem dobytka se jednalo o skutečnou prospektorskou činnost. Její doklady je nutné sledovat přímo na místě a v kontextu dalších znalostí. V tom se exponují zejména lokální autoři. V případě Trutnovska, kde byla kolonizace v podstatě ukončena roku 1262 vymezením farních obvodů (RBM II, č. 2671), například přináší souhrn informací o následném využití lesa na hůře přístupných, nebo hospodářsky nevyužitelných místech v okolí sídel relativně malé části Podkrkonoší. Místní nadšenci, s odborným vzděláním a výbornou znalostí okolí, tam nalézají a shromažďují doklady o prospekci a následné těžbě zlata i dalších rud, lesních řemeslech, zejména výrobě smoly a dehtu, počínajícím sklářství a využití vhodných hrnčířských hlín (WOLF, WOLF 2010).

### 3.2.6 Historie a středověká kolonizace z environmentálního pohledu

Environmentální historie je moderní vědecká disciplína, která se zabývá vztahem mezi lidskou společností a zbytkem přírody. Přitom je důležitý právě vztah součinnosti a ovlivňování. Na člověka je nahlíženo jako na součást přírody a její projevy se stávají

součástí dějin. Zkoumá se tak nejen vliv člověka na okolní prostředí, ale i vliv přírodních dějů na formování lidského společenství. K tomu je nutná spolupráce mnoha vědních oborů. Ty jsou nuceny svoje poznatky vzájemně korigovat a přejímat, takže výsledné informace nelze zpravidla přiřadit k žádné z výchozích disciplín. Následující informace jsou zpracovány podle učebnice „*Environmental History of the Czech Republic – Environmentální historie České republiky*“ (DANIEL et al. 2013).

Donald Worster vymezuje tři hlavní okruhy či směry environmentální historie: První okruh je zaměřen na výzkum samotného vývoje přírody a jejího fungování v minulosti. Na člověka je přitom nahlíženo jako na integrální součást ekosystému. Druhý okruh se zabývá popisem, interpretací a hodnocením výsledků interakce socioekonomické sféry s prostředím. Sem patří výzkum spojený s vývojem hmotné kultury a jeho vztahem ke změně prostředí. Třetí okruh zkoumá nehmotnou kulturu a její vztah k přírodě.

K získávání informací je možno využívat přírodní archiv a archiv lidské společnosti. Přírodním archivem jsou myšleny objektivní informace o působení přírodních procesů. Ty jsou zkoumány zejména v souvislosti s jejich působením na lidské výtvořky a prostředí pozměněné člověkem. K jejich správnému vyhodnocení je zpravidla nutná mezioborová spolupráce.

Archiv lidské společnosti zahrnuje široké rozpětí různých zdrojů informací, k nim řadíme písemné prameny, artefakty hmotné kultury, obrazová díla, audiovizuální záznamy, lingvistické prameny (např. místní jména) a narativní zdroje pamětníků. Zde je nutné se věnovat kritice pramenů, protože jen při přesné interpretaci zdrojů je možno vysledovat účel, pro který byly vytvořeny. K tomu je také nutná znalost dobových reálií, protože jen s ní je možno tyto prameny správně a přesně vyhodnotit.

Samotné environmentální dějiny Českých zemí ve středověku se odrážejí od interpretace obecně přijímaných tezí. V období 6. až 8. století bylo zalesněno asi 75 % rozlohy dnešního území. Od 9. století se stará sídelní oblast rozrůstá. V době od 11. do 14. století probíhala velká středověká kolonizace. Ta se vyznačovala záměrným rozšiřováním kulturní krajiny využitelné pro zemědělství. Nárůst zemědělské produkce souvisel jednak s tzv. „klimatickým optimumem“ v období 11. až 12. století a také s rozvojem technologií. Výsledkem pak byl nárůst počtu obyvatel. Ten se v tomto období projevil jako silně patrná vnitřní venkovská kolonizace, tedy zahušťování sídlištní sítě. Ve 13. století se při stálém tlaku přidává vnější venkovská kolonizace a osídlení proniká až do výšek nad 500 m. n. m. Vývoj osídleného území viz příl. 6.

V průběhu kolonizace bylo prostředí pozměněno a je možné odlišit tři hlavní typy krajiny – přirozené lesní ekosystémy, souvislá zemědělská krajina a krajinná mozaika střídající pole, louky, lesy a sídla. Nejvýznamnějším činitelem je potom lesní prostředí, protože na jeho úkor osídlení pokračovalo, ale na druhou stranu se tak zesiloval tlak na využití jeho zdrojů.



Přirozeným pokračováním lidské expanze pak bylo zahušťování významnějších lokalit a vznik měst. Ten s sebou následně nesl ještě vyšší nároky na využití přírodních zdrojů v okolí. Přirozená centra tak začala vytvářet geografickou síť, v návaznosti na funkčnost jednotlivých regionů, zejména s ohledem na dosažitelnost základních potravin a surovin.

Vzhledem k závislosti středověké společnosti na obilí byla drtivá část plužiny tvořena mozaikou polí, případně úhorů. Zbytkové lesy tak byly často intenzivně využívány jako lesní pastviny. Kopyta pasených zvířat poškozovala obnažené kořeny, které snadněji podléhaly houbovým chorobám. Semenáčky neměly šanci se uchytit. Pastevní les byl výrazně prosvětlený, tvořený pouze vzrostlými stromy, s vysokým podílem travních ekosystémů. Toulavá těžba měla za následek vznik řediny s nekvalitními druhy dřevin. Těžba dřeva na otop, prováděná nehospodárně sekyrou (vysoké pařezy – dále nevyužité) se na stavu lesů negativně projevila. Pro domácí účely (stavba, palivo) byly káceny především mladé stromy, jejichž zpracování a poražení nevyžadovalo přílišnou námahu. Specifickou formou hospodaření v lesích bylo také lesní polaření, kdy byly v lesním prostředí pěstovány zemědělské plodiny. Tento systém ale přispíval k rychlé obnově lesa na místech holosečí. Největší exploataci lesů ovšem znamenal rozvoj báňské a hutnické činnosti, o něco později sklářství a výroba potaše. Protože se lesy obnovovaly pouze přirozenou cestou, nebo byly využívány výmladkové lesy, bylo je nakonec před pastvou nutné chránit (DANIEL et al. 2013).

Tato práce akceptuje uvedená teoretická východiska. Výklad environmentálních dějin ve středověku je podrobněji zaznamenán s využitím mnoha dalších autorů z různých oborů. Pro tuto práci jsou cenná zejména díla, která se zabývají hlavně zemědělstvím a jeho vlivem na krajinu ve střední Evropě (např. SIEFERLE et al. 2006, SÁDLO et al. 2008)

### 3.3 Les

#### 3.3.1 Současná definice

V platné judikatuře se lesem rozumí: „...*lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa.*“ a v návaznosti: „...*lesními porosty stromy a keře lesních dřevin, které v daných podmínkách plní funkci lesa...*“ (§ 2, pís. a) a c) Zákona č. 289/1995 Sb., (lesního zákona) v platném znění). Užití této definice v právním smyslu je komplikované a velmi umělé (viz např. FLORA, 2001) a vůbec se nedotýká jakési obecné vizuální představy.

O moc lépe na tom nebudeme ani při použití „Lesnického slovníku naučného“: „*Les - velmi složitý heterotypický systém, který můžeme chápat jako lesní ekosystém či lesní geobiocenózu či fytocenózu. Pro všechny uvedené systémy je společné to, že v jejich rostlinné složce tvoří základní determinantní a edifikátorovou složku dřeviny stromovitého*

vzrůstu. *Existenčním celkem lesa je lesní ekosystém, tvořený složkou rostlinnou (fytocenóza), živočišnou (zoocenóza) a biotopem, což je abiotické prostředí lesa (ekotyp), živou složkou lesa ovlivněné a pozměněné. Dnes převažuje komplexní ekosystémové nazírání n les a jeho přírodovědným tříděním se zabývá typologie lesa.*“ (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2005).

Pro snadnější uchopení tématu se u nás vžila definice: „*Les je území (lesní porost), v němž rostou dřeviny (stromy), které dorůstají minimální výšky 5 metrů a zápoje korun alespoň 25 %*“ někteří autoři se snaží o hodnocení tohoto postulátu. J. Plesník například udává, že na světě bylo uveřejněno více než 800 definic, platných většinou pro určité podmínky. Z nich má obecnou platnost hlavně definice FAO (Organizace pro výživu a zemědělství při OSN): „*(les) je plocha souše větší než 0,5 ha se zápojem stromových korun přinejmenším 10 %, která není prvotně využívána pro zemědělské či jiné nelesnické účely.*“ Lesní správa Ministerstva zemědělství Spojených států amerických (USDA Forest Service) definuje les prostřednictvím 25 % zápoje korun stromů, naproti tomu Správa národních parků Spojených států (U.S.National Park service) pokládá za les porost stromů se zápojem přinejmenším 60 % (PLESNÍK 2016: 60).

### 3.3.2 Možnosti zkoumání středověkého lesa

Pro účely této práce je důležité poznání lesa jako nedílné součásti krajiny ve středověku. S postupným osídlováním a zúrodnováním této krajiny docházelo k neodvratné likvidaci lesa, ať už si jej představíme jakkoliv. Bohužel, až na naprosté výjimky, jako je např. výzkum Břežyňského rybníka (MEDUNA et al. 2010), nemáme přímé doklady o tloušťkové a druhové struktuře lesních porostů ve středověku.

K samotnému historickému nazírání na les je nutné přistupovat s rozvahou. Samotné slovo mělo ve staročeštině více významů. Do konce 15. století byly zachyceny tyto: les, dřevo, dříví, kmeny, klády, plavené dříví, vor (viz. Vokabulář webový, heslo les). Použití latinského slova „*silva*“ je ještě mnohem širší, viz kap. 3.3.7.

V evropském kontextu se pojmem les v jeho západoevropských a latinských ekvivalentech věnuje např. holandský ekobiolog Franciscus Wilhelmus Maria Vera (VERA 2000: 102–123).

U nás se tímto pojmem zabývá např. P. Szabó (2009: 23–28). Další práce tohoto autora přesahují do historické ekologie a také do „*archeologie lesa*“ (woodland archeology), která se zabývá archeologickým zkoumáním lesa - starobylého lesa (pojem dle SZABÓ, HÉDL 2010), jako zdroje surovin a materiálů pro lesní řemesla a běžné využití. Zkoumá také lesnická zařízení a objekty (školky, ohrady apod.) Tu je třeba odlišit od archeologie v lesním prostředí (z anglického „*archaeology in forest/woodland*“), která se zabývá relikty lidské činnosti poté, co byly opět zarostlé lesem.

Na tomto místě je třeba konstatovat, že archeologie v lesním prostředí je u nás poměrně opomíjená, protože se zde zpravidla nepřipravují nové stavby a nedochází tak k předstižným a záchranným výzkumům. Samotní lesníci pak v naprosté většině nemají dostatek informací k tomu, aby případně upozornily na možné zajímavé lokality. V zahraničí však existují programy, které zájemce z řad lesníků seznamují s možnými archeologickými relikty, viz např. příručka Hessenského lesního závodu (SIPPEL, STIEHL 2005).

### 3.3.3 Představa lesa ve středověku

Většina informací o lese a jeho prostředí ve středověku, kterou je možné u nás získat, je nazírána optikou historiků. To s sebou logicky nese důraz na jimi vytyčený okruh témat.

Středověký člověk vnímal svoje bezprostřední okolí a tedy i les pravděpodobně jinak než my, ale dnes je již přežitá myšlenka, že les by pro něj byl předpokládaným nebezpečným územím. „*les je také plný hrozeb, domnělých nebo skutečných nebezpečí. Je znepokojivým horizontem středověkého světa. Obklopuje ho, izoluje ho a svírá. Je povýtce hranicí, no man's land mezi panstvími, mezi kraji. Z jeho obávané „neproniknutelnosti“ zničehonic vystupují hladoví vlci, loupežníci, loupeživí rytíři*“ (LE GOFF 1991: 143). Tento názor vychází z tzv. l' écol' annales, kterou svými pracemi významně ovlivnil právě J. Le Goff. Ten již za svého života připustil, že jeho studium dobových pramenů mohlo být částečně ovlivněno raným romantizmem. Ten je umocněn zejména literárním klišé literatury vrcholného středověku, u nás zastoupeného zejména v tzv. Zbraslavské kronice (ŽITAVSKÝ, ŽITAVSKÝ 1952). Les je zde stavěn do protikladu s obdělávanou půdou a jeho vyčištění od zla zprostředkovávají velice často církevní osobnosti. Částečně také odráží i dobové ideály rytířských eposů, kde je (temný) les útočištěm různých forem zla, např. Píseň o Nibelunzích (POKORNÝ 1974). Do protikladu je možné postavit např. Kosmovu kroniku (KOSMAS 1975), starší o dvě stě let a nezasazenou tímto obecným literárním schématem. Zde jsou lesy součástí majetku běžného života a kromě pohraničního „*silva*“ je většinou přesně nazývá a ohraničuje.

Síla osobnosti Le Goffa ale udržela romantický směr nazírání jako většinový názor. Prostor pro odpůrce se tak objevil zejména po jeho smrti († 2014), kdy začaly diskuze nad jeho dílem, mimo jiné i o vnímání lesa ve středověku. Možná interpretace, z větší části ještě stojící na názorech le Goffa, ale s využitím dalších autorů se opírá o výklad pozdně středověkých tapisérií (ŠMAHEL 2014). Nejnovější shrnutí názorů, důkazů a polemik (KLIMEK 2014) spíše inklinuje k jinému náhledu, vycházejícímu z interdisciplinárního pohledu. Vývoj a možnosti mezioborového zkoumání zachytil zejména M. Agnoletti (2000: 1–20).

V žádném případě ale není pochyb o tom, že rozmanité ekologické prostředí lesa dovolovalo jeho různorodé hospodářské využití. Naprostá většina obyvatel měla zkušenosti se stavbou domů i budov hospodářského zázemí a pravděpodobně si i uměla vybrat vhodné stavební dříví. Už jen vyhledání jedinců stejného druhu, o přibližně stejné tloušťce, požadované délce a kvalitě kmene obnášelo nutnost prozkoumání a znalost části lesa v okolí budoucí stavby. Limitním také byla nutnost dopravy vhodného dříví. Na druhou stranu otop asi nebylo nutné získávat nutně přímo z lesa, předpokládá se zarůstání okrajů intravilánu vesnic křovinami a výmladky stromů, odkud také byla získávána letnina pro krmení dobytka (DRESLEROVÁ 2012: 216).

Vrcholný středověk také přináší rozvoj, tzv. lesních řemesel, tedy takových, která zpracovávají surovinu především dřevo přímo v lese, tedy draslářství (výroba potaše), uhlířství, dehtářství, výroba koptu a smolařství. Vzdáleněji by také bylo možno zařadit výrobu třísla a sklářství (WOITSCH 2010: 337–362). Stěžejní dílo J. Woitsche se zabývá zejména raným novověkem, ale některá zjištění lze vztáhnout již na vrcholný středověk, kdy došlo k rozvoji nových technologií. Na ty pak bylo nutné reagovat odbornějším zpracováním surovin i výsledného produktu.

Další užitek poskytoval les obecně v různých formách, např. pasením dobytka, nebo dalším využitím lesních trav, hrabankou pro podestýlku dobytka, ale i ceněných produktů, zejména lesních plodů, případně hub a medu.

### 3.3.4 Středověký les z hlediska přírodních věd

Z lesnického hlediska je středověká kolonizace jen krátkou epizodou v historickém vývoji lesa. I přes to ji ale reflektuje jako významnou změnu, zejména v souvislosti s výrazným odlesněním. Současné práce se zaměřují zejména na menší územní celky a je třeba se opřít o práce starší, dosud platné, jen v jednotlivých částech diskutované. Jedná se zejména o „*Přehled vývoje našich lesů*“ (NOŽIČKA 1957). Tato práce navázala na práci mnohem staršího autora - J. E. Chadta-Ševětínského (26.2.1860–15.3.1925), jehož stěžejní dílo je již více než sto dvacet let staré (CHADT-ŠEVĚTÍNSKÝ, 1895). Asi posledním souhrnným dílem, které představuje rozsah lesů i na mapových podkladech je „*Historical-ecological aspects of the Bohemian feudal state economy*“, viz (BOHÁČ 1988). Tuto tematiku v současnosti zpracovávají různí autoři z různých pohledů (např. ROČEK 2001).

Možnosti, které se lesníkům nabízejí podrobným studiem historických dokumentů a artefaktů zatím bohužel nejsou v tomto směru příliš doceněny. Současný zájem o mezioborová studia ale přináší nové možnosti poznávání a spolupráce. Významným počinem proto bylo soustředění a komparace geologických a fytoecologických dat, ze kterých byla vytvořena „*Mapa potencionální přirozené vegetace České republiky*“ (NEUHÄSLOVÁ et al. 1997).



V naší literatuře je tak stále ještě nutné vyhledávat poznatky po částech, ve výsledcích jednotlivých oborů. Naštěstí jsou dějiny osídlení u nás dostatečně zajímavým tématem a různí odborníci se k němu vyjadřují. Souhrnné informace mezioborového zkoumání jsou také stále častěji součástí konkrétních místních výzkumů (např. BENEŠ et al. 2006)

Samotná podoba středověkého lesa nám zatím zůstává skryta, i když je možnost např. z pylových diagramů odvodit druhové složení a ze zkoumání klimaxových lesů i tloušťkové a věkové složení dřevin. Pedologické a fytoecologické rozborby by pravděpodobně získaly poznatky o složení bylinného, případně keřového patra. To však nestačí, jak les skutečně vypadal na pohled, bychom museli složitě odvozovat z analogií. To by v současnosti mohl být problém, protože některé způsoby středověkého hospodaření a využívání lesa nám mohou zůstat skryty a i ty které známe, nejsou dostatečně prozkoumány.

Dalším aspektem, který pravděpodobně středověký člověk vnímal odlišně je samotný vzhled lesa. Většina odborníků se shoduje na tom, že neexistovala ostrá hranice lesních pozemků, ale že pole a pastviny postupně přecházely do formy vysokého porostu, přes méně využívané plochy a křoviny. „*Hranice mezi lesem a polem nemusela být kontrastní, v německé literatuře se dokonce mluví o „lesopolním střídavém hospodářství“ (Wald-Feld-Wechselwirtschaft). Na to reagují obraty jako „pole orná a neorná“ (agri culti et inculti)*“ (ŽEMLIČKA 2014a: 105). Dalšími možnými popisy těchto „přechodových částí“ jsou „*silva rudi et silva extirpata*“, tedy lesy nevzdělané i vykloučené, nebo „*dimidium mansum agrorum vel rubetum seu terre agros redigende*“, čili „rubeta“, země jež má být přeměněna v pole. Možným výrazem je také „*virgultum*“, křoví, případně nízký les.

S určitou pravděpodobností je možné tvrdit, že v pozdějších fázích kolonizace byly některé vesnice a osady v nížinách obklopeny pouze užitkovým nízkým lesem, vhodným pro získání topiva, případně krmiva, trpěly ale nedostatkem vhodného stavebního dříví. Celkově začalo být nutné dopravovat konstrukční a později i palivové dřevo z větší vzdálenosti. To je jedno z možných vysvětlení mýcení lesů v okolí vodních toků vhodných pro voroplavbu.

### 3.3.5 Bezlesí jako součást krajiny

„*V dobách pradávných, jak dle popisů starých historiků, tak dle četných místních jmen upomínajících na les, lesní stromy a lesní práci, byla země Česká skoro celá, vyjma rovin v dolním poříčí Labe, Vltavy a Ohře porostlá velkými, hlubokými lesy*“ (CHADT-ŠEVĚTÍNSKÝ 1895: 90). Tento, opravdu již archaický názor je již překonán a odborná literatura akceptuje existenci nezalesněné krajiny i na našem území. „*Osídlení našich zemí do konce 12. století bylo poměrně ještě řídké a soustředovalo se ponejvíce na oblasti bezlesých spraší nebo krajiny jen málo zalesněné.*“ (NOŽIČKA 1957: 30). Pro přijetí tohoto názoru širší veřejností je rozhodně významná následující zmínka v učebnici pro vysoké školy humanitního zaměření. „*Stejně tak si nelze představit neosídlenou krajinu*

*jako kompaktní plochu lesa, ale jako střídání hustých a řídkých porostů s planinami.“* (PETRÁŇ et al. 1985: 328)

Mnohem zajímavější a složitější diskuze je vedena okolo reálného rozmístění a rozlohy bezlesí a to nejen ve střední Evropě. Většinu relevantní literatury k tomuto tématu je soustředěna v přehledu M. Hejcmána (HEJCMAN et al. 2013b). Někteří domácí autoři připouštějí existenci přirozeného bezlesí v našem prostředí pouze na extrémních stanovištích – alpinských holinách, subalpinských nivách, některých typech drovin, suchých trávnicích, vřesovištích, rašeliništích a v okolí lučních pramenišť bez tvorby pěnvců (CHYTRÝ et al. 2001). Na druhou stranu je jisté, že na našem území nevznikla žádná opravdu rozsáhlá krajina stepního typu. *„Morfologie terénu, zejména rozložení plošin, svahů a niv nedovoluje v prostřední střední Evropy vzniku souvislé stepi ale spíše různorodým lesním a travnatým plochám“* (MARTINOVSKÝ 1984).

Proto je nutné vyhledat obsáhlejší odborné práce, které obsahují i věcnou argumentaci. *„...existují dva tábory, z nichž jeden je přesvědčen, že ve střední Evropě došlo v holocénu k téměř úplnému zalesnění ještě před neolitickou kolonizací, kdežto druhý předpokládá, že neolitičtí rolníci ještě měli možnost osídlit různě velké zbytky původních staroholocénních stepí...“* (LOŽEK 2004: 8). V. Ložek pak dokazuje „dvojkolejnost“ vývoje. Místa neobdělávaná neolitickými zemědělci jsou postupně zarůstána lesem, zatímco obdělávané plochy se naopak rozšiřují a přeměňují v kulturní step. Na území Čech předpokládá bezlesí na základě geomorfologických vlivů na skalních stepích na nekarbonátovém podkladu i na vápencích a dolomitech, dále na hlubokých půdách, zejména v dolním Poohří, kde vytváří stepi a suché trávnické a na otevřených mokřadech a nivách.

Podrobnější pohled, založený na sledování ekologických fenoménů se příliš neliší, bezlesí dále připouští jako součást pískovcového fenoménu – na prudkých svazích, po odtržení stromků. Dále na slínovcovém fenoménu vlivem zvětrávání a sesuvů nadložních opukových tabulí a podobně na neovulkanitovém fenoménu, kde je vázáno na volné sutě a droliny a skalní výchozy, jižní až jihozápadní svahy a vrcholovou část (vrcholový fenomén). S bezlesím jako zcela převládajícím prvkem je třeba počítat ve fenoménu otevřených sutí. Bezlesí na skalních výchozech může být pozorováno i v souvislosti s říčním fenoménem a na něm také zarůstající slepá ramena, tůň a močály v nivách velkých řek udržované záplavami. Zmiňuje také váté písky a slaniska. K černozemním stepím se vyjadřuje takto: *„Vznikly pod otevřenými stepními travinobylinnými porosty a protože byly v mladším holocénu uměle udržovány odlesněné, zachovaly se v černozemní oblasti stepní společenstva, která mají reliktní charakter“* (KUČERA 2005).

S tím, jak se v čase prohlubuje znalost historie, stoupá počet autorů, kteří se domnívají, že v krajině se určité úseky bezlesí určitě vyskytovaly. Rozhodně ale není ukončena diskuze o tom, jak mohly být tyto plochy rozsáhlé a nakolik se s nimi mohli setkat první zemědělci. Ještě mnohem složitější by bylo odpovědět na otázku, zda kolonizační činnost probíhala na

zarostlých a lesnatých pozemcích, nebo zda kolonisté v některých místech nemuseli vůbec odstraňovat vzrostlý porost.

### 3.3.6 Teorie velkých herbivorů

Na podobě krajiny, zarostlé lesními porosty se tedy promítaly i další vlivy. Kromě popsáných biotopů, vytvářejících bezlesí nelze opomenout také výrazný biologický tlak na krajinu. I když si vlivu fauny na proměnu prostředí povšimli různí autoři, stěžejní je zejména práce „*Grazing ecology and forest history*“ (VERA 2000).

V této knize autor předkládá analýzu vývoje lesa na různých místech Evropy, sleduje sukcesí některých druhů a v případě dubu letního (*Quercus robur*), dubu zimního (*Quercus petraea*) a lísky obecné (*Corylus avellana*) ukazuje provázanost životního cyklu, zejména v juvenilní fázi, s prosvětlením lesa. Na mnoha příkladech opět dokazuje, že prosté pasení dobytka nemůže být strůjcem řídkého lesa s nízkým zapojením korun. Vyslovuje tedy domněnku, že tuto funkci plnili velcí herbivoři, tím myslí zejména divoké koně (*Equus ferus*), pratury (*Bos primigenius*) a zubry evropské (*Bison bonasus*), v rámci svého přirozeného chování. Druhům běžným i v současnosti – jelenu evropskému (*Cervus elaphus*), daňku skvrnitému (*Dama dama*) a losu evropskému (*Alces alces*) přikládá mnohem menší význam. Ačkoliv ji tak sám autor nikde nenazývá, používá se pro tuto myšlenku v češtině označení „teorie velkých herbivorů“. Rozdělení zmíněných býložravců na spásače a okusobače podle F. W. M. Very viz příl. 7.

Ve své práci si autor všímá i úlohy lesní zvěře, větší úlohu ale připisuje už jen praseti divokému (*Sus scrofa*). Předkládá také názor, že po vytažení velkých herbivorů jejich úlohu částečně převzal domácí dobytek. Možná je škoda, že se ve své práci podrobně nezabývá činností bobra evropského (*Castor fiber*). Některá díla bobrů totiž dosahují značných rozměrů, a to jak výškou hráze a plochou zadržené vody, tak i množstvím spotřebovaných dřevin (POKORNÝ 2011: 227).

Tato teorie dává východiska k dalším možnostem zkoumání vývoje lesa v Evropě. V České republice je jedinečná možnost ověřit některé vlivy velkých herbivorů na krajinu, protože se podařilo v bývalém vojenském prostoru Milovice introdukovat zebra (DOSTÁL et al. 2012), znovušlechtěného pratura (STOKSTAD 2015) a exmoorského ponyho (JIRKŮ 2016), jako zástupce primitivních koní. V současnosti je prováděn rozsáhlý výzkum vlivu těchto kopytníků na vývoj krajiny, ale také komplexně na životní prostředí. Podobné pokusy se rozvíjejí i v dalších lokalitách.

### 3.3.7 Exkurz k pojmu „silva“

Historici, kteří zpracovávají okruh témat spojených se středověkou kolonizací, velice často využívají písemné doklady spojené s majetkovými převody. Mezi nimi lze nalézt i takové, které se týkají lesa, respektive lesních pozemků. I přes zdánlivou jednoznačnost interpretace je nutné každou listinu i informaci ověřit. Lehce by totiž mohlo dojít k nepřesnostem a omylům.

Je možno uvést jeden z nejčastěji jmenovaných příkladů „les a statek Borek“, tedy „*silve et predii in Borek*“. Ten byl již také autorem této práce částečně zpracován (ROSENBERG, KARLÍK 2017). Jedná se o listinu z 25. 8. 1233 (CDB III/1, 43: 43). V záznamu jde o to, že král Václav I. rozhodl spor mezi syny Wolframa Schenka ze Schenkenberku (královští číšníci, v té době dědičně, s dolnorakouským původem), řečeným Pincerna, s klášteřem v Želivě a „aby byl klid v zemi“, uděluje les a majetek klášteřu.

Co je však v listině důležité, je poměrně přesné vyjádření polohy i hranic sporných pozemků: „*Hii autem sunt termini silve et predii in Borek: A dextra parte vie Humpolcensis qua itur in Moraviam, per montem Rozocatech et ab ipso monte ad viam, que vocatur Nahaber, et per eandem viam Nahaber usque ad ryvulum Zmrytsna, qui ryvulus sicut Gyglauam influit, ab inde per ascensum fluminis Gyglave usque ad locum illum, ubi ryvulus Otvirna ipsum flumen influit, ab inde per ascentum eiusdem ryvuly usque ad ortum, ab inde spacio interposito oritur ryvulus Wizkidna, qui ryvulus sicut Cletecsnam influit...*“

Pro lepší porozumění, v překladu H. Skřekové: „Toto pak jsou hranice lesa a pozemku/statku v „Borku“: z pravé strany cesty „Humpolecké“, která se táhne na Moravu přes horu „Rozocatech“ a od této hory k cestě, která se nazývá „Nahaber“, a přes tuto cestu „Nahaber“ až k potůčku „Zmrytsna“, tento potůček vtéká do „Gyglauam“, odtud přes stoupání řeky „Gyglave“ až k tomu místu, kde se potok „Otvirna“ vlévá do té samé řeky a odtud přes stoupání téže řeky až k prameni, odtud poté co se ponechá prostor vzniká potůček „Vizkydna“, tento potůček se vlévá do „Cletecsnam...“

Všechna místopisná jména jsou v latinském textu uvedena v přepisu slovanských (staročeských) označení. To je svým způsobem lákavé pro pokus o identifikaci jednotlivých míst. Asi nejpodrobněji se této problematice věnuje dizertační práce P. Hejhala (HEJHAL 2009). Ten také uvádí i starší zmínku o tomto lese, z 8.5.1226, z listiny papeže Honoria III., i když bez uvedení lokace a hranic (CDB II, 281: 274). V jeho práci jsou jednotlivá zeměpisná označení interpretována takto:

Borek - les, uvádí fotografii porostu severovýchodně od Jihlavy (str. 300), pozemek/statek nebere v úvahu.

via Humpolcensis - Humpolecká stezka, s odkazem (DOBIÁŠ, 1927), směr Humpolec, Krasoňov,

Kalhov, Větrný Jeníkov, Bílý Kámen, Vyskytná nad Jihlavou/Plandry, Jihlava.

Zhruba dnešní silnice II/523 s odbočkou k Vyskytné a Plandrům (str. 100)

Rozocatech - asi Rozsochatec, hora Skalky, 708 m.n.m. SV od Větrného Jeníkova (str. 360) via Nahaber - Haberská stezka, s odkazem (VÁVRA, 1969), od 13. století můžeme předpokládat trasu mezi Jihlavou a (Havlíčkovým) Brodem zhruba ve směru dnešní silnice I/38 (str. 80)

Zmrytsna - Smrčenský potok (str. 360)

Gyglaua - řeka Jihlava (str. 363)

Otvirna - Jedlovský potok (str. 360),

Wizkidna - Jiřínský potok (str. 360)

Cletecsnam - Jankovský potok, nesprávně Hejnický (str. 360)

Autor také využívá a částečně upravuje starší mapku vymezeného území (MĚŘÍNSKÝ 1982). Výsledná mapka však v některých ohledech není zcela kompaktní a průběh části hranice lesa je sporný. Při osobní konzultaci P. Hejhal upozornil na publikaci, kterou při tvorbě práce neznal a která přinesla další poznatky. Navíc byla sepsána autorem, který v místě žil a dobře znal, jak místní názvy, tak i geografii (RICHTER 1953). S pomocí tohoto tisku a dalším podrobným zkoumáním mapových podkladů bylo možno předchozí údaje doplnit nebo pozměnit následovně.

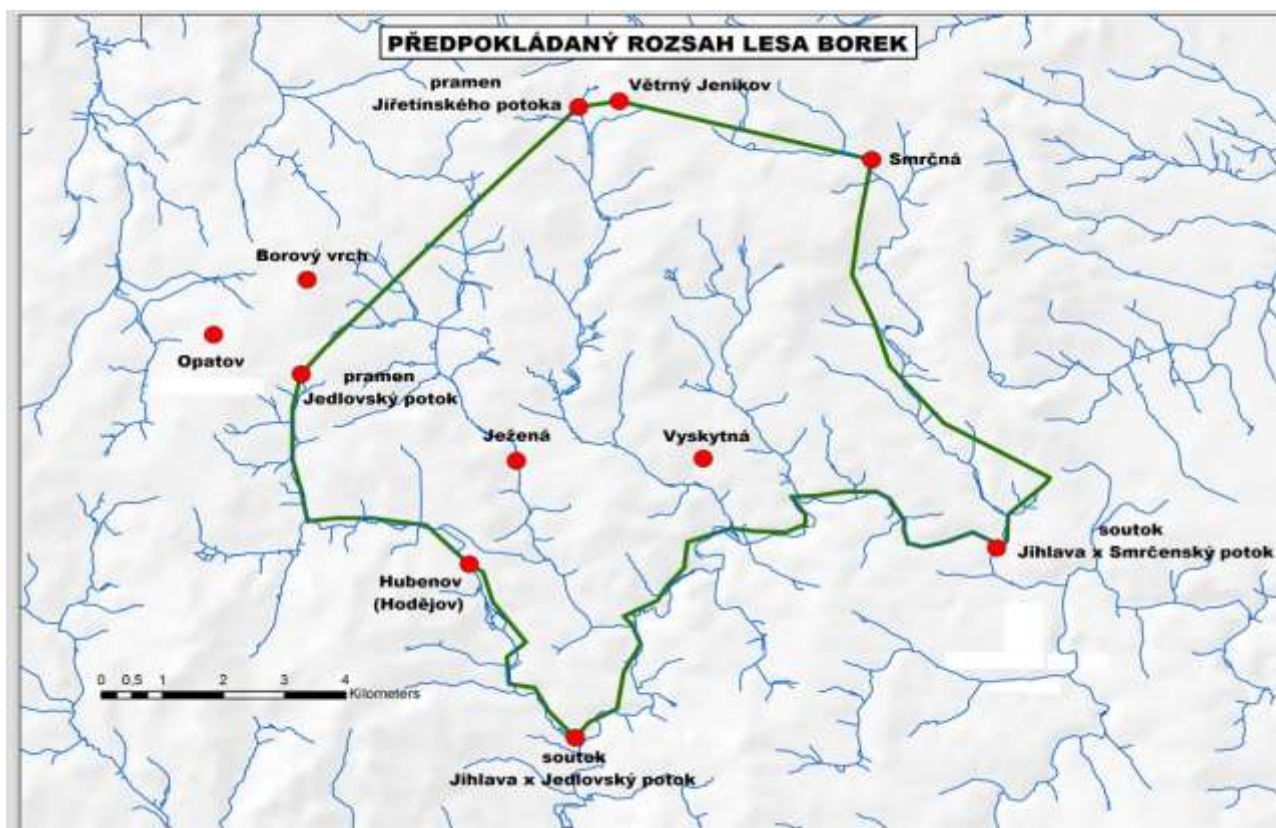
Borek - Možné refugium porostu na „Borovém vrchu“, západně od obce Zbilidy, západně od Jihlavy via Humpolcensis - Humpolecká stezka, spíše průběh Humpolec, Krasoňov, labskodunajské rozvodí, východně od kopce Boroví (Borku) a Rozsochatce, údolí řeky Třeštice, Kostelec, Hodice, Studnice, Volevčice, Radkov, Dačice, Lovětínský Újezd, Branišov, Jezdovice (Hvězdovice), Rozocatech - pravděpodobně JV od Větrného Jeníkova, Peklo (kóta 699), které má několik výběžků.

Po tomto zpřesnění bylo možno vytvořit mapu, která je pravděpodobně přesnější. Opět s využitím zmíněných prací je možné se pokusit vložit do této mapy prokazatelně osídlená místa. Těmi jsou Větrný Jeníkov, „Genikow“ v záznamech od roku 1149 (FRB II, 490), Hodějov „Hodiegow“ zaniklá osada, splynula s Hubenovem (ROUBÍK 1959), Vyskytná nad Jihlavou „Wiskidna“ a Ježená u Vyskytné nad Jihlavou „Jesena“, všechna v záznamech od roku 1226 (CDB II, 281: 274) a také Smrčná, „Smirna“ a Stará Jihlava (osada v okruhu kostela Sv. Jana Křtitele, v záznamech od roku 1233 (CDB III/1, 43: 43). K těmto místům je třeba ještě s velikou pravděpodobností počítat nejméně Opatov, o kterém je zmínka až k roku 1289, ale musel jistě existovat dříve (PLAČEK 2017) a také Kostelec (něm. Wolframs) a Rančířov nejpozději 1288 (RICHTER 1953: 20).

Při promítnutí těchto míst do mapy hranic „lesa Borek“ je možno zjistit následující souvislosti. Ves Opatov leží správně na hranici území, neboť jistě patří jinému majiteli a vsi Kostelec a Rančířov, leží na druhé straně řeky Jihlavy, ty také prokazatelně k majetku nepatří, i když původně je vysadil stejný lokátor Wolfram. Na hranici vymezeného území pak leží ještě osady Jeníkov, Smrčná a současný Hubenov.

V prostoru uvnitř vytyčených hranic pak leží Vyskytná a Ježená., viz obr. 3.





obr. 3 Předpokládaný rozsah lesa Borek. (ROSENBERG, KARLÍK 2017)

V této souvislosti je nutné se vrátit opět k původní listině a zápisu v ní. Bohužel neobsahuje tzv. pertinenciální formulaci, tedy soupis všeho, co k majetku patří. I tak je ale možné se domnívat, že popis „*silve et predii*“ úplně nevystihuje situaci. Tento údajný les a statek je nejen velmi rozlehlý, ale jeho hranice je narušena extravilánem několika vsí a dvě osady jsou přímo uvnitř tohoto lesa. Pokud ještě vezmeme v úvahu nutné komunikace, je jisté, že se rozhodně nejednalo o souvislé neobydlené území a nutnou součástí již byly vykloučené a obdělávané plochy.

Na druhou stranu, při podobných soudech, je vždy nutná opatrnost a dobrá znalost místních podmínek. Pro toto tvrzení je možné využít příkladu Smrčné, kdy je možné se dočíst o jejím znovuvysazení roku 1303 v souvislosti s hornickou kolonizací. Další prameny mluví dokonce o dvou osadách téhož jména. Celá problematika je již přehledně zpracována, včetně překladů latinských listin (VILÍMEK 2003).

Zdá se, i v dobovém kontextu, že královské kanceláři zůstala obydlená místa utajena, nebo s nimi prostě nepočítala. To se jeví přinejmenším zvláštním, vsi uvnitř lesa byly totiž nejen vysazeny, ale byly hospodářsky činné. Zmínka o nich totiž dokládá příslušnost k placení desátku právě kostelu Sv. Jana Křtitele v (Staré) Jihlavě. Možným důvodem, proč se s nimi nepočítá je pak právě jejich neziskovost.

Naprostým opakem vnímání, než u lesa Borek, je listina ze 6. srpna 1238, která uvádí: „*silvam Probostow cum villis quibusdam infra collocatis*“, tedy: „les Proboštov s vesnicemi v něm usazenými“ (CDB III.2, č. 196: 251). Jde o prodej tohoto lesa kladrubským proboštem Mladotou jakémusi Svatoborovi „*bone memorie*“ a listina vypočítává i další součásti: „...*cum pratis, silvis, aquis, piscationibus, venationibus, agris cultis sive incultis...*“, tedy louky, lesy, vody, loviště ryb i zvěře, pole orná i neorná...

S ohledem na všechny zmíněné informace je možno tvrdit, že středověké využití pojmu les a v případě Borku i statek, je mnohem volnější než dnes. Analogicky je možné využít i příklad vykácení lesa v Bylanech u Kutné Hory uvedený v kapitole 3.3.4. S ohledem na tyto historické skutečnosti je třeba velmi opatrně vytvářet závěry a pracovat s nimi. Zároveň je také možné poukázat na skutečnost, že v dobovém kontextu není věnována pozornost bezlesí, případně dalším volným plochám, pokud jsou chápány jako organická součást většího lesního celku.

## 3.4 Sekyra

### 3.4.1 Pojem sekyra

Sekyra je jedním z nejznámějších a nejpoužívanějších nástrojů, který si kdokoliv může lehce představit. Je tedy až s podivem, jak málo se jí věnuje odborná literatura a to ve všech intencích.

Již samotný název nemá jednoznačnou formu, platná pravidla českého pravopisu připouštějí variantu „sekyra“ i „sekera“ (HLAVSA 1999: 274). Aby byla v této práci zavedena jednotná forma slova, byla zvolena metoda nejstarší písemné zmínky.

Z dostupných informací bylo zjištěno, že dříve byla s největší pravděpodobností použita forma „sekyra“, respektive „*sěkyra*“ a to v tzv. Dalimilově kronice (nejdříve 1309, nejpozději 1330), viz kap. 60 verš 33 (BLÁHOVÁ 1988: 101). S tím koresponduje i výraz „*Zekiran*“, tedy osada Sekyřany (u Stodu, panství Chotěšov) jejichž název se objevuje v latinském textu, s přepisem slovanských jmen, z roku 1253 (CDB V.1, 12).

Oproti tomu nejstarší, autorem nalezená, zmínka ve tvaru „sekera“ pochází až z roku 1420 ze souboru „*Kázání dzikovská na okruh de sanctis*“ (fol. 124r–221r). Všechny části této práce, sepsané autorem, budou tedy důsledně používat tvar „sekyra“ u citací a převzatých statí bude název použit v původní formě.

### 3.4.2 Popis sekyry

Popisu sekyry, právě pro její obecnou znalost, je v současných běžných sdělovacích prostředcích věnováno jen velmi málo pozornosti, viz např. heslo „sekera“ v největší internetové encyklopedii v českém jazyce: „*Sekera je ruční pracovní nástroj, používaný především k opracovávání dřeva sekáním... Skládá se z topůrka a hlavy sekery...Hlava sekery má obvykle tvar klínu s otvorem, které se nazývá oko, v němž je pak pevně vsazeno topůrko. Topůrko tvoří rukojeť nástroje, jedná se de facto o krátkou násadu tohoto nástroje. Topůrko bývá v oku hlavy nástroje fixováno klínkem, hlava sekery pak může být ještě dodatečně fixována pomocí podlouhlé plechové bezpečnostní zarážky, která se vkládá do oka v hlavě sekery a je pevně spojena s topůrkem (obvykle je připevněna šroubky)...“ (Wikipedie, heslo sekera). Do jaké míry je tímto popisem nástroj vystižen je diskutabilní. Mnohem více prostoru je věnováno popisu jednotlivých činností se sekyrou a řemesel, která ji používají.*

Lépe by tedy pravděpodobně bylo využít starší (a podrobnější) popis: „*Sekera, nástroj, kterým se osekává, štípe a upravuje především dřevo, pak i jiné látky, jako maso, kosti atd. Působí jako klín rázem ku předu hnáný, jenž tím hloub vniká, čím větší byl úder a čím menší je úhel stoupání. Novější s-ry rozmanitě se přizpůsobují druhům práce při jednotlivých řemeslech. Skládají se z čepele s okem či uchem, do něhož zasazeno je topůrko ze dřeva houževnatého, jasanového, habrového neb amerického dřeva hikoryového. Čepel skládá se z brady podle okolností různě široké, jež zakončena je ostrím. Často bývá nad okem ještě čelo nebo ploska neb čepec, tak že lze užívati s-ry, obrátí-li se, také jako kladiva. S-ry hotoví se vykováním kusu železa do potřebné šířky a délky, kus pak se přehne v polovině délky a v přehybu upraví se oko čili otvor čepový, kdežto mezi rozvěřené konce výkovku zavaří se kus ocele na vytvoření ostří. S-ry pak se kalí, popouštějí, zabrušují a hladí. Zabroušení ostří bývá buď jednostrané, na stranu pravou nebo levou, nebo oboustrané. Tohoto druhu jsou s-ry na dříví čili dřevné s čepelem velmi silným. S. řeznická má ostří velmi dlouhé a je známa pod jménem širočina neb také bradatice. Podobných s-er užívají též tesaři kromě teslice čili dlabatky s ostrím napříč, tak jako u motyčky, úzké tesáčky, dlouhé hlavatice č. oštěpačky kampovačky na začepování aj. Pláři dělají díry do klad dlabáčkou a podobně též koláři, truhláři, bednáři, pokryvači atd. užívají zvláštních s-er pro určité druhy práce“ (OTTO 1904, heslo sekera).*

Je tedy nutné uvést, že na hlavě sekery je třeba si všimnout zejména částí a míst, které určují použití nástroje. Tím je zejména ostří, správněji řezný klín s řeznou hranou, rovnou, nebo častěji konkávně vyklenutou, přecházející do líce sekyry. Tyto části tvoří čepel sekyry a určující je zejména úhel, do kterého je vybroušena. Oko sekyry by nemělo být okrouhlé, ale spíše trojúhelníkové.



### 3.4.3 Sekyra jako řemeslnický nástroj

Samotný popis nástroje sklouzává k příkladům jeho využití a jmenování činností a řemesel, ve kterých je sekyra jako jeden z hlavních nástrojů využívána. Nejčastěji bývají jmenována tato: dřevorubectví, tesařství, řeznictví a historicky i vojenství. Potom truhlářství a příbuzné obory jako je např. kolářství, bečvářství, bednářství, soustružnictví, výroba mís a necek, nebo třeba náprav k vozům. Populární je také užití sekyry jako popravčího nástroje. Méně často je vzpomínáno sekernictví (výroba dřevěných soukolí, pohonů a strojů) a dnes je již zapomínáno např. na vorařství, loďařství, kamenictví ale i uhlířství, dehtářství, kamnářství apod. Sekyry ve své práci také využívají např. hasiči a důlní záchranáři. Jako pracovní a zároveň umělecký nástroj ji využívají i sochaři.

Právě z důvodu šíře činností a množství jednotlivých řemesel, které jako svůj pracovní nástroj sekyru využívají, by bylo poměrně náročné vytvořit jednotnou typologii, nebo alespoň základní přehled typů a skupin používaných sekyr. V tomto směru vybočuje práce „*Tesařské sekery, nástroje tesařské technologie*“ (ŠTAJNOCHR 1978, 1979), která se podrobně zabývá nejen samotnými nástroji, ale i obecnějšími pravidly jejich využití a popisu jednotlivých technologií. K tomu využívá poznatky z recentních zdrojů v době vzniku, zejména z prvků lidového stavitelství.

Je nutné zdůraznit, že nejen tesařství, ale většina jednotlivých řemesel používá sekyru, často i více sekyr společně, různě specializovaných, tvarově i váhou odlišných. Používaných typů a odlišností je příliš mnoho a jejich podrobný popis na tomto místě není možný. Vzhledem k zaměření této práce bude pozornost věnována zejména sekyrám dřevorubeckým.

### 3.4.4 Sekyry v současnosti

#### 3.4.4.1 Dřevorubecké sekery

Pro dřevorubeckou sekyru je relevantní popis zejména v odborné lesnické literatuře. Je zajímavé, že ta současná často dřevorubecké sekery nijak zvláště nerozděluje a nečlení podle použití. Pravděpodobně je to dané tím, že sekyra již není hlavním pracovním nástrojem dřevorubce, ale právě pro svoji univerzálnost slouží k řadě úkonů.

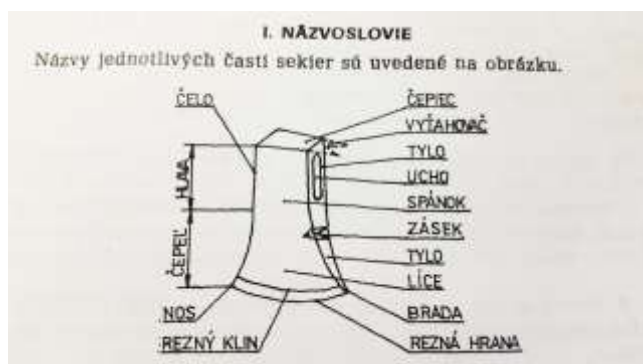
*„Toto historicky nejstarší nářadí používané člověkem k těžbě a opracování dřeva je schopno pracovat kolmo, šikmo i podél dřevních vláken a může sloužit k řadě úkonů: podtínání, osekávání, vytváření záseků, odvětvování, štípání i k pomocným pracím při práci s motorovou pilou. Pro jednotlivé činnosti jsou vyvinuty sekery speciálních konstrukcí. Sekera se skládá ze dvou částí, které tvoří jeden celek. Hlavní částí sekery je klínový ocelový nástroj – samotná sekera – do jejíhož otvoru (oka) v hlavě je nasazeno*

topůrku. Pracovní část sekery – čepel – je zakončena břitem. Boční stěny čepele – líce – bývají vhodně zabroušeny do oblého tvaru (bříško) usnadňujícího pronikání sekery do dřeva “(ČERNÝ, NERUDA 1999: 6).

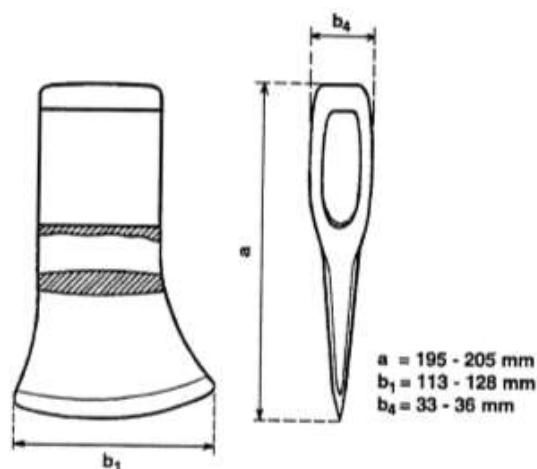
Veškeré názvosloví použité v této práci, kromě přejatých pasáží, striktně odpovídá ČSN 22 5101 (Sekery. Technické předpisy.) Původní norma je, v souladu s tehdejšími předpisy, ve slovenském jazyce, ale české termíny, pro názvosloví jednotlivých částí hlavy sekery, není složité odvodit, viz obr. 4.

Normalizované typy, ve smyslu ustálené a obecně rozlišované, neboť žádná norma ČSN ani ISO toto neřeší, jsou sekery podtínací, odvětvovací, univerzální, štípací, osekávací a kalače. Ty se liší samozřejmě použitím, dále velikostí i váhou hlavy sekery a také tvarem a úpravou výbrusu ostří i délkou a hloubkou oblouku řezné hrany.

Sekyra podtínací se používá k vysekávání záseku, kořenových náběhů, k odstraňování tlusté borky nebo k podtínání tenkých stromů. Čepec je úzký a zaoblený. Nos i brada jsou rovněž zaobleny a relativně kratší. Větší hmotnost sekery zvyšuje dopadovou energii. Ostří má mírně rozšířený a konkávní tvar, zpravidla osově souměrný. Náběh líce je vyklenutý, což usnadňuje vyhazování třísky, viz obr. 5.



obr. 4 Názvosloví sekery. podle ČSN 22 5101

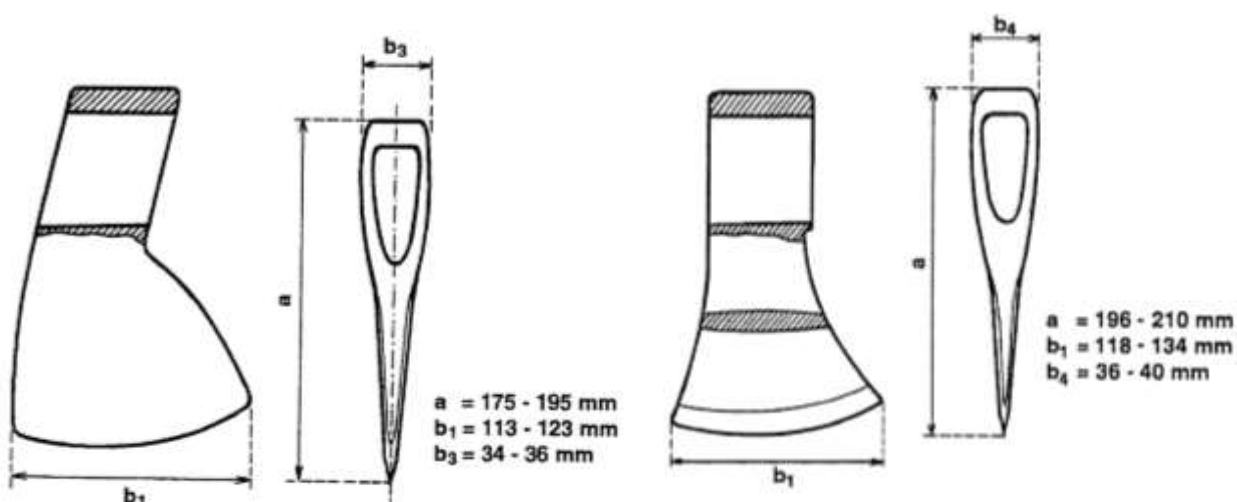


obr. 5 Sekyra podtínací. (ČERNÝ, NERUDA 1999: 9)

Sekyra odvětvovací (řídčeji osekávací) je lehčí než sekyra podtínací, má delší ostří s malým poloměrem zakřivení a malé nebo nevýrazný náběh líce. Celá čepel je úzká. Hlava sekery se nasazuje mírně šikmo směrem k topůrku, viz obr. 6.

Sekyra univerzální je kombinací tvaru a rozměrů sekery podtínací a odvětvovací. Má široké obloukovité ostří. Líce je výraznější, zaoblená, brada protažená do špičky.

Má všestranné použití, viz obr.7.

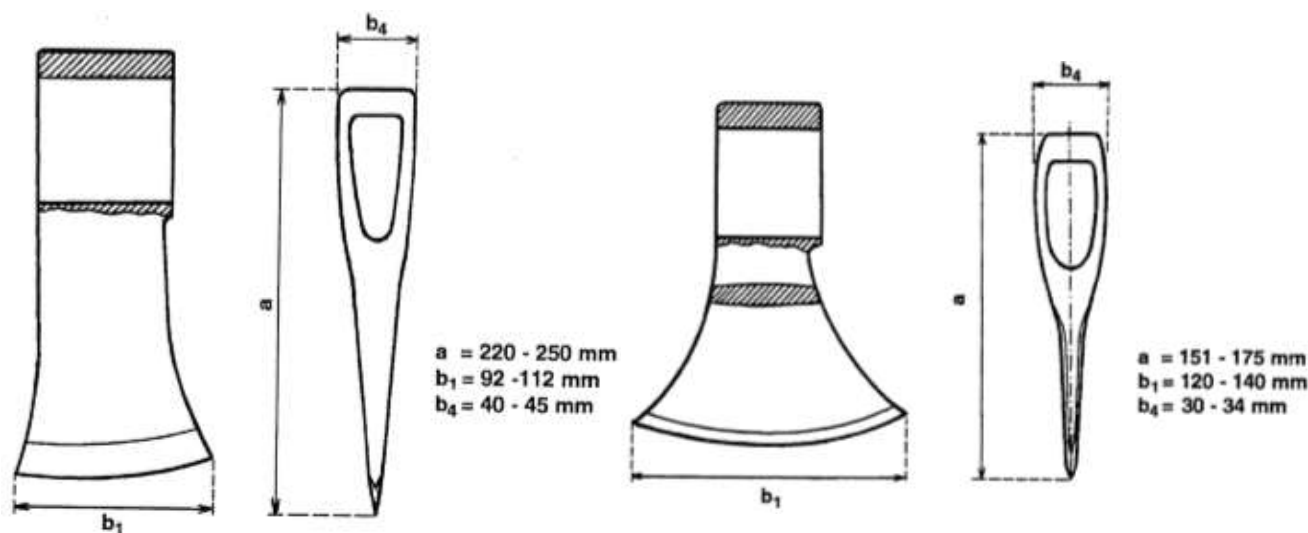


obr. 6 Sekyra odvětvovací. (ČERNÝ, NERUDA 1999 : 8)

obr. 7 Sekyra univerzální. (ČERNÝ, NERUDA 1999:10)

Sekyra štípací se používá ke štípání polen. Je ze všech seker nejdelší, užší a s nepatrnou lící. Je těžší, s užším ostřím s velkým poloměrem zakřivení. Brada i nos jsou nevýrazné. V hlavě je zesílena a podobá se klínu, viz obr. 8.

Sekyra osekávací je dobře ovladatelná jednou rukou. Tvarem se podobá univerzální sekyře. Má výraznější vějířovité ostří. Používá se k odsekávání tenkých větví, při práci v pročistkách apod. viz obr. 9.

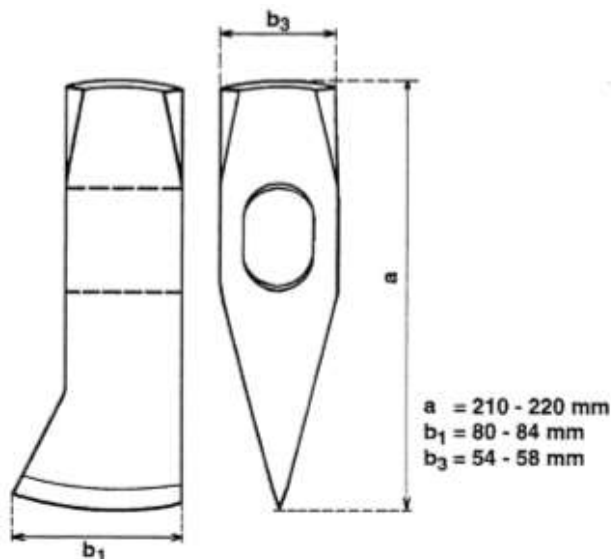


obr. 8 Sekyra štípací. (ČERNÝ, NERUDA 1999: 9)

obr. 9 Sekyra osekávací. (ČERNÝ, NERUDA 1999: 8)

Dřevorubecký kalač (štípací kladivo) je kombinací štípací sekyry a ocelové palice. Má masivní, ale úzké ostří s ostrou patkou, aby dobře držel ve dřevě. Čepec je jen málo zakalen, aby se neodštěpovaly ocelové ořepy. Používá se ke štípání tlustých polen a k

zatloukání klínů při kácení nebo štípání., viz obr. 10.



obr. 10 Dřevorubecký kalač. (ČERNÝ, NERUDA 1999: 10)

Základní přehled k rozdělení dřevorubeckých seker podle technických údajů uvádí tab. 2.

Podle praktických zkušeností je nutné věnovat pozornost i dalším aspektům: „Velký vliv na volbu tvaru sekery má také druh dříví, který se má zpracovat (jde-li o měkké a syrové, nebo o tvrdé a zmrzlé). V prvním případě upotřebíme sekeru těžší, delšího ostří, v lici tenčí, k ostří protaženou. Do tvrdého a zmrzlého dříví vezmeme sekeru o něco lehčí, kratšího ostří, ale v lici plnější a k ostří zatuplou, aby nescírala...“ (WEINGARTL 1940: 90).

tab. 2 Základní údaje o dřevorubeckých sekerách. (ŽABA 1979: 83).

Základní údaje o dřevorubeckých sekerách									Tabulka 20
Druh sekery	Hmotnost sekery	Délka sekery	Šířka ostří	Poloměr zakřivení ostří	Úhel výbrusu	Úhel břitu	Úhel nasazení	Úhel brčka	Délka toporku
	g	mm	mm	mm	o	o	o	o	mm
odvětvovací	1000	175	113	150	10	15	80–90		650 a 700
	1250	186	118	160	10	15	80–90		650 a 700
	1500	197	123	170	10	15	80–90		650 a 700
podtinací	1400	195	113	180	8–12*)	20–30*)	100–115	6–9*)	700, 800, 900
					6–10**)	25–35**)	100–115	9,5–12,5**)	700, 800, 900
	1600	200	120	190	8–12*)	20–30*)	100–115	6–9*)	700, 800, 900
					6–10**)	25–35**)	100–115	9,5–12,5**)	700, 800, 900
štípací	1800	205	128	200	8–12*)	20–30*)	100–115	6–9*)	700, 800, 900
					6–10**)	25–35**)	100–115	9,5–12,5**)	700, 800, 900
	1600	220	92	220	12	22	90	10	750 a 850
	2000	238	102	238	12	22	90	10	750 a 850
univerzální	2500	250	112	250	12	22	90	10	750 a 850
	1200	196	118	170	10*)	28*)	90	18*)	700, 800, 900
					8**)	35**)	90	27**)	700, 800, 900
osekávací	1400	202	125	170	10*)	28*)	90	18*)	700, 800, 900
					8**)	35**)	90	27**)	700, 800, 900
	1600	210	134	170	10*)	28*)	90	18*)	700, 800, 900
				8**)	35**)	90	27**)	700, 800, 900	
kalač	600	151	120	151			90		350 a 450
	800	164	130	164			90		350 a 450
	1000	175	140	175			90		350 a 450
kalač	3000	210	80	210	10	30	90	10	650, 700, 750
	3500	215	82	215	10	30	90	10	650, 700, 750
	4000	220	84	220	10	30	90	10	650, 700, 750

\*) pro měkké dříví. \*\*) pro tvrdé dříví

#### **3.4.4.2 Technické vlastnosti sekyr**

Kvalita nástroje byla vždy jedním z rozhodujících momentů jeho použitelnost. Znalosti a vědomosti o materiálu vhodném na ten který nástroj musely být přeneseny z jeho uživatele na výrobce. U sekery je jednoznačně nejdůležitějším prvkem kvalita oceli. Požadavky mohly být formulovány např. takto: *„Nejdůležitější je ocel, z níž je sekera zhotovena. Musí býti výborné jakosti, ne však příliš křehká, aby se ostří nevy lámalo. Měkká ocel se zase brzo opotřebí, zatupí, dokonce při práci se ohýbá...“*(WEINGARTL 1940: 90).

Současná literatura jednoznačně počítá s výrobou sekyr podle platné ČSN 22 5101, která nejen stanoví jednotné a závazné názvosloví, ale zároveň určuje použitý materiál. *„Ak nie je určené v príslušných rozmerových normách inak, sekery sa vyrábajú z ocele triedy 12 a 19.“*

Pro účely této práce lze zjednodušeně uvést následující. Třída oceli 12 udává ocel konstrukční, nelegovanou (s příměsí uhlíku) o zaručeném chemickém složení. Sledovanými prvky jsou fosfor, síra, křemík a mangan, jejichž průměrné procentuální zastoupení udává čtvrtá číslice numerického označení materiálu. Důležitějším ukazatelem je obsah uhlíku, jehož průměrný procentuální obsah (v desetínách) vyjadřuje třetí číslice numerického označení.

Ocel třídy 19 je nástrojová (tedy tvrdší), nelegovaná také se zaručeným chemickým složením podobně jako u třídy 12, s tím rozdílem, že obsah uhlíku musí být vyšší než 0,8 % a je značen třetí a čtvrtou číslicí v desetínách procenta.

Vlastnosti výchozího materiálu lze měnit v závislosti na použité technologii výroby, zejména žiháním, kalením a popouštěním. Tím jsou potom ovlivněny chemické i mechanické vlastnosti výrobku. Pro praktické využití má nejvyšší význam tvrdost sekyry, která musí odpovídat mezinárodní normě ISO 65082–1.

#### **3.4.4.3 Těžba dřeva sekyrou v současnosti**

Je nutné připustit, že v současnosti je těžba dřeva sekyrou naprosto okrajovou záležitostí, která nemá hospodářský význam. Přesto, i když velice vzácně, se s ní lze setkat. Jedná se o případy, kdy použití historických postupů má přímý dopad na očekávaný výsledek.

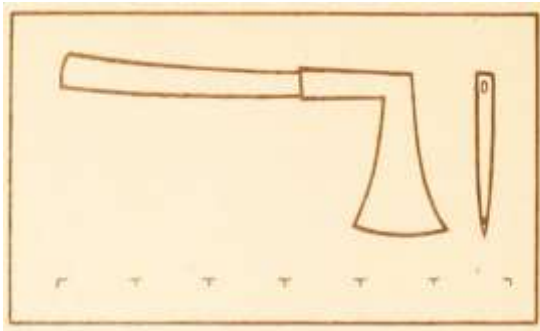
Může se jednat zejména o tesařskou práci, kdy konečné dílo doplňuje nebo úplně nahrazuje části historických konstrukcí. V těchto případech se mohou tesaři rozhodnout, že si zpracují kompletní materiál již od počátku. Využívají při tom recentních znalostí starých technologií. Nástroje, které používají jsou jednak vyrobené v době, kdy byly běžně

používány, často v 19. století, nebo moderní napodobeniny kopírující tvary těchto starých nástrojů.

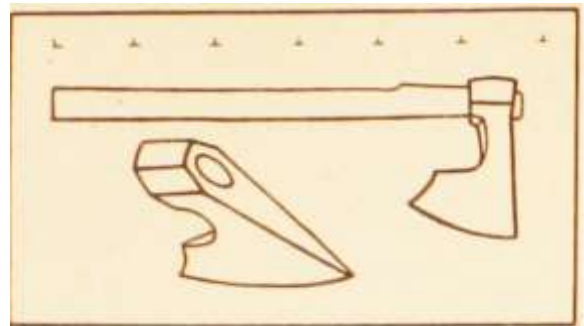
Dobrý přehled o možném tesařském využití sekyr při kácení a následném zpracování kmenoviny v lese podává práce „*Tesařské sekery, nástroje tesařské technologie*“ (ŠTAJNOCHR 1978, 1979). Zde jsou pro účely prvotního zpracování dřeva popisovány následující typy sekyr:

„*Ploché teslice tesařské lze demonstrovat ve třech základních velikostech: lesní porážecí sekery, sekery štípací, lesní bradatice a příbuzné štípacích hlavatky tesařské ...Zde je nutno uvést přímou analogii lesních dřevorubeckých klučnic, které jsou funkčně zcela shodné, odlišné pouze úkonem*“ (ŠTAJNOCHR 1979: 15) V obrazové příloze je pak uveden tvar (tesařské) porážecí sekery z Německa, 15. století, viz obr. 11. Bohužel není uveden zdroj obrázku.

Při recentním způsobu tesařského zpracování dřeva bývá používána lesní bradatice (obr. 12). „... jsou těžké šročiny s mocně vyvinutou tupou bradou, s čepelí čelně symetrickou nebo bočitou – lícni, v šířce 2 pěstí, s dlouhým toporem, délky 1 paže, resp. délky strany ergonomického akčního trojúhelníku, tedy stejně dlouhým jako u dřevorubeckých sekyr porážecích, štípacích, resp. universálních.“ (ŠTAJNOCHR 1978: 149).



obr. 11 *Specializovaná porážecí sekera.*  
(ŠTAJNOCHR 1978:161)

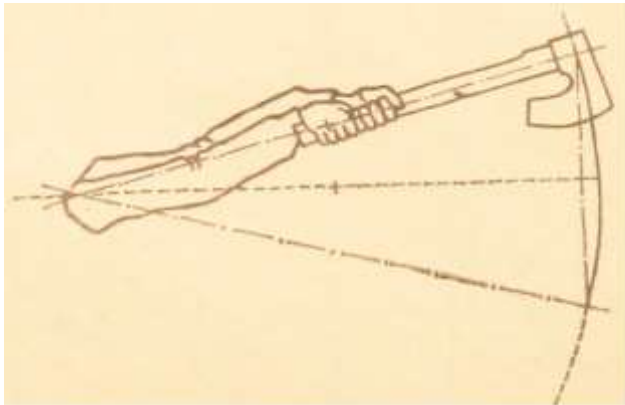


obr. 12 *Česká lícni „lesní širočina“.*  
(ŠTAJNOCHR 1978: 161)

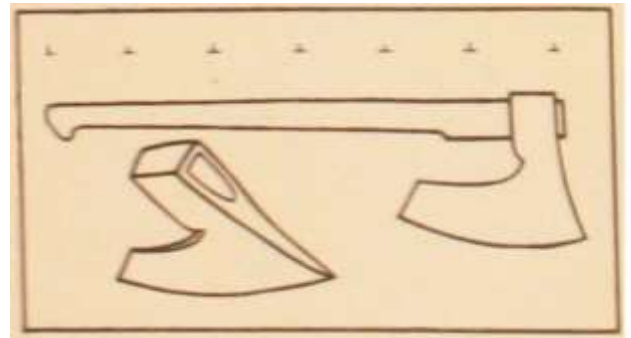
Ergonomický akční trojúhelník, tedy vyjádření rovného poměru délky paže, délky sekyry a délky akční dráhy sekyry, při kyvadlovém tesání v závěsu, nebo při usměrněném pádu sekyry vlastní hmotností je schématicky znázorněn na obr. 13 (ŠTAJNOCHR 1978: 159).

„*Novější – recentní druhy lesních bradatic bývají opatřeny patkou souběžně se zlepšením a normalizací základních dřevorubeckých sekyr.*“ (ŠTAJNOCHR 1978: 150), viz obr. 14.





obr. 13 Ergonomický akční trojúhelník.  
(ŠTAJNOCHR 1978: 159)



obr. 14 Horehronský symetrický plankáč.  
(ŠTAJNOCHR 1978: 161)

Relativně často využívanou možností je také použití sekyr při práci na modelech a replikách historických staveb, například v rámci skanzenů, muzeí a projektů obdobného charakteru.

### 3.4.5 Sekyra v období kolonizace

V dlouhé historii osídlení našeho území byly již od pravěku používány různé typy sekyr. Na tomto místě je nutné se podrobněji zabývat pouze středověkými sekyrami a z nich zejména těmi z období kolonizace, které mají naprosto nezastupitelnou roli. „*Sekera tak v celém rozpětí sedmi staletí zůstala jednoznačným a bezkonkurenčním symbolem středověké kolonizace.*“ (KLÁPŠTĚ 2012: 173)

Toto období je tedy poměrně dlouhé a navíc v různých zemích probíhalo v různých časových intervalech. Trochu proto pomůže podrobnější časové členění. Přesto je třeba mít na paměti, že sekyra, i přes svoji značnou rozšířenost, měla svoji hodnotu a pokud nebyla skutečně znehodnocena, mohla sloužit po velice dlouhé časové období. Tím je dan i relativně velký rozptyl datování jednotlivých nástrojů.

Ke vzácnosti železa a kvalitních nástrojů se vyjadřovali již středověcí autoři, viz traktát Bartoloměje Angličana ze 13. století. „*Z nejednoho hlediska je železo člověku užitečnější nežli zlato, ačkoliv chamtivci baží více po zlatě než po železe. Nebýt železa, lidé by se nemohli brátit proti nepřátelům ani prosadit obecnější právo; neméně zabezpečují svou ochranu díky železu a díky železu je trestána nestoudnost zlých. Rovněž tak veškerá rukodělná práce využívá železa, bez něhož by nikdo nemohl obdělávat půdu ani postavit dům*“ (LE GOFF 1991: 209–210)

Dostupnost kvalitních nástrojů nebyla pravděpodobně na nově kolonizovaných územích příliš dobrá, jednalo se o oblasti, které se teprve rozvíjely. Proto bylo nutné základní nářadí opatřit v místech s rozvinutou infrastrukturou. Někteří autoři se přímo domnívají, že

dostatečná kapacita a zázemí pro výrobu náradí byla spíše v městském prostředí. „... používání železa na zhotovení zemědělského náradí se patrně velmi rozšířilo (vztaženo ke 14. století, pozn. aut.), jak se dovídáme z inventářů panských i farních dvorů, byla většina všeho náradí již železná, i když se – především na poddanských hospodářstvích – primitivní dřevěné nástroje udržely ještě po staletí později. Prakticky to znamenalo, že se venkov do značné míry stával závislý (i při částečné produkci vlastního zemědělského náradí) na městech. I když nacházíme ve vesnicích kováře zcela běžně a na panských dvorech bylo množství pomocného materiálu k opravě zemědělského náradí, přece jen není při celkovém uspořádání středověkého řemesla pochyb o tom, že značná část železného náradí byla městského původu.“ (GRAUS 1957: 42).

### 3.4.5.1 Časové zařazení

Pro zjednodušení je u nás někdy používán termín „vrcholný středověk“, který se časově kryje právě s největším rozmachem kolonizace. Samo časové zařazení není ale zdaleka ustálené. Jednotlivá území (v evropském kontextu) jsou do této periodizace zařazena spíše na základě politické a hospodářské vyspělosti. Obecně, v širším pohledu se jedná o období od počátku 11. do konce 15. století. V českých zemích se pak nejčastěji hovoří o období od 12. do 14. století (nebo do jeho poloviny), (např. KYBALOVÁ 2002:71).

Jiné možnosti rozdělení jsou např. archeologická periodizace - mladší doba hradištní 950–1200 n.l., pozdní doba hradištní 1200–1250 n.l. a středověk 1250–1500 n.l. „Periodizace historiků, vycházejících z písemných pramenů, se od archeologické periodizace poněkud liší. Po druhé světové válce, až do osmdesátých let, bylo používáno členění odpovídající historickému materialismu. Období od 10. do 12. století se označovalo jako raný feudalismus a další období jako stabilizaci feudalismu (13. století), vzestup českého státu mezi evropské velmoci (14. až počátek 15. století), doba husitská (1419 až 1471) a doba s převahou stavů (1471 – 1526). V poslední době bylo období od 10 do 15. století rozděleno podle vládnoucích dynastií (Přemyslovci od poloviny 10. do počátku 14. století Lucemburkové od počátku 14. století do počátku 15. stol). Na toto období navazuje doba husitské revoluce (první čtvrtina 15. století). Jindy je toto období děleno na počátky českého státu (921 až 1197), český stát za vlády posledních Přemyslovců (1197 až 1310), české země za vlády Lucemburků (1310 až 1437) a období vlády Jiřího z Poděbrad a stavovské monarchie v době vlády Jagellonců (1437 až 1526)“ (UNGER 2012: 6).

### 3.4.5.2 Typologie sekyr

Velký časový rozsah archeologických nálezů sekyr a jejich tvarová rozmanitost vedla již několik autorů ke snaze vytvořit přehled typů sekyr, který by jednak umožnil jejich vzájemné porovnávání a také zjednodušil a sjednotil jejich popis v odborné literatuře. Vzniklo tak několik typologií a přehledů, které na sebe různě navazují, případně se doplňují. Bohužel většina z nich je staršího data a nemohou reflektovat nejnovější

výzkumy. Aby autoři postihli pokud možno všechny typy sekyr, všímají si jejich tvarové příbuznosti i možného vývoje. Proto většina typologií sekyr zahrnuje poměrně velký časový úsek, po který je sledována spíše morfologie tvaru, než skutečné pracovní využití.

Je jisté, že morfologie sekyr vymezuje jejich účinnost a použitelnost. Většina základních typů sekyr vznikla již poměrně brzy a odvíjela se spíše od dostupnosti materiálu a možností kováře. Je tak možné konstatovat: „...změny ve tvarech nástrojů nejsou dostatečně velké, aby mohly vést k tak podstatnému vzestupu produkce, jaký v 10.–13. století zachycujeme.“ (ŠTĚPÁNEK 1969: 478)

### 3.4.5.2.1 Zahraniční typologie sekyr

Naši autoři vycházejí hlavně z prací střední a východní Evropy, z nichž je třeba jmenovat slovenskou typologii s rozsahem od 9. do první poloviny 14. století (RUTTKAY 1976: 306), která rozlišuje následující typy (článek je v německém jazyce, v závorce je pokus o nalezení ekvivalentu k běžnějšímu českému názvosloví):

„I. *Bartäxte* (A-F) (bradatice)

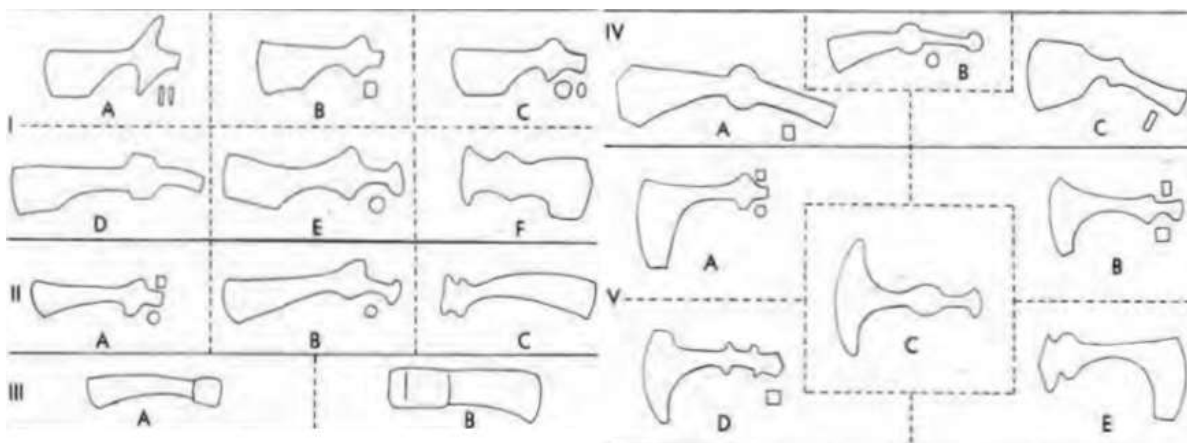
II. *Schmaläxte* (A-C) (sekyry s úzkým ostrím)

III. (A-B)

IV. *Streitäxte*, sog. *Fokosche* (A-C) („valašky“, fokoše)

V. *Breitäxte* (A-E)“ (širočiny)

uvedené typy viz obr.15.



Obr. 15 Typologie sekyr podle Ruttkaye. (RUTTKAY 1976: 308)

A. Ruttkay teoreticky vychází z typologie polské 10.–12. století (NADOLSKI 1954) a Evropského Ruska 9.–13. století (KIRPIČNIKOV 1966) na základě práce z 11.–12. století (ALEŠKOVSKIJ 1960). K nim je třeba počítat i přehled „bojových“ seker, samozřejmě s nutným přesahem do civilní sféry (GŁOSEK 1996).

Další jednoduchou klasifikaci představuje M. Slivka: „Vlastné pracovné sekery sú

doposiaľ známe v trojakom tvare a) tvaru valašiek s viac-menej oválnou tuľajou, rovným obuchom a mierne oblúkovite vyklenutým ostrím; b) tvaru tesárskych širočín, pre ktoré je charakteristický široký list; c) tvar, ktorý sa od predošlých líši násadným otvorom, ktorý je zhora (uzavretá hranená tuľaj). Sú mohutné s mierne rozšíreným ostrím...“ (SLIVKA 1981: 212)

Z prací západoevropského okruhu je možno jmenovať napr. „*Antiquities from the River Blackwater III, iron axe-heads*“ (BOURKE 2001), kde autor zpracováva radu nálezů a priřazuje je k jemu známým západoevropským přehledům. Z německých prací je třeba určitě uvést „*Beile und Äxte*“ (STEINMANN 2007), která je však spíše obrazovým přehledem typů a tvarů seker v širokém období od doby kamenné do současnosti.

### 3.4.5.2.2 Typologie podle Sklenáře

Z našich prací se sekyrám podrobně věnuje napr. „*Archeologický slovník*“ (SKLENÁŘ 1992: 43–45). Ten sekyry rozděluje poměrně jednoduše, pro období kolonizace přicházejí podle tohoto rozdělení v úvahu sekery typu B – s okem:

„*B. Sekery s okem – ... oko (k), které leží zpravidla spíše v týlní části těla, obvykle zesílené; oko je vždy zhruba souběžné s břitem (břit příčný na směr oka, resp. topůrka → teslice), ale vždy nemusí být kolmé k podélné ose těla. Tvar má okrouhlý, oválný, čtvercový, obdélníkový či lichoběžníkový. U jednoho či obou otvorů může okraj oka vybíhat v nízký tulejkovitý prstenec. – Břit: rovný (ba), obloukovitý (bb), vějířovitý (bc), rozšířený symický (bd) či asymický (be), spuštěný (bf), s bradou – rovnou (bga), širokou rovnou (bgb) či vykrojenou (bgc), vzácněji oboustrannou (bgd); šikmo sbroušený (bh); týl může být rozšířený, vodorovně či svisle protažený; tělo bývá v partii oka zesílené, příp. od břitu stupňovitě odsazené.*“

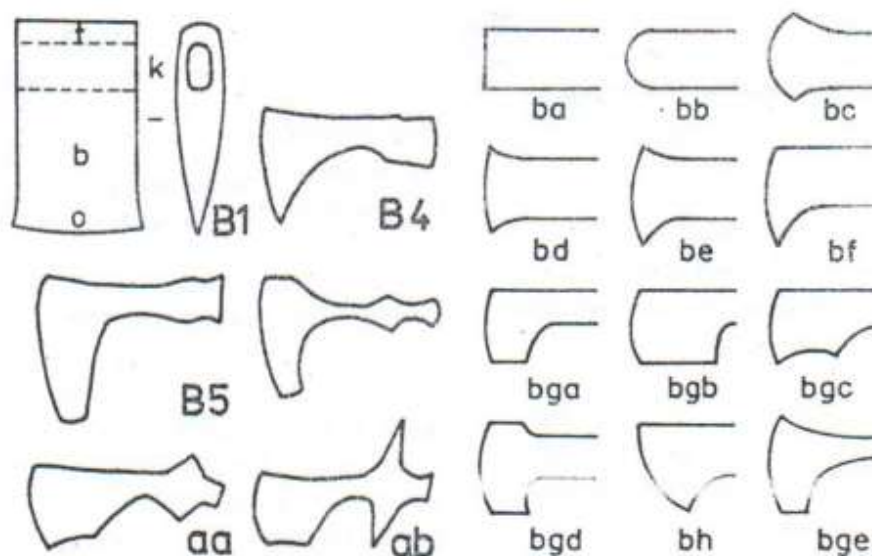
*B1/ jednoduchá s okem*

*B4/ širočina – tesařská s., břit výrazně rozšířený formou bd – bf, d. břitu je přinejmenším rovna vzdálenosti břit-oko; týl krátký nebo protažený*

*B5/ bradatice – obloukovitý břit, poměrně úzký (d. asi poloviční, vzácněji větší než 1/2 vzdál. Břit-oko), vybíhá do brady tvaru bg, jejíž linie je zhruba souběžná s podélnou osou těla (syn. vykrojený břit)*

*B5a/ bradatice s ostny (syn. moravská b.)*

*Podtypy ...B5 mají varianty značené písm. „a“ vždy s dvojicí (vzácněji se 2 dvojicemi) ostrých či zaoblených trojúhel. ostnů (syn. trnů), vybíhajících nahoru i dolů po stranách oka jako opora pro topůrko, a zpravidla také s protaženým týlem čtvercového, obdélníkového, knoflíkovitého či štítkovitého (protáženého vertikálně v obou směrech); u B5a jsou nejčastější varianty B5aa/ ostny dlouhé, týl úzký obdélný, B5ab/ ostny krátké, týl čtvercový nebo okrouhlý až oválný.“ viz obr. 16.*



obr. 16 Typologie sekyr podle Sklenáře. (SKLENÁŘ 1992: 44–45)

Tuleji se u sekyr nijak zvlášť nevěnuje, považuje ji pouze za jakýsi doplněk oka, viz příslušné heslo : „*Oko – tulej (ka) Otvor určený k zasunutí násady (topůrka) a oboustranně otevřený (průchodný) je oko (o), např. u většiny seker. Otvor otevřený jen jednostranně a vedoucí do prohlubně v těle předmětu, do níž se násada (topůrko, ratiště) vsunuje (předmět je na ní nasazen), je tulej, - ka (t), např. u kopí, šipky, oštěpu, u některých seker či dlát apod.*“

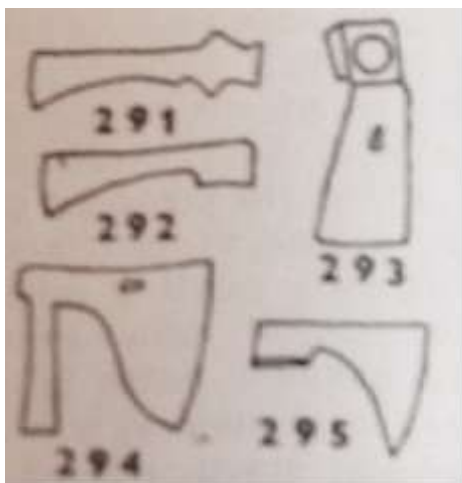
### 3.4.5.2.3 Vývoj sekyr podle Belcrediho

Podrobnější a rozsáhlejší nomenklaturu vytvořil Ludvík Belcredi. „*Velmi složitým vývojem prošla sekera. Při jejím hodnocení se můžeme opřít o ikonografický i archeologický materiál. Při rozlišení do 5 skupin se nemůžeme držet třídění, které rozeznáváme dnes nebo které známe z 15. století. Z té doby jsou uváděny sekery kladné, dřevné, rohaté jedno- a dvouručné, bratky kolářské, řeznické a kovářské. Je jisté, že toto dobové rozdělení použít nelze.*“ (BELCREDI 1989: 451).

Sekyry rozdělujeme do těchto skupin – slovanská (291), univerzální (292), teslice (293), širočina (294) a bradatice (295), viz obr. 17. Zároveň odvozuje z původní slovanské sekyry s rohatou objímkou, která se recentně objevila např. v Malicích, kde je časově zařazena k nálezům vrcholného středověku (UNGER 1974: 295, obr. 1/13), tři hlavní směry vývoje.

Od 13. století je možno (zejména ikonograficky) pozorovat vývoj specializované tesařské sekyry – širočiny. Ta se v průběhu doby, do konce středověku zvětšuje a tulej se prodlužuje, až tak, že na horní straně přesahuje čepel, ta zároveň nabývá vyspělejší tvar, který se od konce 14. století projevuje v různých vývojových tvarech. Původní jednoduchý tvar mizí asi na konci 14. století. K tomuto vývojovému typu patří i pobíječka. Dalším vývojem se z nich mohly vyvinout i teslice a dlabačka.





Obr. 17 *Typologie sekyr podle Belcrediho.* (BELCREDI 1989: 466)

Na původní slovanskou sekyru navazují také (od 13. století) mnohé nálezy univerzálních sekyr s rovným týlem hlavy a jednoduchým konkávním ostřím. Které se, snad jen ve větších velikostech, udržely do současnosti.

Od 14. století se z tohoto tvaru vylišují také první bradatice s esovitým prohnutím dolní části čepel. V průběhu doby se jednotlivé tvary a velikosti jednotlivých kusů více rozlišují a vznikají typy osekávacích sekyr.

#### 3.4.5.2.4 *Typologie podle Krajíce*

O kategorizaci sekyr získaných při výzkumech v Sezimově Ústí (celkem 8 nálezů v rozpětí 13. až 15. století) se pokusil také R. Krajíc. Rozlišil následující tvary:

*„Typ I: sekyra malých rozměrů s užším, téměř rovným ostřím a rovně ukončeným týlem, čelně symetrická; charakteristické jsou po stranách oka náběhy na laloky (u historicky starších exemplářů někdy zvané též „rohatá“ objímka)...*

*Typ II: sekyra menších rozměrů s téměř rovně ukončeným týlem; oko přechází nahoře téměř plynule a dole pouze s náznakem odsazení v mírně se dolů vějířovitě rozšiřující tělo-bradu, ukončenou obloukovitým ostřím; je čelně symetrická (asi myšleno symetrická, chyba v orig. pozn. aut.); s ohledem na celkové rozměry, tvar a váhu lze předpokládat, že se jednalo převážně o jednoruční nástroj...*

*Typ III: nejrozšířenější typ středověké sekyry – bradatice – se i v Sezimově Ústí vyskytuje v poměrně široké rozměrové, váhové i morfologické variabilitě. Základní charakteristiku tvaru představuje tulejovitý, rovně ukončený tyl, který nahoře plynule přechází v bradu (tělo) a doleje od ní odsazen; nejčastěji dosahuje prodloužení tylu směrem dolů oproti přechodu v tělo kolem 1 cm..., ojedinele má dlouhý "trubkovitý" tvar, dosahující délky až desetinásobku uvedené míry...; tulej svojí délkou nepřesahuje spodní hranu spuštěného*



*ostří; brada je výrazně dolů rozšířená, má více či méně zaoblené ostří; podle národopisné terminologie (Štajnochr 1978, 157) se vyskytují bradatice se špičatou (ústecký typ III) nebo tupou (ústecký Typ IIIa) bradou, všechny ústecké sekyry jsou čelně symické.*“(KRAJÍČ 2003: 166).

Ve zmiňované kategorizaci navázané na národopisná studia je možné zařadit předpokládaný nejstarší typ: „... *specializované porážecí sekyry se střední délkou toporu, ovšem dvouručního, s dlouhou čepelí s proporčně úzkým ostřím, zpravidla s pochvou tulejí, čelně symické, lícní – V-1-3.*“ (ŠTAJNOCHR 1978: 151). Zmiňována je sekyra na obr. 11 a její pozdější varianty. A také nejstarší typy základních tesařských sekyr – bradatice, širočiny, lícovky, hlavatky, teslice, pobíječky, křížovky a dlabatky.

### **3.4.5.3 Přehled historických názvů sekyr**

V předchozí kapitole je zachyceno několik starých českých názvů sekyr z 15. století, jmenovitě: „*sekery kladné, dřevné, rohaté jedno- a dvouručné, bratky kolářské, řeznické a kovářské*“ (BELCREDI 1989: 451). Bohužel autor neuvádí zdroj, ze kterého čerpal. I tak je možno některé podrobnosti dohledat.

„Sekera kladná“ (včetně příbuzných tvarů), užití zachyceno asi roku 1379, určená pro zpracování „klád“, zejména roztínání. V dobovém kontextu může být kládou myšlen odvětvený kmen, ale i jednoduchá látka a trám. Z dnešního pohledu asi tesařská sekyra těžšího typu.

„Sekera dřevná“ (včetně příbuzných tvarů), užití zachyceno ve druhé polovině 14. století, určená pro zpracování dřeva nebo dříví. Asi obvyklý, univerzální nástroj pro běžnou práci.

„Sekera rohatá“ (včetně příbuzných tvarů), v dobovém kontextu s rohy, nebo špičatá, možná bradatice.

„Bratky kolářské, řeznické a kovářské“ (včetně příbuzných tvarů), pravděpodobně bradatice specializovaných tvarů pro jednotlivá řemesla. Pravděpodobně široký rozsah specializovaných sekyr, které spojuje pouze tvarová příbuznost – protažení brady sekyry.

Je třeba upozornit, že autor uvádí pouze část středověkého názvosloví. Pokud zůstaneme pouze u českých (staročeských) slov je možné s úspěchem využít internetovou adresu „*Vokabulář webový*“, který byl použit i pro zpracování předchozích informací a kde lze najít i další používané obraty a termíny.

„Náseč“ (včetně příbuzných tvarů), doloženo ve druhé třetině 14. století, specializovaná tesařská sekyra. Tento název se dosud řídce používá jako označení teslice na korýtka.

„Pobíječka“ (včetně příbuzných tvarů), doloženo 1342, specializovaná sekyra, pod stejným názvem používaná do současnosti při pokrývačských pracích.

„Struh“ (včetně příbuzných tvarů), odvozeno od strúhati, kromě jiného může znamenat „strouhat“ nebo „vyrábět strouhu“ (tedy rýhu). Toto slovo tedy může kromě mnoha jiných nástrojů označovat lícovku nebo také dlabatku.

„Teslík“ (včetně příbuzných tvarů), s velkou pravděpodobností současná teslice.

Je jisté, že toto nejsou všechna česká slova označující různé typy sekyr, používaná ve středověku, protože zachycují pouze tvary uvedené v písemných materiálech. Terminologie jednotlivých řemeslníků měla nepochybně silné nářeční a cizojazyčné vlivy. I proto je možná s podivem, že žádný středověký slovník nezachycuje termín „širočina“, který dnes považujeme za velmi archaický.

### **3.4.5.4 Ikonografie středověkých sekyr**

#### **3.4.5.4.1 Možnosti kritického zkoumání ikonografie**

Při studiu jakýchkoliv hmotných předmětů, nejen středověkých, nám může vedle zachovaných artefaktů pomoci i jejich ikonografie. Tento sekundární pramen může být zvláště významný, pokud zájmový předmět zobrazuje při jeho použití, případně i výrobě. Samotné zobrazené předměty je možno v jejich tvarové škále porovnávat právě s dochovanými předměty.

V případech, jako je tato práce, je možné použít některá vyobrazení k přímé komparaci s nalezenými artefakty. Jiná zobrazení však jako by nedávala smysl. V zásadě je to dáno tím, že hlavním smyslem zobrazení rozhodně nebyla realita zobrazených předmětů a dějů. Pro správné pochopení vizuálního díla, ať se jedná o trojrozměrnou sochu či reliéf, nebo dvourozměrné malby, od malých knižních iniciál, přes výpravné iluminace, až k deskovým malbám nebo dokonce k výzdobám celých interiérů, je nutné je umět správně interpretovat. K tomu existuje řada teoretických studií i obsáhlých publikací. Přehledně je uvádí, včetně některých základních myšlenek např. A. Kadlec (2013: 13–21).

Pro účely této práce je nutné si uvědomit zejména východiska, která vedla ke vzniku iluminací. Autorství hrálo ve středověku podružnou roli, proto mnoho tvůrců, jak literárních, tak zejména obrazových děl vůbec neznáme jménem, ani o nich nevíme žádné údaje. Důležité totiž bylo ukázat tehdejšímu čtenáři, nakolik se autor v dané problematice orientuje. Proto většina děl otevřeně opisuje nebo přepisuje starší zdroje, které jen částečně doplňuje vlastními myšlenkami nebo poznatky. A vyobrazení, jako doprovod textu, sledují stejný trend. Proto je možné pozorovat jakýsi výtvarný úzus, zejména v zobrazování podobných scén a to i různými iluminátory ve stejné době, např. štípání polen ke konci 15.

století, viz obr. 18 a obr. 19.



obr. 18 *Štípání dříví*. Kalendar und Praktika, 15. století, Caractéristiques Švábsko, sign. Cgm 28, fol. 12V (výřez)



obr. 19 *Štípání dříví*. Codex Schürstab Parchemin, asi 1472, Norimberk, sign. 60 ff (výřez)

Někdy je také možno sledovat i jistý vývoj malířského umění, zejména pokud dochází k opisování a překreslování starších textů, viz porážka prasete v roce 1250 a 1475, obr. 20 a obr. 21.



obr. 20 Canterbury calender, 1250, Anglie, pauperum, Rak. nár. sign. GB 1208a\_12 (výřez)



obr. 21 *Měsíc prosinec*. 1475, Biblia knihovna Vídeň, cod.3085, fol. 11R (výřez)

Další nepříznivou okolností je i poměrně malé množství použitelných iluminací. Jejich počet stoupá s počtem zachovaných děl až ve 13. a zejména ve 14. století. S nimi současně stoupá i počet námětů a zobrazovaných scén.

Dále je nutné mít na paměti, kdo samotné iluminace vytvářel a jak mohl danou věc znát. V



případě dřevorubecké sekery je možné, že člen kapituly, pracující v klášterní iluminátorské dílně, vůbec za celý život nemusel spatřit skutečného dřevorubce při práci. Bylo by tak možné vysvětlit jistou „nelogičnost“ při kácení stromu na obr. 22.



obr. 22 Dekrety Jiřího IX. s glosářem Bernarda z Parmy (Smithfieldovy dekrety), 1300–1340, Anglie, sign. Royal MS 10 E IV, fol. 100v (výřez)

Z tohoto důvodu se kreslíři a malíři často uchylovali k jakési schematičnosti a kopírování vzorů. Na druhou stranu, na rozdíl od dnešní doby, byla většina dějů zobrazována v aktuálním prostředí, za využití tehdejších soudobých reálií. Osoby zmiňované v Bibli je tak možno spatřit v oblečení každé ze středověkých módních vln, viz např. tesaři při stavbě Noemovy archy kolem roku 1200 (obr. 23) a před rokem 1500 (obr. 24).



obr. 23 *Noe staví archu*. 1174–1267, mozaika na jižní straně katedrály v Monrealu, Sicílie (1. část zleva)



obr. 24 *Noe staví archu*. Furtmeyr-Bibel, 1468–1470, Augsburg, Německo, sign. BSB Cgm 8010a (výřez)

Ještě mnohem složitější a to nejen kvůli časovému odstupu je pro nás chápat význam díla z hlediska nehmotné kultury, tedy myšlení a vnímání. Ten je po celý středověk jednoznačně prolnut s křesťanským učením a teprve při spojení s ním jsme schopni alespoň některé významové vazby identifikovat. Zde je nutno upozornit zejména na možnost, kdy jsou zobrazeny předměty, osoby nebo děje nereálné, vytvořené podle fantazie tvůrců, protože mají např. podtrhnout cizí vzdálené prostředí, které kreslíř zná jen z vyprávění např. válečný slon na obr. 25.

Jak tvrdí jeden z autorů teoretické literatury k tomuto tématu: „*Obraz není duplikátem skutečnosti, ale jakýmsi zprostředkujícím momentem.*“ (FRANCASTEL 1984: 33). I přes to ale muselo být možné hotovému dílu porozumět. Současníci autora, kteří tuto obrazovou informaci přijímali, museli být schopni ji správně dešifrovat a bylo lhostejno, zda je to kněz, světský zadavatel díla, nebo jeho nejběžnější konzument. K tomu byla využívána řada konvencí, případně symbolů. Z některých vyobrazení je patrné, že část námětů je natolik ustálena a konzistentní, že malíře svazují v tvůrčím rozletu, lze tak vnímat zejména vyobrazení svatých a jejich atributů, např. Sv. Wolfgang a jeho „plné ruce práce“, obr. 26. Opět je nutné si uvědomit, že některé vizuální znaky mohou mít v různém kontextu různý význam.



obr. 25 *Slon*. Bestiary, 1225–1250, Salisbury?, England, Harley 4751, fol. 8 (výřez)



obr. 26 Sv. *Wolfgang*. 1484, oltář, filiální Sign. kostel sv. Julia, Otýlie a Martina, Beschling, Rakousko

#### 3.4.5.4.2 Rozbor námětů v ikonografii sekyr

Sekyra byla ve středověku natolik rozšířeným nástrojem, že se její téměř každodenní reálný dotek zrcadlí i v iluminacích. Nejvíce vyobrazení je možno najít v knižní malbě, zejména díky tomu, že se jich také nejvíce dochovalo. Zde byla, jak literárně, tak obrazově, zdaleka nejčastěji zpracovávána biblická témata.

Ta jdou dále rozdělit na obrazy témat čistě religiálních, např. sekyra jako atribut apoštola Matěje (Matyáše), viz obr. 27. Sv. Matěj, podle křesťanské tradice, jako dvanáctý apoštol nahradil Jidáše. Zemřel za použití sekyry (když byl před tím možná kamenován), která se stala společně s knihou a svitkem, kopím a kamením, jeho atributem. Pravděpodobně proto, je mimo jiné, patronem stavebních dělníků a řezníků.

Z českého pohledu je pak možná ještě zajímavější Sv. Wilhelm (Wolfgang), viz obr. 28 a také obr. 26, kteý žil údajně v 10. století. Stal se biskupem v Řezně a jako takový se zasloužil o vznik biskupství v Praze roku 973. Jeho kult nabral na intenzitě ve 14. století. Podle jedné z legend chtěl uniknout satanovi, který ho zle sužoval na hoře Falkenstein. Hodil proto do údolí sekyru, s tím, že tam, kam dopadne, postaví kostel a svoji poustevnu. Našel ji na břehu jezera Aber, kde je dodnes jemu zasvěcený kostel ve stejnojmenném městečku St. Wolfgang v Rakousku. Sekyra je tak jedním z jeho atributů společně s biskupskými insigniemi, císařem, kostelem a nápisem „*Post sex*“ (po šesti). Podle sekyry je patronem dřevorubců, tesařů, lodníků, sochařů a také dalších.



obr. 27 Sv. Matyáš. 1403, freska, kostel sv. Martina v Kampillu, Itálie (výřez)



obr. 28 Sv. Wolfgang. 1455-1463  
Motlitební kniha Albrechta VI., Rak.  
nár. knihovna Vídeň, cod. 1846, fol.40v



Se sekyrou je možné najít také vyobrazení dalších světců - sv. Hadriána (Nikomedejského), který zemřel mučednickou smrtí, když byl rozsekán pohany sekyrou, viz obr. 29. Oblíbeného uherského prince, který žil na počátku 11. století sv. Emericha (Imricha), viz obr. 30 a sv. Ladislava, uherského krále, který bojoval proti tatarským nájezdníkům, viz obr. 31. Asi nejznámějším tesařem zůstává sv. Josef, i v Bibli často zobrazovaný se sekyrou, viz obr. 32. Toto téma je však značně časově a místně nepřehledné, proto je možné, že to není úplný výčet.

Bible však pojednává o mnoha veskrze profánních činnostech, která zobrazuje naprosto civilním způsobem. Sekyry jsou zobrazovány při různých činnostech, např. stavba Noemovy archy viz obr.

33 (zde z období 1310–1320, možno porovnat s obr. 23 a obr. 24), stavba Babylonské věže, případně i jiné stavby, viz obr. 34, kde je možno pozorovat zejména tesařské sekyry. Největší množství různých tvarů a typů sekyr zobrazují scény násilí a válek, viz obr. 35. Jiné iluminace jsou však volbou námětu naprosto jedinečné, např. kování válečné sekyry, viz obr. 36.



obr. 29 *Martyrium sv. Hadriana (Nikomedejského)*. 1446–1447, dvorní dílna Fridricha III., Martinus Opifex, Rakouská nár. knih. Vídeň, cod. 326, fol. 191v



obr. 30 *Sv. Imrich*. 1470-1478, oltář, Dóm sv. Martina, Spišská kapitula, Slovensko (výřez)



obr. 31 *Sv. Ladislav*. 1380-1405, freska, evangelický kostel Hans, v Malincravu, Rumunsko (výřez)



obr. 32 *Útěk z Egypta*. 1490 -1500, Klocker Františkánský klášter Kaltern, Itálie (výřez)

Bible však pojednává o mnoha veskrze profánních činnostech, která zobrazuje naprosto civilním způsobem. Sekyry jsou zobrazovány při různých činnostech, např. stavba Noemovy archy viz obr. 33 (zde z období 1310–1320, možno porovnat s obr. 23 a obr. 24), stavba Babylonské věže, případně i jiné stavby, viz obr. 34, kde je možno pozorovat zejména tesařské sekyry. Největší množství různých tvarů a typů sekyr zobrazují scény násilí a válek, viz obr. 35.

Jiné iluminace jsou však volbou námětu naprosto jedinečné, např. kování válečné sekyry, viz obr. 36.





obr. 33 *Anděl hovoří s Noem, stavba Noemovy archy.* 1310–1320, ,*Knihla žalmů královny Mary, Britská král. knihovna (výřez) Johna Rynalda,*



obr. 34 *Rylandova historická Bible, asi 1250, Francie, knihovna Univ. Manchester, sign. MS 5 folio 16r (výřez)*

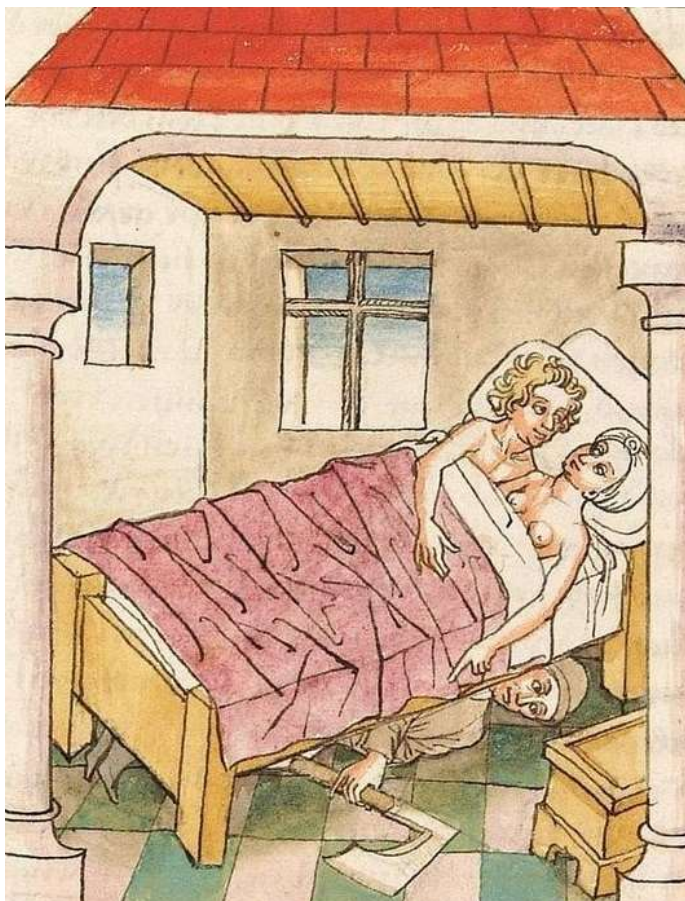


obr. 35 *Holkhamova bible, 1327–1340, Britská král. knihovna, sign. 47682, fol. 040r (výřez)*

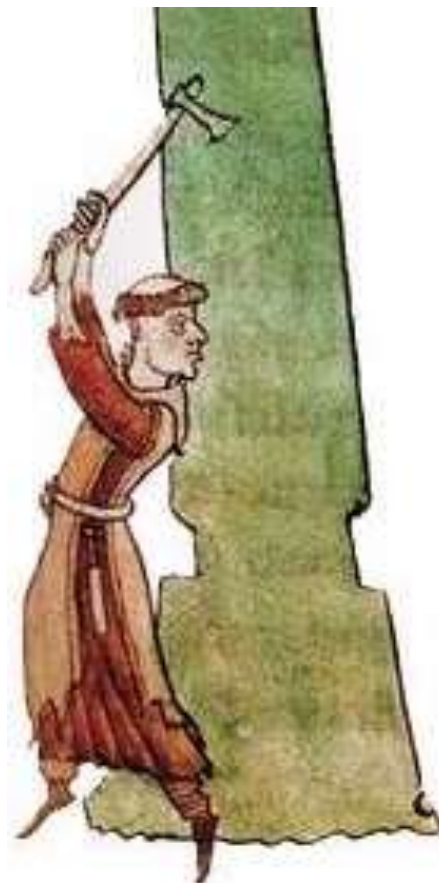


obr. 36 *Mečičř.* 13.století, *Bible moralisée,* ,*nár. knihovna Vídeň, cod. 2554 (výřez)*

Ve vrcholném středověku se však objevuje i „krásná“ literatura, kterou opět doprovází množství iluminací, někdy s až anekdotickými výjevy, viz obr. 37. Ani ta však témata spojená s těžbou dřeva v podstatě nezobrazuje. Je proto třeba trpělivě prohlížet dostupné databáze a hledat jednotlivá vyobrazení. Nejstarší a velice popisné vyobrazení kácení stromu pochází pravděpodobně už z roku 1111, viz obr. 38.



obr. 37 Antoniova kniha příkladů starých vědomostí horního Švábska, kolem 1475, Frankfurt, cod. Pal. Germ. 466, fol. 162v



obr. 38 *Iniciála knihy 21. Jobova moralia* 1111, Městská knihovna Dijon, (výřez) sign. Ms 1734 (výřez)

Na základě vyobrazení, se zřetelem na všechny výše uvedené aspekty, je možno uvést, že všechna zjištěná vyobrazení sekyr pro samotné kácení ve 12. až 15. století, jako by držela tvarový úzus. V zásadě, lze totiž najít pouze dva, i když velmi odlišné, morfologické typy. Jedním z nich je sekyra s tulejí, přibližně jedno až dvojnásobné délky oproti výšce hlavy, která současně má protaženou bradu přibližně na dvojnásobek výšky hlavy, viz obr. 39. Druhým typem sekyry je i dnes naprosto běžný typ s okem, jejíž ostří je symetrické a nejméně dvojnásobné oproti výšce hlavy sekyry, viz obr. 40 a také obr. 22. V průběhu 15. století, zejména díky realističtějšímu zpracování, dochází k zachycení větší variability tvarů, zejména ke zkrácení tuleje, viz obr. 41 a obr. 42.





obr. 39 *Iniciálo O. Jobova moralia*, 1250–1260, Stiftsbibliothek Herzogenburg, cod. Duc. 95 (výřez)



obr. 40 Gorlestonova kniha žalmů, 1310–1324, Britská král. knihovna, sign. Add MS 49622, fol. 155r (výřez)



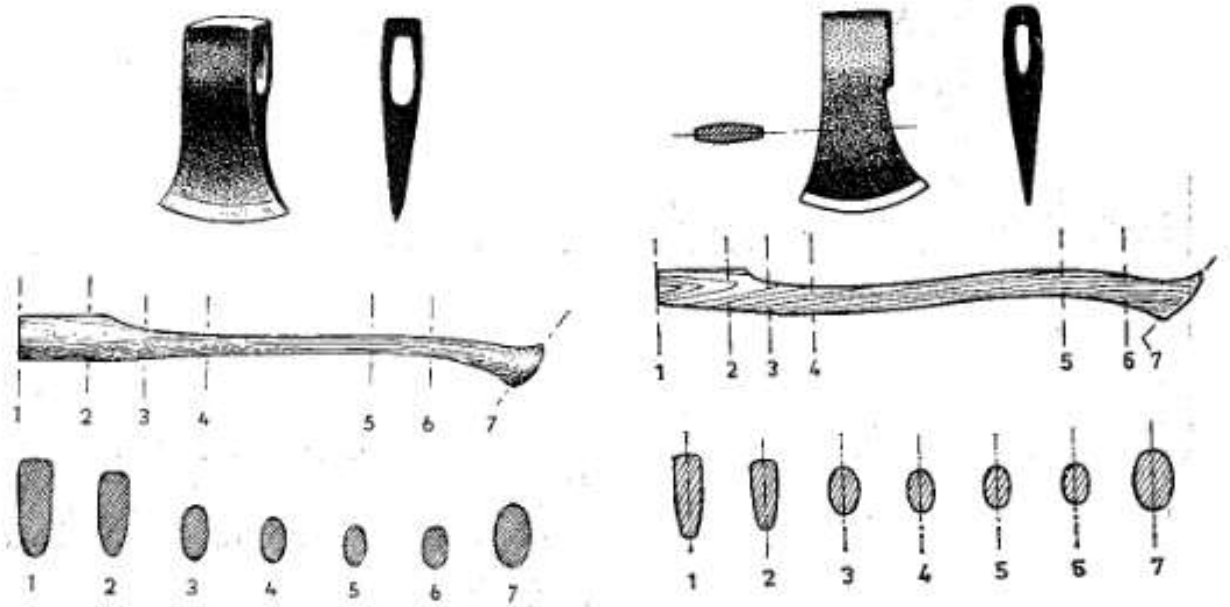
obr. 41 *Sedm bílých mistrů*, digitální sbírka rukopisů Frankfurt, sign. Ms. germ. qu. 12, fol. 97 [47r] (výřez)



obr. 42 *Měsíc prosinec*. freska, 1405-1410, Castello Buonconsiglio, Orlí věž, Trento, Itálie

### 3.4.5.5 Topůrka sekyr

Topůrko tvoří nedílnou součást sekyry a jeho kvalita přímo ovlivňuje použití nástroje. Lze se setkat s topůrkem přímým, např. u štípacích sekyr, ale při delší práci s ním a únavě hrozí vysmeknutí z ruky. Proto se lze také setkat s jednoduše i dvojitě prohnutým topůrkem, které lépe vyhovuje ergonomii držení, podporuje přesnost záseku i bezpečnost, zvláště pokud je opatřené patkou. Průřez je vždy spíše vejčitý (nahore širší), než oválný, aby ho bylo možné pohodlně a pevně sevřít. Kruhový a částečně i oválný průřez ztěžuje práci, protože má tendenci se v ruce protáčet. Porovnání tvaru a průřezu topůrka sekyry podtínací a univerzální, viz obr. 43 a obr. 44.



obr. 43 Podtínací sekyra. (ŽABA 1979: 80)

obr. 44 Univerzální sekyra. (ŽABA 1979: 81)

Délka topůrka ovlivňuje rozsah pohybu a tím i rychlost dopadu sekyry, ale prodlužování jeho délky s sebou nese snížení možnosti umístění záseku. Pro přesnější práce, např. odvětvování se používají sekyry na kratších topůrkách. „U obouručních seker má topůrko sekery postavené svisle u nohy pracovníka dosahovat k prstům připažené ruky (asi 70–90 cm), topůrko jednoruční sekery má délku asi 34–45 cm.“ (ČERNÝ, NERUDA 1999: 6).

Tloušťka (síla) topůrka musí být taková, aby ji bylo možné v dlani sevřít a prsty obemknout bez zbytečně silného a namáhavého stisku. Tomu odpovídá výška průřezu asi 3,5–4 cm a šířka v průřezu asi 2,5 cm. U dlouhodobě a intenzivně používaného nástroje je vhodné tyto míry individuálně upravit. V každém případě platí, že síla topůrka má být co nejtenčí, protože lehčí topůrko posunuje těžiště sekyry výše na její ostří a zároveň dost pevné a pružné, aby se nezlomilo.



Tyto vlastnosti jsou ovlivněny zejména druhem dřeva, ze kterého je topůrko vyrobeno, nejčastěji bývá jmenováno dřevo jasanu, dále pak habru, buku a akátu. ČSN 22 5101 připouští dřevo buku, dubu a jasanu. Starší literatura uvádí, včetně praktických rad, tato: „*Pevná topůrka se zhotovují ze spodních částí mladých kmenů, z dobře vyschlého dřeva jasanového, akátového, habrového a lískového (v cizině také hikorového – u nás je drahé) – nesmí býti ovšem řezána napříč vláken. Bukové topůrko v ruce pálí, ale často je též vidáme, dubové je zase těžké*“ (WEINGARTEL 1940: 93). Nejlepší je také údajně štípané dřevo jilmové (ČERNÝ 1923: 80). Jako samozřejmost je bráno, že topůrko musí být ze dřeva zpracovaného po létech, aby se šikmo podélně nerozštěpilo.

Při práci je třeba věnovat pozornost také správnému nasazení sekyry. Ostří musí být nasazené rovnoběžně s osou topůrka, ale pro některé práce (např. odvětvení) může být mírně skloněno bradou k topůrku, nebo pro některé podtínací sekyry naopak s bradou odkloněnou. K zajištění topůrka v oku slouží dřevěné (nejlépe habrové) nebo kovové (ocelové nebo hliníkové) klínky, případně u některých moderních typů vruty přes pero vložené do osy oka.

Asi nejdůležitější veličinou ale zůstává samotná délka topůrka. U recentních tesařských sekyr – lesních bradatic, jejichž použití se kryje se sekyrami dřevorubeckými, se také používají obdobně dlouhá topůrka, viz obr. 13 a jeho popis. Délka 1 paže odpovídá podle nákresu asi 6 pěstem. Pokud použijeme reálnou míru 1 lokte (který ve středověkém počítání odpovídá právě 6 pěstem), jednalo by se o délku topůrka, bez části procházející okem sekyry, přibližně 59 – 64 cm, podle použitého vzoru lokte. Všechny používané délky, různých vzorů lokte, jsou uvedeny v soupisu „*Paměti a doklady o staročeských mírách a váhách.*“ (SEDLÁČEK 1923). Celková délka topůrka by tak činila asi 80 cm.

#### **3.4.5.5.1 Archeologie topůrek**

Dřevo, jako organický materiál, podléhá velice snadno rozkladu. Proto jsou nálezy sekyr opatřených topůrky velice vzácné. Zachovaly se pouze v trvale vlhkém prostředí bez přístupu vzduchu. To s sebou bohužel nese i relativně častou změnu původního tvaru (zakřivení).

Při studiu této problematiky se není možné obejít bez práce „*Nie tylko żeleźca. Uwagi na temat rzadziej postrzeganych elementów średniowiecznych toporów*“ (KOTOWICZ 2008). Autor v ní sesbíral množství informací z Polska a geograficky blízkých zemí a vzájemně je porovnává a doplňuje, obrazová tabule k topůrkům viz příl. 8 Ty se týkají nejen topůrek, ale například i pochev a pouzder na sekyry.

Velkou pozornost věnuje zejména materiálu topůrek, tedy použitým dřevinám. Jako srovnávací materiál mu slouží nález na Ostrowie Lednickim, středověké tvrzi obklopené jezerem, kde bylo objeveno 15 sekyr s topůrky. Materiál byl určen jako dub, olše, jasan,

javor, jilm a vrba nebo líska (různí autoři je určují mírně odlišně). Tento výčet potom porovnává s obdobnými nálezy z části střední, severní a východní Evropy. Konstatuje, že z použitých dřevin se nejčastěji objevuje javor, jižněji jasan a severněji bříza, pravděpodobně také v závislosti na geografické dostupnosti jednotlivých druhů. Relativně často byla také nalezena topůrka z olše a lísky.

Tato zjištění potom porovnává s recentními etnografickými záznamy, kdy v Polsku se největší oblibě těší javor, jasan, jilm, habr a méně dub a buk. Za nejlepší je považován javor, kterému je při výběru věnována zvláštní péče. Dřevo se získávalo ze stromu, který rostl uvnitř porostu, na bohatší půdě, ne v mokřině. Kvalitní strom byl rozeznáván podle mechu na něm rostoucím, nebo podle barvy borky, případně poklepem sekýrou na kmen. Kmen musel být hladký, bez viditelného poškození. Část použitá pro výrobu topůrka musela být bez suků a pružná, ne příliš silná. Materiál byl získáván na podzim (říjen, listopad) nebo brzy na jaře.

Toto zjištění je možno opět porovnat s recentními znalostmi a zkušenostmi u nás. Autor hovořil např. s panem Š. Kanalošem, tesařem a řezbářem, který obdržel ocenění „Nositel tradice lidového řemesla“ a dlouhodobě pracuje ve Valašském muzeu v přírodě v Rožnově pod Radhoštěm. Ten na přímý dotaz uvedl, že on by topůrko pro dřevorubeckou sekýru vyráběl jedině z javoru klen (*Acer pseudoplatanus*). Jinde obvyklé jasanové dřevo je pro něho v okolí nedostupné a také nemá zkušenost s jeho opracováním.

Další obsáhlou částí je porovnávání délek topůrek. Obecně je možno tvrdit, že naprostá většina topůrek, pokud se zachovala v úplnosti, dosahovala délky 60–80 cm. Nálezový soubor na Lednickém ostrově (na severu Polska) obsahuje topůrka v délkách od 62 do 108 cm. Nejdelší topůrko téměř jistě patří bojové sekýře typu bradatice.

Z našeho prostředí je významný zejména nález z Mikulčic, kde bylo nalezeno 32 sekýr včetně různě velkých zbytků topůrek. Z nich se podařilo určit 31 dřevin, z toho 21 javorů, 4 duby, 3 jasanů, 2 lípy a 1 jilm (podrobný záznam viz příl. 9). V průřezu měla tato topůrka tvar kruhový, oválný a dokonce obdélníkový, obrazové tabule viz příl. 10 (POLÁČEK et al. 2000: 64). Na Slovensku se podařilo najít jednu sekeru s topůrkem z dubu (RUTKAY 1976: 308). Tyto sekýry jsou všechny určeny šířeji do 10.–13. století, podle tvaru hlavy spíše v dolním rozsahu zařazení.

Naprostojedinečným nálezem se tak stává, dosud nepublikovaný, nález řemeslnické sekýry, tesařské hlavatky, časově zařazený do 13. století. Se svolením vedoucí výzkumu v Praze na Malé Straně, Valdštejské ulici, J. Čihákové, je na tomto místě možné uveřejnit fotografie sekýry (viz příl. 11) a uvést, že sekýra se dochovala včetně celé délky topůrka 755 mm, které bylo při nálezu rozlomeno ve čtyřech kusech. Zachovaný tvar je spíše oválný. Zkoumání dřeva provedl J. Novák a bylo určeno jako jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*).

Množství nálezů topůrek je relativně malé oproti nálezům samostatných sekyr, ale přesto umožňuje dobrý náhled do použitých materiálů, které se nijak zvlášť neliší od současných. Následně je možno zjistit, že hlava sekyry byla na topůrku nasazována jak soudobým běžným způsobem, z krátké strany topůrka, tak i způsobem dnes obvyklým např. pro krumpáč, nebo zednické kladívko, kdy se topůrko protahuje po celé délce okem hlavy sekyry. Tento způsob naznačuje zejména přesah topůrka nad samotnou hlavu sekyry. „Obrácené“ nasazení má tu výhodu, že při práci se odstředivou silou sekyra sama na topůrku utahuje.

Ve starších pramenech se lze o topůrkách dozvědět spíše zřídka, ve staré češtině jsou označovány jako topořišče, násadišče, kratčišče a dlubna.

Ikonograficky jsou topůrka zobrazována velice jednoduše, zpravidla jako přímka bez podrobností.

#### **3.4.5.6. Exkurz k tzv. bojovým sekyrám**

*„U s. většinou nelze odlišit nástroj a zbraň; za bojové se považují s. lehčí, s úzkým tělem a menším průměrem oka.“* (SKLENÁŘ 1992: 45) Podobnou poznámku, jako je zde uvedena, lze nalézt u mnoha popisů sekyr, u mnoha autorů a v různých typech článků. Z hlediska vrcholného středověku je to již zvláštní tvrzení, protože v kontextu nálezů jsou i ty lehčí sekyry již poměrně těžké a oko je také již větší. Pravděpodobně jde o jakési přenesení z vnímání raně středověkých sekyr, kdy měly tyto vlastnosti svoje opodstatnění.

Ty jsou v jedné práci shrnuty takto: *„Hlavním rozdílem mezi pracovní a bojovou sekerou je šířka ostří a délka topůrka. U pracovních seker byla vyšší váha a tedy i vyšší pádnost výhodou. V boji se útočník musel sekerou umět rychle ohánět a přílišná hmotnost by byla spíše nevýhodou. Čím je delší násada sekery, tím je větší síla úderu a odrazu... Topůrka dřevorubeckých seker jsou krátká. Je to z toho důvodu, že tím jak je menší síla úderu (ale i odrazu), sekera nám při záseku „zpětně“ neodskočí, což by znesnadňovalo dřevorubeckou práci. Naopak u bojových seker je takové odskočení vhodné, šetří práci při vypáčení sekery z helmy, části těla apod. U pracovních seker byl stanoven rozměr otvoru pro topůrko vertikálně v rozmezí 4–5 cm a horizontálně 3–4,5 cm. Průměr otvoru u pracovních je v rozmezí 3,8–4 cm a u bojových seker 2,3–3 cm (Aleškovskij 1960, s. 74–75). Bojové sekery se vyznačují dlouhým a tenkým topůrkem, aby se lépe držely v ruce, a krátkým ostřím, aby nebyly příliš těžké. Pro bojové sekery byla velmi důležitá síla úderu - to jak vážně se podaří útočníka zranit. Tloušťka bojových topůrek je závislá na délce – tloušťka se zmenšuje na úkor prodloužení topůrka... Kratší čepele u bojových seker (45–60 mm) měly tu výhodu, že dokázaly lépe protnout řadu kroužkového brnění. Kratší ostří dovede proniknout i mezi štítky šupinového brnění a poranit tak soupeře (Choc 1967, s. 152)“* (SLAVÍKOVÁ 2007: 14–15).

K těmto závěrům by bylo dobré uvést několik poznámek. Celá práce A. Slavíkové je zaměřena a vychází z raně středověkého kontextu, který již pro vrcholný středověk nemusí platit. Délka topůrka obecně, je veličina, se kterou je třeba pracovat velice opatrně, protože topůrka, na rozdíl od samotných sekyr se zachovala velice vzácně. Navíc, ne vždy je možné přesně určit jejich délku. A ačkoliv autorka pracuje s pojmy krátká a dlouhá topůrka (někdy násady), nikde nestanovuje, co tím myslí. Pouze přejímá údaj P. Klučiny, že délka topůrka bojové sekyry v 6.–9. století byla asi 1 m. Ve vrcholném středověku mohou být i významně delší, protože se začínají objevovat rané typy sudlic, u nás od 13. století (KŘÍŽEK 1994: 33), viz obr. 45. V západní Evropě ještě dříve, např. typ „gisarme“ (KŘÍŽEK 2003: 73), viz obr. 46. V raném středověku ovšem známe také delší topůrka sekyr ze zbraní typu „*dane axe*“ (česky obecně danax) (FABRICIUS 2014), viz obr. 47, odpovídající archeologický nález viz příl. 12. Oproti tomu pracovní sekyry mají topůrka vždy uzpůsobená typu práce a často i samotnému vlastníkovi, viz příslušné části této práce.

Podobně je to s odhady síly úderu. Ono zmiňované „odskočení“ je samozřejmě u pracovní sekyry nežádoucí. V případě bojových sekyr - při zaseknutí, nelze o "odskočení" hovořit a argument o šetření práce při zpětném vypáčení je diskutabilní. Mnohem efektivnější je využít čepel sekyry s tupějším úhlem nad řeznou hranou. Použité názvosloví „kroužkové brnění“ a „šupinové brnění“ je spíše laické. Odborně hovoříme o brni, případně o kroužkové a šupinové zbroji (MUDRA 2007).

*Jak tedy rozeznat bojovou sekyru? V pramenech bývá někdy označena jako „bipennis“, např. v první čtvrtině 13. století uvádí Polská kronika Mistra Vincenta: „...exercitatissimi morum cuspidariorum... armat exercitus, exceptis sagitariis, balistariis, bipenibus, spatariis...“ (MPH, t. II), na rozdíl od obecného slova „*securis*“, případně „*malleus*“, které značí častěji palici nebo kladivo. Obecné je také označení „*ascia*“, které přešlo z řečtiny.*

Samotné slovo „*bipennis*“ je trochu zavádějící, protože jeden z možných výrazů je „dvoukřídlý“, někteří autoři tedy uvažují o variantě sekyry se dvěma ostřími proti sobě. Ve vrcholném středověku ale takové nálezy nemáme a ani ikonograficky tento typ není zachycen. Pravděpodobněji tento název skutečně patřil sekyře se dvěma ostřími, kterou je možno dohledat už v době bronzové, kde byla pravděpodobně hlavně symbolem a později byla užívána různými národy mimo římskou říši. Nejmladší archeologické nálezy tohoto typu sekyr jsou datovány do 10. až 11. století (DAHMLLOS 1977), viz obr. 47. Tento název se pak pravděpodobně přenesl jako obecné označení.





obr. 45 Morganova (Maciejowského) Bible, 1244–1254, Knihovna P. Morgana New York, sign. Morgan, M 638 fol. 11 (výřez)



obr. 46 Sir Gawain a zelený rytíř, asi 1400, Britská král. knihovna, sign. MS Cotton Nero Ax (art. 3), fol. 090/94 (výřez)



obr. 47 *Scéna 57*. Tapiserie z Bayoux, asi 1077, Muzeum Bayoux, Francie (výřez)



obr. 48 *Bipennis*. 6.–7. století, soukromá sbírka, Holandsko, 182x46 mm, 820 g

Možná by bylo možné se pokusit odlišit bojové sekery zkoumáním jejich tvaru a rozměrů. Jak již bylo uvedeno, ve vrcholném středověku je již velmi těžké, v rámci střední Evropy, najít jak archeologické nálezy, tak ikonografické doklady seker s úzkým ostřím. Takové lze vysledovat nejpozději v 11. století (NADOLSKI 1978). Ve 13. stol lze snad uvažovat o použití seker s úzkým břitem v Byzantské říši (ŽYGULSKI jr. 1975: 61). Takový kus by se k nám mohl dostat vzácně v rámci dálkového obchodu.



Na druhou stranu v práci „*Późnośredniowieczna broń obuchowa w zbiorach polskich*“ jsou sekyry s úzkým ostřím rozděleny do několika typů – IVc, VI, VIII a VIIIa a časově řazeny v průběhu 11. až 15. století. Při podrobnějším zkoumání ale zjistíme, že sekyry zařazené do skupiny IVc, jsou známy již z 11. století, a jednotlivě řazeny široce od 10. do 15. století, zpravidla podle kontextu jiných nálezů, viz obr. 49. Autor opět neopomněl přidat již známou poznámku: „*Trudno jest w przypadku tych topórow jednoznacznie stwierdzić, jaka była ich funkcja – czy były orężem, czy też służyły jako narzędzie pracy. Ze względów funkcjonalnych, ich wąskie ostrze wskazuje, że raczej służyły jako broń niż jako sekiera do rąbania drewna*“ (GŁOSEK 1996: 34). Co má být tím rozlišovacím znakem mluvícím proti sekání, nebo štípání dřeva ale nijak nevysvětluje. Na jiném místě ovšem připouští, že sekyry s asymetrickým ostřím jsou s vysokou pravděpodobností pouze pracovní. Podobně je to s ostatními skupinami seker. Typ VI není vůbec podrobně popsán a je převzat z typologie Nadolského a řazen do 10.–12. století. Typ VIII je z větší části datován podle hromadného nálezu s meči řazenými do 2. poloviny 13. až 1. poloviny 15. století. Jedná se o hromadný depot ukrytý před vojskem. Opět nejde jednoznačně popsat, zda se jednalo o zbraň, nebo o nástroje, které lze jako zbraň použít. Část těchto seker také mohla být součástí fokošů (lze si představit jako „valašky“), jejichž vojenská funkce je také do jisté míry sporná. Jedná se o sekyry užívané na Moravě a dále východně od Čech, jsou charakteristické krátkým ostřím a nápadně ukončeným týlem – destičkou, nebo knoflíkem (SLAVÍKOVÁ 2007), viz příl.13. Poslední skupina VIIIa je opět datována zejména jediným větším depotem do 14. století, zejména kvůli jednomu zdobenému kusu, v souhrnu nálezů z 10. až 14. století. I zde autor připomíná značnou podobnost s „valaškami“, případně tesařskými sekyrami. Nálezy použité k typologii viz obr. 49.



obr. 49 Typy IVc, VIII a VIIIa sekyr podle Głoseka. (GŁOSEK 1996: 135,136)

Již v názvu práce je dobré si povšimnout označení „úderné zbraně“ v originále „*broń obuchowa*“. Jako kategorii chladných ručních zbraní ji u nás zná např. Petr Klučina (KLUČINA 2011: 798). K článku vztáženém k počátku 14. století píše: „*Plátové segmenty zbroje s sebou přinesly také postupně narůstající oblibu úderných zbraní – různých palcůtů, bojových seker a bijáků.*“. Někteří autoři však tuto kategorii vůbec nevydělují. Jiní autoři navrhují vlastní názvosloví, např. zařazují sekyry k „*násadovým zbraním krátkým*“ (HRADSKÝ 1992).

Česká práce „*Encyklopedie Zbraní a zbroje*“ (KŘÍŽEK 2003: 233) věnuje sekyře poměrně dost prostoru, zejména s ohledem na to, že bojová sekyra prodělala dlouhý vývoj v několika směrech. Z hlediska rozpoznání vrcholně středověkých sekyr jsou významné zejména následující informace: „... *u nás vzniká v 9. století typ určený výhradně k boji, tzv. sekera bradatice. Sekery se hojně užívaly ve 12. století hlavně pro pěší boj s jezdci. Ve 13. století rytíři ještě používali pro boj zblízka těžkou jednoruční nebo dvouruční sekeru...*“ V kontextu ostatních publikací se zdá být poměrně odvážným tvrzením, že sekyra bradatice je určena výhradně k boji. Nečekaně také sekyru nezařazuje do žádné ze skupin chladných zbraní.

Mnohem větší pozornost rozlišení jednotlivých sekyr, včetně popisu jejich možné funkce a zařazení je věnována v nomenklatuře „*Terminologie, třídění a kód středověkých kovových předmětů*“ (BELCREDI 1989). Bohužel, jak sám autor udává, údaje jsou platné k roku 1985 a lze jen odhadovat, nakolik by bylo možné je doplnit nebo přehodnotit. „*V našem prostředí se vytváří jednak vějířovitá bojová sekera.... Druhý směr sleduje vývoj slovanské sekery, též bojové. Sekera z 1. pol. 14. století má taktéž vějířovité ostří, ale objímka si zachovala rohaté výčnělky a vějíř ostří je šikmo uťat... Vedle ní existuje jakýsi druh bradatice, která má horní stranu objímky plochou a spodní rohatou ... Zcela shodný typ sekery se objevuje na počátku 15. století Tentokráte jsou však již obě strany objímky ploché...*“ Typologie pak pokračuje pozdně středověkým vývojem. Co je ovšem velice cenné, je porovnání s ikonografií dané doby, viz: „*Při třídění typů seker jsme vycházeli pouze z archeologického materiálu, neboť v obrazovém materiálu je množství bojových seker, které se v nálezech z výzkumů vůbec neobjevují.*“ To může být dáno řadou okolností, zejména častou recyklací hodnotného kovového materiálu a lze tedy opět dovodit, že archeologie by ještě mohla přinést další cenné důkazy pro rozlišení jednotlivých typů sekyr. V závěru se také objevuje významné zjištění vztahující se k typu „*širočina*“: „*Čepel však stále zůstává kratší tuleje, čímž se zásadně odlišuje od seker bojových.*“ Při jiné interpretaci by tedy bylo možné pracovat s myšlenkou, že bojové sekyry mají čepel delší než tulej. To by mohlo být důležitým rozpoznávacím znakem.

Ona „*vějířovitá*“ bojová sekyra je pravděpodobně odpovídá popisu „*zaokrouhlené ostrie, vybiehajúce pravidelne na obidve strany*“ (SLIVKA 1981: 212). Tento autor si také správně všímá ikonografie, která zobrazuje tento typ, jako bojovou sekyru, v našem prostředí ve zdaleka největším počtu případů. Také si všímá, že některé sekyry určené pro boj, mají, směrem nahoru, z tuleje vytažený jakýsi relativně dlouhý trn.

Ten je dokumentován např. nálezem z Devína (POLLA et al. 1975: str. 107)

Dalším, dosud možná nedoceneným, zdrojem informací by mohla být heraldika. Ta v období vrcholného středověku nabývá na významu a nese s sebou jak ikonografické, tak duchovní a symbolické pojetí každého erbu. V tomto směru je jistě přínosná práce „*Ikonografické zobrazení středověkých militárií na erbech české šlechty*“ (ŠÍSTEK 2012). Sekyra je podle něho symbolem mužnosti a bojovnosti. Přiřazuje ji ke zbraním jednoručním sečným, s výjimkou dvouručních, které považuje za dřevcové sečné zbraně. Palcáty, které jsou v práci také zastoupeny považuje za zbraně tupé.

Dalo by se tedy předpokládat, že dědičné erby šlechty budou zobrazovat zejména bojové sekery. Je tu ale značná disproporce. Součástí práce V. Šístka je i rozsáhlý katalog erbů, kde je možno vysledovat jednotlivá vyobrazení, která jsou přiřazena k typologii podle Głoska. Nejčastěji se jedná o jeho typy XI, XIa a XIII. Vzhledem k předešlému je nutné uvést že se jedná o sekery s velmi dlouhým ostřím, tedy naprosto odlišné od Głoskova předpokladu tvaru bojových sekyr. V četnosti zobrazení rovného a konkávního ostří není velký rozdíl.

Ikonografických zobrazení bojových sekyr je relativně mnoho, je nutné vždy sledovat míru stylizace obrázku, dobu jeho vzniku a provenienci. Rozměr a zachycované jednotlivosti také často určují, do jaké míry bude obrázek podrobný. V této souvislosti je nesporně zajímavé, že pokud tyto scény zobrazují např. ničení dřevěných prvků opevnění (bran apod, viz obr. 50), lodí (obr. 51), nebo např. stromů v sadech (obr. 52) používají vojáci morfologicky jiné sekery, než jsou určeny pro boj, viz obr. 53. Tvůrci a jejich současníci tedy s velikou pravděpodobností měli ponětí o tvarové škále jednotlivých skupin sekyr.

Zvláštním rozpoznávacím znakem může být i přítomnost bukového topůrka, které někteří autoři přiřazují pouze bojovým sekyrám (STEPNIK 1996: 274). Také délka případného topůrka může naznačit využití sekery. Např. topůrko o délce 115 cm, náležející k sekyře typu „bradatice“ nalezené v raně středověkém hrobu č. VIII v Břeclavi je pravděpodobně příliš dlouhé na řemeslnický nástroj (TICHÝ 1955: 24). Na druhou stranu, topůrka kratší než 50 cm téměř jistě a naprosto opačně ukazují na přesný řemeslnický nástroj.

Z uvedených jednotlivostí je tedy možné dovodit, že ne vždy lze jednoznačně určit bojovou sekuru, ale přesto je možné se o to, podle různých indicií, pokusit. Svoji úlohu hraje nejen váha a velikost samotné sekery, ale i způsob jejího broušení, dále tvar hlavy i samotné čepele a také tvar a délka případné tuleje. Dalšími významnými informacemi mohou být, v případě archeologických artefaktů, nálezové okolnosti, nálezový kontext a další, předem nespecifikovatelné, možnosti. Neméně důležitými pak budou znalosti a vědomosti každého jednotlivého posuzovatele.



obr. 50 Světová kronika, Rudolf von Ems, 1365,  
Bádenská zemská knihovna, sign. BLB Donaueschingen  
sign. 79, fol. 116v (výřez)



obr. 51 Stará historie až k Cézarovi,  
1325–1350 Národní knihovna Paříž,  
BNF Français 251, fol.255v (výřez)



obr. 52 Morganova (Maciejowského) Bible, 1244–1254,  
Knihovna P. Morgana New York, sign. Morgan M. 638,  
fol. 03v (výřez)



obr. 53 Dekrety Jiřího IX., 1275–1325, Brit  
královská knihovna Londýn, sign. BL ROYAL  
10 E IV fol. 87 (výřez)



## 3.5 Exkurz k pilám vhodným pro těžbu dřeva

### 3.5.1 Popis a třídění pil užívaných v lesnictví

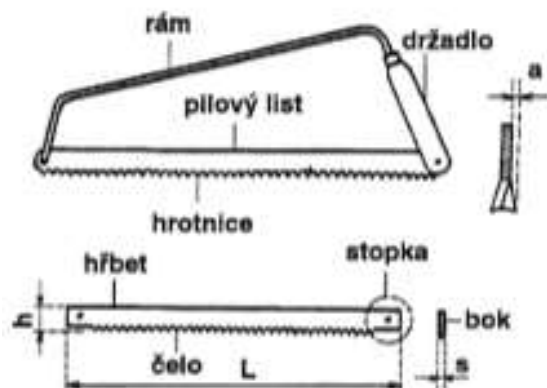
Pila je nástrojem, který v souvislosti s těžbou dřeva v minulosti vytane na mysl společně se sekyrou. Lze ji charakterizovat jako jeden z nejzákladnějších dřevoobráběcích nástrojů. *„Její funkcí je dělení dřeva. Ve srovnání s dělením dřeva sekerou dochází při práci s pilou k minimálním ztrátám materiálu a podstatně větší přesnosti vedení spáry. K dělení dřeva slouží pilový list upevněný do rámu, nebo vsazený do rukojeti. Pilové listy se skládají z těla pilového listu a zubů. Základní formy pilových zubů mají tvar trojúhelníků, seřazených za sebou s hroty ve stejné výšce, ležící na pomyslné přímce („hrotnici“). Velikost zubů ovlivňuje rychlost práce a jakost obráběné plochy.“* (VIDLÁK 2015: 18)

Pro účely této práce je vhodné se zabývat pouze ručními pilami vhodnými k samotnému porážení stromů. Využití ruční pily pro tuto činnost v současnosti je jistě častější než porážení sekyrou, zejména u tenčích kmenů, např. v soukromých zahradách, nebo tam, kde by použití motorové pily bylo neúčelné. Zpravidla se ale jedná o jednu o obloukové pily, případně tzv. ocasku. Dřevorubecké pily se v současnosti používají výrazně méně než v minulosti, ale je možné se s nimi setkat např. při prořezávkách. Dělí se na napínané – rámová nebo oblouková pila a nenapínané - ocaska nebo kaprovka.

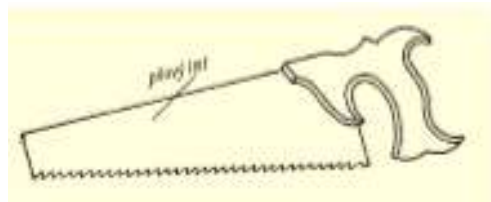
*Oblouková pila má trojúhelníkovité souměrné ozubení pilového listu, který je upnut ve dřevěném či ocelovém trubkovitém oblouku. Užívá se při práci v lese či k řezání palivového dříví“* (VINTER, HAVRÁNEK 1973: 45), viz obr. 54. Menší obloukové pily ovládá zpravidla jeden člověk, větší dva. Zuby mají velikost asi 10 mm. Hrotnice, tj. Přímá spojnice hrotů všech zubů je přímá, délka listu je 70–100 cm (ČERNÝ, NERUDA 1999: 15).

Ocaska je jednoruční pila, jejíž list se směrem od rukojeti zužuje. Zuby bývají hrubší, s výškou asi 5 mm, používá se zejména k delším řezům v silnějším materiálu (VINTER, HAVRÁNEK 1973: 45) viz obr. 55. V lesnictví se používá při prořezávkách ve velmi mladých porostech, a pokud je to nutné při tvarování stromů (např. pokud nízko rostoucí větve zasahují do profilu průchodu porostem).



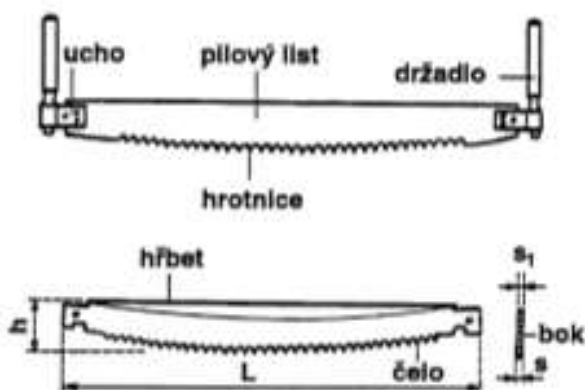


obr. 54 *Rámová pila.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 15)



obr. 55 *Pila ocaska.* (KYDLÍČEK, obr. 18)

Využití tažných dřevařských pil – tzv. kaprovek nebo břichatek (podle tvaru hrotnice), je v současnosti velice sporadické, často spojené pouze s ukázkami tradičních dřevozpracujících technik. Jsou určeny k porážení tlustších stromů a hrubšímu řezání desek a trámů. Jejich konstrukce neumožňuje ubírat materiál v řezu směrem od sebe, proto jsou vždy dvojmužné, s výškou zubu až k 15. mm., viz obr. 56. Mají trojúhelníkové ozubení souměrné, hoblovací nebo drážkovací (VINTER, HAVRÁNEK 1973: 45). Hrotnici mohou mít přímou (pak se jedná častěji o pily tesařské – ušatky) nebo obloukovou. *Zakřivení hrotnice u břichatek má v závislosti na délce listu poloměr 2,5–3 (4) mm. Délka listu břichatek může činit 1 100–1 800 mm u některých typů až 2 100 mm* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 15).



obr. 56 *Pila kaprovka.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 15)

### 3.5.2 Použití pily v historii

Zmínky o použití pily při samotné těžbě dřeva v minulých obdobích jsou relativně vzácné. Navíc se poměrně dost liší přístup autorů ovlivněných národopisem, např: „*Do 20. až 30. let 19. století se v tradičním dřevorubectví převážně používala sekera, kterou později vystřídala pila.*“ (VAŘEKA 2007: 179), kteří obecné využití pily zařazují výrazně později, než historiků, kteří zařazují použití pily v lese hlouběji do historie. „*Pila se v rukách dřevorubců objevila překvapivě pozdě. Pilky byly sice známy již v raném středověku, patřily ale k opracování drobných kousků dřeva, kostí, rohů a parohů. Od druhé poloviny 13. století zřejmě i u nás pily běžně sloužily k podélnému řezání dřevěných desek. Kácení stromů ale kladlo nárok mnohem větší, vyžadovalo řezy napříč. Nejspíš proto čekal nástup dřevorubeckých pil až na druhou polovinu 16. století...*“ (KLÁPŠTĚ 2012: 173).

Pila, jako pracovní nástroj, byla v zájmovém období vrcholného středověku známa. Není ale možné jednoznačně určit, zda již v této době byla používána pro těžbu dřeva. Spíše se zdá, že prvotní užití pilových listů bylo v katrech poháněných vodní silou. Jedním z prvních zmiňovaných, nejpozději r. 1305, „pilních mlýnů“, v němčině „*Holzmuhlen*“ je umístěn pravděpodobně v Raškovicích (nedaleko Frýdku-Místku). Zmínku o něm je možno nalézt v „*Liber foundationis episcopatus Wratislaviensis*“.

Z archeologických nálezů je možné jednoznačně zjistit tesařské postupy za použití pily. Tu ovšem někteří autoři pro změnu řadí do městského prostředí. „*Běžné a typické se stalo opracování dřeva pomocí nástrojů: k základním náležel nůž a sekyra, v novověku se i ve vesnickém prostředí rozšířilo používání pily, vrtáku, dláta, pořízu a dalších nástrojů. ...Zpracování dřeva mělo v českých zemích také profesionální, řemeslnou formu od středověku vázanou na městské prostředí...*“ (VÁLKA 2014: 111). S tím by korespondovaly relativně časté nálezy konstrukčních prvků, např. jímka a předměty v této jímkce z domu č.p. 440/11 v Chebu (BENEŠ 2002). Na druhou stranu lze doklady použití pily najít i na šlechtickém sídle - např. hrad ve Veselí nad Moravou (DEJMAL, MERTA 2011: 131), kdy byly opracované hlavice trámů použity na dřevěné stavbě označené jako „*srub s.s.j.2*“.

Nálezy samotných pil, respektive pilových listů, jsou mnohem vzácnější. To může mít mnoho důvodů, jednak jejich obecně menší rozšíření vzhledem k náročnosti výroby. Tím je pravděpodobně dána i jejich vyšší hodnota a také asi nutnost použití kvalitního materiálu, který mohl být později recyklován. Pokud pomineme pily, které sloužily jednoznačně jako řezbářské nástroje, lze hovořit o nálezech z Velkomoravského okruhu, z Valů u Mikulčic, kde byly nalezeny zbytky pravděpodobně malé obloukové pily s délkou listu 211 mm (POLÁČEK 2000).

Rozhodně nejzajímavějším dokladem je potom nález ze Spindelbachu, zaniklé vsi v blízkosti Chomutova (k. ú. Výsluní). Jedná se o pilu, tzv. kaprovku. Dochovala se sice v několika zlomcích, nicméně v celé délce asi 926 mm a šířce 96 mm. Na pilovém listu se

zachovalo několik zubů o velikosti asi 13 mm a rozteči (vzdálenosti mezi jednotlivými hroty) asi 30 mm. V těsné blízkosti listu byl nalezen i dřevěný trn délky 114 mm a průměru asi 24 mm, pravděpodobně rukojeť. Tato pila byla datována do 14. až 15. století (HYLMAROVÁ et al. 2013: 585), viz obr. 57 a 58.



obr. 57 *Fotografie nálezové situace (pila)*. Spindelbach, k. ú. Výsluní, okr. Chomutov, usedlost č. 2, sonda 5  
foto T. Klír



obr. 58 *Detail ozubení pily*, připraveno pro výstavu na FF, UK, foto autor 2013

S tím souvisí i poznatky z raného novověku, kdy se pily (a možná ještě dříve sekyry) pravděpodobně staly součástí tzv. „*fundu instructu*“, tedy nezczitelného majetku, který byl pevnou součástí jednotlivých hospodářství (JIRÁSEK 1968:220). Ještě ve druhé polovině 16. století se ale nepředpokládá, že by pily sloužily primárně k porážení stromů (PETRÁŇ 1963: 51). V roce 1793 je lesnická pila pravděpodobně již natolik rozšířena, že se jednoznačně doporučuje ji použít při porážení (LENHART 1793: 97).

### 3.5.3 Středověká ikonografie pily

Ikonograficky, a to zejména v knižní malbě, jsou pily, v období středověku, zobrazovány relativně často. Jako pracovní nástroj nejpozději od 12. století, v souvislosti s biblickými tématy jako je např. stavba Noemovy archy, nebo stavba Babylonu apod.

Zobrazení čistě lesnické pily – kaprovky je však vzácné. Její zobrazení je možné sporadicky najít u zobrazení apoštola sv. Šimona (Kananejského, zvaného Zélota tedy horlivec), jehož je atributem, protože podle křesťanské tradice byl tento svatý přibit na kříž a poté rozřezán pilou. Právě pro svůj atribut se stal, kromě jiných, i patronem dřevařů. Tato vyobrazení lze najít od druhé poloviny 13. století. Většinou je na nich ale (správněji) zobrazena pila ušatka. Podobné zobrazení je možné nalézt i u tzv. martyria Izajášova, který byl pohany rozřiznut pilou napůl (VLKOVÁ 2014).

Zobrazení pily, v ruce dřevorubců, při porážení kmene, se z období středověku zatím nepodařilo nalézt. Nejstarším zatím známým zobrazením tak zůstává vyobrazení z Bible Václava IV. (vznikla pravděpodobně v letech 1389 -1410), kde má pravděpodobnou

kaprovku (ušatka je zobrazena také, ale jinak) opřenou přes rameno řemeslník před králem, viz obr. 59.

V tomto kontextu je neméně zajímavý reliéf „Muži s pilou“, který zobrazuje „kaprovku“ v naprosto identické podobě, viz obr. 60. Podle písemného sdělení F. Clemange, dokumentaristy Musée Cour d'or, kde je uložen, je datován do 2. až 3. století. Zůstává pak nevyřešeno, zda se tento tvar objevil o více jak tisíc let později v důsledku konvergentního vývoje, nebo jeho znalost byla v lidské paměti uchována bez dalších hmotných dokladů.



obr. 59 Bible Václava IV., okolo 1400, Rak. nár. knihovna Cour d'or, Vídeň, cod. I. 2763 (výřez)



obr. 60 *Muži s pilou*, 2.–3. století, Musée Metz, Francie, č. 75.38.55

## 4 DISKUZE K REŠERŠNÍ ČÁSTI – VÝCHODISKA PRO PRAKTICKOU ČÁST

### 4.1 Odhad množství kolonistů

V předchozích kapitolách byly představeny možnosti a východiska, která se zdají být důležitá pro další zkoumání v této práci. Zjištěné informace je možné a žádoucí dále implementovat tak, aby byly vytvořeny předpoklady relevantních výsledků pro výzkum. K tomu je nutné některá tvrzení znovu a podrobněji prozkoumat.

Jak bylo uvedeno, Z. Boháč odhaduje rozsah celkově kolonizovaného území na 45 000 km<sup>2</sup>. Od plochy Čech, přibližně 52 000 km<sup>2</sup> odečetl asi 4 000 km<sup>2</sup> neosídlených pohraničních hor a asi 3 000 km<sup>2</sup> na souvislé plochy lesa. Z toho staré sídelní území zaujímá plochu asi 17 000 km<sup>2</sup>. V roce 1050 je osídleno asi 33% (22 000 km<sup>2</sup>), v roce 1200 asi 65% (29 000 km<sup>2</sup>) kolonizovaného území a zbytek do poloviny 14. století (40 000 km<sup>2</sup>). V tabulce, ze které jsou tato data částečně převzata, je poznámka, že údaje jsou bez opevněných sídel a sídel městského typu. To by potom pokrývalo přibližně 5 000 km<sup>2</sup> plochy, která v jeho výpočtech nesouhlasí (podle BOHÁČ 1987), viz příl. 4.

Jiné odhady jsou ale nižší. Staré sídelní území podle nich zaujímá jen asi 10–15% plochy Čech a Moravy (SEMOTANOVÁ 2002: 146). Vzhledem k tomu, že na Moravě jsou tato území díky lepším klimatickým podmínkám, rozsáhlejší jednalo by se asi o 5 000 km<sup>2</sup>. J. Žemlička udává k roku 1055 osídlení 15–20% rozsahu v předhusitské době, do roku 1100 asi 40–45%, do počátku 13. století 40–45%, 13. století 15–20% (ŽEMLIČKA 2017a). I přes určité obtíže je možno tyto údaje porovnat, viz tab. 3.

tab. 3 Porovnání odhadů osídlených ploch. (autor podle BOHÁČ 1978 a ŽEMLIČKA 2017a).

Autor	Období	Udaná plocha	Vypočítaná osídlená plocha	Udané pokrytí	Nekolonizovaná plocha	Vypočítané pokrytí	Rozšíření plochy	Nárůst % oproti minulé
Boháč	Staré sídelní území	17 000			28 000	38		
Žemlička	1055		7 875	15 – 20	37 125	18		
Boháč	1050	? 22 000	15 000	? asi 33	23 000	49	5 000	29
Žemlička	1100		23 653	40 – 45	21 347	53	15 778	100
Boháč	1200	29 000	29 250	asi 65	16 000	64	7 000	32
Žemlička	poč. 13. století		39 431	+ 40 - 45	5 559	88	15 778	67
Boháč	do 1350	? 40 000	45 000	100	0	100	16 500	55
Žemlička	poč. 14. století		45 000	+ 15-20	0	100	5 569	14

U hodnot s rozptylem je počítáno se střední hodnotou ; ? Znamená zřejmý nesoulad

Tab. 3 poměrně zřetelně ukazuje jistý nesoulad v odhadovaných datech. Pro další zkoumání jsou ale zajímavé údaje ke konci 11. století, kdy se oba autoři shodnou, že byla osídlena přibližně polovina (z kolonizovaného území) rozlohy Čech, tedy přibližně 22 500 km<sup>2</sup>. Druhým rozhodným obdobím pro porovnání by pak mohlo být samotné ukončení kolonizace, které sice Z. Boháč klade do poloviny 14. století, ale i tak se jedná o interval asi 200 – 250 let. Pro další výpočty je tak možno počítat asi s 11 generacemi obyvatel, které se osídlování mohly účastnit.



K roku 1100 je k dispozici několik odhadů počtu obyvatel v Čechách (viz tab. 1), většina z nich se pohybuje okolo 500 000 obyvatel, situace s počty obyvatel kolem roku 1300 je složitější, ale odhad kolem 1 000 000 obyvatel by mohl být pravděpodobně relativně přesný. Je zajímavé povšimnout si korelace mezi počtem osob a plochou obhospodařované půdy. Obojí stouplo přibližně dvojnásobně. Jednoduchým výpočtem pak lze zjistit, že ve zkoumaném období mohlo do kolonizace zasáhnout asi 8 000 000 lidí. Počet skutečných osadníků je ale jistě výrazně menší.

Další možností je odhad počtu nově vzniklých sídlišť. Zde je pravděpodobně nejdůležitější údaj z 1. vojenského mapování (Čechy 1764–1767) o počtu asi 11 000 vsí a osad a 500 měst, který je ověřitelný (BOHÁČ 1987: 73). Také přibližně koreluje s odhadem 17 000 obydlených míst, které odhaduje Z. Boháč k roku 1410. A to za podmínky, že připočítáme osady a vesnice, které v mezidobí zanikly a na druhou stranu nebudeme počítat příliš vysoký počet osídlených míst po tomto období (zejména po třicetileté válce). V každém případě dnes již přesný počet zaniklých středověkých vsí nezjistíme. Počet lehce nad 3 000, odhadovaný v roce 1959 F. Roubíkem byl doplněn a navýšen novějšími výzkumy. Dále je také nutné počítat s tezí M. Štěpánka, který se domnívá, že většinu záznamů o zaniklých vesnicích tvoří místa z pozdějších fází kolonizace, která byla následně přeměněna na lesy nebo pastviny. Místa, která leží blíže starým sídelním oblastem a zpravidla s lepší půdou, zanikala, pravděpodobně ve stejném měřítku, ale jejich intravilán se stával součástí okolních osad. To sice snížilo počet vsí a hustotu obyvatel, ale ne obdělávanou plochu (ŠTĚPÁNEK 1969: 467,468). Další nejasností je také Z. Boháčem odhadovaný nárůst osídlených vesnic mezi lety 1300–1410 o 4 000, což by podle jeho jiných odhadů bylo asi 40% nově kolonizovaných míst za celé období od roku 1050. (BOHÁČ 1987). Zde se dá pravděpodobně uvažovat o jeho ovlivnění počtem písemných zpráv, kterých v pozdějším období výrazně přibývá. Při vědomí toho, že jsou tato čísla dnes považována za nadhodnocená, je dobré si povšimnout, že počet obyvatel je o něco více než dvojnásobný, osídlená plocha přibližně dvojnásobná a počet sídel také dvojnásobný. V úvahu je také třeba (opatrně) brát skutečnosti, že vsi z ranějších fází kolonizace jsou častěji při stejném počtu usedlostí katastrálně menší (ŠTĚPÁNEK 1969: 469). Při vědomí dalších aspektů, zejména nižších odhadů jiných autorů je možné odhadnout počet nově budovaných kolonizačních vsí, v rozmezí od poloviny 11. století do počátku 14. století, asi na 6 000.

V současných pracích se již osídlená místa nerozlišují podle starší nomenklatury na samoty (méně než 3 usedlosti), sedliště (3–8 usedlostí) a vsi (více než 8 usedlostí) (SMETANKA 1960: 25), ale hovoří se zpravidla o zaniklých středověkých osadách (ZSO). Značná variabilita velikosti jednotlivých ZSO, plyne jednak z množství usedlostí, které zpravidla koreluje s velikostí extravilánu, a také z velikosti samotného intravilánu, v závislosti na architektonickém typu vesnice. „*Vesnice 13.–14. století, zejména lokační ...bývaly obvykle větší než dříve. V kolonizačně širokém regionu středních Čech ...nacházíme v průměru*

*kolem 15–30 usedlostí v jedné vsi. To však nebylo žádnou normou; nadále vznikaly vesnice o 6–10 domech a „vésky“ (samoty) se dvěma až třemi usedlostmi... Vrcholné kolonizační lesní lánové vsi mívaly ve 13. století i 30–50 usedlostí“ (PETRÁŇ et al. 1985: 329). Obecně se v Čechách uvažuje, na základě archeologických rozborů nalezišť, s 10–12 usedlostmi na jednu sídelní jednotku. S tím koresponduje například výzkum na Rokycansku (VAŘEKA et al. 2011: 333). Z dochovaných pramenů víme, že osídlovací záměry byly často vyšší.*

Lepší shoda, než u relativně velkého rozptylu počtů usedlostí ve vsi, se dá vysledovat u počtu osob obývajících usedlost. Z. Boháč odhaduje 6 osob, V. Davídek 6,6–7,5 (po přepočtu), J. Žemlička 5–7,5 (po přepočtu). Lze tak pracovat s obecně předpokládaným a přijímaným počtem přibližně 6 obyvatel v jedné usedlosti. Ten vychází z typologie tzv. „nukleární rodiny“ (HAJNAL 1965). Ta byla původně vypracována pro novověk, ale lze ji aplikovat i ve vrcholně- a pozdně středověkém období (GESTRICH et al. 2003). Tito historici také předpokládají dvougenerační (vzácněji neúplnou trojgenerační) rodinu. To, že se v kolonizačních osadách musely relativně brzy objevit manželky a rodiny kolonistů je zřejmé zejména z toho, že lokátor měl zájem na tom, aby nově osedlí na půdě zůstali a on tím zároveň splnil emfyteutickou (nebo obdobnou) smlouvu. Pokud by se lokačních podniků účastnili pouze muži, logicky by museli hledat partnerky jinde a odcházet. Zatím bohužel nedošlo k žádným relevantním výzkumům, jak mohla kolonizace probíhat technicky a v jaké fázi bylo stavěno obydlí vhodné k dlouhodobějšímu používání (mimo jiné z popsanych důvodů se tak s velikou pravděpodobností stávalo velice brzy). Je možné předpokládat, že kolonizačního úsilí se plnohodnotně účastnily 2 osoby z každé usedlosti. Samotné kácení stromů a odstraňování křovin prováděl sám nový osadník, také s ohledem na to, že měl zřejmě k dispozici jen jednu sekýru. Rodina se pak v pozdější fázi účastnila fyzicky méně náročných prací, ale o to zdouhavějších při úpravě domu a pozemků. Za nejlepší pracovní sílu je v tomto ohledu možno, podle názoru Vereny Winewarterové, považovat děti mezi šesti lety a pubertou, protože „...zastanou více práce, než snědí...“ (STEJSKAL 2003).

Tato, v mnoha ohledech nepřesná, čísla ale dovolují provést výpočet množství možných osadníků. Dva osadníci v každé z 10–12 usedlostí, kterých mohlo být asi 6 000 dává číslo 120–144 000 osadníků, přímo se podílejících na kolonizaci. To je pouhých 1,5–1,76 % z předpokládaného počtu obyvatel (nutno počítat za celou dobu, v 11 generacích). I kdyby odhady byly podhodnoceny, je patrné, že toto množství by nijak výrazně neovlivnilo běžný chod hospodářství ve zbytku země. Při výpočtu nebyly zahrnuty celé rodiny, protože počet jejich členů se pravděpodobně zvýšil až poté, co byla provedena prvotní změna z půdy neobdělávané na hospodářsky využitelnou. Pak se tedy rodina již v podstatě začlenila do systému hospodářství. Samotná kolonizace, ve smyslu získávání nových polí a dalších zemědělsky využitelných ploch, pravděpodobně obyvatelstvo příliš nezatížila a hospodářsky nevyčerpala.

## 4.2 Odhad pracovního zatížení

### 4.2.1 Současný pohled na práci se sekyrou

Není pochyb o tom, že zpracování dřeva sekyrou je fyzicky namáhavá práce. V současnosti, bez ohledu na technologické možnosti, je stále považována za velmi zatěžující aktivitu. Podle současných autorů musí lesní dělníci dlouhodobě využívat asi 45% veškeré fyzické a pracovní kapacity, zatímco dělníci v zemědělství asi 30 % a kancelářské síly asi 15% (MÁČEK, VÁVRA 1988: 2).

Zátěž spojenou s vykonáváním určité práce je možné rozdělit do třech typů. První z nich je fyzická zátěž, hlavně pokud je vykonávána dlouhodobě a stereotypně. Dalším typem je fyziologická zátěž, ta může být způsobena mnoha faktory ovlivňujícími činnost organismu, např. nevhodnou stravou, nedostatečným oblečením, omezením po úrazech apod. Posledním typem je psychická zátěž, ovlivněná životním stylem. Jedná se o dlouhodobý stres a jeho případné následky. To, jak bude jedinec souhrn těchto zátěží při práci vnímat, je dané mnoha faktory, za všechny je možné jmenovat pohlaví, věk, zdravotní stav, genetické predispozice i vliv prostředí.

Odhad energetického výdeje při lesní práci lze určit na základě ČSN EN ISO 8996 - Ergonomie tepelného prostředí - Určování metabolismu. Pro všechny výpočty je využívána tzv. „standardní osoba“, pro muže platí tyto parametry: stáří 30 let, váha 70 kg, výška 1,75 m (povrchová plocha těla 1,8 m<sup>2</sup>). Dále je předpokládán bazální metabolismus (nutný pro činnost orgánů) 44 W/m<sup>2</sup> povrchu těla a nejnižší hodnota skutečně probíhajícího metabolismu (při odpočinku v úplném klidu) 65 W/m<sup>2</sup>. Tyto hodnoty se v čase nemění, jsou uvažovány pro dobu 60 vteřin.

Samotným energetickým výdejem při práci se zabývá Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění. To v příloze 1, Část A zařazuje, kromě jiných, práci sekyrou při těžbě dřeva do V. (nejnáročnější) skupiny s předpokládaným výdejem vyšším než 300 W/m<sup>2</sup>. Tuto hodnotu je potom třeba ještě korigovat v závislosti na tepelné zátěži při těžbě v teplotách blízkých 0° C a nižších.

Samozřejmě je nutné si uvědomit, že každý jedinec potřebuje na zvládnutí určitého pracovního výkonu fyzického i psychického charakteru jiný stupeň pracovního nasazení, tedy jiné intenzity a za jiné spotřeby energie. Vše je určeno okamžitým fyzickým stavem jedince, jeho trénovaností a obecné tělesné zdatností. Zvláště u komplikovaných pracovních činností se velkou měrou podílí na vydaném úsilí i zkušenosti, které lze definovat jako dovednost.

#### 4.2.2 Možnosti odhadu pracovního zatížení ve středověku

Je jisté, že každý kolonizační podnik byl postaven na změně prostředí vykonané z největší části lidskou silou. Vynaložené množství práce bylo zpravidla adekvátní k možnostem sociálního růstu jednotlivých kolonistů a jejich rodin. Nejsou proto žádné záznamy o tom, že by noví osadníci, alespoň v emfyteutické fázi, nevykonávali tuto činnost dobrovolně.

Z nepřímých dokladů je možno se domnívat, že i v tehdejší nahladu byla těžba a zpracování dřeva považována za náročnější, než např. běžné polní práce. „... *johanité rádi rezignovali na peněžní platby od jedenácti nedvězických sedláků, které by - jak bylo v ostatních vsích zvykem – zřejmě dosahovaly jen půl kopy z lánu, tj. celkem pět a půl kopy, a raději požadovali práci při kácení a dopravě dřeva, které jim přinášelo mnohonásobně vyšší zisky na pražském trhu.*“ (JAN 2014: 182). Tento názor vychází z údajů uvedených v urbáři pražské komendy řádu Johanitů, z roku 1376. Pro účely této práce se sice jedná o mírně mladší pramen, ale jeho platnost jistě sahá do předešlého období. Johanité vlastnili menší panství se správním centrem ve Varvažově (střední Povltaví). Celkem se jednalo o 6 nijak bohatých vesnic. Zajímavé je ale rozdělení robotních povinností některých z nich.

Čtyři varvažovské usedlosti musely plnit obvyklé povinnosti, sekat obilí při žních, nadhánět při lovu zvěř a sbírat (divoký) chmel. Kromě toho každá usedlost robotovala jedním člověkem po tři dny v týdnu a dále měla poskytnout jednoho plavce k voru. Zde bylo počítáno s naturální náhradou jídla po celou dobu plavby. Zbonínští, 3 usedlosti a 2 podsedci, museli kromě běžných povinností jako ve Varvažově, ročně sestavit celkem 13 vorů. Nevězicítí oproti tomu poskytovali pouze malou pomoc při žních a senoseči, ale 11 usedlostí, muselo vytěžít a svázat celkem 110 vorů, každý ze 7 dubů, dlouhých 7 loket (asi 4,15 m). L. Jan uvádí šířku pramene přes 3 m, což by znamenalo průměrnou jmenovitou tloušťku asi 43 cm.

Vzhledem k podobným podmínkám je tak možno stanovit, s vynecháním menších zátěží, že každá varvažovská usedlost robotovala asi 150 dní v roce, oproti nevězickým usedlostem, které musely zpracovat 70 „sortimentů“. Zjednodušeně lze uvést, že zpracování jednoho vzrostlého dubu bylo ceněno jako dva dny práce při robotě. Otázkou pak zůstává, zda bylo možno z jednoho stromu získat více jednotlivých „dřev“ a do jaké míry se zpracovávaly ostatní části stromu. Bylo totiž běžné, že na vorech byly srovnány hromady méně ceněného palivového dříví a z celních záznamů vyplývá, že objemově se jednalo o značné množství (JAN 2014). Pro samotné varvažovské osadníky ale bylo nesporně výhodné, že při pomocných pracích bylo možno zaměstnat i větší děti, případně spojovat síly několika osob.

Pracovní zatížení při odlesnění vytyčené části pozemku je potom nesrovnatelně menší, než pravidelná dlouhodobá práce při těžbě dřeva a stavbě vorů. Takové dlouhodobé zatížení je však již možné sledovat z hlediska antropologie, paleopatologickými analýzami. Těmi lze studovat jak samostatné kosterní nálezy, tak i celá pohřebiště. Potom se hovoří o tzv.

„populční paleopatologii“, která sleduje a vyhodnocuje degenerativní změny skeletu, stav dentice (zubů), frekvenci zranění a projevů nemocí v závislosti na věku a pohlaví u všech hodnotitelných jedinců konkrétně datovatelného souboru. Tak je možné přiblížit obraz zdravotního stavu, fyzické zátěže i životních podmínek této populace v určitém časovém a geografickém prostoru.

Při dlouhodobém používání sekyry, v závislosti na specifickém pohybu, je možné, u postižených jedinců, zjistit výskyt patologických změn – osteoartrózy ramenního kloubu. Jedná se o chronické, nehorečnaté, kloubní onemocnění s výraznými degenerativně-produktivními změnami. A dále zejména „*crista supinatoria*“ (výrůstky na kosti), jako výsledek entezopatie (zánětů úponů šlach), na ramenní kosti a loketní kosti, ty mohou být doprovázeny také entezopatií článků prstů, jako následku držení nástroje v pevně sevřené dlani. Tyto kosterní změny byly detekovány např. v populaci Devínského hradiště v období 11.–12. století a přiřazeny k některým náročným fyzickým aktivitám, mezi kterými je jmenováno dřevorubectví (BEŇUŠ, MASNICOVÁ 2015: 68) viz příl. 14. Osteologický rozbor pohřebišť na kolonizovaném území by tak mohl přinést cenné poznatky k předpokládanému pracovnímu zatížení.

## **4.3 Postupy experimentální archeologie**

### **4.3.1 Možnosti využití archeologického experimentu**

Celý výzkum a zvláště pak připravované pokusy a zkoumání již od počátku směřuje k opětovnému získání informací, které museli kolonisté ve středověku znát a počítat s nimi. Napodobení části osídlovacího procesu pak přímo vybízí k využití metod experimentální archeologie.

Experimentální archeologie je podle některých názorů jedním z oborů archeologie, podle jiných se jedná pouze o experimenty v rámci archeologie (POPELKA 2000: 210). Zde budou tyto pojmy používány jako synonyma. S pomocí poznatků z dalších vědních oborů, jako je antropologie, etnografie, ale i metalurgie a jiných technických disciplín a také z přírodních věd, jako je paleobotanika a palynologie, se pokouší pomocí sofistikovaných pokusů replikovat staré technologie, zvláště procesy získávání surovin, výroby předmětů, objektů a skupin staveb a také postupy pěstování rostlin i chovu dobytka. Jedním z cílů těchto experimentů by mělo být zjištění, jak byly nám známé pozůstatky hmotné kultury vytvořeny, vyrobeny, nebo připraveny. Napodobení těchto archeologických pramenů je pouze prvním krokem tohoto procesu, protože neméně důležitou částí je i interpretace pracovních postupů a procesů. Dalším cílem je pak prezentace těchto zjištění. K tomu často slouží specializovaná pracoviště, kde jsou vytvořeny podmínky pro samotné experimenty i jejich popularizaci.



Interpretace výrobních technologií zahrnuje řadu možností, některé z nich byly v minulosti podrobně rozpracovány a využívají nejmodernější pracovní postupy. Často využívanou metodou je např. traseologie, metoda při které se zkoumají nástroje a stopy, které zanechávají na výrobcích.

Podrobněji se experimenty v archeologii zabýval např. Jaroslav Malina, který je dělí do několika skupin:

*„A) Experimenty s materiálními modely založenými na prostorové a fyzikální podobnosti – repliky a makety. Replika je případ, kdy víceméně všechny vlastnosti modelu odpovídají originálu tak, že repliku a originál lze zaměnit. Maketa je případ, kdy se zkoumané vlastnosti originálu vyšetřují prostřednictvím stejných nebo takřka stejných vlastností makety obvykle v jiném měřítku.*

*B) Simulační model fyzikální – jedná se např. o rekonstrukci pravěkého obydlí a jeho následnou destrukci požárem, kdy se zkoumá, jakým způsobem destrukce koresponduje s původní rekonstrukcí. Předmětem zájmu jsou technologie a funkce pracovních procesů. Do této kategorie patří i rekonstrukce předmětů známých jen z vyobrazení.*

*C) Modely analogové a symbolické. O analogovém modelu mluvíme tehdy, kdy jisté vlastnosti originálu jsou nahrazeny jinými fyzikálními veličinami s analogickými vztahy. Symbolické modely jsou ty, kde vlastnosti originálu se zobrazují symboly, zejm. matematickými.“ (Malina 1980: 36–37).*

Samotný pojem „experiment“ je v literatuře chápán různě. K. Pauknerová ve své práci odlišuje několik typů činností, které je tak možno nazvat. Jednak je to „přírodovědný“ experiment na základě jednoznačných postupů a znalostí, dále o „kvazi-experiment“, kdy je třeba znalosti a kusé informace doplnit. Toto částečné zpodobnění domněnky nazývá „simulakrum“ (z lat. podobnost). Ten pak považuje za největší přínos pro popularizaci celé archeologie, protože umožňuje zachytit vědeckou představu podoby jednotlivých artefaktů.

Experiment v archeologii by měl být postaven na jednoduchých principech, které vycházejí z Descartova učení. Prvním je jasná formulace myšlenky, která je předmětem zájmu. Druhým je vytvořit podmínky pro snadné řešení, zejména rozdělením jednotlivých otázek na menší části, do nenáročných forem. Třetím je odvozovat myšlenky zjištěné poznáním od nejjednodušších ke složitějším. Čtvrtým principem je potom úplné zveřejnění výsledků a jejich přehledů (Descartes 1992: 17).

Pro dodržení těchto požadavků je nutné dodržet následující zásady. Je nutné použít metody a materiály odpovídající lokalitě a době a snažit se přizpůsobit tehdejšími podmínkám. Pracovní postup vykonat úplně až do dokončení a žádným způsobem ho neurychlovat. Pracovní metoda by měla maximálně odpovídat skutečnosti, případný nedostatek zkušeností by měl být odstraněn předběžným nácvikem. Každý pokus několikrát opakovat a vést si o něm kvalitní evidenci a dokumentaci. Pracovat s osobní subjektivní pozicí a pokusit se ji reflektovat do obecnějších poznatků.(upraveno podle COLES 2014: 13–14).

V současnosti naše archeologie přijímá výsledky experimentů na základě hypotéz, které musí být testovány opakovaně a konzistentně, výsledkem musí být shodná data. Přistupuje se k nim s vědomím, že stejná data lze různě interpretovat a že dosažené závěry jsou spíše logické konstrukce. Přitom je ale nutné si uvědomit, že během provádění experimentů se mohou objevit nové otázky a úhly pohledu, na které mohou získaná data také odpovědět. Celý proces pak musí splnit základní požadavek experimentální archeologie – posunout poznání minulosti.

#### 4.3.2 Vybrané experimenty se sekyrami

Sekyra, právě pro své obecné rozšíření, je lákavá pro použití k jednoduchým pokusům a experimentům. Ještě v nedávné minulosti bylo možné se setkat se řemeslníky, kteří ovládali velmi staré technologie. Bylo tak možné provést např. opravu starého krovu obdobnou technikou, jakou byl skutečně vytvořen. Oni sami by tuto práci ale za pokus určitě nepovažovali. Na druhou stranu víme, že již v 19. století vznikla poptávka pro starožitnostech jako výzdobě luxusních interiérů. Protože na trhu jich ale nebylo dostatečné množství, začaly je některé dílny nově vyrábět. Většinu těchto napodobenin lze dnes odlišit právě podle použití tehdejších technologií, které neodpovídaly původnímu zpracování předmětů.

Sekyra je jako nástroj příliš hrubá na to, aby s ní bylo možno vyrábět drobné ozdobné předměty, po kterých byla největší poptávka. Její užití tak bylo spojeno až s prvními nálezy dřevěných artefaktů, zejména staveb a konstrukcí, kdy se archeologové chtěli dozvědět více o jejich stavbě a používání.

Asi nejstarší skutečně vědecky provedený experiment proběhl v roce 1936 u naleziště v Biskupinu (Polsko), kde byly pod vedením Jozefa Kostrzewského replikami bronzových sekyr, pokusně káceny borovice pro stavbu repliky domu lužické kultury (FITZKE 1939).

V bývalém Československu byla významným mezníkem experimentální archeologie 80. léta 20. století, kdy Ivana Pleinerová se svými spolupracovníky experimentálně položila základy Archeoskanzenu v Březně u Loun. Vedla rozsáhlé výzkumy ohledně výstavby a také života ve staroslovanských domech. Pod jejím vedením v roce 1981 proběhl experiment, při kterém byl raně středověkou sekyrou přetínány kmeny. Výsledky byly tyto: dub, o průměru 13 cm, trvalo přeseknout asi 2–2,5 minuty a dub, s hustými letorosty, o průměru 20 cm, asi 9–9,5 minuty. Buk o průměru 20 cm byl sekán asi 14–14,5 minuty (PLEINEROVÁ 1986: 114). Bohužel v článku není možné najít žádné další technické údaje, např. o váze sekyry, délce topůrka apod.

Další rozvoj nastal v 90. letech, kdy se změnou společenského prostředí začaly vznikat náročnější soukromé iniciativy. Vedle zavedených muzeí v přírodě a skanzenů začaly vznikat i soukromé projekty, z nichž některé mají formu historických staveb. Tyto projekty

mají různé standardy na historickou věrohodnost, ale z těch kvalitních a oceňovaných, které zachycují období středověku, můžeme jmenovat např. Archeopark v Praze-Liboci, Curii Vítkov a Villu Novu v Uhřínově. Ve všech jmenovaných objektech probíhaly a dosud také probíhají různé experimenty s použitím sekyry, většinou však výsledky nejsou publikovány. Jednou z mála výjimek je podrobný popis experimentu s podélným dělením kmenů, který proběhl v roce 1998 ve Villa Nova Uhřínov (DRAGOUN 2000: 145–146).

Zvyšující se obliba tohoto přístupu k archeologii vedla k výraznému rozšíření základny zájemců o tuto problematiku. M. Popelka již tehdy považoval za důležité, že metody archeologických experimentů skrývají obrovský potenciál. Tím, že se jimi často zabývají laici z řad veřejnosti, by měl být jedním z cílů setkávání těchto jedinců i zájmových uskupení s archeology, aby si mohli vzájemně předávat poznatky. Také by měli obecně respektovat všechna kritéria vědeckého experimentu, tak aby ho bylo případně možno dále rozvíjet. (POPELKA 2000: 210).

Na základě zkušeností se rozvíjí teoretické studium, které zdokonaluje přípravu, zpracování i publikaci experimentů. Pro tuto práci je přínosná zejména vysoká pozornost, která byla věnována hlavně metodologii experimentu při porovnání účinnosti kamenných, štípaných i broušených, bronzových a železných sekyr při kácení stromů (MATHIEU, MEYER 2002).

Ještě hlouběji do problematiky vstoupil Z. Smetánka, když zavedl pojem „experientia“, ten vychází z pojmu „zkušenost“. Experimentální archeologie má podle něho zahrnovat replikační práce jako jsou vypalování pravěké a středověké keramiky, příprava textilních surovin, předení a tkaní apod., které úzce souvisí s osobní nebo kolektivní zkušeností. (SMETÁNKA 2000). Takto získaná zkušenost by byla, kromě hmotného výsledku práce, jedním z cílů zkoumání a bylo by ji dále možno zkoumat a rozvíjet.

Pro výzkum využití sekyry v podmínkách archeologického experimentu je určitě nutné zmínit práci M. Štěpána, který se přímo věnoval měření fyzického výkonu v experimentální archeologii ve své diplomové práci. Samotné výsledky měření, včetně komentářů byly následně publikovány. Při experimentu byla použita metodika využívající snímání tepové frekvence a sledování moderních přístrojů sledujících energetickou zátěž. Podle jeho výpočtů je možné pro dlouhodobé zatížení počítat při práci se sekyrou s hodnotou 290 W/m<sup>2</sup>. Vychází z jednotlivých měření, které byly provedeny s menší železnou sekyrkou o hmotnosti asi 1 kg, kdy byla naměřena hodnota 214 W/m<sup>2</sup>, práce při podélném dělení kmene železnou sekyrou o hmotnosti 1,5 kg, s naměřenou hodnotou 434 W/m<sup>2</sup>, a pro tuto práci významným kácením stromu železnou sekyrou.

Při tomto pokusu použil železnou sekyru s tulejí (pravěkou, typu Halštat – La Tène), o hmotnosti asi 1,5 kg. V diplomové práci udává frekvenci 33 úderů za minutu. Při výzkumu naměřil práci 460 W/m<sup>2</sup>, při práci v mírném předklonu (úklonu) dokonce přes 500 W/m<sup>2</sup>. Práci popisuje takto: „Převažuje silově-vytrvalostní profil činnosti s výraznou statickou

*zátěží rukou držících topor sekery. Výrazné destruktivní působení zpětných rázů přenášených na ruce pracujícího jedince. Nebezpečí zdravotních problémů na základě dlouhotrvající silové kontrakce svalů prstů, rukou a předloktí. Kvalita sekery dovoluje volit nejrůznější škálu úhlů i síly úderů, mezi kterými pracovník mění pozici, čistí zásek apod. O náročnosti činnosti významně rozhoduje technika vedení sekery, technika kácení (bobrování, podsek atd.), tvrdost dřeva a samozřejmě rychlost a intenzita úderů.“ (ŠTĚPÁN 2004b: 81). Tento článek je doplněn fotografiemi, z nichž je viditelné, že autor dělí kmen klínem ve výšce nad pasem.*

Další informace k pokusům s touto sekýrou je možné získat z článku „*Konstrukce studny v Centru experimentální archeologie Všešary*“. Zde je podrobněji popsána sekýra - délka 15,5 cm, šířka 5 cm, síla 1,3 cm a násada o délce 75 cm. Autoři korigují dobu práce se sekýrou podle tloušťky kmene (zde označeno jako  $\varnothing$  - průměr). Pro jmenovanou sekýru došli k výkonu 1,8 cm/min, při průměrné tloušťce kmene 20,7 cm (ANÝŽ et al. 2002). Jednotlivé pokusy jsou uvedeny v tabulce 4.

tab. 4 Doba přeseknutí dubového kmene podle Anýž et al. (autor podle ANÝŽ et al. 2002).

Doba přeseknutí dubového kmene podle Anýž et al.											
tloušťka v cm	17	18	19	19	20	21	21	21	22	24	26
t min	8	6,8	8	16,7	10	11	13	19	12,4	13	18,5
t sec	480	408	480	1002	600	660	780	1140	744	780	1110

Bohužel, podle článku se kácení účastnily tři až čtyři osoby, žádná z nich neměla předtím větší zkušenosti s kácením dřeva sekýrou. Pro předpokládaný výsledek této práce je zajímavá následující myšlenka o závislosti tloušťky kmene a doby kácení: „*Přes jisté výkyvy, které byly způsobeny ze statistického hlediska nedostatečnou velikostí hodnoceného výběru, na něm lze sledovat nepřímou úměru mezi průměrem kmene a účinností seker. S každým přírůstkem průměru kmene o jeden centimetr klesá účinnost seker v průměru o 12%. Tato hodnota je stanovena pro rozmezí průměrů kmene 15 až 24 cm a dá se předpokládat, že se vzrůstajícím průměrem se bude snižovat a naopak.*

*Např. rozdíl účinnosti seker na kmene o průměru 100 a 101 cm bude jistě daleko nižší než 12%. Teoreticky by se dal stanovit pomocí relativního přírůstku kmene. Zatímco u kmene o průměru 20 cm znamená jeden přírůstek o 5%, u kmene o průměru 100 cm je to jen 1%. Účinnost seker by se tak měla snižovat 5x pomaleji, tedy o 2,4%. Můžeme tedy říct, že při přírůstku průměru čerstvých dubových kmenů rostlých ve stejných podmínkách o 1% se snižuje účinnost seker při jejich dělení o 2,4%. Pravděpodobně ne. Jedná se totiž o teoretický výpočet počítající s konstantní změnou vlastností dřeva, který by byl experimentem patrně vyvrácen. Výsledkem experimentu zaměřeného na zjištění závislosti účinnosti seker na průměru kmene by s největší pravděpodobností nebyl graf lineární, ale křivka.“ (ANÝŽ et al. 2002: 91)*

### 4.3.3 Archeologický experiment jako možná forma výzkumu

Zkoumání středověké kolonizace a hlavně její praktická část spojená s těžbou dřeva sekyrou nabízí myšlenku na využití metod archeologického experimentu. Již v teoretické přípravě bylo zavrženo provádění pokusu v předpokládaných přírodních podmínkách, tedy v porostu, málo ovlivněném člověkem, v pokud možno klimaxovém stádiu, protože takové prostředí je u nás cenné a těžko pro podobný pokus dosažitelné.

Příprava se potom soustředila na přípravu sekyry, která má v připravovaném experimentu zásadní význam. Celkem jednoznačně se počítalo s tím, že bude použita sekyra, případně několik sekyr z nálezů v Sezimově Ústí a to nejen pro jejich dobrou publikaci (KRAJÍČ 2003). Nejvýznamnějším důvodem byl, kromě vizuální znalosti těchto artefaktů, stupeň jejich prozkoumání. Některé nálezy byly totiž podrobeny metalografickému zkoumání a bylo tak možné tyto nástroje poměrně přesně replikovat. Na základě získaných informací bylo vykováno několik sekyr.

Při jejich výběru se projevila problematičnost použití nástrojů vyrobených v současnosti. Všechny tyto sekyry byly vyrobeny jako tzv. „vizuální repliky“, tj. věrně zachytily rozměry a tvar vybraných nálezových sekyr. Bohužel se nemohlo jednat o „úplné repliky“, protože byl sice použit autentický výrobní postup, ale ne autentický materiál, ten měl sice technicky stejné vlastnosti (zejména tvrdost), ale rozdílné chemické složení. To se na jedné sekyře projevilo v přípravné fázi pokusu tím, že se rozštěpil řezný klín. Při dalším zkoumání bylo zjištěno, že by musel být použit materiál vyrobený před zavedením velkovýroby oceli, kdy se uměle ocel začala obohacovat o další prvky. I když ostatní sekyry pracovní zatížení vydržely, v žádném případě je nebylo možné označit za „funkční repliky“. „Replikace funkce“ pravděpodobně neodpovídajícím materiálem dotčena nebyla. Jako nejsložitější se ukázala „replikace technologie“, tedy samotného postupu při kácení. (názvosloví dle MATHIEU 2002)

### 4.3.4 Pokus o rekonstrukci pracovního postupu při těžbě dřeva sekyrou

V současnosti je již poměrně obtížné zrekonstruovat samotnou technologii těžby sekyrou tak, aby nebyla ovlivněna použitím pily. I když není zcela jasné, kdy se pila stala obvyklým nástrojem pro porážení, v našem prostředí byla obecně rozšířena nejpozději na konci 18. století. V každém případě se zdá, že její použití bylo preferováno, protože ulehčuje pracovní fáze, které jsou se sekyrou fyzicky nejnáročnější. V. E. Lenhart ve své učebnici z roku 1793, psané tehdy obvyklou formou otázek a odpovědí píše: „*Ot. Jaký užitek porážení stromu pilou mimoto ještě způsobuje? Odp. Ten, že každý strom tam padne, kam chceme, aby padl. Neboť když se strom na té straně, na kterou chceme, aby padl, sekerou natne, a naproti pilou 3 díly jeho tloušťky se přeříznou, tedy potom přichystanými*



*klíny, jenž se za pilou dohánějí, strom jistotně na tu stranu následovat musí, kde předtím nařat byl, čímž tedy od vedlé stojících kmenů i od mladistva veliká škoda odvrácena.*“ (LENHART, ROČEK 2003: 97). Ještě stále zde doporučuje naseknout sekyrou „směrový klín“ do hloubky jedné čtvrtiny tloušťky stromu a zbytek proříznout za použití klínů. Při použití sekyry je totiž nutné vytvořit z odebrané hmoty klín, aby vůbec bylo možné kmen přeseknout.

Užití pily však nepřicházelo do všech oblastí stejně rychle. To že její účinnost byla známa, nemohlo příliš ovlivnit dřevorubce z nižších sociálních vrstev, kteří si ji pravděpodobně nemohli dovolit. Zručnost a zkušenost při zacházení se sekyrou byla naprosto zásadní a do jisté míry mohla vynahradit ztrátu času. Větší odpad (odštěpky) nebyl zřejmě považován za limitní faktor. Při osobních rozhovorech s posledními dřevorubci v Rumunském pohoří Bihór se autor dozvěděl, že ještě v roce 1985 ručně a pouze jedinou sekyrou (speciálním typem nazývaným ve slovenštině „plankač“) dokázali podetnout buk, odvětvit ho a z kmene vyrobit pražce.

Samotná technologie těžby sekyrou je ve starší literatuře popisována různě a jednotlivá doporučení se vzájemně doplňují. Jako teoretické východisko, je možné použít technologický postup při těžbě jednomužnou motorovou pilou, který může být popsán například takto:

- a) vyhledání stromu určeného k těžbě
  - b) určení směru pádu stromu
  - c) úprava pracoviště
  - d) odstranění kořenových náběhů
  - e) vytvoření směrového záseku
  - f) hlavní řez
  - g) nedořez
  - h) zajištění vychýlení a pádu stromu
  - i) konečná úprava oddenkové části
- (ŽABA 1980: 122–123)

Tyto body je nutné dodržet i při práci se sekyrou, včetně jejich pořadí, zejména s ohledem na bezpečnost práce. Zároveň je třeba myslet na limity (zejména fyzické) jednotlivých pracovníků. Zvýšená pozornost by tak měla být věnována přípravě. Kvalitní a nepoškozený nástroj, v případě sekyry také dobře nabroušený, je nutný pro dosažení uspokojivého výsledku a zároveň šetří energii pracovníka.

ad a)

Specifika přípravy pracoviště v místě těžby zohledňují zejména větší energetickou náročnost a delší čas nutný pro těžbu sekyrou. Již samotné vyhledání vhodného stromu k těžbě musí zohlednit jeho budoucí zpracování. Ten je pak vhodné určit tak, aby byla co nejvíce ulehčena následná manipulace, např. zkrácena vzdálenost k nejbližší lesní cestě.

ad b)

Jednoduchý postup pro určení směru pádu: „*Postavíme se zády rovnoběžně k osné hraně záseku rozkročmo a hledíme dolů. Po vztyčení ukážeme rukou vpřed směr, kam se strom skácí.*“ (WEINGARTEL 1940: 18). Tento způsob je ale možné využít jen u stromů, které mají pravidelný tvar, jinak je nutné počítat se změnou směru pádu vlivem růstových vad.

ad c)

Úprava pracoviště má za úkol nejen vytvořit vhodné podmínky pro práci, ale také šetřit dřevní hmotu a okolní nárost. „*Při porubě přihlížujeme hlavně k tomu, aby se kmen pádem nepoškodil a aby jak sousední porost, tak i ony kmeny, které z různých důvodů a pro jisté účely státi ponecháváme, netrpěly; stejně pečlivě ochraňujeme nárosty a podrosty, poněvadž z nich vytvoří se nový, příští porost, případně součástky téhož. Pečlivosti při porubě třeba se dožadovati i v probírkách; různé odřenininy, odraženiny a poškození kmenů, ulámání a zpřerázení větví, nahnuté, někdy i zlomené kmeny svědčí jen o nedbalosti, nepozornosti a o špatném dozoru.*“ (ČERNÝ 1923: 74)

ad d)

Odstranění kořenových náběhů, i přes zřejmou fyzickou náročnost při práci v pokleku na jedné noze, doporučuje V. Weingartel. Při větší tloušťce kmene to mohou provádět dva pracovníci proti sobě.

„*Otesáním paty kmene se docílí několika výhod: kořenové náběhy jednostranně netáhnou strom při kácení, zmenší se tím plocha.... chrání před pískem a kaménky, snáze se docílí žádoucího směru kácení a lépe se takovými kmeny v lese i na skladu pohybuje.*“ (WEINGARTEL 1940: 18), viz obr. 61.

ad e, f)

Samotná těžba sekyrou je všemi jmenovanými autory shodně doporučována za využití směrového klínu. Kmen je potom přesekán z druhé strany, opět za využití vysekaného klínu. „*... podsekáváme strom šikmo u země na té straně, kam jej chceme shoditi; podsekání provede se asi do polovice pně. Nato počneme nasekávati s protější strany a zásek vedeme o 10 i 15 cm výše. Čím je kmen silnější, tím výše se zásekem započneme... Způsob tento má tu výhodu, že můžeme kmen shoditi v tu stranu, kterou za nejvýhodnější uznáme;*“ (ČERNÝ 1923: 75).

Podrobněji tuto metodu rozebírá V. Weingartel: „*Prvým zajištěním směru porážení je zásek (násek), provedený nízko na spodu kmene na straně, kam má strom padnouti. Má býti nejvýše 5 cm nad zemí (v rovině), ... aby t. zv. vous, čili brada, zajišťovaly kmen před nepředvídaným pádem... Osná hrana záseku, kolem níž strom padá, má býti vždy vodorovná, kolmá ke směru kácení a pádu. Zásek bývá vrchní (obv. s dolní plochou vodorovnou), úsporný spodní (s horní vodorovnou), přímý nebo velmi nehospodárný křídlový (s otevřenými „ústy“ po stranách, jestliže tu kořenové náběhy ještě příliš držely a táhly a mohly by býti příčinou roztržení kmene). Je však málo spolehlivý a bezpečný. Někdy*

*se provádí též pomocný postranní zásek, často však málo účinný. Normálně stačí několik cm vysoký a 5 až 10 cm hluboký zásek (u převislých stromů hlubší – nejdále do 1/8 síly kmene). Má jít do jádrového dřeva, aby byl účinný (v povrchovém dříví bývají nepředvídané průběhy vláken na patě kmene). Nesmí ovšem plýtvat dřevní hmotou a proto nesmí být zbytečně vysoký.“ (WEINGARTEL 1940: 18)*

Pokud vezmeme v úvahu ještě informaci V. E. Lenharta z úvodu článku, tak rozdíly jsou pouze v doporučené hloubce směrového záseku. Autoři také vyjmenovávají některé další případy těžby, kdy je technologie poněkud odlišná: *„Slabé dříví v sečích čistivých neb při výseku, jakož i v lese nízkém čili v pařezině, jakož i v loupanině stínáme... Je-li dříví silnější, seká se se dvou protilehlých stran a to s jedné strany asi do 2/3 prvního seku. Seky vedou se šikmo a nemají být obráceny proti slunci; styk seku má se podobati stružce, z které by voda sama vytékala“ (ČERNÝ 1923: 77).*

*„U souměrných a jednostranně převislých korun a stromů se provádí zásek hlubší, příp. ke straně vedený, aby se ona převislost vyrovnala. V takových případech je však třeba zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k úrazům. Používá se tu ještě často kromě klínů i zvláštních pomůcek... Klíny zatlouká do řezu jeden dřevař palicí (kladivem, (kalačem) nebo těžší štípací sekerou – nikdy obyčejnou, která se tím ničí!), zatím co druhý opodál bedlivě pozoruje a hlásí pohyb v koruně. Klínů mají několik, různých velikostí a druhů!“ (WEINGARTEL 1940: 19).*

Zajímavá je také poznámka, že při kácení stromu je důležitá také délka topůrka. *„Pro silný kmen potřebujeme při kácení delší topůrko, nežli k podtínání slabého stromu. Při postoji rozkročmo (místo správného pokleku na jedno koleno) musí zvláště pak být úhel nasazení větší než pravý, aby nepracoval jen nos sekery, nýbrž správně celé ostří.“ (WEINGARTEL 1940: 94)*

ad g)

Nedořez, který zůstane na pařezu je možné odstranit následujícím způsobem: *„Na kmene se nejprve zarovná ostrým sekem nebo odřízne zbylý a z pařezu vytržený pahýl (vous, tříska, brada). Na správně pokáceném kmene zůstává obvykle jen zcela malý „vous“. Nikdy pak nesmí zůstat na pařezu a být vytržen z kmene.“ (WEINGARTEL 1940: 22)*

ad h)

V případě nutnosti by bylo možné použít lano pro fixaci kmene před pádem do nežádoucího směru. Využít ho pro samotnou úpravu směru pádu je méně bezpečné, pověřený pracovník ho při zatížení nemusí udržet. Při stahování poraženého stromu lanem je vhodné využít dva pracovníky s lany, tak aby žádný z nich nemusel stát ve směru předpokládaného pádu. V případě jednoho pracovníka je lepší využít jiného stromu a lano kolem něj ohnout i za cenu poškození borky tohoto stromu. Užití lana pro usměrnění směru pádu je doloženo i ikonograficky, viz obr. 62.

ad i)

Po správně provedeném pokácení stromu sekyrou by na pařezu měly zůstat pouze hladké spodní plochy klínů.

Pro názorné předvedení použité technologie byl vytvořen fotografický seriál, viz příl. 15.



obr. 61 *Provedení záseku v pokleku.*  
*Famars. 2.* (WEINGARTEL 1940: 18)  
artistique,



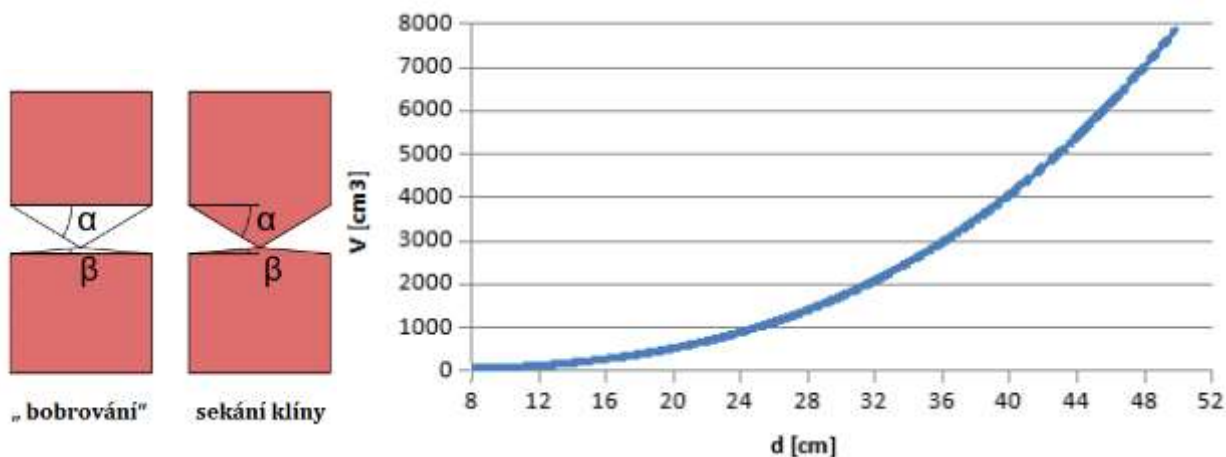
obr. 62 *Stavba mostu v Néronu a cesta do*  
*pol. 15. stol., Institut Royal du patrimoine*  
*Bruxelles, fol. 270v*

Ze všech popisů těžby jednoznačně vyplývá, že i při těžbě sekyrou je nutné brát ohled na úsporu suroviny, J. Černý odhaduje ztrátu dřevní hmoty při zpracování sekyrou na 4–7%. Zmiňuje také další možný způsob při kácení: „*Někdy se kmen kolem dokola vysekává; podobné vysekání, vykotlení, značí značnou nehospodárnost a působí nepříznivým dojmem...*“ (ČERNÝ 1923: 75). V současnosti se pro tento méně obvyklý způsob používá termín „bobrování“. Rozdíl objemu hmoty, kterou je potřeba odsekat z kmene pro jeho porážení je možné zjistit z náčrtu, viz obr. 63.

Tento rozdíl je možno také vyjádřit matematicky. Pro účely této práce vytvořil A. Bezrouk následující vzorec, který vyjadřuje rozdíl objemu hmoty v popsáných případech.

$$V = \frac{2}{3}(\pi - 2)(\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta) \left(\frac{d}{2}\right)^3$$

Při dosazení hodnoty úhlu  $\alpha = 30^\circ$  a  $\beta = 5^\circ$  (které vplynuly z praktického pokusu, viz dále) je možno sestavit graf rozdílu odstraněné hmoty při využití obou způsobů, viz obr. 64.



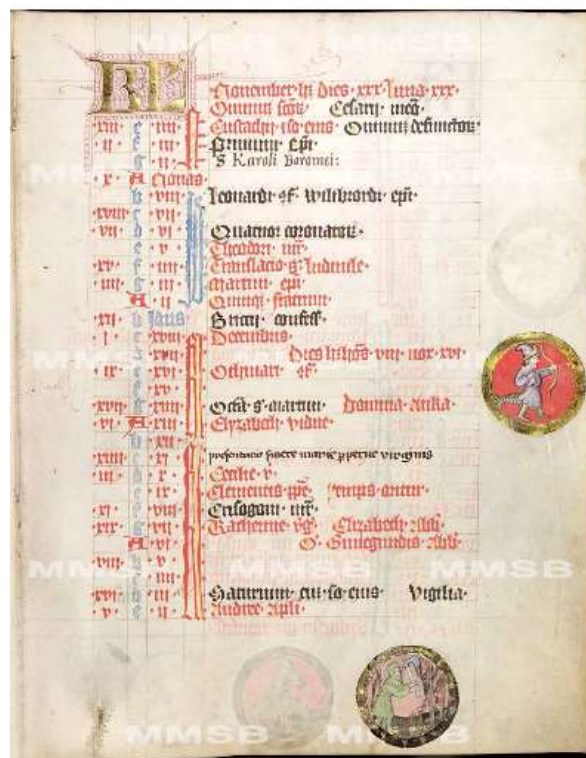
obr. 63 Náčrtek k porovnání odebrané hmoty při různých způsobech sekání. tzv. „bobrováním“. vyltv. autorem  
 obr. 64 Graf rozdílu objemu odebrané hmoty při kácení za využití klínů a hmoty při různých způsobech sekání. tzv. „bobrováním“. vyltv. autorem

Nejčastější a mnohdy jedinou informací k těžbě sekyrou v popularizační i odborné literatuře je zmínka o výšce pařezů: „*Nejprve bylo třeba „posekat les“, sekerami vymýtiti stromy a jejich křovinný podrost. Tuto činnost zachycuje řada středověkých vyobrazení, shodujících se v jednom podstatném detailu – na mýtinách zůstávaly nápadně vysoké pařezy. U nás si nejspíše vybavíme některou z kalendářových miniatur ze 14. století, na nichž vedle čerstvě pokáceného stromu trčí pařez sahající k dřevorubcovým kolenům. Takový postup vyhovoval práci se sekerou, zároveň ale usnadňoval „klučení pařezů“, které bývalo těžší než samotné kácení. Vyšší pařezy pomáhají ještě v jednom ohledu. Životnost listnatých stromů, z nichž se lesy naší části Evropy skládaly především, se pokácením neztrácí, ale jejich pařezy znovu obrůstají (vymlazují). Tato vitalita slábla kácením listnáčů v rozvinutém vegetačním období a rychleji se vyčerpávala při vysokých pařezech. Klučení pařezů však vždy zůstalo tvrdou dřinou, při níž se spolu se sekerami mohly uplatnit motyky a rýče.*“ (KLÁPŠTĚ 2012: 171). Toto tvrzení je velmi rozšířené, že se s ním běžně počítá a možná ovlivnilo i pokusy M. Štěpána, který na fotografiích přiložených k článku, podrobně popsaném v části o vybraných experimentech se sekerami, zachytil kácení stromu ve výši svého pasu, viz příl. 16. Sám J. Klápště přiznává, že údaj o výšce pařezu převzal z vyobrazení. Touto iluminací - kalendářovou miniaturou, kterou zmiňuje, je s největší pravděpodobností medailon měsíce listopad z Breviře kláštera sv. Jiří (1410) u nás hojně přetiskované, viz obr. 65, celé folio manuscriptu viz obr. 66.





obr. 65 *Listopad*. Breviář kláštera sv. Jiří, 1410, Národní knihovna knihovna ČR, sign. XIII C 1a, fol. 6r (výřez)



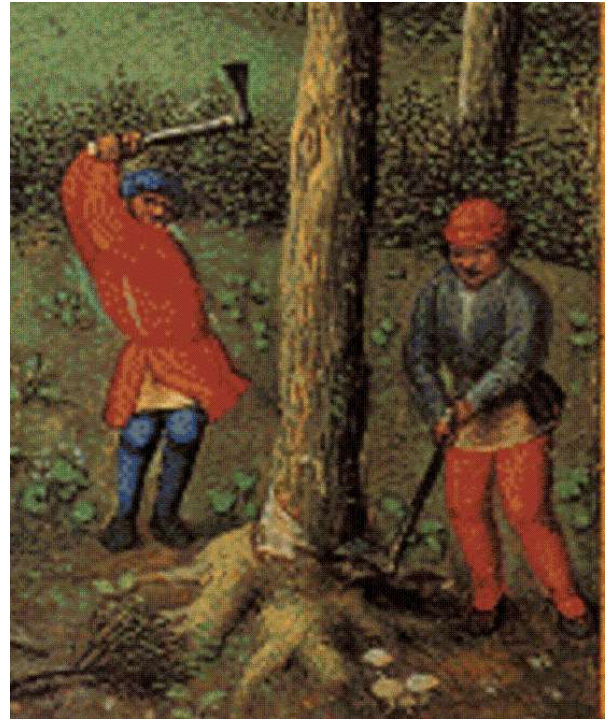
obr. 66 Breviář kláštera sv. Jiří, 1410, Národní ČR, sign. XIII C 1a, fol. 6r

Při velikosti této miniatury, s přihlédnutím ke všem aspektům zkoumání ikonografie, jak bylo již popsáno u sekyr, je nutné toto tvrzení alespoň poopravit. Ve středověkých rukopisech lze najít i vyobrazení, na kterých jsou stromy těženy nízko u země. A to i při podobné době vzniku, viz obr. 67, rok 1372. Těchto vyobrazení pak přibývá s tím, jak se postupně mění stylizovaná gotická kresba na renesanční, více realistickou, viz obr. 68.

Dalším argumentem by mohly být i výsledky archeologického zkoumání, naštěstí pojatého velmi environmentálním způsobem, na Břežyňském rybníku nedaleko Doks. Ten byl částečně publikován v několika článcích (NOVÁK et al. 2012). Zde lze najít zajímavou informaci: „Měření pařezů, resp. tloušťky kmenových bází odhalilo způsob středověké těžby – větší a starší stromy byly skáceny a jejich pařezy pak byly stabilní, zatímco slabší stromy byly ponechány na místě a po napuštění ztratily v rozmočené rašelině stabilitu a vyvrátily se, jejich kořeny jsou často překocené.“ (MEDUNA et al. 2010: 89). To by znamenalo, že středověký dřevorubec, protože rybník vznikl podle článku mezi lety 1367 a 1460, vytěžil hodnotnější dřevo (převážně borovici s průměrem u krčku přes 45 cm). Při osobním rozhovoru se spoluautory tohoto článku, J. Sádlem a J. Novákem bylo zjištěno, že pařezy byly odsekány nízko na oddenkové části, protože v době zkoumání na nich byly zřetelné stopy po sekání nízko nad kořenovými náběhy. J. Novák potom pro účely této práce poskytl část databáze měření a také několik dosud nepublikovaných fotografií. Z nich je zřejmé, že kmene vytěžených stromů byly odsekány nízko nad úroveň tehdejšího terénu, viz obr. 69.



obr. 67 Bible historiale, Petrus Comestor, 1372, Muzeum  
král. Meermanno Den Haag, sign. 10 B 23, fol. 156v (výřez)



obr. 68 *Březan*, Simon Bening, 1550, Britská  
knihovna Londýn, sign. MS 18855 (výřez)



obr. 69 *Dokumentace pařezů při výzkumu v Břehyni*. foto. J. Novák 2009

Podobné informace podal při osobním rozhovoru i P. Hrubý, který uvedl, že při výzkumu na lokalitě Cvilínek byly archeologicky zachyceny stopy po středověké těžbě. Pařezy byly údajně odsekány těsně nad kořenovými náběhy, na 9% z nich se dochovaly stopy po ostří sekýr. Jeden z pařezů byl zcela unikátně upraven jako podpora pro koryto, viz obr. 70 a obr. 71 (HRUBÝ et al. 2014).





obr. 70 *Doklady mýcení středověkého lesa.*



obr. 71 *Jeden z pařezů u potoka připomínající smýcení (HRUBÝ 2012: 271) lesního porostu v době zřízení úpravny a hornického sídliště. (HRUBÝ et al. 2014: 178)*

Pokud ještě vezmeme v úvahu obecně známé tvrzení, že oddenková část kmene je pro další zpracování nejcennější, je možné se domnívat, že těžba stromů se zanecháním vysokých pařezů nemusela být obvyklá. Další argumenty použité pro vyšší pařez J. Klápštěm, v souvislosti s dalším zpracováním pařezin, budou rozvedeny v následující kapitole.

#### **4.4 Klučení lesa**

*„Za symbol středověké kolonizace můžeme považovat sekeru, užívanou při mýcení nepřehledných lesů i při obzvláště pracném dobývání pařezů.“ (KLÁPŠTĚ 2016b: 397).* Podobně jak nemuselo v době kolonizace vždy jít o „mýcení nepřehledných lesů“, viz kap. 3.3.5 o bezlesí, nemuselo vždy dojít ani k dobývání pařezů. Samotné vykácení vzrostlých stromů bylo samozřejmě jen jedním z kroků, které bylo nutné učinit k přeměně lesa na orné pole. Přesto slouží jako zjednodušený popis poměrně složitého procesu, ve kterém je

často ještě vyzdvihována nutnost klučení pařezů. Samotný postup totiž mohl být technologicky, zejména počtem jednotlivých fází, mnohem složitější.

Při využití znalostí o celé šíři možného využití lesa ve středověku je možné si představit, zejména na okrajích starého sídelního území, porosty, které jsou dlouhodobě intenzivně využívány. V podstatě všechny vzrostlé stromy již byly dávno vykáceny pro stavební účely. Jejich pařezy obrůstají výmladky, které jsou, až do výšky kam člověk dosáhne, ořezány pro získání letniny, nebo ožrány kozami. Jakmile dosáhnou určité tloušťky, jsou opět ořezány. Nemohou tak poskytovat v dostatečné míře stín ani udržovat půdní vlhkost. Přirozené zmlazení není vůbec možné pozorovat. Na některých světlinách se drží vyšší keře, které jsou v nižších výškách v podstatě suché a ožrané. Bylinné patro skoro chybí, je vypaseno, nebo je půda obnažena po odebrání hrabanky. Místy je možné najít vlhčí místa rozrytá prasaty, mezi kterými se rozbíhají do všech stran vyšlapané stezky. Přirozený vývoj lesa je tak naprosto rozvrácen. Takové prostředí, které bychom dnes lesem možná ani nenazvali, zvláště, pokud navazovalo na obdělávaná pole, se mohlo udržet poměrně dlouho. Vzhledem k jeho hospodářskému přínosu také asi nevznikala potřeba jej úplně likvidovat a měnit na orné pole. Záznamy z mikulovského panství ze 14.–15. století dokládají, že ze dřeva pařezin byl stejně velký příjem jako z prodeje vína (HÉDL, SZABÓ 2010: 233).

Potřeba les nějakým způsobem potlačit, aby bylo možno jeho plochu zemědělsky využít, vyvstává až v okamžiku, kdy jsou osazována místa, která nemají přímé napojení na starší osídlení. I tam byl les přirozeně využíván, ale nedošlo ještě k potlačení většiny jeho funkcí. Od počátku 13. století již patrně nebylo mnoho míst, samozřejmě s výjimkou úseků ve vyšších nadmořských výškách a daleko od osídlených území, kam by člověk nevzkročil. Pro dlouhodobé osídlení ale bylo nutné najít vhodné místo a to poté intenzivní prací přeměnit na životní prostor. Zjednodušeně to lze popsat takto: „*Osídlenci nevykáceli všechnu vykácenou půdu najednou. Většinou začínali kácet les u potoka, odkud postupovali po svazích směrem ke hřebenům. Dole si postavili obydlí a podle potřeby a možnosti pak další léta rozšiřovali svoje polnosti, louky i pastviny vesměs na úkor přidělené lesní půdy.*“ (NOŽIČKA 1957: 32).

Ve skutečnosti nemusel být tento proces překotný a zdá se, že osadníci vedení zkušeným lokátorem mohli mít celou řadu znalostí, které jim jejich práci ulehčily. Samotné kácení stromů vůbec nemuselo probíhat formou holoseče. Výhodnější zřejmě bylo nejprve vybrat stromy vhodné pro stavbu obydlí a hospodářských budov a teprve potom se věnovat čištění rozsáhlejších ploch. Při předpokládané věkové a tloušťkové různorodosti bylo nejjednodušší vytěžit nejprve slabší stromy, což bylo jednodušší a fyzicky méně náročné. Tlusté kmeny, pokud úplně nepřekážely, bylo možné likvidovat za pomoci kroužkování. Při této metodě se přerušuje vodivá pletiva stromu tím, že se odstraní pruh borky až na mrtvé dřevo po celém obvodu stromu. Ten pak začne odumírat. Navíc se tím z větší části zabrání dalšímu zmlazování pařezu. Strom je poté možné odstranit později, nebo pokud není v exponovaném místě, je možné jej nechat úplně uschnout a padnout (ŠTĚPÁNEK, 1969).

Někdy mohlo být výhodné nechat některé vzrostlé stromy stát, např. na místech, která sice byla z větší části smýcena, ale nepředpokládala se na nich intenzivní činnost. Tyto výstavky pak mohly sloužit jako matečné stromy. To by také vyhovovalo předpokladu, že některé osady, zejména při okrajích osídlovaného území, mohly mít jako hlavní složku obživy chov dobytka, případně prasat.

Nejzajímavějším, a také nepříliš často uvažovaným, využitím lesa je jeho využití pro přímou zemědělskou činnost. Na krátký čas se stal neoddělitelnou součástí agrotechnického cyklu. K tomu mohly sloužit jednak malé paseky, nebo přímo světliny, mezi stromy. Některé plodiny, o nichž máme recentní znalosti, tyto podmínky dobře snášejí. Vedle pravidelně obdělávaných polí se tak bylo možno setkat i s plochami u nichž je obtížné rozhodnout, jedná-li se o pole nebo les. Tento postup není možné uplatňovat plošně, je vhodný pouze na určitých typech půd. Ty byly osévány tak dlouho, dokud se nevyčerpaly.

*„Název „žito lesní“ je odvozen z toho, že toto žito bylo převážně pěstováno na pasekách po těžbě dřeva mezi pařezy, kam se vysévalo ručně. Dr. Brada ve svých písemných poznámkách, které se doposud dochovaly, uvádí, že toto žito se před 80 roky pěstovalo na Valašsku následujícím způsobem: na pasekách mezi pařezy se spálil zbytek klestu a na místa pálení, která se nazývala „požáry“, se zakopávalo ručně osivo žita. Oheň se potahoval, aby plochy „požárů“ byly co největší. Pro svoji nenáročnost na klima a na živiny se žito selo bez hnojení. Vyséváno bylo čisté žito, nebo jeho směs s kmínem. Setí se provádělo ve třetí dekádě června (v období svátku sv. Jana) a odtud je další lidové názvy druhu - „svatojánské žito“, „jánské žito“ ( PELIKÁN 2004).*

Popisované vypalování klestí nemá ovšem nic společného se žďářením, které je naprosto odlišnou technologií. Je možné se domnívat, že ve středověku se jednalo o okrajovou záležitost, protože rychlejší odstranění biomasy ohněm s sebou neslo obrovské plýtvání cennou surovinou, a také nebezpečí rozšíření požáru.

Další možností pro zkoumání případného pěstování obilí na lesních pozemcích jsou zmínky o dávkách nazývaných „lesní oves“. Tento plat je poprvé zmiňován zřejmě v Chebském lesním řádu (KUBŮ 1992). Vždy je spojován s nějakým využitím lesa, od sbírání klestu až po možnost lovu menší zvěře, ale bez ohledu na dobu a místo sjednání této dávky se vždy jedná o oves. Evokuje to představu, že ho bylo možné z využívané plochy lesa získat.

Všechny předchozí možnosti ale nevyvolávají úplnou nutnost odstraňovat pařezy a vytvářet pole podle dnešních měřítek. I k tomu ale jednoznačně docházelo. Že se jednalo o činnost, která nebyla na samotnou těžbu jednoznačně přímo navázána, je možno doložit například názvoslovím užívaným v dobových latinských písemnostech z německého protředí. Dřevorubci, kteří stromy přímo káceli, jsou zde nazýváni „*extirpatores*“, zatímco



ti, kteří vykopávali pařezy a kořeny „*incisores*“, zvláštní skupinu tvoří také „*incesores*“, tedy ti, co pálili větve a kořeny. Určitě se jednalo o různé pracovníky, protože jim potom byla vypočítávána jiná dávka (ABEL, FRANZ 1978: 33).

Každý, kdo někdy zkusil vykopávat pařezy ví, jak fyzicky a někdy i psychicky je tato činnost namáhavá. Teoretický předpoklad, že vyšší pařez nějakým způsobem bude výhodnější není příliš rozumný. Hlavní nevýhodou je zbytečná váha, se kterou je nutné manipulovat. Ve skutečnosti vytrhávání zpravidla probíhá tak, že jsou odhalovány jednotlivé postranní kořeny, ty jsou pak přeseknuty. Pokud je přítomen kulový kořen, odstraní se naposledy, potom co se pařez vyhne. Už při tomto vyklánění a zejména následně při samotném vytažení je výhodná co nejnižší váha kořene. U menších kořenů je možné je po odstranění hlavních náběhů, vytrhávat dokonce páčením přes pevnou operu vedle pařezu a následným odsekáváním menších kořenů. Zde je co nejnižší váha jasným požadavkem.

Odstraněním stromů a pařezů z budoucích obdělávaných ploch ale jejich příprava nekončí. Je třeba počítat s další údržbou tak, aby se okraj lesa nebo intenzivně nevyužívané plochy zpětně do vyčištěné plochy nerozšiřoval.

Obrůstání pařezů, popsané J. Klápštěm také nemusí mít vždy negativní konotaci. Letnina, získaná ořezáváním čerstvých nárostů může být dostatečným zdrojem výživy pro hospodářská zvířata (HEJCMANOVÁ et al. 2014), navíc je tak zajištěn větší přírůstek dřevní hmoty (MÍCHAL, PETŘÍČEK 1999). Odpadá tím také nutnost získávání míst pro pasení, nebo přímo tvorba pasek pro přeměnu na louky. Obecně, pokud má být výsledkem po těžbě následné obrůstání a přeměna na nízký les jsou výhodnější nízké pařezy. V některých případech, zejména v pastevních oblastech, je nutné chránit vznikající polykormon (shluk zdánlivě několika kmenů vyrůstajících ze stejného pařezu) před okusem. Je možné také využít tzv. „hlavový řez“, někdy označovaný také jako „komolení“. Ten se provádí ve výšce 1–3 (5) m a některé dřeviny, např. dub, habr, olše a vrba jej, hlavně v nižším věku, snesou a následně poskytují dostatek dřevní hmoty (KADAVÝ 2011). Recentně se tento způsob hospodaření využívá např. v Rumunsku, v pohoří Bihór, viz obr. 72.

Další možností je odřezávání pouze pravidelných bočních větví. Ty jsou potom bohatěji olistěné (DRESLEROVÁ, SÁDLO 2000). Kmen je potom možné využít např. pro stavební účely v celé výšce.



obr. 72 Pařezina. Olše s kúlovými řezy. Bihór, foto P. Karlík 2017

#### 4.5 Využití některých druhů dřevin

Již od raného středověku měli obyvatelé české kotliny jasnou představu, jak nejlépe využívat své okolní prostředí. Na základě dlouhodobých zkušeností a pozorování dobře odhadli místa, která by jim vyhovovala pro rozšíření sídelní ekumény. *„zdá se, že nejvhodnější k osídlení byly ve střední Evropě raného středověku vlhké dubové habřiny. Jejich obliba patrně souvisí s příhodnými podmínkami pro pastvu, snadným mýcením a s částečným zlepšováním půdy.“* (SMETÁNKA 1963: 172).

S postupující kolonizací však sídelní struktury pronikaly i do dalších oblastí, které byly porostlé přirozenými lesy s jinou druhovou strukturou. Na jednu stranu to mohlo znamenat nedostatek některých druhů dřevin a potřebu je nahradit jinými, na druhou možnost využít širší spektrum možných typů dřeva. Již Crescentius udává přehled některých druhů s jejich možným využitím. Je třeba mít na paměti, že dílo vzniklo v Itálii okolo roku 1305 a při překladu do češtiny 15. století v něm byly ponechány i druhy, které v našem prostředí nemohly být přirozeně rozšířeny. *„Nejvíce pak užitečné k stavení jest toto dříví - totiž jedle, nebo jest lehká a rovná a v dílu suchém dokonalého trvání. Vrba podle palladia též jest užitečná, jestliže z ní naděláš prken neb deštěk a přibiješ po předku a po krajích domu;*

*tedy pomoc uděláš proti vohni, nebo plamene nepřijímají ani uhlí činí, jakož týž mistr praví. Dub jest trvanlivý, jestliúže k zemským dílóm potřebuje se. Rover výborný jest tak pod zemí jako nad zemí. Kaštan divnou pevností trvá na polích i na střechách i v dílech vnitřních. Buk v suše užitečný, ale u vlhkosti porušuje se. Topole, vrba a lípa též jsou potřebné. Volše k stavení neužitečná, ale potřebná jest do vlhkých gruntuov. Ulmus a jesen když uschnou, narovnají se, kdež sú prv byli křivolací. Cypřiš výborný jest. Sosna neb hruška netrvají než v suše. Cedr trvanlivý též, leč by naň vlhkost přišla. Kterékoli pak dříví seká se od strany polední, jest užitečnější, které pak z strany puolnoční, jsú delší, ale spíše se pokazí.“ (CRESCENTIUS et al. 1968: 23)*

Jedle (*Abies alba*) byla nejoblíbenějším konstrukčním dřevem nejen v Itálii, ale i v našem prostředí. Její výskyt se prudce snižuje potom, co se do oblastí jejího výskytu dostane člověk. Velmi dobře je to možné sledovat např. na pylových diagramech z míst, kde v krátké době proběhla hornická prospekce a následná těžba (HRUBÝ et al, 2014). Jedním z důvodů mohl být i předpokládaný nízký přirozený výskyt, na celém území asi 6%, na omezených nejvýhodnějších stanovištích – svěží (buková) jedlina a kyselá jedlina, nejvíce 70% (PLÍVA 1987).

Smrk (*Picea abies*), který ji dnes nahrazuje nebyl pravděpodobně všude dobře dostupný, a to zejména s ohledem na jeho přirozený výskyt ve vyšších nadmořských výškách, kde sice dominuje, ale jeho přirozený výskyt na celém území je udáván pouze okolo 11 %. Pokud pomineme přirozený výskyt smrku v extrémní výšce pouhých 140 m.n.m v Labských pískovcích, zařazuje většina autorů jeho přirozený výskyt až do 4. vegetačního stupně. Rozmezí jeho výskytu je ale udáváno různě, již od 400 m.n.m. (DIVÍŠEK et al. 2010). Platný typologický systém Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa jej zařazuje až do výšky od 550 m.n.m. (PLÍVA 1987: 2). Dovoluje ovšem zalesňování smrkem až do 3. vegetačního stupně, v místech, kde je dostatečně vlhké prostředí. Běžně se smrkové dřevo používalo pro výrobu drobnějších předmětů, zejména pokud bylo třeba štípáním dosáhnout menších pravidelných tloušťek (např. šindele) (KOCHAN 2011). Mnohem zajímavější je jeho použití např. pro stavbu krovu kostela, společně s jedlí, později dokonce smrk jedli při výměně jednotlivých dílů nahrazoval (RYBNÍČEK 2004).

Hlavní konstrukční dřevinou se tedy stal dub (*Quercus* sp.), hlavně díky dobré odolnosti proti zemní vlhkosti. Svědčí o tom nejen četné nálezy opracovaného dubového dřeva, např. vnitřní konstrukce hradeb Pražského hradu. Je zajímavé, že na stejném místě byl při stavbě obydlí použit dub v menší míře právě společně s jedlí (BOHÁČOVÁ 2011). Vedle jeho hospodářského využití, jako zdroje žaludů pro krmení vepřů, to mohl být jeden z důvodů velmi brzké ochrany těchto stromů. Asi nejstarší ustanovení obsahuje Chebský lesní řád z 15.5.1379. Ten povoluje Chebským měšťanům těžbu v lesích (za poplatek), právě s výjimkou dubu a také lípy (KUBŮ 1992).

Využití ostatních druhů dřevin určovala jednak jejich dostupnost a hlavně vhodnost toho kterého dřeva k požadovanému účelu.

## 4.6 Vybrané vlastnosti dřeva

Dřevo je materiál, který člověk využíval odedávna, protože byl lehce dostupný, opracovatelný a využitelný. Lze jej definovat jako: „*materiál organického původu produkovaný vytrvalými dřevnatějšími rostlinami při růstu kmenů, větví a kořenů do délky a tloušťky.*“ (KAFKA 1989). V průběhu času se také jednotlivé kultury naučily rozlišovat jednotlivé druhy dřeva podle jeho vlastností. Důležité bylo, že na svoji hustotu (hmotnost) vykazuje dřevo vysokou pružnost a pevnost. Nejprve empiricky a později za využití technologií zkoumaly jeho strukturu a vlastnosti. Ty lze dělit na fyzikální a mechanické, každá z těchto skupin v sobě zahrnuje řadu jednotlivých vlastností, které lze zkoumat (MATOVIČ 1993: 4). V úvahu je nutné brát mnoho faktorů, které mohou kvalitu dřeva ovlivnit, viz tab. 5.

tab. 5 Faktory ovlivňující vlastnosti dřeva. (MATOVIČ 1993: 6)

Faktory ovlivňující vlastnosti dřeva			
Stavba dřeva	Vlastnosti prostředí	Historie dřeva	Zkušební metoda
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastoupení chemických látek</li> <li>• odklon vláken a fibrilární struktury</li> <li>• anatomický směr</li> <li>• hustota</li> <li>• poměr jarního a letního dřeva</li> <li>• přítomnost jádrového a bělového dřeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• relativní vzdušná vlhkost</li> <li>• teplota</li> <li>• skupenství okolního prostředí (tekutiny)</li> <li>• chemicko-fyzikální vlastnosti okolního prostředí (kapaliny a plyny)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sušící režim</li> <li>• stárnutí dřeva vlivem abiotických faktorů</li> <li>• degradace dřeva vlivem biotických činitelů</li> <li>• mechanické ovlivnění</li> <li>• imisní zatížení</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geometrie a velikost zkušebních tělísek</li> <li>• způsob zatížení (např. tlak, tah, smyk)</li> <li>• rychlost zatěžování</li> <li>• délka trvání mechanického ovlivnění</li> </ul>

Pro účely této práce jsou rozhodující zejména ty vlastnosti, které by mohly mít vliv na výsledek pokusu. Protože se zatím nepodařilo najít literaturu, která by se přímo zabývala vlastnostmi dřeva v souvislosti s kácením sekyrou, byla věnována pozornost všem znakům, které by souvislost mít mohly a zároveň je lze vyjádřit a změřit. Je nutné si uvědomit, že většina technických měření dřeva rozlišuje směry, na kterých je měření prováděno, a podle nich jsou pak vytvářeny jednotlivé řezy. Směry jsou definovány jako podélný, který prochází podélně středem pomyslného kmene, radiální, který dřevem prochází také podélně, ale mimo střed a tangenciální, který je veden kolmo na směr vláken.

Pro samotné podtínání má význam hlavně tangenciální směr, protože je nejbližší reálné práci se sekyrou, kterou je na kmeni vytvářen klín. Pro porovnání technických vlastností je nutné do jisté míry počítat i s radiálním směrem. Také musí být vzato ovlivnění tabulkových hodnot vlastnosti jednotlivých měřených stromů. Jedná se o živý organismus, kde mohou být oproti přesně změřeným vzorkům různé anomálie ve vnitřní stavbě a struktuře, ovlivněné různými činiteli.

Při samotném vyhodnocení pak bude nutné brát v úvahu zejména vlhkost vzorků, protože



většina laboratorních měření probíhá při absolutní vlhkosti dřeva 10–15 %. Živý strom má vlhkost vždy vyšší.

Na samotný pokus by mohly mít vliv vlastnosti popsané v následujících kapitolách.

#### 4.6.1 Hustota dřeva

Hustota dřeva (objemová hmotnost dřeva, dříví také objemová váha nebo specifická váha dřeva), patří mezi fyzikální vlastnosti a je charakterizována hmotností dřeva v přirozeném stavu v jednotce objemu. Tato veličina se mění s vlhkostí dřeva. Nejčastěji se používají tři charakteristiky hustoty dřeva:

- hustota dřeva v suchém stavu ( $w = 0$ ),
- hustota dřeva při vlhkosti 12% (obvyklá hodnota pro měření)
- hustota dřeva vlhkého ( $w > 0$ ).

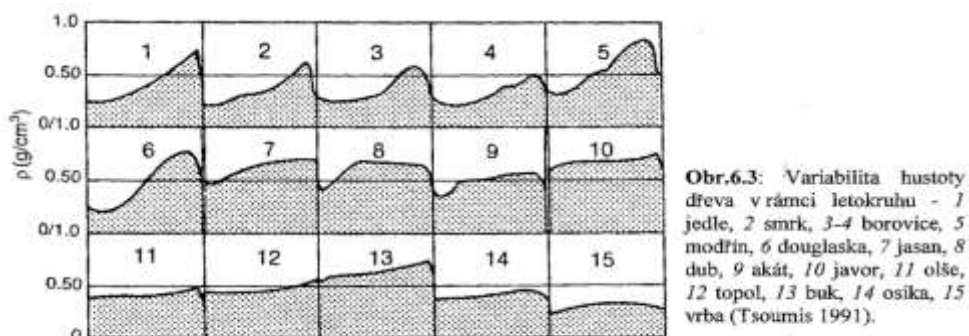
Hustota dřeva, zejména při  $w = 12$  nebo  $w = 0$ , je důležitým kritériem kvality dřeva, zejména jeho fyzikálních a mechanických vlastností. Obecně možno říci, že čím je hustota dříví vyšší (za předpokladu stejné vlhkosti nebo  $w = 0$ ), tím jsou také vyšší hodnoty některých fyzikálních a mechanických vlastností dřeva.

Hodnoty hustoty dřeva našich domácích druhů se mění v širokých hranicích. Na základě hustoty dřeva při 12% vlhkosti je možné rozdělit dřeva na tři skupiny:

- dřeva s nízkou hustotou ( $< 540 \text{ kg/m}^3$ )
- dřeva se střední hustotou ( $540 - 750 \text{ kg/m}^3$ )
- dřeva s vysokou hustotou ( $> 750 \text{ kg/m}^3$ )

Velikost hodnot hustoty dřeva závisí na druhu dřeva, na poloze v kmeni, na sociálním postavení stromu v porostu, na stanovišti příslušných dřevin a pěstebních opatřeních (MATOVIČ 1993: 67–69).

Speciálním případem, kdy se mění hustota dřeva je hustota letokruhů. Ta je spojena s chemickými vlastnostmi dřeva, jedná se hlavně o extraktivní látky, které zvyšují hustotu jádrového dřeva. Variabilita některých druhů dřeva v rámci letokruhu viz obr. 73.



obr. 73 Variabilita hustoty dřeva v rámci letokruhu. (HORÁČEK 2008: 50, podle TSOUMIS 1991)



## 4.6.2 Pevnost dřeva

Pevnost je mechanická vlastnost a charakterizuje schopnost dřeva odporovat svému porušení vlivem mechanických zatížení. Ukazatelem této vlastnosti je mez pevnosti. Ta představuje maximální hodnotu zatížení, které vydrží těleso bez destrukce. Mez pevnosti se stanovuje pro tlak, tah, smyk, ohyb a kroucení. Dřevo je anizotropní materiál, jeho vlastnosti jsou tedy ovlivněny směrem vláken, viz výše. Mez pevnosti dřeva se proto stanovuje podél vláken, napříč vláken ve směru radiálním a tangenciálním (MATOVIČ 1993: 108).

Zde má výrazný vliv vyšší vlhkost (než 10–15 %), která negativně ovlivňuje pevnost dřeva, a to až asi do 30 %, kdy se již nemění. Tato hodnota je přibližně mezi nasycení vláken, to znamená hodnotou ve zdravém stromě během růstu.

### 4.6.2.1 Tlaková pevnost dřeva ve směru vláken

Tlaková pevnost dřeva ve směru vláken je z praktického hlediska velmi důležitou vlastností dřeva. Působením tlaku na těleso podél vláken dojde k deformaci, projevující se zkrácením délky tělesa. Charakter deformace závisí na jakosti a stavbě dřeva. Důležitými činiteli jsou hustota a vlhkost dřeva.

U dřeva suchého s vysokou hustotou a tedy i s vysokou pevností vzniká zatížením porušení dřeva ve formě smyku jedné části tělesa vzhledem k druhé po linii, která na tangenciální ploše probíhá pod úhlem 60° a na radiální pod úhlem 90° vzhledem k podélné ose tělesa. U dřeva vlhkého s nízkou hustotou a malou pevností dochází k otláčení vláken na čelních plochách a k vybočení stěn zatěžovaných těles. V zóně porušení dřeva dochází ke změnám mikroskopické stavby jednotlivých elementů. Určité porušení dřeva tlakem podél vláken lze pozorovat již při počátečním zatížení tělesa vytvářením příčných rysek na tracheidách jehličnanů - tzv. skluzových čar, které s osou tracheid svírají úhel 70°. Skluzové čáry se dále mění na čáry porušení, přičemž ještě nedochází ke zkřivení vláken. V další fázi, již pouhým okem viditelné, se deformují buněčné stěny a celá vlákna. Průměrná hodnota meze pevnosti v tlaku ve směru vláken u dřev s vlhkostí 12% je cca 50 MPa. Var = 18% (MATOVIČ 1993: 126).

Mez úměrnosti v tlaku ve směru vláken je pro některé druhy průměrně 70% meze pevnosti. Hodnoty meze úměrnosti jsou v literatuře uváděny následovně: pro tvrdé listnaté 66%, pro měkké listnaté 70%, pro jehličnany 78% meze pevnosti. Udávané rozdíly v hodnotách pro jednotlivé skupiny dřev souvisí pravděpodobně s rozdílnou stavbou dřeva. Tak např. vyšší mez úměrnosti dřeva jehličnatých dřevin je vysvětlována pravidelnější stavbou dřeva; dřeva listnáčů s kruhovitě pórovitou a s méně pravidelnou stavbou mají mez úměrnosti mnohem nižší (MATOVIČ 1993: 127).

#### **4.6.2.2 Tlaková pevnost dřeva napříč směru vláken**

Při působení tlaku napříč vláken jsou možné dva způsoby deformací dřeva - deformace jednofázová a třífázová. Při jednofázové deformaci je na diagramu zřetelná lineární část (se vzrůstajícím napětím vzrůstá i deformace), která probíhá téměř do maximálního zatížení, při kterém dochází k porušení tělesa. Jednofázová deformace je charakteristická pro dřevo jehličnanů a listnatých dřevin s kruhovitě pórovitou stavbou letokruhů (s výjimkou dubu) při tlaku v tangenciálním směru, kdy se stlačují elementy jarního i letního dřeva současně.

Třífázová křivka deformace dřeva je typická pro zatížení dřeva při tlaku napříč vláken v radiálním směru pro všechna naše dřeva s výjimkou dubu, v tangenciálním směru pro dřeva listnáčů s roztroušeně pórovitou stavbou dřeva a určitou tendencí v tomto směru projevuje i dřevo dubu. Počáteční - první fáze deformace - je způsobena stlačováním jarního dřeva v letokruzích. Na konci této fáze je dosaženo meze úměrnosti. Po ztrátě stability anatomických elementů se začíná jejich stlačování. Tento proces probíhá působením stejného nebo jen málo vzrůstajícího napětí. Na pracovním diagramu představuje téměř vodorovnou nebo málo zakřivenou část křivky (druhá fáze). S postupnou deformací pevnějších elementů letního dřeva v letokruzích dochází k přechodu do třetí fáze deformace. na pracovním diagramu je charakterizována lineární částí s ostrým stoupáním (se vzrůstajícím napětím vzrůstá i deformace). Tato fáze probíhá při značném zatížení. Dochází ke zhušťování dřeva, ale v konečné fázi nedochází k úplnému porušení tělesa.

Při působení tlaku napříč vláken nedochází ve většině případů k celkovému porušení tělesa. Proto se pevnost v tlaku určuje z meze úměrnosti. Rozlišují se v podstatě tři druhy pevnosti v tlaku napříč vláken:

- tlak na celou plochu
- tlak na část délky (místní tlak)
- tlak na část délky a šířky

Pevnost dřeva napříč vláken ve výše uvedeném rozsahu je zatím málo prozkoumána. Hodnoty konvenční meze pevnosti dřeva v tlaku napříč vláken na celou plochu a v tlaku napříč vláken na část délky se liší. Hodnoty získané experimentálně pro tlak napříč vláken na část délky jsou v průměru o 20–25% vyšší než pro tlak napříč vláken na celou plochu. Tento rozdíl se vysvětluje dodatečným odporem vláken při ohybu na hranách tlačенého tělesa.

Hodnoty konvenční meze pevnosti při zatížení dřeva v radiálním a tangenciálním směru se příliš neliší. Dřeva se širokými dřeňovými paprsky (dub, buk, javor) mají vyšší konvenční mez pevnosti v radiálním směru; u jehličnatých dřevin je naopak vyšší konvenční mez pevnosti při tangenciálním zatížení, kdy tlak působí na jarní i letní dřevo současně.

Konvenční mez pevnosti při zatížení napříč vláken je pro všechny druhy dřeva průměrně 10 krát menší než mez pevnosti při tlaku ve směru vláken. Variační koeficient je cca 28% (MATOVIČ 1993:128).

#### **4.6.3 Pružnost dřeva**

Pružnost je schopnost materiálu odolávat deformacím a nabývat počáteční tvar a rozměry po přerušení působení vnějších sil. Někdy se tato skupina vlastností označuje jako deformovatelnost, což je schopnost dřeva při působení vnějších sil měnit rozměry a tvar (MATOVIČ 1993: 109).

Pružnostní vlastnosti materiálů při krátkodobých zatíženích jsou charakterizovány Youngovými moduly pružnosti, moduly pružnosti ve smyku a Poissonovými čísly.

Youngovy moduly pružnosti

Zjišťují se v tlaku, tahu a ohybu. S ohledem na anizotropii dřeva se moduly pružností v tahu a tlaku stanovují ve směru vláken a kolmo na vlákna v radiálním a tangenciálním směru. Vždy se měří tlak potřebný k prohnutí o danou vzdálenost (MATOVIČ 1993)

#### **4.6.4 Tvrдость dřeva**

Je to schopnost dřeva a materiálů na bázi dřeva odporovat vnikání jiného tělesa do jeho struktury. Mírou tvrdosti jsou hodnoty statické a dynamické tvrdosti (MATOVIČ 1993: 109).

Tato vlastnost má význam při opracování dřeva (loupání, hoblování, řezání apod.) a v těch případech, kdy se dřevo opotřebovává posunem, narážením apod. Tvrдость dřeva je charakterizována jeho schopností odporovat vtlačení tělesa daného tvaru do jeho struktury. Podle druhu zatížení dřeva se rozlišuje statická tvrdost (při statickém zatížení) a dynamická tvrdost (při dynamickém zatížení).

##### **4.6.4.1 Statická tvrdost dřeva**

Tvrдость dřeva je udávána na základě výsledků dvou nejrozšířenějších metod zkoušení a to podle Brinella a podle Janky. Zjišťuje se na čelních, radiálních a tangenciálních plochách dřeva.

Brinellova metoda zkoušení spočívá v tom, že se do dřeva zatlačuje ocelová kulička o průměru 10 mm stabilní silou podle hmotnosti a tvrdosti materiálu. Změří se průměr kuličkou otlačené kruhové plochy na dřevě. Z průměru otlačené plochy a z průměru kuličky se vypočte plocha otlačení. Tvrдость (v MPa) se vypočte jako podíl použité síly a plochy.

Jankova metoda spočívá v tom, že do dřeva se zatlačí polokulička (razník) o poloměru 5,64 mm do hloubky 5,64 mm, čímž se vytváří otláčená plocha 1 cm<sup>2</sup>. Síla potřebná na zatlačení polokuličky přímo udává tvrdost na 1 cm<sup>2</sup>, která se potom přepočte na MPa.

Statická tvrdost na čelních plochách materiálu je vyšší než na bočních plochách. U dřeva jehličnanů o 40% a u dřeva listnáčů o 30%. U většiny druhů dřev nejsou rozdíly mezi tvrdostí na radiálních a tangenciálních plochách. Pouze u druhů s dobře vyvinutými dřevnými paprsky (dub, buk, jilm) je radiální tvrdost o něco vyšší (o 5–10%) než tangenciální.

Na základě zjištěných údajů statické tvrdosti na čelních plochách při 12% vlhkosti se mohou dřeva dělit do 5 skupin:

- měkká dřeva (tvrdost do 40 MPa)
- středně tvrdá dřeva (tvrdost 41–80 MPa)
- tvrdá dřeva (tvrdost 81–100 MPa)
- velmi tvrdá dřeva (101–150 MPa)
- super tvrdá dřeva (nad 150 Mpa) (podle MATOVIČ 1993).

#### **4.6.4.2 Dynamická tvrdost dřeva**

Mírou dynamické tvrdosti je stopa, kterou ve dřevě zanechá kulička o průměru 25 mm. Která padá na dřevo z určité výšky (0,5 m). Stopa vytvořená kuličkou ve dřevě je tím větší, čím je dřevo měkkší. Dynamická tvrdost dřeva se obvykle stanovuje na radiálních nebo tangenciálních plochách (podle MATOVIČ 1993).

#### **4.6.5 Houževnatost dřeva**

Je to schopnost dřeva odolávat porušení při dynamickém zatížení rázem. Charakterizuje ji rázová houževnatost v ohybu. Mírou rázové houževnatosti v ohybu je práce spotřebovaná na přerážení vzorku – přerážecí práce (MATOVIČ 1993: 109).

Rázová houževnatost v ohybu se stanovuje pro dřevo většiny dřevin napříč vláken v tangenciálním směru. U dřeva se značně rozdílnou stavbou jarního a letního dřeva (jehličnaté dřeviny, listnaté dřeviny s kruhovitě pórovitou stavbou dřeva) se stanovuje tato vlastnost i v radiálním směru. U dřeva těchto dřevin je velký rozdíl mezi prací spotřebovanou při tangenciální a radiální rázové houževnatosti v ohybu (v radiálním směru je o 20–50% větší). Dřevo listnatých dřevin má až 2x větší hodnotu rázové houževnatosti v ohybu (měkké 1,5x, tvrdé cca 2,5x) než dřevo jehličnatých dřevin.

Pro charakteristiku houževnatého a křehkého dřeva je také typický zlom dřeva. Houževnaté dřevo s velkým odporem vůči přerázení má zlom nepravidelný, dlouze třískový, kdežto dřevo křehké má zlom schodovitý, případně rovný, relativně hladký. (MATOVIČ 1993: 159).

## 4.7 Doba těžby

Na vytyčeném místě, které dostal nový kolonista k dispozici, bylo nutné hned od počátku postupovat s rozvahou. Dnes sice už není možné tento postup definovat, ale je jisté, že znalosti přírodních procesů jednotlivých osadníků mohly výrazně napomoci k úspěchu celé lokace. Kromě jiného bylo nutné dobře rozplánovat jednotlivé pracovní činnosti, tak aby na sebe navazovaly. Pokud předpokládáme příchod nových osadníků někdy v pozdním létě, poté co v původním místě dokončili žně, musela se mu přizpůsobit i následující činnost.

Prvním úkolem bylo zřejmě zajištění zdroje vody, následované stavbou obydlí. Toto obydlí mohlo být z počátku jednoduché, ale muselo umožnit přečkat zimu. Není jisté do jaké míry musel mít kolonista vlastní prostředky a potraviny a do jaké míry mu je mohl poskytnout lokátor. V každém případě bylo možno ještě na podzim využít potravinové zdroje, které mohl nabídnout les. Největší objem těžby probíhal v zimě, jednak proto, že činnosti spojené s pěstováním plodin nebyly možné vykonávat také proto, že byla dávana přednost dřevu těženému právě v tomto období. *„Času pak listopadu měsíce aneb prosince dříví k stavění má býti sekáno, když měsíc schází, nebo tehdáž nejvíce vlhkost porušitedlná, kteráž dřevo porušuje, odešla jest pro příchoz podzimní...“* (CRESCENTI 1968: 23).

Těžbu v zimě, s výjimkou pro vysoké hory, pak nařizoval i tzv. „Lesní řád Marie Terezie“ *„Obyčejný čas porážení dříví ... když list odpadne, v černých lesích pak, když míza kteroužto sobě stromoví ze země každoročně přitahuje, docela vytažená a růstem stromu téměř strávena bude, k čemuž podzimní čas od měsíce listopadu počínající, až ku konci února, kdežto napotom stromoví zase k vyrázení mízy se připravuje, pohodlný jest, mezi kterýmiž to zimními měsíci, ale leden na porážení k stavění potřebného dříví za nejlepší a nejpohodlnější držán bývá, v kterýžto měsících tehdy jeden každý zavázán býti má, k stavění a palivu potřebné dříví porážeti, i také takové nejdéle do posledního dubna do lesa odvézti... Ty lesy jedině vymíňujíce, které v drsnatých těž studených krajích a vysokých horách jsou, kdežto pro velikost sněhu zimního času do takových přístupno není, tu my ještě dáleji připouštěti ráčíme, aby v těch časech, když do lesů přístupno jest, dříví poráženo a dle možnosti k užitku přivedeno bylo.“* (NETOLICKÝ 1754: 4–5).

V současnosti není stanovena doba těžby, ve smyslu ročního období povoleného pro kácení. Zákon č. 289/1995 Sb., *Zákon o lesích a změně některých zákonů* (lesní zákon), ve znění pozdějších změn a doplňků, se jí nezabývá. Vzhledem k historické tradici a



empiricky zjištěným faktům o využití dřeva je však i nyní upřednostňována těžba v zimním období a to hlavně pro stavební a konstrukční účely.

Většinu současných argumentů pro určení doby těžby soustřeďuje R. Žaba. Vliv má:

#### **Druh dřeviny -**

v zimním období doporučuje těžit buk, javor, břízu, protože jsou náchylné na zapaření a popraskání a borovici, která je náchylná k modráním. U listnáčů a smíšených lesů doporučuje probírky v době vegetačního klidu, naopak v období od jara do podzimu u jehličnanů. Na květen a červen je dobré ponechat těžbu smrku pro získávání tříslovin.

#### **Terén a klimatické podmínky -**

v rovinách a pahorkatinách je možné těžit celý rok, v horách jen do konce listopadu, do prvního sněhu, protože pak neúměrně stoupají náklady, zejména na dopravu, práce je nebezpečnější a obtížnější. V této době kácíme i strmé svahy v nižších polohách. V zamokřených porostech těžíme až po zmrznutí půdy, v lužních lesích ale jen do příchodu jarních velkých vod. Pro tyto účely stanovuje roviny do výšky 350 m.n.m. a na nich zimní období od 1.10. do 31.3., pahorkatiny od výšky 351 do 700 m.n.m. a na nich zimní období od 15.9. do 15.4. a hory s výškou od 700 m.n.m. a na nich zimní období od 1.9. do 30.4.

#### **Způsob hospodaření -**

v porostech s přirozeným zmlazením, nebo podsadbou těžíme jen při dostatečné vrstvě sněhu.

#### **Dopravní síť -**

nezpevněné lesní cesty umožňují dopravu dříví bez škod jen v době sucha a zimy. Při předpokládané těžbě v jiném období je lze upravit.

Nakonec je třeba počítat také s dobou dodávky dříví, zda si odběratel stanovil nějakou lhůtu, nebo dobu dodávky. Podle toho je nutné těžbu plánovat (ŽABA 1979: 105)

## **4.8 Výběr sekyr**

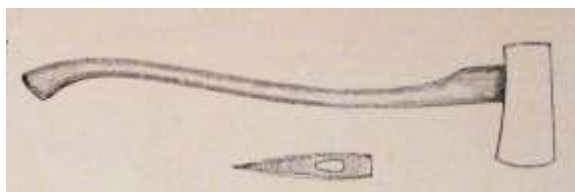
Od okamžiku, kdy byl jasný cíl této práce, vyvstala otázka, jaký nástroj zvolit pro provedení samotného pokusu. Nakonec byl dán důraz na opakovatelnost všech měření a bylo rozhodnuto, že bude použita komerčně dostupná sekyra. Požadavky byly jasné hned od počátku. Musí se jednat o dostatečně kvalitní nástroj, který bude splňovat všechny požadavky kladené na podtínací sekyru. I když design pokusů nebyl úplně jasný, bylo jisté, že nejdůležitějším úkolem bude porovnávat dobu (čas) potřebnou pro těžbu jednotlivých stromů.

Prodejci v České republice, poměrně nečekaně, nenabízejí žádnou sekyru od domácích výrobců, kterou by bylo možno jednoznačně považovat za podtínací. Bylo proto rozhodnuto, že prostřednictvím domácích prodejců bude zakoupena sekyra značky Hultafors, tradičního švédského výrobce. Konkrétně se jedná o typ nabízený jako: „Hultafors univerzální 1750 g HY 10-1,75 800“. Specifikace převzatá z materiálů výrobce zní: „*Sekera pro drobné kácení Hultafors AGDOR s topůrkem délky 800mm a hlavou o hmotnosti 1750 g. Hlava kovaná ze švédské oceli. Lehce zaoblené ostří, jasně ohraničená ostřicí zóna.*“

Po obdržení této sekyry bylo možné tyto základní informace doplnit o další parametry:

váha hlavy bez topůrka	1 750 g
délka hlavy	200 mm
délka čepele	105 mm
největší tloušťka hlavy	23 mm
délka úseče ostří	110 mm
výška hlavy	75 mm
délka řezného klínu	10 mm
úhel řezného klínu	22 °
úhel klínu čepele	7 °
délka topůrka	800 mm
obvod topůrka	105 mm
váha topůrka	650 g

Výrobce, ani po písemném dotazu, neupřesnil informace k samotné kvalitě oceli a metodě jejího zpracování, z jeho internetových stránek lze vyčíst, že všechny výrobky odpovídají normě ISO 6508-1. Tvarově se jedná o tzv. „americkou sekyru“, kterou v nezměněné podobě ukazuje už J. Černý v roce 1923, viz obr. 74, z označení vyplývá, že se u nás nejedná o domácí typ, tvarově vychází z alpských sekyr. Každá sekyra je v Hultafors vyráběna mechanickým kovááním za tepla z jednoho kusu ingotu. Ostří je upraveno jemným přebroušením celého řezného klínu, samotná hlava nevykazuje žádné stopy po kováání. Hlava je nasazena v úhlu 90 °, brada sekyry je ale podbroušena, takže při sledování nejdelší vzdálenosti k ostří vytváří menší zdánlivý úhel nasazení, teoreticky tedy obráceně, než je doporučeno, viz obr. 75. Všechny ostatní parametry odpovídají údajům v tabulce podle R. Žaby, viz tab. 2.



obr. 74 *Sekera americká.* (ČERNÝ 1923: 62)  
výrobce



obr. 75 *Hultafors HY10-1,75 800.* reklamní foto  
výrobce

Topůrko je vyrobené ze dřeva ořechovce bílého (*Carya tomentosa*, syn. *alba*), zvaného „hikory“. Je dvakrát zakřivené, pečlivě opracované po letech.

V rámci série probíhajících pokusů bylo rozhodnuto, že pro porovnání účinnosti moderní sekyry a pracovní zátěže při jejím používání je vhodné provést kontrolní měření s replikou středověké sekyry. Původně preferovaná sekyra s tulejí, která odpovídala ikonografii, byla ovšem nenávratně poškozena už při prvním pokusu, kdy jí prasklo ostří, viz obr. 76. Po dalším zkoumání bylo zjištěno, že byla věnována maximální péče a pozornost replikaci poměrně složitého výrobního postupu, ale bohužel byl zvolen nevhodný materiál. Současná ocel je totiž obohacena o chemické prvky, které částečně mění její vlastnosti a zároveň neobsahuje nečistoty, se kterými musel středověký kovář počítat. Autor této repliky Jindřich Figura tedy přistoupil k výrobě jiného kusu.

K výrobě byla nakonec schválena replika sekyry s inventárním číslem 2893, z archeologického průzkumu v Sezimově Ústí, prováděného R. Krajícem viz obr. 77. Sám autor ji zařazuje do III. typu s následujícím popisem: „*nejrozšířenější typ středověké sekery - bradatice - se i v Sezimově Ústí vyskytuje v poměrně široké rozměrové, váhové i morfologické variabilitě. Základní charakteristiku tvaru představuje tulejovitý, rovně ukončený tyl, který nahoře plynule přechází v bradu (tělo) dole je od ní odsazen; nejčastěji dosahuje prodloužení tylu směrem dolů oproti přechodu v tělo kolem 1 cm..., tulej svojí délkou nepřesahuje spodní hranu spuštěného ostří; brada je výrazně dolů rozšířená, má více či méně zaoblené ostří.. všechny ústecké sekery jsou čelně symetrické. Sekery typu III jsou v etnografické literatuře uváděny jako nástroje, typické pro lesní a tesařské práce i když mohly mít v ústeckých domácnostech jistě i univerzálnější využití.*“ (KRAJÍC 2003: 166). Sekyra je datována v rozmezí od 13. do počátku 15. století.



Obr. 76 Poškození ostří repliky historické sekyry. foto autor 2014

Etnografickou literaturou, na kterou se R. Krajíc odkazuje, je míněna práce V. Štajnohra. Ten morfologicky téměř shodnou sekyru uvádí ve druhé skupině nazývané „univerzální

bradatice“ a popisuje je takto: „*Jsou čelně symetrické. Lícni, se štíhlou dlouhou čepelí a bradou, tedy se širokým ostřím, na dlouhém toporu. Jsou ovšem rozdílné od přímých předchůdců lesních bradatic výše uvedených, které jsou proporčně širší v ostří a nemají dlouhou čepel.*“ (ŠTAJNOCHR 1978: 152) Schématický obrázek byl vytvořen podle blíže neurčeného nálezu sekyry z Prahy, datované do 15. století, viz obr. 78. Jmenovanými předchůdci jsou podle V. Štajnochra specializované porážecí sekyry, dvouruční s proporčně úzkým ostřím.

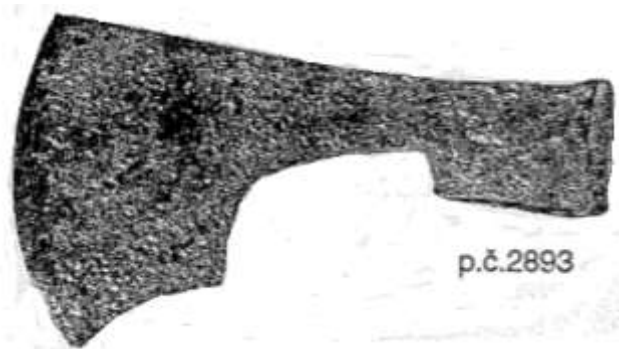
Dalším argumentem, pro využití repliky sekyry s inventárním číslem 2893, byl již zmíněný výzkum R. Krajíce, který část nálezů se Sezimova Ústí podrobil metalografickým rozborům. Konkrétně se jednalo i o sekyru označenou 692, inventární číslo 50980, která má do jisté míry příbuzný tvar a dá se tak předpokládat i totožná technologie výroby z velmi podobného materiálu. Výsledky popisuje takto: „*Vzorek z krajní části břitu zabírá 53 mm. Z makroskopie konzervovaného předmětu vyplývá, že na tělo s uchem byly šikmo připojeny další prvky kovu. Břit sám ukazuje několikeré přebaly, zvýrazněné rozdíly v obsahu fosforu ve zpracovávaném železe resp. měkké oceli (ferrit 150-190 mHV, ferrit-perlit 200-270 mHV) a má přivařené ocelové ostří se svarem ve tvaru V; buď jde o navářku z obou stran nebo o spoj na sraz a překovaný plošně. Struktura železných plátů je ferritická, struktura ocele je perlitická až sorbitická (340–350 mHV). Chemická analýza: Mn 0,22 %, P 0,22 % (zvýšený), Cu 0,02 %, Ni 0,045 %.*

*Pravděpodobná výrobní technologie: tělo sekery bylo svařeno zřejmě z několika plechů s různorodým nauhličením a s obsahem fosforu, který segregoval na povrchu ploch ohřátých při sváření a šikmo připojeno na vytvarovaný polotovar ucha pro topůrko. Výběžek, určený k rozšiřování břitu byl několikrát překládán. Nakonec byl připojen ocelový břit (patrně na sraz s plošným překováním), který byl zakalen a výrazně popuštěn, jak bývá zvykem u kvalitních seker. Vynikající výrobek.*“ (KRAJÍC 2003: 174).

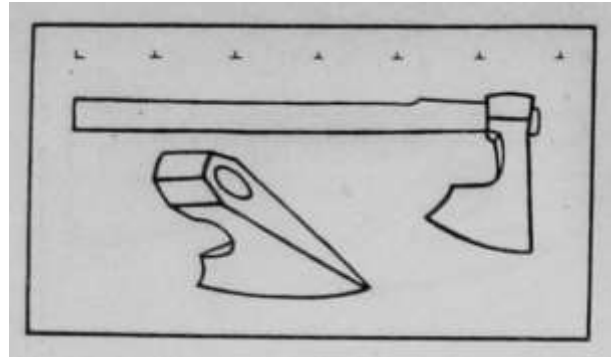
Na základě těchto informací pak byla sekyra vyrobena a opatřena bukovým topůrkem, viz obr. 79. Její parametry byly potom tyto:

váha hlavy bez topůrka	860 g
délka hlavy	180 mm
délka čepel	120 mm
největší tloušťka hlavy	50 mm
délka úseče ostří	105 mm
výška hlavy	44 mm
délka řezného klínu	5 mm
úhel řezného klínu	28 °
úhel klínu čepel	10 °
délka topůrka	738 mm
obvod topůrka	98 mm
váha topůrka	550 g

Váha repliky historické sekyry je tedy přibližně poloviční. Bylo tak možno předpokládat poloviční účinnost práce, protože rozdíl v délce topůrka je poměrně zanedbatelný.



obr. 77 *Řemeslnické nástroje ze Sezimova Ústí – specializované sekera.* (KRAJÍČ 2003: 167) (ŠTAJNOCHR 1978: 162)



obr. 78 *Tesařské středověká sekyry: porážecí: 4 - Praha 15. stol.*



obr. 79 *Replika sekyry z Ústí p.č. 2893.* foto autor 2017

## 4.9 Pokusy k ověření účinnosti sekyr

### 4.9.1 Měření energie úderu za pomoci balistického kyvadla

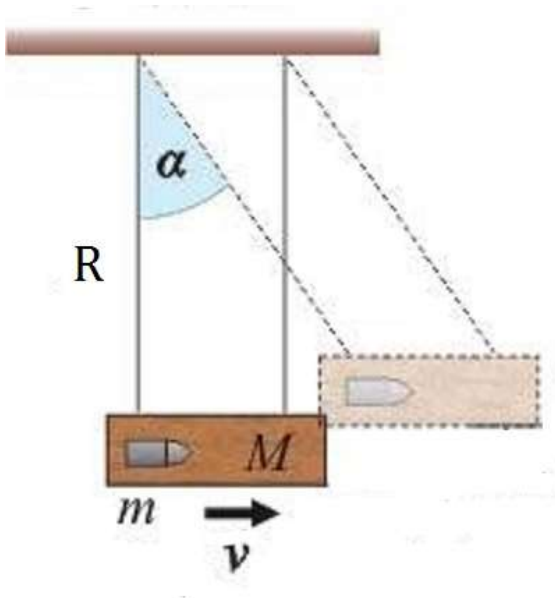
V okamžiku, kdy byly obě sekyry připraveny k použití, se vyskytla otázka, jakým způsobem porovnat jejich účinnost ještě před tím, než budou vyzkoušeny v praxi. Jednou z možností bylo matematické porovnání energie jejich dopadu. Ta bude mít pravděpodobně největší vliv na účinnost, tedy na to, jak hluboko se sekyra dokáže zaseknout do dřeva. Protože jde o výpočet kinetické energie v okamžiku nárazu, není nutné brát v úvahu



technické parametry ostří. Následně bylo zjištěno, že pro sledovaný účel bude vhodné sestavit tzv. „balistické kyvadlo“.

Balistické kyvadlo je zařízení pro určování hybnosti projektilu, z níž je možné určit rychlost a kinetickou energii, schéma viz obr. 80. Použité zařízení viz příl. 17.

Konstrukce zařízení: hmotné těleso je zavěšeno na dostatečně dlouhém závěsu tak, aby bylo umožněno kývání ve zvoleném směru. Na kyvadlu je obvykle možné zaznamenat velikost výchylky z klidového stavu. Vstřelením projektilu ve vodorovném směru dojde k vychýlení kyvadla z rovnovážné polohy. Z velikosti výchylky je pak možné určit velikost hybnosti.



obr. 80 Schéma balistického kyvadla. (HORÁK et al. 1961, upraveno)

Teorie: Projektil je po vstřelení do balistického kyvadla pohlcen a dále se pohybují společnou rychlostí. Jedná se tedy o nepružný ráz. Ačkoliv se veškerá kinetická energie náboje nezmění na kinetickou energii kyvadla (část se transformuje na teplo a deformaci), hybnost se při srážce zachová. Změřením maximální výchylky kyvadla z klidové polohy lze určit potenciální energii, což umožňuje určit počáteční rychlost kyvadla a na základě zákona zachování hybnosti pak určit také rychlost projektilu.

Rovnice pro výpočet rychlosti střely (vše dle HORÁK et al. 1961)

$$v_{\text{proj}} = \frac{m_{\text{proj}} + m_{\text{kyv}}}{m_{\text{proj}}} \sqrt{2gh} \approx \frac{m_{\text{proj}} + m_{\text{kyv}}}{m_{\text{proj}}} \sqrt{\frac{g}{R}} d$$

V našem případě bylo místo předpokládaného vstřelu projektilu uvažováno s úderem sekyrou. Ten pro správný výsledek nebylo možné nijak brzdit a dopadová plocha byla tedy tvořena dřevěným špalkem. Po několika zkusmých úderech bylo zjištěno, že pro dostatečně přesné rozmezí výkyvu závaží je třeba použít poměrně velké zatížení, které nakonec činilo 141,6 kg. Délka závěsu byla 1,66 m.

Potom bylo provedeno celkem 10 platných pokusů s každou ze sekyr. Pro moderní sekyru byly naměřeny hodnoty výkyvu 8,0; 9,0; 8,7; 8,0, 7,9; 8,0; 7,8; 8,0; 8,1; 7,8 cm. Aritmetický průměr výkyvu byl tedy 8,13 cm.

U historické sekyry byly naměřeny hodnoty výkyvu 5,0; 5,1; 5,8; 6,6; 6,2; 6,6; 6,1; 6,5; 5,2; 6,1 cm. Aritmetický průměr výkyvu byl tedy 5,92 cm.

Do vzorce pak byly dosazeny následující hodnoty:

váha kyvadla	$m_{\text{kyv}} = 141,6 \text{ kg}$
délka kyvadla	$R = 1,66 \text{ m}$
gravitační zrychlení	$g = 9,81$
váha moderní sekyry s topůrkem	$m_{\text{proj } 1} = 2,4 \text{ kg}$
vychýlení kyvadla mod. sekyrou	$d_1 = 0,0813 \text{ m}$
váha repliky s topůrkem	$m_{\text{proj } 2} = 1,41 \text{ kg}$
vychýlení kyvadla replikou	$d_2 = 0,0592 \text{ m}$

Po výpočtu bylo zjištěno, že moderní sekyra měla při dopadu průměrnou rychlost 11,86 m/s a replika středověké sekyry 14,6 m/s.

Z rychlosti je potom možné vypočítat kinetickou energii na základě vzorce:

$$E_k = 1/2 m v^2$$

Do tohoto vzorce pak byly dosazeny následující hodnoty:

váha moderní sekyry s topůrkem	$m_1 = 2,4 \text{ kg}$
rychlost při dopadu mod. sekyry	$v_1 = 11,86 \text{ m/s}$
váha repliky s topůrkem	$m_2 = 1,41 \text{ kg}$
rychlost při dopadu repliky	$v_2 = 14,6 \text{ m/s}$

Po provedených výpočtech bylo zjištěno, že moderní sekyra má v okamžiku dopadu kinetickou energii přibližně 169 J a replika středověké sekyry má v okamžiku dopadu kinetickou energii přibližně 150 J.

#### 4.9.2 Porovnání rychlosti sekyr sekvenčním snímáním

Při pokusu s balistickým kyvadlem, ke zjištění energie dopadu, byly zjištěny také rychlosti sekyr v okamžiku nárazu. Pro potvrzení těchto údajů bylo rozhodnuto tento údaj pokusně ověřit. Jako vhodné se ukázalo částečné použití metody, která byla vypracována Americkou asociací učitelů fyziky pro zjištění rychlosti baseballové pálky při úderu (CROS 2009).

Jedná se o nasnímání pohybu fotoaparátem (kamerou) s vysokou frekvencí snímání obrazu. Jednotlivé snímky (fotografie) se potom, za využití softwaru výpočetní techniky, prolouží v jednom snímku a následně je z nich možno zjistit rozdíl v pohybu zachyceného předmětu. Pokud je na obraze vhodné měřítko a známe přesnou rychlost snímání fotoaparátu, je možné vypočítat rychlost, s jakou se předmět pohybuje. V této práci byl zjednodušen systém výpočtu, zejména vzhledem k rychlosti a vzhledem k obloukovému zrychlení. V úvahu byly brány pouze snímky dvou sekvencí před dopadem sekyry na kmen, zejména proto, že směr hlavy sekyry je již relativně přímý.

Při snímání obrazů byl použit fotoaparát Casio Computer EX – FN 25 a rychlost snímání, v režimu „sport“, 30 snímků za 0,97 sekundy. Pro přepočet byla uvažována celá sekunda. Každý ze snímků byl exponován po dobu  $1/3000$  s. Všechny údaje jsou převzaty z návodu na obsluhu výrobce. Následně byly snímky složeny do sekvencí v programu Photoshop. Každý ze snímků byl potom opatřen značkami označujícími stejné místo na hlavě sekyry. Jejich vzdálenost, v následujících fázích pohybu, byla následně změřena a to vždy v poslední fázi před dopadem na kmen, mezi body 1 a 2 a také v předposlední fázi, mezi body 2 a 3. Tato vzdálenost sloužila jako kontrolní a zpravidla byla kratší, sekyra tedy svůj pohyb zrychlovala. Jako referenční vzdálenost byla použita délka hlavy sekyry. Ukázka rozfázovaného a označeného snímku (sekvence 6), viz obr. 81, ostatní viz příl. 18.



obr. 81 Promítnutí rozfázování snímků z pokusné sekvence č. 6. foto P. Voda 2018

Tato metoda nemůže být úplně přesná, protože ne vždy je zachycena sekvence snímků pohybu sekyry těsně před jejím dopadem na kmen stromu. Některé snímky také nemají dostatečnou kvalitu, aby bylo možné přesně rozeznat postavení sekyry. Opakované snímání a měření ale potvrzuje zjištěné rychlosti z pokusu s balistickým kyvadlem. Rozptyl změřených rychlostí, u moderní sekyry 11,7–13,2 m/s a u repliky historické sekyry 13,74–14,64 m/s, dobře koreluje s výsledky zjištěnými výpočtem, u moderní sekyry rychlost 11,86 m/s a u repliky historické sekyry rychlost 14,6 m/s. Přehled zjištěných vzdáleností v jednotlivých fázích a z nich vypočítaných rychlostí, viz tab. 6.

tab. 6 *Vzdálenosti jednotlivých fází při pohybu se sekyrou a vypočítané rychlosti. (autor)*

Výpočet rychlosti sekyry									
moderní sekyra					replika historické sekyry				
sekvence č.	Vzdálenost fáze 1 (mm)	rychlost m/s	Vzdálenost fáze 2 (mm)	rychlost m/s	sekvence č.	vzdálenost fáze 1 (mm)	rychlost m/s	vzdálenost fáze 2 (mm)	rychlost m/s
2	390	11,70	390	11,70	5	458	13,74	375	11,25
3	428	12,84	360	10,80	6	475	14,25	468	14,04
4	392	11,76	374	11,22	7	458	13,74	426	12,78
12	440	13,20	388	11,64	9	483	14,49	400	12,00
13	395	11,85	381	11,43	10	488	14,64	435	13,05

Sekvenční snímání potvrdilo, že ačkoliv replika historické sekyry má přibližně poloviční váhu hlavy, energie dopadu je nižší pouze o 11 %. Tento rozdíl je dán zejména vyšší rychlostí, asi o 23 %, při dopadu repliky historické sekyry.

#### 4.10 Metodika praktické části

K dosažení zkoumaného cíle, tj. zjištění pracnosti samotného kácení dřevin, bylo přistoupeno (zejména z technického hlediska) tak, aby výsledky přiměřeně odpovídaly současným nárokům na vědeckou práci. Cílem této metodiky je vytvořit postup, který bude možné v budoucnu opakovat. Dodržení postupů a jednotlivých úkonů, které jsou popsány níže, tak může sloužit k možnosti porovnání případných budoucích výsledků.

Samotné kácení bylo provedeno jednou osobou, s maximální snahou o odstranění případných vlivů této osoby na pokus. Jednotlivé stromy byly káceny s velkým časovým odstupem, tím se výrazně snižovala případná únava dřevorubce. K porážení byla použita vždy stejná sekyra, po pokácení každého stromu doostřená. Výjimkou byl Pokus 3, kdy byla použita replika středověké sekyry, ostatní podmínky zůstaly stejné.

Těžba probíhala v době vegetačního klidu. Vybraných pět jedinců od každé dřeviny rostlo v jedné lokalitě, ve vzájemné blízkosti, aby byl omezen vliv stanoviště na jejich růst. Pro výzkum byli vybráni jedinci s obdobným obvodem kmene (ve výšce 1,3 m) tak, aby byli vzájemně porovnatelní. Práce ale proběhly vždy v jeden den, aby byly co nejvíce eliminovány případné atmosférické vlivy.

Během celé doby kácení byl pořizován záznam, tak aby bylo možno zpětně vyhodnotit získané údaje. Ten měl zaznamenat co nejpřesnější dobu pokácení každého jedince a dále počet úderů sekyrou nutných pro poražení jednotlivých stromů. Záznam byl pak vyhodnocen a diferencován po jednotlivých celých minutách.

Pro vyhodnocení byl z oddenkové části pařezu, těsně pod místem přesečnutí kmene, odebrán jeden řez, aby bylo možné zkoumat věk poraženého jedince a také změřen průměr kmene, a to dvěma, na sebe kolmými směry. Všechna získaná data byla vložena do přehledné tabulky a následně zpracována a vyhodnocena.

### **Pokus 1: Zjištění nutného času při kácení jednotlivých druhů stromů**

Pro samotné zkoumání pak byly vybrány dřeviny tak, aby měly různé předpokládané vlastnosti, byly dostupné v době kolonizace a zároveň i v současnosti. Pokus byl proveden na následujících druzích:

- a) jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)
- b) habr obecný (*Carpinus betulus*)
- c) dub zimní (*Quercus petraea*)
- d) vrba jíva (*Salix caprea*)
- d) borovice lesní (*Pinus sylvestris*)
- e) smrk ztepilý (*Picea abies*)

### **Pokus 2: Zjištění nutného času při kácení různě tlustých jedinců stejného druhu**

Pro tento pokus byl vybrán druh smrk ztepilý, pro jeho snadnou dostupnost.

### **Pokus 3: Zjištění nutného času při kácení podobných jedinců stejného druhu, s využitím repliky středověké sekyry**

Tento pokus sloužil jednak k samotnému získání dat a zároveň pro jejich porovnání s relevantními výsledky pokusu 2.

#### **4.10.1 Obecné zásady metodiky**

K dosažení zkoumaného cíle, tj. zjištění pracnosti samotného kácení dřevin, bylo přistoupeno (zejména z technického hlediska) tak, aby výsledky přiměřeně odpovídaly současným nárokům na vědeckou práci. Cílem této metodiky bylo vytvořit postup, který



bude možné v budoucnu opakovat. Dodržení postupů a jednotlivých úkonů, které jsou popsány níže, tak může sloužit k porovnání případných budoucích výsledků

Samotné kácení bylo provedeno jednou osobou, s maximální snahou o odstranění případných vlivů této osoby na pokus. Jednotlivé stromy byly káceny s velkým časovým odstupem, tím se výrazně snižovala případná únava dřevorubce. K porážení byla použita vždy stejná sekyra, po pokácení každého stromu doostřená. Výjimkou byl Pokus 3, kdy byla použita replika středověké sekyry, ostatní podmínky zůstaly stejné.

Těžba probíhala v době vegetačního klidu. Vybraných pět jedinců od každé dřeviny rostlo v jedné lokalitě, ve vzájemné blízkosti, aby byl omezen vliv stanoviště na jejich růst. Pro výzkum byli vybráni jedinci s obdobným obvodem kmene (ve výšce 1,3 m) tak, aby byli vzájemně porovnatelní. Práce ale proběhly vždy v jeden den, aby byly co nejvíce eliminovány případné atmosférické vlivy.

Během celé doby kácení byl pořizován záznam, tak aby bylo možno zpětně vyhodnotit získané údaje. Ten měl zaznamenat co nejpřesnější dobu pokácení každého jedince a dále počet úderů sekyrou nutných pro porážení jednotlivých stromů. Záznam byl pak vyhodnocen a diferencován po jednotlivých celých minutách.

Pro vyhodnocení byl z oddenkové části pařezu, v místě těsně pod oddělením kmene, odebrán jeden řez, aby bylo možné zkoumat věk poraženého jedince a také změřen průměr kmene, a to dvěma, na sebe kolmými směry. Všechna získaná data byla vložena do přehledné tabulky a následně zpracována a vyhodnocena.

Samotný výzkum měl tyto fáze:

### **Pokus 1: Zjištění nutného času při kácení jednotlivých druhů dřevin**

Pro samotné zkoumání pak byly vybrány dřeviny tak, aby měly různé předpokládané vlastnosti, byly dostupné v době kolonizace a zároveň i v současnosti.

### **Pokus 2: Zjištění nutného času při kácení různě tlustých jedinců stejného druhu**

Pro tento pokus byl vybrán druh smrk ztepilý, pro jeho snadnou dostupnost.

### **Pokus 3: Zjištění nutného času při kácení podobných jedinců stejného druhu, s využitím repliky středověké sekyry**

Tento pokus sloužil jednak k samotnému získání dat a zároveň pro jejich porovnání s relevantními výsledky pokusu 2. Proběhl proto také na druhu smrk ztepilý.

### **Porovnání 1: Komparace dat získaných při kácení moderní sekyrou a replikou historické sekyry**

Toto porovnání sloužilo ke zjištění možné korelace mezi dobou kácení s moderní sekyrou a replikou středověké sekyry. K tomu byly využity data z pokusů 1, 2 a 3.

### **Porovnání 2: Komparace dat získaných při pokusu 1 s relevantními údaji o vlastnostech dřeva**

Toto porovnání mělo odpovědět na otázku, zda je čas potřebný pro skácení jednotlivého stromu závislý na některé z vlastností dřeva příslušné dřeviny. Pro porovnání byly použity tabulky fyzikálních a mechanických vlastností jednotlivých dřevin.

## **4.10.2 Metodika využítá při jednotlivých pokusech**

### **4.10.2.1 Společné podmínky**

Samotný výzkum byl časově a organizačně poměrně náročnou záležitostí. První pokusy s kácením probíhaly již v roce 2014. Od té doby bylo celkem pokáceno téměř sto stromů různých druhů a stáří. V podstatě všechny počáteční pokusy byly později ze zkoumání vyloučeny. Jednak trvalo delší dobu, než autor získal zručnost při práci se sekyrou, tak aby výsledky byly porovnatelné, a také došlo k přebroušení sekyry z důvodu pádu a následnému odštípnutí malé části ostří. Přitom bylo provedeno několik pokusů, které ukázaly, že je nutné snížit úhel klínu ostří oproti sériové verzi na 10°. Následně byly ostří, řezný klín a přechod čepele vyleštěny, aby došlo k minimalizaci tření sekyry o dřevo a tím i snižování účinnosti jednotlivých seků. Ostří bylo potom udržováno po každém použití několikerým přetažením jemného pískovcového brousku. Nutnost udržovat sekyru neustále ostrou se v průběhu práce ukázala jako stěžejní. Tupé ostří se výrazně projevuje na vynaložené námaze. I drobná nerovnost ostří se okamžitě, s nečekanou intenzitou, projevuje na každém seku, viz obr. 82.

Do výsledného zkoumání bylo zařazeno 56 poražených jedinců různých dřevin, jejichž těžba proběhla standardním a porovnatelným způsobem podle připravené metodiky.

Po celou dobu bylo dbáno na to, aby pokusy bylo možno opakovat, případně za stejných podmínek doplňovat výzkum o další dřeviny nebo měnit parametry zkoumání. Všechny práce spojené s vlastním porážením probíhaly v zimních měsících, v období prosinec až březen, pouze ve dnech, kdy teplota vzduchu dosahovala rozmezí od -4 °C do 8 °C a zároveň těžbě nepředcházely teplé dny. Vybraní jedinci tak byli těženi zcela určitě v období vegetačního klidu.

Částečná komplikace nastala při brzkém oteplení v letech 2016 a 2017, kdy nebylo možno výzkum provádět již od února. Chladné období roku naopak přinášelo různé komplikace s technikou používanou pro zachycení pokusu. Nízkou teplotou trpěla videokamera i fotoaparát. Nakonec se jako nejúčinnější způsob zachycení pokusu ukázalo nahrávání zvuku na mobilní telefon. Podařilo se tak získat 41 záznamů, ze kterých je možno posoudit dobu kácení a počet nutných úderů pro porážení jednotlivého stromu. Záznam o čase byl vždy ještě snímán nezávisle jiným způsobem. Ze záznamů je také většinou zřejmé, kdy strom padl vlastní vahou a kdy zůstal zavěšen v korunách okolních stromů. To sice mohlo mít částečný vliv na dobu sekání, ale při výpočtech však tato eventualita uvažována, protože se nikdy nejednalo o zásadní prodloužení času a také by tím byla částečně popřena snaha o napodobení reálných podmínek při těžbě ve středověku.

Před započítáním práce byl každý strom opětovně přeměřen, protože jejich vyhledávání bylo provedeno nezávisle na postupu kácení, a pečlivě prohlédnut, aby se předešlo možnému bezpečnostnímu riziku. Snahou bylo vyloučení jedinců napadených hnilobou, to se ale nepodařilo ve všech případech. Následně byla věnována velká pozornost přípravě a úpravě pracoviště, protože kácení bylo jistým fyzickým výkonem a případná únava ve spojení např. se ztrátou stability by mohla vést ke zranění. Pečlivě byl očištěn okolní prostor, odstranily se případné silnější zbytky větví a také cca do výšky 2 m se odvětvily okolní stromy, aby žádná z větví nezasahovala do okolního prostoru. Oproti některým doporučením nebyly odsekávány kořenové náběhy, protože většina seků vedla natolik vysoko, že samotný pád odseknutého kmene nemohly ovlivnit.

Při samotné těžbě byla využita metoda dvou klínů. Přitom bylo třeba strom obejít. Autorovi se nepodařilo osvojit techniku, při které je možné kácet kmen současně z obou stran, seký vedenými zprava doleva a opačně. Všechny stromy byly pokáceny seký vedenými zleva doprava. Při ní bylo nutné se zaměřit zejména na správné nasazení úderů, aby nebylo třeba kácet kmen příliš vysoko. Zejména u tlustších stromů může dojít k situaci, že zvolený úhel (ve kterém je odebrán materiál) je příliš ostrý a nelze z něj již následně odseknout třísku tak, aby se vrchol klínu očistil, nebo byl alespoň přístupný pro další účinný sek. Praxí se ukázalo, že u tlustších jedinců je vhodné nasadit úhel sekání asi 30–35°, u tenčích stromů je možné jej mírně snížit. Ukázalo se také, že velká šířka hlavy sekyry, a to i v části oka u týlu, nutí ke zvětšování vysekávaného klínu. Tomu je možné předejít odebráním materiálu kolem oka, bez omezení užitečných vlastností nástroje, jak je vidět např. na obr. 11. Spodní zásek je opět limitován zejména výškou vysekávaného klínu na kmeni, tentokrát ovšem opačně. Je výhodné jej vést v opačném úhlu (vzhledem k vodorovné ose), a aby bylo možno odebrat třísku je dobré, aby tento úhel měl alespoň 5°. Autorovi se nepodařilo naučit metodu kácení v pokleku, takže seký vedené odspoda nahoru, byly prováděny v mírném předklonu. Zároveň s tím byla ověřena myšlenka, že nemá smysl kácet stromy příliš vysoko, protože zvedání sekyry více než k pasu je fyzicky zbytečně náročné. Při obloukovém pohybu je pak výhodné nechat hlavu sekyry klesat a rukama pouze usměrňovat místo dopadu. I u velmi tlustých stromů tak dosahuje pařez do výšky nejvíce ke kolenům (při stání na rovině). Žádným způsobem se neprojevovalo, že

sekyra nebyla nasazena na topůrko v tupém úhlu. Konkávní zakřivení ostří sekyry bylo dostatečné pro přesný zásah. Nižší výška kácení se však projevila v tom, že hrana vysekávaného klínu nebyla vodorovná, ale v ostrém úhlu směrem k zemi, závislém na výšce rukou vzhledem k vysekávanému klínu. Ve výsledku tedy bylo zapotřebí odebrat o něco více materiálu, protože osy směřového klínu a klínu při dosekávání byly k sobě postaveny v ostrém úhlu, viz obr. 83.



obr. 82 Nerovnost ostří repliky historické sekyry menší smrk, poř. č. než 0,5 mm a její projev na hmotě dřeva. smrk, poř. č. 51, foto P. Pokorný



obr. 83 Sklonění osy vysekávaného klínu. 44, foto P. Pokorný 2018

Na každém stromě, který byl poražen, bylo provedeno několik měření. Výběr samotného stromu byl proveden na základě hodnoty obvodu ve výši 1,3 m. Toto měření bylo provedeno s přesností na centimetry svinovacím metrem. Po samotném pokácení stromu byl pařez nejprve zarovnan těsně pod úroveň nejnižších záseků a z tohoto místa byl odebrán tenký řez. Ten potom sloužil k určení věku stromu podle letokruhů a změřeni průměru stromu. Měření průměru bylo provedeno ve dvou, zpravidla na sebe kolmých směrech. Toto měření je méně přesné, protože bylo provedeno nestandardně v mírně odlišných výškách. Bylo provedeno ještě na čerstvě pokáceném dřevě posuvným měřítkem, s přesností na milimetry. Pokud byl pařez i po této úpravě příliš vysoký, byl zarovnan opět pomocí motorové pily na standardní výšku.

V souladu s metodikou provedl veškerou těžbu sám autor práce. Pro případné výpočty k objemu práce nebo energetického výdeje je možné využít údaje: stáří 45 let, váha 115 kg, výška 185 cm, povrch těla (výpočetní vzorec dle Du Bois) 2,38 m<sup>2</sup>. Všechny stromy byly pokáceny při výchozím stavu v klidu, byla dodržována přestávka nejméně 60 minut pro

regeneraci. Autor si není vědom, že by některý z výsledků byl ovlivněn jeho únavou. Při všech pokusech byla také přítomna nejméně jedna další osoba, která dohlížela na potenciálně nebezpečné jevy a zároveň kontrolovala používanou záznamovou techniku.

#### ***4.10.2.2 Podmínky pro těžbu jednotlivých druhů dřevin***

S ohledem na dostupnost jednotlivých druhů a jedinců v porovnatelné tloušťce byly pro pokus vybrány tyto dřeviny: smrk, borovice, habr, dub, jasan a vrba. Došlo tak ke změně oproti zadání diplomové práce ve dvou dřevinách. Všechny ostatní podmínky dané zvolenou metodikou byly přesně dodrženy.

Pro všechny pokusy s podtínáním jednotlivých stromů bylo využito několik lokalit. Jednalo se o pozemky patřící k Arboretu Fakulty lesnické a dřevařské, České zemědělské univerzity v Praze, katastrální území Kostelec nad Černými lesy, kde byl dne 2. března 2014 porážen jasan. Těžba proběhla v místě, kde se v současnosti nachází rybníček na Jalovém potoce. V minulosti (podle stáří stromů nejméně před 40 lety) se totiž jeho hráz protrhla a rybníček se zazemnil. Když bylo rozhodnuto o obnově vodní plochy, bylo možno před započítím výkopových prací odtěžit všechny dřeviny. Na tomto pozemku byla kácena dne 8. března 2014 také borovice, ale v místě jejího výrazného seskupení, v jižní části oploceného areálu. Porost byl pravděpodobně příliš hustý, většina jedinců byla přeštíhlena a proto bylo rozhodnuto o prořezávce vybraných stromů.

Další lokalitou byla Přírodní rezervaci Na Voskopě, katastrální území Suchomasty, okres Beroun. Na tomto místě probíhá výzkum Fakulty lesnické a dřevařské, České zemědělské univerzity v Praze, zaměřený, kromě jiného na výzkum růstu biomasy. V souvislosti s přípravou ploch pro další výzkumy zde byl dne 7. března 2015 odtěžen dub a dne 26. února 2016 habr.

Poslední lokalitou, kde bylo odtěženo nejvíce stromů, byl soukromý pozemek patřící P. Karlíkovi, v katastrálním území Pozdyně, okres Příbram. Díky vstřícnému postoji majitele zde bylo možno těžít v rámci výchovných probírek. Zde byl dne 31. ledna 2016 těžen smrk a dne 24. února 2018 vrba. Přehled všech porážených stromů, viz tab.7.



tab. 7 Záznam o těžbě jednotlivých stromů pro Pokus 1. (autor)

Záznam o těžbě jednotlivých stromů											
poř. č.	lokalita	dřevina	datum těžby	O 1,3	d 1	d 2	T min	T sec	věk	poznámka	záznam
26.	Kostelec	jasan	02.03.2014	73	25,0	22,5	08:25:00	505	36		
27.	Kostelec	jasan	02.03.2014	82	28,0	27,5	09:10:00	550	40		
28.	Kostelec	jasan	02.03.2014	78	25,5	24,8	11:20:00	680	39		
29.	Kostelec	jasan	02.03.2014	74	24,6	24,0	09:45:00	585	40		
30.	Kostelec	jasan	02.03.2014	77	26,5	25,2	09:30:00	570	38		
36.	Kostelec	pinus	08.03.2014	54	17,5	17,0	02:40:00	160	30		Video 03
37.	Kostelec	pinus	08.03.2014	55	17,5	16,0	02:24:00	144	32		Video 04
38.	Kostelec	pinus	08.03.2014	51	17,4	16,0	02:30:00	150	32		Video 05
39.	Kostelec	pinus	08.03.2014	53	17,5	17,4	03:18:00	198	30		Video 06
40.	Kostelec	pinus	08.03.2014	55	17,5	17,2	02:50:00	170	33		Video 07
31.	Voskop	dub	07.03.2015	60	24,5	22,8	02:50:00	230	86		
32.	Voskop	dub	07.03.2015	59	26,0	25,5	03:50:00	230	83		
33.	Voskop	dub	07.03.2015	59	24,0	23,5	03:55:00	235	75		
34.	Voskop	dub	07.03.2015	62	24,5	20,5	04:25:00	265	62		
35.	Voskop	dub	07.03.2015	64	23,5	22,0	04:30:00	270	48		
21.	Pozdyně	smrk	31.01.2016	54	17,0	16,0	03:02:00	182	75		Zvuk 1
22.	Pozdyně	smrk	31.01.2016	55	18,0	17,0	01:34:00	94	43		Zvuk 2
23.	Pozdyně	smrk	31.01.2016	58	20,0	19,6	02:44:00	164	44		Zvuk 3
24.	Pozdyně	smrk	31.01.2016	57	21,8	17,6	02:32:00	152	40		Zvuk 4
25.	Pozdyně	smrk	31.01.2016	53	19,5	17,5	02:55:00	175	41		Zvuk 5
1.	Voskop	habr	26.02.2016	57	18	16,5	04:42:00	282	54		Zvuk 7
2.	Voskop	habr	26.02.2016	58	20	19,5	08:04:00	484	47		Zvuk 8
3.	Voskop	habr	26.02.2016	50	19	16,5	04:25:00	265	48		
4.	Voskop	habr	26.02.2016	49	15,5	15	02:15:00	135	44		Zvuk 14
5.	Voskop	habr	26.02.2016	53	17	17	03:34:00	214	60		Zvuk 16
52.	Pozdyně	vrba	24.02.2018	63	26,9	16,9	05:16:00	316	23	ná hniloba jádra	Zvuk 50
53.	Pozdyně	vrba	24.02.2018	65	25,6	21,0	06:14:00	374	32		Zvuk 51
54.	Pozdyně	vrba	24.02.2018	59	20,8	19,0	03:20:00	200	23		Zvuk 52
55.	Pozdyně	vrba	24.02.2018	55	21,9	19,6	03:05:00	185	21		Zvuk 53
56.	Pozdyně	vrba	24.02.2018	68	24,2	21,8	05:37:00	337	28	hniloba jádra	Zvuk 54

#### 4.10.2.3 Zjištění nutného času při kácení různě tlustých jedinců smrku ztepilého

Tento pokus proběhl v souladu s metodikou praktické části (viz kap. 4.10). Většina jedinců byla pokácena na soukromém pozemku patřícím P. Karlíkovi, v katastrálním území Pozdyně, okres Příbram. Díky vstřícnému postoji majitele zde bylo možno těžit v rámci výchovných probírek. Plocha je členitá, s různě starými porosty, takže je zde možno najít jedince různé tloušťky. Jediný strom, poř. č. 6, byl pokácen na soukromých pozemcích J. Figury, v katastrálním území Borovany, okr. České Budějovice. Zde se jednalo o zásah v rámci výchovy porostu, odstranění „výstavku“ ze zajištěného porostu.

V rámci pokusu bylo pokáceno celkem 19 jedinců, ke kterým byla přidána skupina pěti stromů, využitá při zkoumání potřebného času pro kácení. Celkem tak bylo pro sestavení křivky použito 24 stromů. Pro potřeby tohoto pokusu bylo také zjištěno, že jedním sekem lze (ve všech případech) přeseknout strom o obvodu do 15 cm (průměr nad oddenkem asi 7 cm, ve výšce 1,3 m asi 5 cm). Stromu o obvodu 14 cm tak byl přiřazen čas 1 s. Všechny naměřené hodnoty viz tab. 8.

tab. 8 Záznam o těžbě jedinců smrku pro Pokus 2. (autor)

Záznam o těžbě různě tlustých jedinců smrku ztepilého ( <i>Picea abies</i> )										
poř. č.	dřevina	datum těžby	O 1,3	d 1	d 2	T min	T sec	věk	poznámka	záznam
13.	smrk	11.12.2016	14	5,5	5,3	00:01:00	1	19		
11.	smrk	11.12.2016	16	7,6	6,8	00:07:00	7	18		
12.	smrk	11.12.2016	16	7,5	7,0	00:08:00	8	19		
41.	smrk	14.01.2018	21	7,2	7,4	00:13:00	13	14		Zvuk 45
10.	smrk	11.12.2016	26	9,0	8,5	00:18:00	18	19		Zvuk 24
15.	smrk	11.12.2016	32	14,5	12,4	00:46:00	46	28		
9.	smrk	11.12.2016	34	11,5	10,0	00:52:00	52	15		Zvuk 22
8.	smrk	11.12.2016	37	12,5	10,8	00:50:00	50	18		Zvuk 21
14.	smrk	11.12.2016	39	15,0	13,0	00:54:00	54	23		Zvuk 27
42.	smrk	14.01.2018	43	14,2	15,2	01:05:00	65	29		Zvuk 46
25.	smrk	31.01.2016	53	19,5	17,5	02:55:00	175	41		Zvuk 5
21.	smrk	31.01.2016	54	17,0	16,0	03:02:00	182	75		Zvuk 1
22.	smrk	31.01.2016	55	18,0	17,0	01:34:00	94	43		Zvuk 2
24.	smrk	31.01.2016	57	21,8	17,6	02:32:00	152	40		Zvuk 4
23.	smrk	31.01.2016	58	20,0	19,6	02:44:00	164	44		Zvuk 3
43.	smrk	14.01.2018	66	21,9	21,6	06:28:00	388	49		Zvuk 48
18.	smrk	17.01.2017	69	22,5	21,0	02:45:00	165	66	křivost	Zvuk 32
16.	smrk	17.01.2017	78	26,5	23,5	06:42:00	402	48		Zvuk 30
6.	smrk	14.02.2016	82	30,5	29,5	07:58:00	478	95	Borovany	Zvuk 6
17.	smrk	17.01.2017	84	27,0	26,0	06:16:00	376	42		Zvuk 31
7.	smrk	11.12.2016	87	32,0	31,5	10:10:00	610	46		Zvuk 20
44.	smrk	14.01.2018	99	38,5	29,0	15:18:00	918	56	hniloba jádra	Zvuk 49
19.	smrk	17.01.2017	105	35,5	34,5	15:50:00	950	64	vrstva smůly	Zvuk 33
20.	smrk	17.01.2017	125	46,0	43,0	21:15:00	1275	45		Zvuk 34

#### 4.10.2.4 Zjištění nutného času při kácení smrku ztepilého replikou historické sekyry

Tento pokus byl zařazen ke zjištění, do jaké míry je možno korelovat výsledky výzkumu provedeného moderní sekyrou k výsledkům získaných za pomoci repliky historické sekyry. Pro získání teoretických předpokladů bylo učiněno několik pokusů a výpočtů, viz kapitola 4.9. Praktické ověření pak bylo provedeno dne 13. a 14. ledna 2018, kdy byl replikou historické sekyry pokáceno pět jedinců smrku, v obdobných tloušťkách, jako při pokusu na stejné dřevině s moderní sekyrou, viz kap. 5.2.4. Tito jedinci sloužili k přímému porovnání potřebného času. Dále byl poražen jedinec s menším a také větším obvodem, jejichž hodnoty byly potom použity pro určení tendence křivky nárůstu času pro kácení. Všichni jedinci byli odtěženi na soukromém pozemku patřícím P. Karlíkovi, v katastrálním území Pozdyně, okres Příbram. Díky vstřícnému postoji majitele zde bylo možno těžít v rámci výchovných probírek. Plocha je členitá, s různě starými porosty, takže je zde možno najít jedince různé tloušťky. Přehled získaných hodnot viz tab. 9.

tab. 9 Záznam o těžbě jedinců smrku s replikou historické sekyry pro Pokus 3. (autor)

Záznam o těžbě jedinců smrku ztepilého ( <i>Picea abies</i> ) replikou historické sekyry										
poř. č.	dřevina	datum kácení	O 1,3	d 1	d 2	T min	T sec	věk	poznámka	záznam
45	picea	13.01.2018	56	18,5	18,8	03:58:00	236	13	uvolněná hl	Zvuk 38
46	picea	13.01.2018	53	18,6	17,2	03:04:00	184	30	historická	Zvuk 39
47	picea	13.01.2018	58	23,5	21,8	04:07:00	247	22	historická	Zvuk 40
48	picea	13.01.2018	56	20,8	19,5	03:40:00	220	22	historická	Video 01
49	picea	13.01.2018	52	18,4	19,4	03:47:00	227	24	historická	Zvuk 43
50	picea	13.01.2018	69	26,2	23,8	10:39:00	639	40	historická	Zvuk 44
51	picea	14.01.2018	42	14,9	12,4	02:47:00	167	21	historická	Zvuk 47

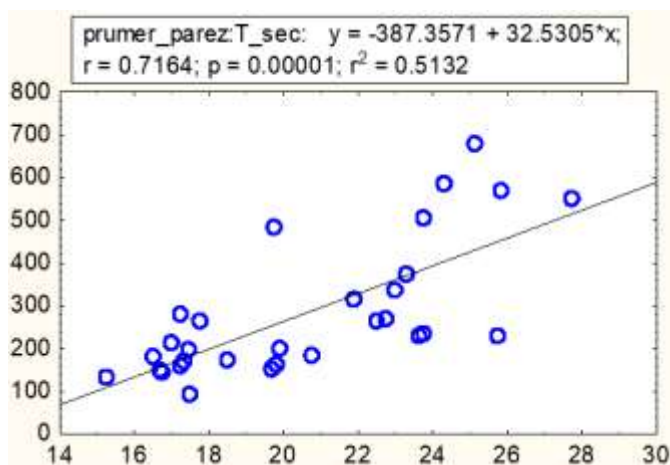
#### 4.10.2.5 Porovnání výsledků dosažených moderní sekyrou a replikou historické sekyry

Pro porovnání výsledků byly využity dvě metody. První metodou byl porovnáván průměrný čas dosažený při kácení 5 jedinců smrku o obvodu 53–58 cm (ve výšce 1,3 m) podle Pokusu 1 a průměrného času dosaženého replikou historické sekyry při těžbě 5 smrků o obvodu 52–58 cm z Pokusu 3.

Druhou metodou bylo vytvoření křivky, která zobrazuje závislost růstu času potřebného pro kácení na tloušťce jednotlivého stromu. K tomu byla použita stejná data jako v prvním případě, doplněná o další hodnoty smrku při tloušťce 43 a 66 cm z Pokusu 2 a hodnoty smrku o obvodu 42 a 69 cm z Pokusu 3.

#### 4.10.2.6 Porovnání času potřebného pro těžbu jednotlivých dřevin s relevantními údaji o vlastnostech dřeva

K tomuto porovnání byly použity výsledky z porážení dřevin z Pokusu 1. Vzhledem k tomu, že každá ze dřevin byla těžena v mírně jiné tloušťkové variaci bylo rozhodnuto upravit výsledky doby kácení tak, aby byly vzájemně porovnatelné. K tomu byla, za pomoci programu statistika, vytvořena lineární funkce závislosti doby kácení na průměru dřeviny v místě kácení, viz obr. 84.



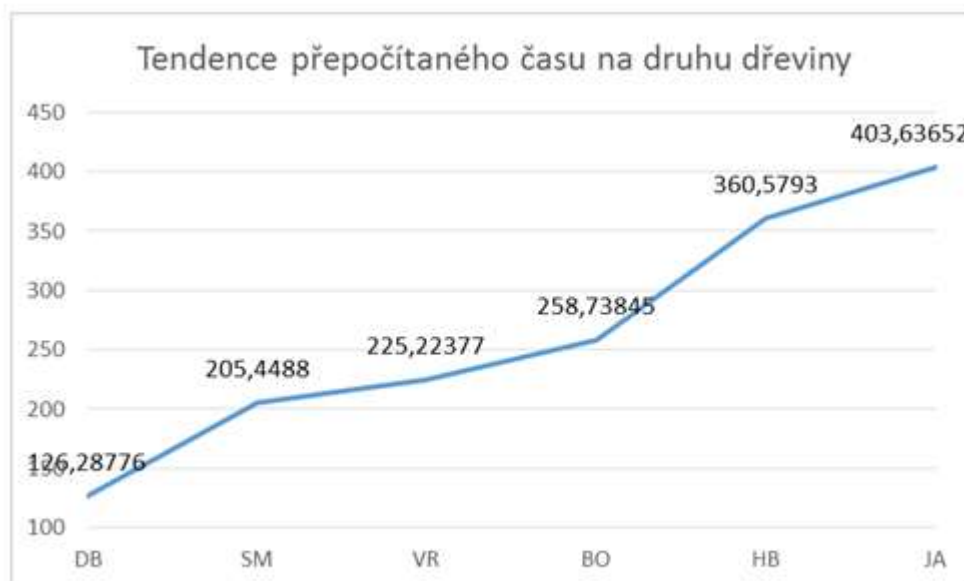
obr. 84 Závislost doby kácení (v sekundách) na průměru jedince (v centimetrech). Lineární funkce použitá pro přepočty, autor

Rozlišení podle druhů (čas/obvod), viz příl. 19. Za pomoci lineární rovnice této funkce pak byly přepočítány výsledné časy z pokusu 1. Jako referenční byl zvolen průměr 20 cm, viz tab. 10.

tab. 10 Přepočet časů nutných pro porážení jedinců z Pokusu 1. (autor)

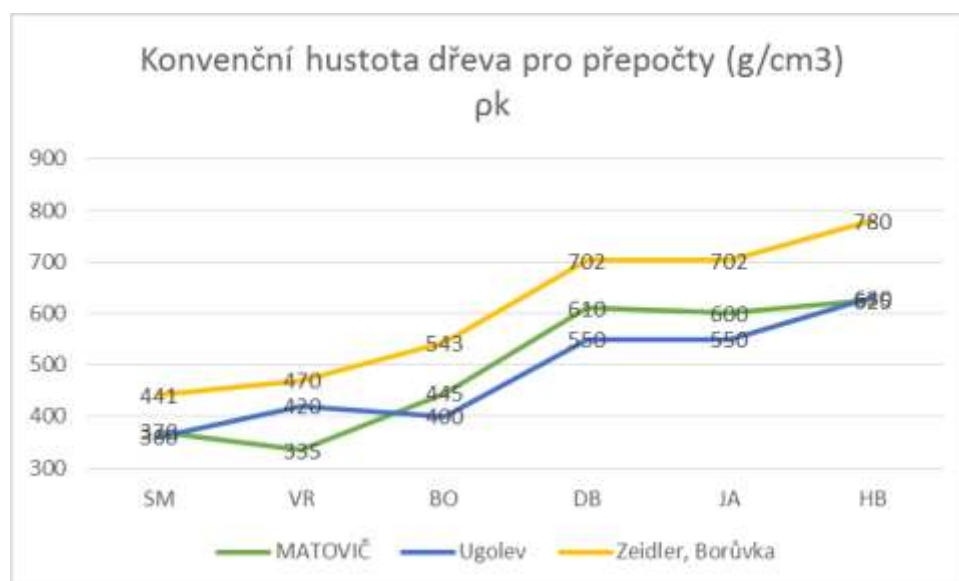
Přepočet nutného času podle lineární funkce na průměr 20cm										
poř. č.	dřevina	O_1,3	d_1	d_2	pr_mist_sek	T_sec	Tpr_rovn_20	Troz_sk_rov	T_prepec	pr_drev
1.	habr	57	18,0	16,5	17,25	282	173,79	108,21	371,46	360,58
2.	habr	58	20,0	19,5	19,75	484	255,12	228,88	492,13	
3.	habr	50	19,0	16,5	17,75	265	190,06	74,94	338,19	
4.	habr	49	15,5	15,0	15,25	135	108,73	26,27	289,52	
5.	habr	53	17,0	17,0	17,00	214	165,66	48,34	311,59	
26.	jasan	73	25,0	22,5	23,75	505	385,24	119,76	383,01	403,64
27.	jasan	82	28,0	27,5	27,75	550	515,36	34,64	297,89	
28.	jasan	78	25,5	24,8	25,15	680	430,78	249,22	512,47	
29.	jasan	74	24,6	24,0	24,30	585	403,13	181,87	445,12	
30.	jasan	77	26,5	25,2	25,85	570	453,56	116,44	379,70	
31.	dub	60	24,5	22,8	23,65	230	381,99	-151,99	111,26	126,29
32.	dub	59	26,0	25,5	25,75	230	450,30	-220,30	42,95	
33.	dub	59	24,0	23,5	23,75	235	385,24	-150,24	113,01	
34.	dub	62	24,5	20,5	22,50	265	344,58	-79,58	183,67	
35.	dub	64	23,5	22,0	22,75	270	352,71	-82,71	180,54	
36.	borovice	54	17,5	17,0	17,25	160	173,79	-13,79	249,46	258,74
37.	borovice	55	17,5	16,0	16,75	144	157,53	-13,53	249,72	
38.	borovice	51	17,4	16,0	16,70	150	155,90	-5,90	257,35	
39.	borovice	53	17,5	17,4	17,45	198	180,30	17,70	280,95	
40.	borovice	55	17,5	17,2	17,35	170	177,05	-7,05	256,21	
52.	vrba	63	26,9	16,9	21,90	316	325,06	-9,06	254,19	225,22
53.	vrba	65	25,6	21,0	23,30	374	370,60	3,40	266,65	
54.	vrba	59	20,8	19,0	19,90	200	260,00	-60,00	203,25	
55.	vrba	55	21,9	19,6	20,75	185	287,65	-102,65	160,60	
56.	vrba	68	24,2	21,8	23,00	337	360,84	-23,84	239,41	
21.	smrk	54	17,0	16,0	16,50	182	149,40	32,60	295,86	205,45
22.	smrk	55	18,0	17,0	17,50	94	181,93	-87,93	175,33	
23.	smrk	58	20,0	19,6	19,80	164	256,75	-92,75	170,51	
24.	smrk	57	21,8	17,6	19,70	152	253,49	-101,49	161,76	
25.	smrk	53	19,5	17,5	18,50	175	214,46	-39,46	223,80	

Přepočítaná hodnota všech jedinců daného druhu byla potom zprůměrována a tyto průměry byly použity pro vytvoření tendenčního diagramu, viz obr. 85. Tento diagram byl použit pro porovnání s tabulkovými hodnotami.



obr. 85 Tendence závislosti doby kácení na druhu dřeviny. autor

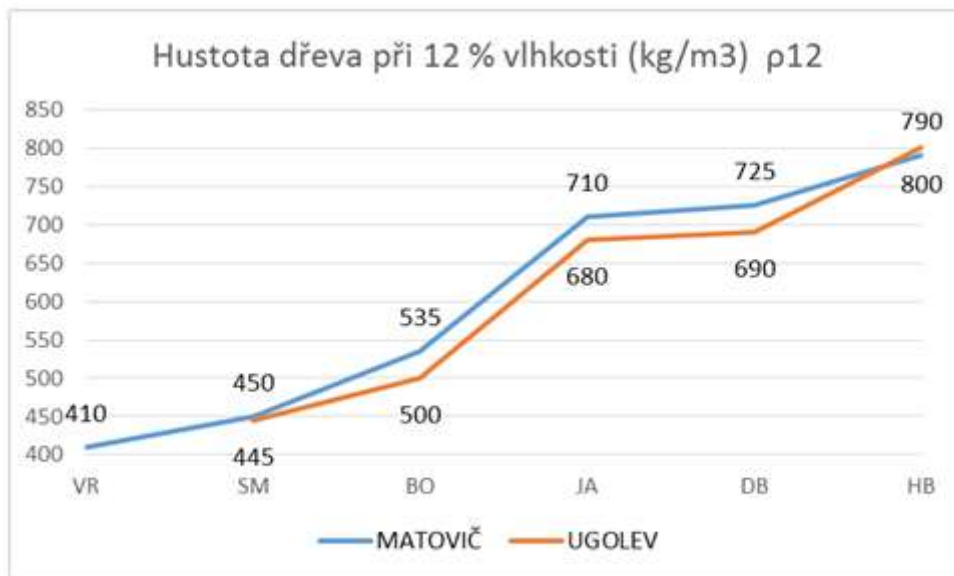
Tabulkové hodnoty byly získány ze třech nezávislých zdrojů (UGOLEV 1986; MATOVIČ 1993; ZEIDLER, BORŮVKA 2016). Z jednotlivých prací pak byly vyselektovány údaje ke dřevinám, které byly pokusně káceny a vloženy do jednoduchých přehledů. Takto byly vyhledány údaje o hustotě (tvrdoosti) dřeva a to konvenční (přepočítané na vlhkost 0%), viz příl. 20a a při vlhkosti 12 %, viz příl. 20b. Dále tvrdost dřeva na plochu ve směru tangenciálním, viz příl. 20c a radiálním, viz příl. 20d. Také byly zkoumány hodnoty tlaku napříč vlákna ve směru tangenciálním, viz příl. 20e a ve směru radiálním, viz příl. 20f a nakonec mez pevnosti tlaku ve směru vláken, viz příl. 20g a rázová houževnatost v ohybu ve směru tangenciálním, viz příl. 20h.



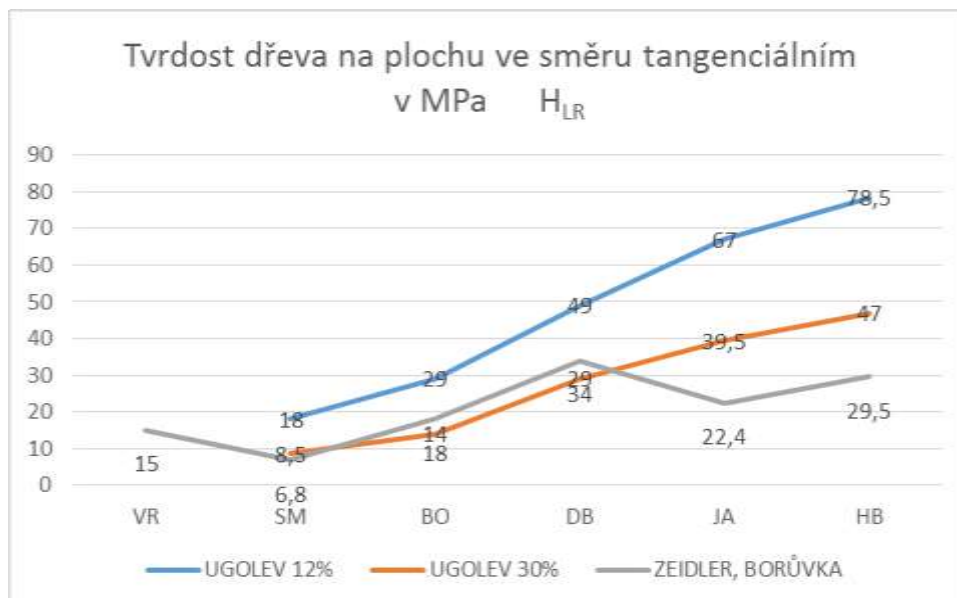
obr. 86 Tendenci graf konvenční hustoty zkoumaných dřevin. autor



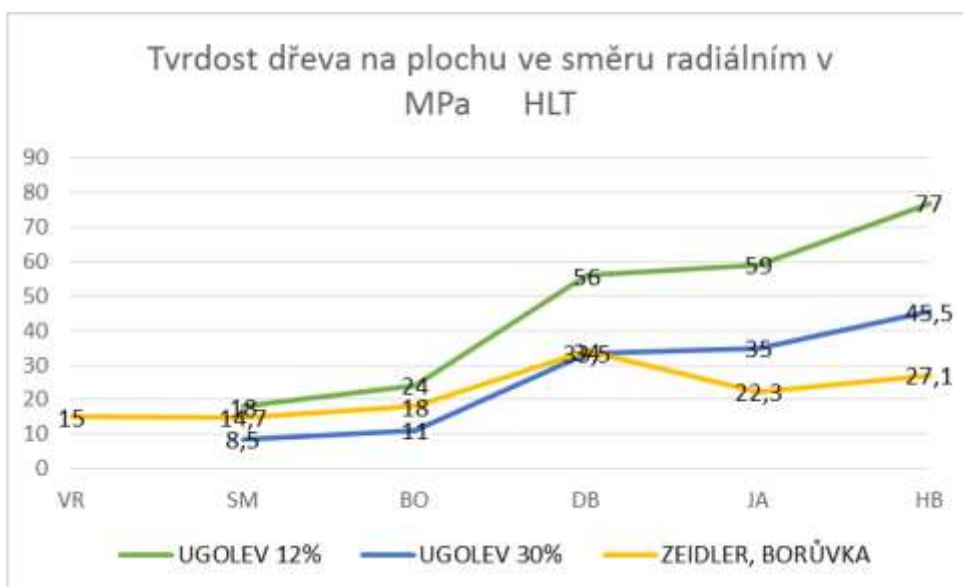
K části zkoumaných parametrů nebylo možné zjistit hodnoty pro část dřevin, přesto se podařilo vytvořit přehledy tendencí podle těchto parametrů: konvenční hustota (tvrdost) dřeva, viz obr. 86, hustota při 12% vlhkosti, viz obr. 87, tvrdost dřeva ve směru tangenciálním, viz obr. 88, tvrdost dřeva ve směru radiálním, viz obr. 89, mez pevnosti v tlaku ve směru vláken, viz obr. 90 a rázová houževnatost v ohybu ve směru tangenciálním, viz obr. 91.



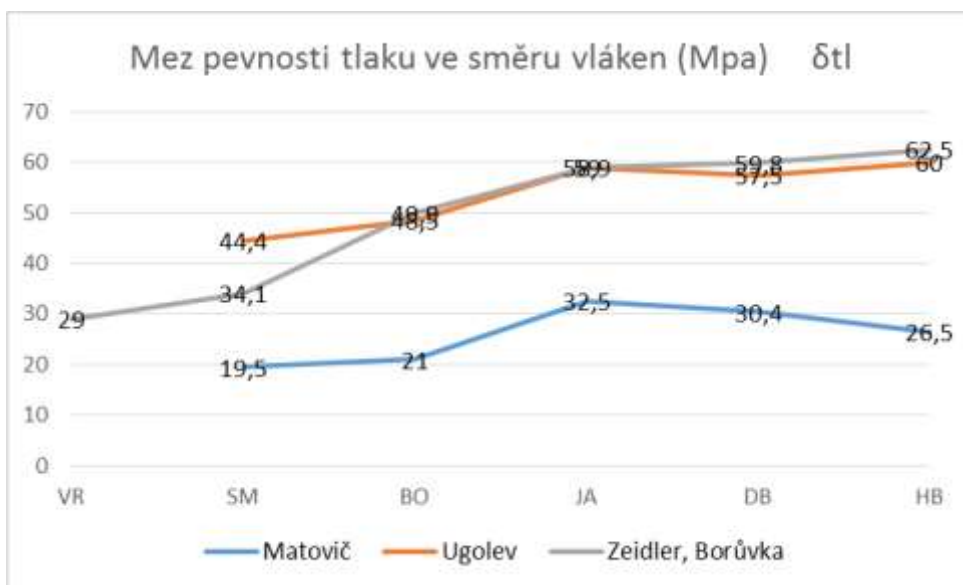
obr. 87 Tendenci graf hustoty zkoumaných dřevin při 12% vlhkosti. autor



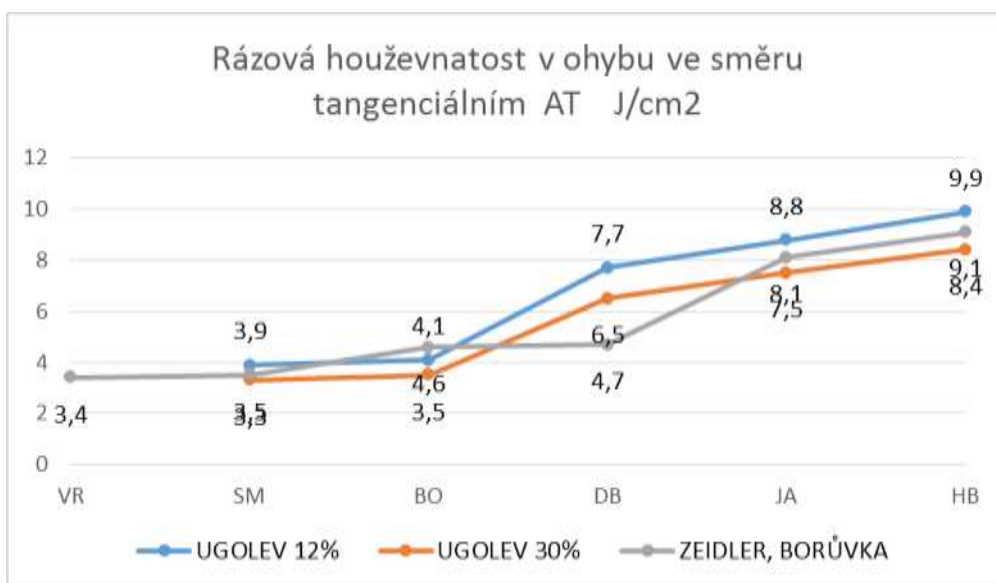
obr. 88 Tendenci graf tvrdosti zkoumaných dřevin ve směru tangenciálním. autor



obr. 89 Tendenční graf tvrdosti zkoumaných dřevin ve směru radiálním. autor



obr. 90 Tendenční graf meze pevnosti v tlaku ve směru vláken zkoumaných dřevin. autor



obr. 91 Tendenční graf rázové houževnatosti v ohybu ve směru tangenciálním zkoumaných dřevin. autor

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Časy nutné pro pokácení jednotlivých dřevin

#### **Jasan ztepilý**

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 73–82 cm, statistický rozptyl 10,16 a absolutní odchylka 13,2. Poraženy byly v časovém intervalu 505–680 s, statistický rozptyl 3326 a absolutní odchylka 218. Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene jasanu o obvodu 76,8 cm je třeba 578 sekund.

#### **Borovice lesní**

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 51–55 cm, statistický rozptyl 2,24 a absolutní odchylka 6,4. Poraženy byly v časovém intervalu 144–198 s, statistický rozptyl 360,64 a absolutní odchylka 78,4.

Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene borovice o obvodu 53,6 cm je třeba 164 sekund.

#### **Dub zimní**

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 59–64 cm, statistický rozptyl 3,76 a absolutní odchylka 8,8. Poraženy byly v časovém intervalu 230–270 s, statistický rozptyl 314 a absolutní odchylka 86. Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene dubu o obvodu 60,8 cm je třeba 246 sekund.

#### **Smrk ztepilý**

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 53–58 cm, statistický rozptyl 3,44 a absolutní odchylka 8,4. Poraženy byly v časovém intervalu 94–182 s, statistický rozptyl 985,44 a absolutní odchylka 121,6. Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene smrku o obvodu 55,4 cm je třeba 153 sekund.

#### **Habr obecný**

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 49–58 cm, statistický rozptyl 13,04 a absolutní odchylka 16,4. Poraženy byly v časovém intervalu 135–484s, statistický rozptyl 13 429,2 a absolutní odchylka 428. Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene habru o obvodu 53,4 cm je třeba 276 sekund.

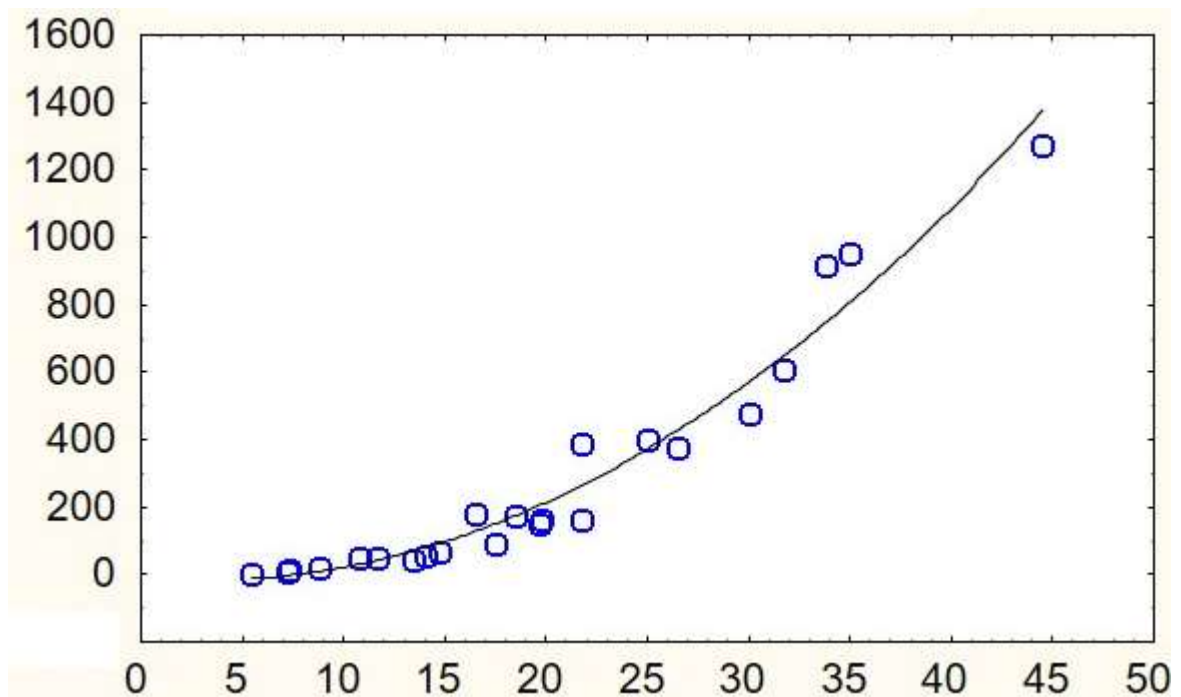
#### **Vrba jíva**

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 55–68 cm, statistický rozptyl 20,8 a absolutní odchylka 20. Poraženy byly v časovém intervalu 185–374s, statistický rozptyl 5 755,44 a absolutní odchylka 359,6. Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene vrby o obvodu 62 cm je třeba 282 sekund.

Všechny výsledky jsou uvedeny v tab. 10.

## 5.2 Zjištění závislosti potřebného času na tloušťce smrku ztepilého

Těžené stromy byly v rozpětí obvodů 14–125 cm (ve výšce 1,3 m). Po celou dobu trvala snaha, aby bylo co nejlépe pokryto spektrum možných tloušťek. Pro přeseknutí nejtlustšího kmene (poř.č. 20) byl potřebný čas 1 275 s. Následně byla vytvořena křivka závislosti velikosti obvodu kmene na potřebném čase, viz obr. 92



obr. 92 Křivka závislosti doby kácení (v sekundách) na průměru kmene v místě kácení u smrku. autor

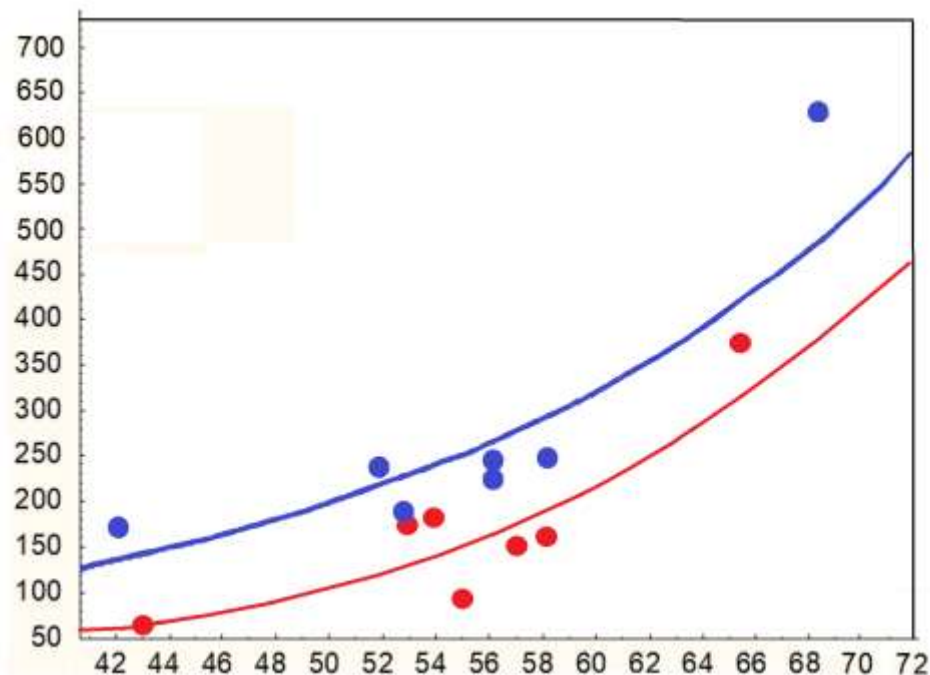
## 5.3 Čas nutný pro pokácení smrku ztepilého replikou historické sekyry

Z důvodu možného porovnání s výsledky při těžbě s moderní sekyrou, byly těženy stromy v rozpětí obvodů 52–58 cm, statistický rozptyl 4,8 a absolutní odchylka 10. Poraženy byly v časovém intervalu 184–247 s, statistický rozptyl 458,16 a absolutní odchylka 83,2. Při pokusu bylo zjištěno (při využití aritmetického průměru), že na přeseknutí kmene smrku, replikou historické sekyry, o obvodu 55 cm je třeba 223 sekund.



## 5.4 Porovnání časů dosažených moderní sekyrou a replikou historické sekyry

Při porovnání výsledků dosažených s replikou historické sekyry, kdy byl průměrný kmen o obvodu 55 cm přeseknut průměrně za 223 s, s výsledky dosaženými moderní sekyrou, tedy průměrných 153 s při obvodu 55,4 cm, došlo k prodloužení potřebného času asi o 50 %. Výsledky byly pro snadnější porovnání zobrazeny graficky, viz obr. 93.



obr. 93 Porovnání křivek závislosti doby kácení (v sekundách) na obvodu kmene ( $d 1,3$ ) u smrku, modře replika historické sekyry, červeně moderní sekyra. autor

## 5.5 Porovnání časů nutných pro pokácení jednotlivých dřevin s tabulkovými hodnotami

Porovnávány byly výsledky dosažené pokusem 1 a následně přepočítané podle metodiky uvedené v kap. 4.10.2.6. v grafickém vyjádření tendence, s tabulkovými hodnotami, které byly pro přehlednost také vyjádřeny grafickými tendencemi, viz obr. 85. Na grafu vyjadřujícím závislost dobu kácení na dřevině je možné odlišit tři skupiny dřevin. Dřeviny s nutným vyšším časem pro kácení – jasan a habr, dřeviny s nižším časem smrk, borovice a vrba a dřevina s nízkým časem nutným pro pokácení - dub, vše viz obr. 85. Tendenci, která by zachycovala podobné rozdělení podle tabulkových hodnot, se nepodařilo určit. Nebyla tak zjištěna žádná korelace údajů.

## 6 DISKUZE

### 6.1 Diskuze k přesnosti získaných údajů

Zajistit dostatečnou přesnost získaných dat je nutností pro vyhodnocení každé práce. Vzhledem k tomu, že podtínání vzrostlých stromů sekyrou je práce, která je závislá na řadě proměnných bylo věnováno značné úsilí tomu, aby byl co nejvíce eliminován vliv lidského faktoru. Podmínky pro kácení jednotlivých stromů byly takto nastaveny už v metodice, viz kap. 4.10. I přes to byly sbírány další údaje, které je možno použít jako kontrolní, případně ke korekci získaných výsledků. K tomu může sloužit záznam o počtu jednotlivých úderů (seků) potřebných k porážení každého jedince.

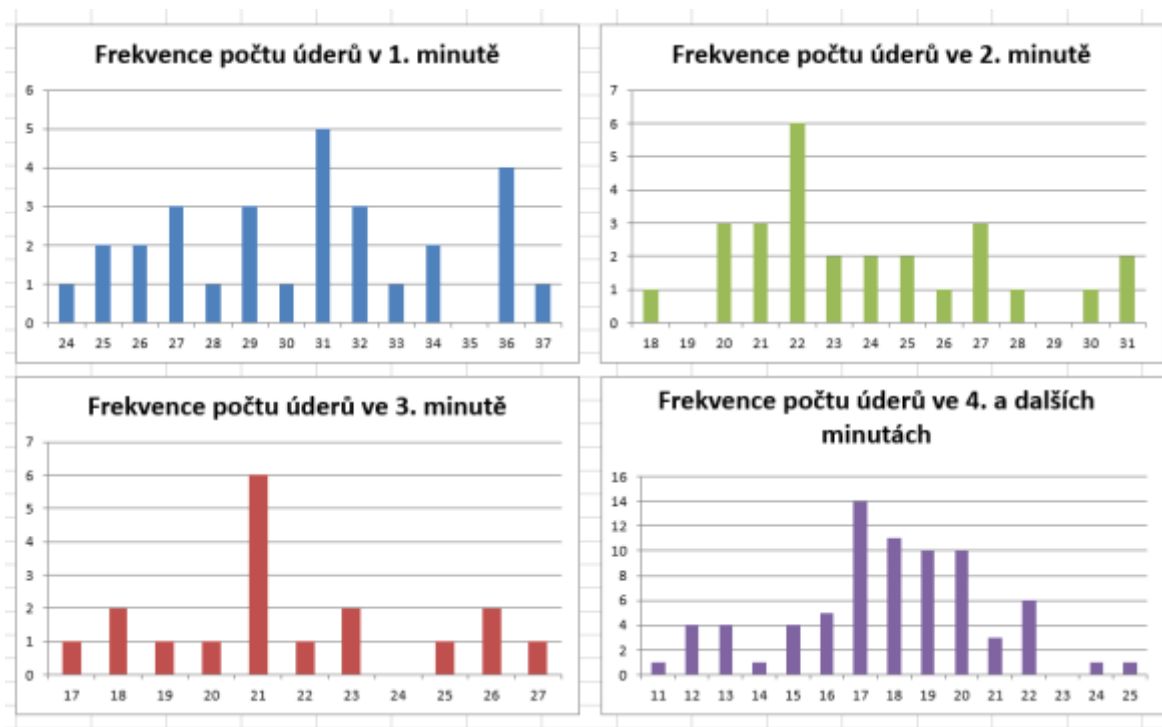
Bez ohledu na ostatní části pokusu byla snaha při kácení každého stromu zajistit elektronický záznam tohoto kácení tak, aby bylo možno vyhodnotit nutný počet úderů. V úvahu byly brány pouze pokusy, kdy měl záznam dostatečnou kvalitu po celou dobu pokusu, aby z něj bylo možno počet úderů zjistit. Jednotlivé údery byly následně jednotlivě počítány po celých minutách. V úvahu opět nebyly brány případy, kdy byl strom poražen v době kratší než jedna minuta. Záznam o počtu úderů se za těchto podmínek podařilo získat celkem u 36 stromů, z toho bylo 29 pokáceno moderní sekyrou a 7 replikou historické sekyry. Kompletní seznam viz tab. 11.

tab. 11 *Přehled jedinců, u kterých byl získán záznam o úderech. (autor)*

Přehled jednotlivých stromů u kterých byl pořízen záznam delší než 1 minuta												
poř.č.	dřevina	místo	datum	O 1,3	d 1	d 2	T min	T sec	věk	poznámka	záznam	N úderů
1.	habr	Voskop	26.02.2016	57	18,0	16,5	04:42:00	282	54		Zvuk 7	116
2.	habr	Voskop	26.02.2016	58	20,0	19,5	08:04:00	484	47		Zvuk 8	184
4.	habr	Voskop	26.02.2016	49	15,5	15,0	02:15:00	135	44		Zvuk 14	55
5.	habr	Voskop	26.02.2016	53	17,0	17,0	03:34:00	214	60		Zvuk 16	86
6.	smrk	Borovany	14.02.2016	82	30,5	29,5	07:58:00	478	95		Zvuk 6	193
7.	smrk	Pozdyně	11.12.2016	87	32,0	31,5	10:10:00	610	46		Zvuk 20	221
16.	smrk	Pozdyně	17.01.2017	78	26,5	23,5	06:42:00	402	48		Zvuk 30	160
17.	smrk	Pozdyně	17.01.2017	84	27,0	26,0	06:16:00	376	42		Zvuk 31	131
18.	smrk	Pozdyně	17.01.2017	69	22,5	21,0	02:45:00	165	66	křivost	Zvuk 32	65
19.	smrk	Pozdyně	17.01.2017	105	35,5	34,5	15:50:00	950	64	vrstva smůly	Zvuk 33	283
20.	smrk	Pozdyně	17.01.2017	125	46,0	43,0	21:15:00	1275	45		Zvuk 34	396
21.	smrk	Pozdyně	31.01.2016	54	17,0	16,0	03:02:00	182	75		Zvuk 1	73
22.	smrk	Pozdyně	31.01.2016	55	18,0	17,0	01:34:00	94	43		Zvuk 2	40
23.	smrk	Pozdyně	31.01.2016	58	20,0	19,6	02:44:00	164	44		Zvuk 3	62
24.	smrk	Pozdyně	31.01.2016	57	21,8	17,6	02:32:00	152	40		Zvuk 4	63
25.	smrk	Pozdyně	31.01.2016	53	19,5	17,5	02:55:00	175	41		Zvuk 5	73
36.	borovice	Kostelec	08.03.2014	54	17,5	17,0	02:40:00	160	30		Video 03	66
37.	borovice	Kostelec	08.03.2014	55	17,5	16,0	02:24:00	144	32		Video 04	64
38.	borovice	Kostelec	08.03.2014	51	17,4	16,0	02:30:00	150	32		Video 05	69
39.	borovice	Kostelec	08.03.2014	53	17,5	17,4	03:18:00	198	30		Video 06	86
40.	borovice	Kostelec	08.03.2014	55	17,5	17,2	02:50:00	170	33		Video 07	82
42.	smrk	Pozdyně	14.01.2018	43	14,2	15,2	01:05:00	65	29		Zvuk 46	28
43.	smrk	Pozdyně	14.01.2018	66	21,9	21,6	06:28:00	388	49		Zvuk 48	135
44.	smrk	Pozdyně	14.01.2018	99	38,5	29,0	15:18:00	918	56	hniloba jádra	Zvuk 49	267
45.	smrk	Pozdyně	13.01.2018	56	18,5	18,8	03:56:00	236	13	hist. uvolněná hlava	Zvuk 38	105
46.	smrk	Pozdyně	13.01.2018	53	18,6	17,2	03:04:00	184	30	historická	Zvuk 39	92
47.	smrk	Pozdyně	13.01.2018	58	23,5	21,8	04:07:00	247	22	historická	Zvuk 40	114
48.	smrk	Pozdyně	13.01.2018	56	20,8	19,5	03:40:00	220	22	historická	Video 01	93
49.	smrk	Pozdyně	13.01.2018	52	18,4	19,4	03:47:00	227	24	historická	Zvuk 43	96
50.	smrk	Pozdyně	13.01.2018	69	26,2	23,8	10:39:00	639	40	historická	Zvuk 44	231
51.	smrk	Pozdyně	14.01.2018	42	14,9	12,4	02:47:00	167	21	historická	Zvuk 47	81
52.	vrba	Pozdyně	24.02.2018	63	26,9	16,9	05:16:00	316	23	silná hniloba jádra	Zvuk 50	117
53.	vrba	Pozdyně	24.02.2018	65	25,6	21,0	06:14:00	374	32		Zvuk 51	119
54.	vrba	Pozdyně	24.02.2018	59	20,8	19,0	03:20:00	200	23		Zvuk 52	82
55.	vrba	Pozdyně	24.02.2018	55	21,9	19,6	03:05:00	185	21		Zvuk 53	77
56.	vrba	Pozdyně	24.02.2018	68	24,2	21,8	05:37:00	337	28	hniloba jádra	Zvuk 54	110

Kompletní zjištěný počet jednotlivých úderů po celých minutách viz příl. 22. Po tomto vyhodnocení se ukázalo, že významné odchylky v počtu seků, tedy postupné snižování frekvence, jsou znatelné ve druhé až čtvrté minutě, od čtvrté minuty dochází k celkovému vyrovnání počtu úderů. Případné odchylky jsou pak zapříčiněny dalšími vlivy, např. čištěním vysekávaného klínu, přecházením apod. Naopak nebylo vůbec zjištěno, že by na frekvenci úderů měl nějaký vliv druh dřeviny. Zkoumání mohlo být mírně ovlivněno absencí elektronických záznamů pro výpočet úderů u habru a dubu.

U moderní sekyry byly napočítány tyto hodnoty - v první minutě 24–37 úderů, v 29 případech, kdy vypočítaný průměr úderů je 31, což je zároveň nejčastější počet úderů, celkem v 5 případech. Rozptyl je 14 prvků, viz obr. 94. Ve druhé minutě bylo napočítáno 18–31 úderů, v 27 případech, vypočítaný průměr je 24 úderů, nejčastější počet úderů je 22, celkem 6 krát. Rozptyl je 14 prvků, Ve třetí minutě bylo napočítáno 17–27 úderů, v 18 případech, vypočítaný průměr je 22 úderů, nejčastější počet úderů je 21, celkem 6 krát. Rozptyl je 11 prvků. Ve čtvrté až jedenadvacáté minutě bylo napočítáno 11–25 úderů, v 75 případech, vypočítaný průměr je 17 úderů, což je také nejčastější počet úderů, celkem ve 14 případech. Rozptyl je 15 prvků. Celkový přehled naměřených hodnot viz příl. 22.



obr. 94 Přehled počtu jednotlivých úderů v 1., 2. 3., 4. a dalších minutách. autor

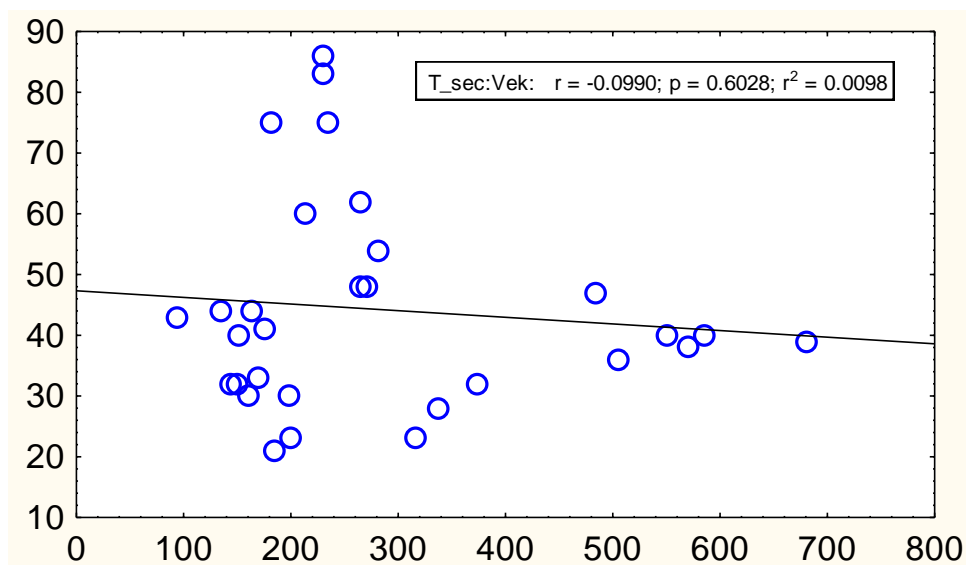
I přes relativně velký rozptyl prvků, který je daný mnoha různými faktory jsou data poměrně konzistentní. Je možno konstatovat, že v první minutě bylo použito přibližně 31 seků, ve druhé 22–24 úderů a ve třetí 21–22 úderů. Ve čtvrté a každé následující minutě pak asi 17 úderů. Je tak možno vypořádat snižování frekvence, které je z menší části zapříčiněno fyzickou námahou.

Mnohem více je počet úderů ovlivněn tím, že se stoupajícím počtem minut, v souvislosti s tloušťkou stromu, je nutno údery zasahovat mnohem přesněji a případně i silněji, aby pronikly do hmoty dřeva. Frekvenci přibližně 17 úderů pak byl autor schopen vydržet i po dobu více než 20 minut. V souvislosti s těmito údaji je možné tvrdit, že při znalosti času potřebného pro pokácení určitého stromu je možno relativně přesně odvodit počet nutných úderů. To je možné také pozorovat při porovnání grafů zobrazujících závislost doby kácení jednotlivých dřevin na čase a stejnou závislost na počtu úderů. Reálná použitelnost tohoto zjištění bude ale pro běžnou praxi spíše nízká.

Pro vyhodnocení počtu úderů replikou historické sekyry byl zvolen obdobný postup. K dispozici bylo výrazně méně údajů, celkem pouze 28 případů. To je pro komplexní rozbor nedostačující. Přesto byl proveden výpočet, kdy bylo zjištěno, že v první minutě bylo využito průměrně 34 seků, ve druhé asi 27 úderů, ve třetí minutě asi 24 a ve čtvrté až desáté minutě průměrně 21 seků. I přes malé množství vstupních dat je možno konstatovat, že s replikou historické sekyry bylo v každé časové výseči provedeno asi o 3 údery více. To je s největší pravděpodobností dáno její výrazně nižší vahou a koreluje to se zjištěním vyšší dopadové rychlosti této sekyry. Vše pak souvisí s energií nutnou pro provedení každého seku. Počet úderů za minutu je v souhrnu nižší, než ve své práci uvádí M. Štěpán (30) i R. Anýž (33), při korelaci nutných časů je možné tvrdit, že je při kácení výhodnější zasadit méně úderů, ale o to přesněji vedených.

Další zkoumání bylo provedeno ohledně zjištění, zda má na dobu kácení vliv stáří jednotlivých stromů, respektive hustota letokruhů. Z tohoto důvodu byly těsně pod místem skutečného odseknutí kmene odebrány řezy a na nich počítány letokruhy. Prostým porovnáním údajů v tab. č. je možné zjistit, že některé údaje naznačují závislost počtu letokruhů na době sekání. Je možné dobře porovnat zejména jedince s poř. č. 6 (obvod v 1,3 m 82 cm, věk 95 let) a jedince poř. č. 17 (obvod v 1,3 m 84 cm, věk 42 let), kdy první byl kácen 478 s a druhý pouze 376 s. Obdobně je to u jedinců poř. č. 21 (obvod v 1,3 m 54 cm, věk 75 let) a poř. č. 22 (obvod v 1,3 m 55 cm, věk 43 let) kdy první z nich byl kácen 182 s a druhý pouze 94 s.

Při porovnání všech výsledků ale žádná podobná závislost sledována nebyla (viz obr. 95 ) a příčiny je třeba pravděpodobněji hledat v jiných souvislostech.



obr. 95 Závislost věku dřeviny (v letech) na čase jejího porážení (v sekundách). Autor

## 6.2 Diskuze k hodnotám výsledného času jednotlivých dřevin

Výsledky získané při kácení jednotlivých dřevin mohou být, jak již bylo několikrát zmíněno, ovlivněny mnoha různými faktory. Zjištěné doby potřebné pro pokácení jednotlivých stromů jsou ale zpravidla signifikantní. Přesto je možné zaznamenat, že u některých druhů se projeví výraznější odchylky.

Nejvýraznější nepoměr doby kácení je možno najít u jasanu. Celkově jsou získaná data času u tohoto druhu vyšší, což by mohlo být zapříčiněno jednak jejich větší tloušťkou než u ostatních dřevin a také habitatem. Naplavená půda a poloha v údolí se mohla projevit na růstu jednotlivých stromů, kdy nejtlustší z nich dosáhl ve stáří 40 let obvod ve výšce 1,3 m 82 cm (průměr na pařezu 28 cm). Výrazně vyšší hodnota času u jedince poř. č. 28 - 680 s, není vázána na žádnou, autorovi známou, příčinu. Technicky se také jedná o dřevinu s velkou hustotou (tvrdotí), která se na době sekání rozhodně projevuje.

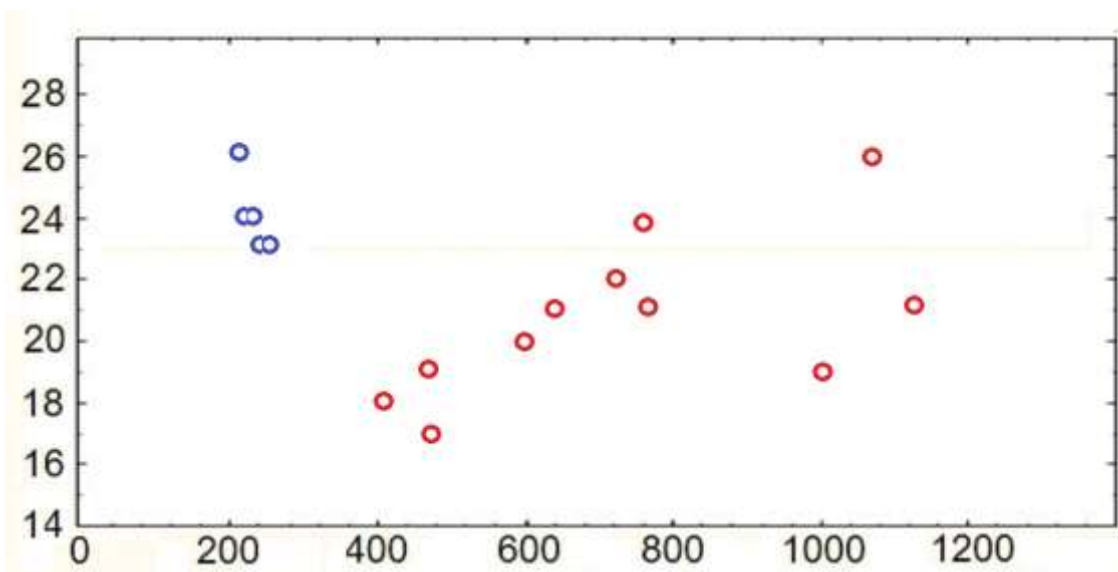
Nejméně vyrovnané hodnoty tloušťky a času potřebného pro kácení měl habr. Tato dřevina má technicky velkou hustotu (tvrdot) ale navíc je houževnatá a pružná. Svoji roli by také mohla mít přirozená kroutivost této dřeviny. Možný důvod by také mohl být spojen s tím, že některé z přesekávaných kmenů byly součástí starých polykormonů. V lokalitě jsou jasné doklady o původním nízkém lese. Opět by zde mohl hrát roli i terén, ve kterém byl těžeb. Celá plocha v rezervaci Na Voskopě je totiž ve svažitém, hůře obslužném terénu.



Poměrně překvapivě dopadly výsledky u vrby, která se technicky řadí k měkkým dřevům. Výsledky pokusu tomu neodpovídaly. Velký rozptyl potřebného času byl pravděpodobně dán jednak větší variabilitou tloušťky a také těžbou jedinců s hnilobou jádra (poř. č. 52 a 56), kteří nebyli při přípravě pokusu rozpoznáni. Jádro postižené hnilobou totiž při ručním zpracování vykazovalo výrazně větší odolnost proti tlaku ostří sekyry. Ta mohla být dána také tím, že z velké části bylo jádro nasáklé vodou, která byla v době těžby zmrzlá. Podobně postižení jedinci smrku (poř. č. 19 a 44) však nárůst doby sekání nenaznačovali. Proto také byli tito jedinci i přes určitou výhradu zařazeni do konečného vyhodnocení pokusu.

Jehličnaté dřeviny – borovice a smrk si jsou podobné hodnotami uváděnými v tabulkách, se spíše nižšími hodnotami, i zjištěnou potřebnou dobou pro kácení. U smrku lze vysledovat spíše odchylky některých jedinců, viz výše popsána korelace s hustotou letokruhů.

Určitým překvapením byla také doba potřebná pro pokácení dubu, která byla oproti předpokladům nízká. Tabulkové hodnoty dubu jsou zejména u hustoty (tvrdosti) poměrně vysoké, ale doba těžby byla v porovnání s nimi velice nízká. A to i přes to, že byl těžen ve stráni podobně jako habr. Zároveň je to také dřevina, jejíž dobu kácení lze porovnat s jiným pokusem (ANÝŽ et al., 2002: 94). Tyto převzaté hodnoty, viz tab. 4, byly vloženy do přehledového grafu společně s výsledky vlastního zkoumání, viz obr. 96.



obr. 96 Porovnání doby kácení (v sekundách) v závislosti na průměru dubu autorem práce - modrá a údaji podle R. Anýže – červená. autor

Významný nepoměr může mít opět řadu příčin, pravděpodobně jednou z hlavních bude to, že podle údajů v článku se na pokusech R. Anýže podílely 4 osoby a žádná z nich neměla s kácením dřevin větší zkušenosti. Také je nutné zmínit, že se jednalo o repliku starověké sekyry (o váze 1 500 g). Svoji roli jistě hrála i použitá metodika, pravděpodobně díky ní jsou výsledky autorových pokusů výrazně kompaktnější.

Dalším poznatkem, který vyplynul z pokusného kácení je i údaj o výškách pařezů, který byl sledován v souvislosti s informacemi uvedenými v kapitole 4.3.4. Pokud není podtínání prováděno v pokleku, je kácení nízkých pařezů fyzicky výrazně náročnější, protože je nutné se při práci ohýbat. To odpovídá zjištěním M. Štěpána, viz kap. 4.3.2. Nejrychlejší a nejméně namáhavý způsob je ten, že sekyra je při rozmáchnutí zrychlována švihem, který je veden mírně šikmo dolů od úrovně pasu, kde je sekyra držena. Je výhodnější nechat sekyru mírně padat a spíše usměřňovat přesný dopad, aby sek byl co nejúčinnější, než za každou cenu vytvářet nízký pařez. To je výrazně jednodušší v případě, kdy kmen je slabší a pro jeho přeseknutí stačí několik úderů. U silnějších kmenů, kdy je potřeba do vysekávaného klínu dobře vidět je jednodušší kácet pařez vyšší. V těchto případech sahá výška pařezu až ke kolenům. Je možné se domnívat, že dřevorubec ve středověku měl osvojenou techniku kácení s pokrčenou nohou a nebylo pro něj nutné nechávat vyšší pařez, i když to i pro něj mohlo znamenat zrychlení práce.

### **6.3 Diskuze k výsledkům zjištěným při kácení replikou historické sekyry**

Při porovnání výsledků dosažených s replikou historické sekyry, průměrný kmen o obvodu 55 cm byl přeseknut průměrně za 223 s, s výsledky dosaženými moderní sekyrou, průměrných 153 s při obvodu 55,4 cm, je zřejmé, že došlo k prodloužení času. Ze statistického hlediska jsou data získaná při pokusu s replikou historické sekyry sevrnější a velmi dobře porovnatelná. Vzhledem k tomu, že výsledný průměr obvodů je přibližně stejný je možné konstatovat, že doba kácení replikou historické sekyry je v průměru asi o polovinu delší než moderní sekyrou. Závislost tohoto údaje na vlastnostech repliky, nebo fyzikálních datech získaných během pokusů není jednoduše zřejmá, podílí se ní více faktorů.

Nepotvrdila se ale poměrně vysoká ztráta účinnosti (asi 12%) při nárůstu průměru kmene o 1 cm, jak předpokládal R. Anýž, pro rozmezí tlouštěk 15–24 cm u dubu. Ztráta účinnosti činí v tomto rozmezí u provedeného pokusu, na smrku s replikou historické sekyry, méně než polovinu, těsně nad 5 %.

Hodnoty času získané moderní sekyrou byly zobrazeny graficky, stejně tak jako hodnoty získané při kácení replikou historické sekyry, Výsledek pak byl promítnut do společného grafu. I když na vytvoření regresních křivek bylo použito poměrně málo bodů, je možno pozorovat obdobný vývoj u použití obou sekyr v čase, v závislosti na obvodu kmene. Průběh obou křivek naznačuje, že jedním z nejdůležitějších faktorů, podle očekávání, je váha sekyry. Je to totiž v podstatě jediná změněná veličina v rámci těchto pokusů.

## 6.4 Diskuze k porovnání dosažených časů s tabulkovými hodnotami jednotlivých dřevin

Tato část práce má stěžejní význam zejména pro možné další výpočty a zjištění. Bohužel se nepodařilo pokácet všechny dřeviny tak, aby byly ve shodných tloušťkách. To výrazně zkomplikovalo možnosti vzájemného porovnávání jednotlivých dřevin. Aby tato chyba byla pokud možno odstraněna, bylo přistoupeno k sérii úprav a výpočtů popsanych v kap. 4.10.2.6. K výpočtům bylo přistoupeno s maximální pečlivostí, aby byly zatíženy co nejmenší chybou. O přepočtu všech jedinců na průměr kmene 20 cm bylo rozhodnuto s vědomím, že hodnota, která nejlépe odpovídá místu sekání, a tedy i době sekání, je právě průměr změřený těsně pod tímto místem. I když s časem sekání v podstatě stejně koreluje i obvod kmene ve výšce 1,3 m, a také počet použitých úderů, viz příl. 21. Tento průměr se také nejvíce blíží vypočítanému průměru všech jedinců.

Přepočet byl proveden podle rovnice vyjadřující tvar lineární funkce, viz obr. 84. Aby byla tato funkce zatížena co nejmenší chybou, byly v ní uvažovány jen poražené stromy s průměrem v místě kácení 15–28 cm, který alespoň z větší části korespondoval s nutným předpokladem homogenního rozptylu naměřených hodnot. Takto zjištěné teoretické hodnoty pak byly ještě korigovány za pomoci údajů o regresi (vzdálenosti příslušné hodnoty od lineární křivky), tak aby byl zachován jejich rozptyl. Teprve tento výsledek byl považován za přepočítaný čas. Porovnání rozptylu skutečného času potřebného pro pokácení jednotlivých dřevin a hodnot přepočítaných podle lineární funkce, viz příl. 22.

Využití regresní křivky podle obr. 92 se sice nabízelo, ale její vytvoření pouze na smrku se ukázalo jako limitní faktor. Při porovnání lineární funkce smrku, ve stejných tloušťkách jako u skupiny všech dřevin, se ukázalo, že kratší doba kácení smrku se projevuje, i když mírně, i na jejím směru, viz příl. 23. Lineární funkce všech dřevin je tak samozřejmě ovlivněna i smrkem.

Následně vytvořený tendenční diagram tedy nezachycuje naprosto přesnou hodnotu, ale postačuje ke grafickému vyjádření vzájemných korelací mezi jednotlivými dřevinami. Bez ohledu na jednotky a absolutní čísla byly s podobným vědomím sestaveny také grafy tendencí jednotlivých tabulkových hodnot. K vyjádření výsledku tedy postačují posloupnosti jednotlivých druhů, které jsou vždy zobrazeny od nejmenší do nejvyšší hodnoty. Je možné také sledovat blízkost hodnot jednotlivých dřevin.

Hodnoty uváděné pro dřeviny, které se i při pokusech jevily jako blízké, tedy pro smrk a borovici a pro jasan a habr, nejsou překvapivé a dobře korelují s výsledky získanými při pokusném kácení. Technické parametry vrby, pokud jsou uváděny, jsou vždy v nejnižších úrovních, časy dosažené při jejím kácení tomu ale neodpovídají. Dřevina, která dobou kácení vůbec nekoreluje s tabulkovými hodnotami je dub. Jeho hodnoty jsou vždy spíše vyšší, nadprůměrné, ale doba kácení byla nejnižší. Odhalit příčinu se nepodařilo, korelace s výsledky archeologického výzkumu také dopadla výrazně ve prospěch zkoumaných dubů.

Žádná z předpokládaných tabulkových hodnot tedy ani přibližně neodpovídá zjištěným údajům. Na tomto místě je také nutné si uvědomit, že většina tabulkových hodnot je uváděna pro absolutní vlhkost dřeva 0 %, případně 12 %, méně často 30%. Poslední hodnotě se pravděpodobně přibližuje právě dřevo těžené v době vegetačního klidu, kontrolní hodnoty tedy mohou být poměrně vzdáleny i z důvodu rozdílné vlhkosti při měření.

Při podrobnějším zkoumání je však možné najít veličinu, která z větší části odpovídá pokusně zjištěným hodnotám – štípací síla. Jedná se o vlastnost využívanou truhláři a také tesáři, která vyjadřuje schopnost dřeva dělit se působením klínu na části. Štípací síla ovlivňuje: anizotropie dřeva (směr ve kterém je štípano) a vlhkost dřeva. Obecně se dřevo lépe štípe v radiálním než tangenciálním směru (NUTSCH, 2006). V truhlářství je považována za technologickou vlastnost dřeva. Se slovním popisem štípací síly jednotlivých dřev je možné se setkat v knize „*Dřevo*“ která mimo jiné obsahuje i řez dých jednotlivých popisovaných dřev. Autor zde uvádí ke štípací síle: borovice snadná, ale horší než smrk, smrk, vrba a dub také snadná štípací síla a habr s jasanem mají těžkou štípací sílu. Toto vágní označení by ale odpovídalo pokusně zjištěným vztahům. U borovice uvádí hodnotu pro štípaní syrového dřeva 10,7 kg v radiálním směru a 15,5 kg v tangenciálním směru, u smrku 16,23 kg v radiálním a 18,6 kg v tangenciálním směru, tato čísla ale odporují obecné poznámce (NĚMEC, 1939). Další hodnoty se podařilo zjistit v „*Dřevořádkové příručce*“. Zde je stanovena odolnost dřeva proti štípaní jako: „*odpor, který klade zkušební těleso tvaru U proti rozdělení (rozštěpení) působením klínovitého nástroje ve zkušební stroji*“ (KAFKA 1989: 58). Zde jsou uvedeny pro borovici hodnoty 9,8 N/mm<sup>2</sup> v radiálním a 10,9 N/mm<sup>2</sup> v tangenciálním směru, s odvoláním na M. Laverse (LAVERS 1969) a také hodnoty 10,9 N/mm<sup>2</sup> v radiálním a 7,5 N/mm<sup>2</sup> v tangenciálním směru, s odvoláním na F. Kollmanna (KOLLMANN 1951). Podobně jsou uvedeny hodnoty pro dub (letní) 14,5 N/mm<sup>2</sup> v radiálním a 15,8 N/mm<sup>2</sup> v tangenciálním směru, s odvoláním na M. Laverse a také hodnoty 20,1 N/mm<sup>2</sup> v radiálním a 18,9 N/mm<sup>2</sup> v tangenciálním směru, s odvoláním na F. Kollmanna. Není úplně jisté, zda jsou tyto hodnoty srovnatelné s údaji J. Němce. Odborná literatura pro truhláře „*Dřevořádková technická příručka: (určeno) též studujícím odborných škol dřevořádkových*“ (kolektiv, 1970) pak opět uvádí pouze slovní vyjádření pro odolnost proti štípací síle jako velmi nízkou u smrku, nízkou u borovice, dubu a vrby (bílá), u jasanu střední a u habru vysokou. Tyto informace jsou bohužel nedostatečné pro to, aby bylo možné učinit jednoznačný závěr.

I přes množství pokusů, se při zkoumání dostupné literatury nepodařilo zjistit žádné technické faktory, nebo obecné vlastnosti, které by jednoznačně korelovaly s výsledky doby kácení nutné pro jednotlivé dřeviny.

## 6.5 Diskuze k poznatkům využitelným pro zkoumání středověké kolonizace

Pro získání většiny údajů byla důležitá zejména rešeršní část, kde byly soustředěny informace, které podle prvotních odhadů mohly být, v rámci pokusů, důležité. I přes obrovské plochy lesa, které musely být v rámci kolonizace vytěženy, se jednalo o proces, který běžnou populaci v Čechách příliš nezatížil. O tom svědčí i vypočítaný pravděpodobný podíl 1,5–1,76 % kolonistů, na počtu obyvatel, v průběhu celé doby, viz kap. 4.1. Ten se sice v jednotlivých obdobích, zejména v 11. a 12. století mohl lišit, ale ani tak téměř jistě nezasahoval do prostého hospodářského cyklu nutného pro život tehdejšího obyvatelstva. O tom svědčí také výrazný nárůst obyvatelstva.

Pracovní náročnost těžby, zejména fyzická, pravděpodobně nebyla v průběhu kolonizace vnímána jako výrazně vyšší než při jiných činnostech např. v zemědělství, jak o tom svědčí např. robotní povinnosti na johanitských statcích, viz kap. 4.2.2. V následném období, kdy byla samotná kolonizace v rámci území již dokončena, se samotnou těžbou a dalším zpracováním dřeva zabývali specializovaní dřevorubci. K využití přírodních zdrojů také napomáhala rozvíjející se lesní řemesla.

Běžně byly dřeviny hodnoceny podle způsobu jejich možného využití. Les ve vrcholném středověku nebyl pro běžného venkovského člověka cizím prostředím, ale spíše dobře známým okolím, které dokázal plnohodnotně využívat.

Diskutovaný rozsah starosídelního bezlesí nemá pro samotné odlesňování v době kolonizace pravděpodobně větší vliv, protože do kolonizovaných oblastí zasahovalo spíše okrajově. Mnohem větší vliv na fyzickou a zejména časovou náročnost měly spíše zvolené technologie při kácení a klučení a zvolené prvotní agrotechnické technologie. V této práci byly soustředěny informace, které jasně naznačují, že i v době kolonizace bylo lesní prostředí zdrojem potravin a surovin. Nebylo tedy asi úplně žádoucí vymezené kolonizační lány vykácet holosečí a po odstranění kořenů všechnu půdu rozorát.

Rozvoj technologií a pravděpodobně také lepší dostupnost železa ve vrcholném středověku, znamenala kromě jiného i obecné zvyšování váhy sekyr a zvětšování jejich ostří (viz vývoj v rámci typologií, kap. 3.4.5.2.), to v neposlední řadě také zvýšilo pracovní výkon. Závislost doby trvání sekání na hmotnosti sekyry byla prokázána v kap. 5.4. Rozbory R. Krajíce na sekyrách ze Sezimova Ústí (viz kap. 4.8.) prokázaly, že se již jednalo o kvalitní výrobky i z dnešního pohledu. Za pozornost stojí také to, že ve vrcholném středověku je již možné dobře rozeznávat jednotlivé typy sekyr podle jejich funkce a řemeslnického využití. Funkční rozdíly ve tvaru hlavy sekyry se do 19. století, kdy dosáhly svého vrcholu pouze prohlubují. V současnosti již k žádné genezi tvaru nedochází. Podobně jako staré technologické procesy se replikují i nástroje.



I přes to, že byla vyrobena replika historické sekyry, bylo nakonec rozhodnuto neprovádět pokusy metodami experimentální archeologie. Před teoretickým zvládnutím nutných postupů byla dána přednost získání zručnosti, ke které napomohla i kvalitní moderní sekyra. Teprve po správném osvojení techniky bylo možno plnohodnotně porovnávat práci s moderní a historickou sekyrou. Nedostatek zručnosti, spíše než rozdíly ve váze a tvaru sekyr, se tak pravděpodobně projevil u porovnání s výzkumem R. Anýže.

K samotnému odlesňování v rámci kolonizace byly získány některé dílčí poznatky. Sice se nepodařilo určit závislosti, které by šlo jednoduše porovnávat a vypočítat, ale zjištěné poznatky o době kácení mohou výrazně zpřesnit kvalifikovaný odhad času potřebného pro vykácení zalesněné plochy. Samotné podetnutí je záležitostí minut, u běžných tloušťek do 35 cm používaných pro konstrukce (např. VAŘEKA 2013: 219), by se jednalo (v případě smrku), při použití replikované středověké sekyry, asi o 25 minut. K odhadu je tak možno dobře využít čas dosažený při kácení moderní sekyrou jedince poř. č. 19, zvětšený o polovinu, podobně by bylo možné poměrně přesně odhadovat i další tloušťky. Je třeba mít na paměti, o jakou se jedná dřevinu, zvláště u těch druhů, které nebyly součástí pokusů. Případ dubu, jehož hodnoty potřebného času naprosto neodpovídaly předpokladům, naznačil nutnou opatrnost. Na druhou stranu je třeba také uvažovat s tím, že čas nutný pro kácení se významně zkrátí při použití těžší sekyry. Neporovnatelně větší časovou zátěž představuje následné odvětvení kmene a odklizení větví. Případné vykopávání pařezů je pak samostatnou činností. Pro následné úkony je však možné předpokládat větší množství pracovníků.

## 7 ZÁVĚR

Středověká kolonizace není tématem, pro který by byl stěžejní lesnický výzkum, přesto se tato práce pokusila o syntézu vědomostí z různých vědních oborů k jednomu z jejích dopadů – významnému odlesnění území Čech. V intencích tohoto pohledu je důležitá právě rešeršní část, kde byly soustředěny poznatky, které nejsou v okruhu lesnických věd příliš akcentovány, ale mají nesporný vliv na současné lesní hospodářství. Mnoho z těchto informací není obecně příliš známo a některé se objevují v nečekaných souvislostech.

Environmentální pohled dovolil propojit poznatky z ekologie s rozvojem lidské společnosti a jejich technologií. Prostá těžba sekyrou je tak nahlížena dnešní optikou, s pokusem ji promítnout zpět do vrcholného středověku. Již příprava na samotné pokusy, zejména snaha o replikaci pracovního postupu přinesla řadu poznatků. Množství použité literatury se projevilo zejména v dobré teoretické připravenosti.

Při samotných pokusech se ukázala fyzická náročnost práce, která společně se zručností tvoří významný prvek při zkoumání těžby sekyrou. Za kontrolovaných podmínek bylo v období 4 let pokáceno celkem 56 jednotlivých stromů různých dřevin. Zdánlivě malé množství zkoumaných jedinců je důsledkem snahy o maximálně opakovatelné prostředí pokusů.

Podářilo se zjistit hodnoty pro dobu kácení u šesti dřevin a také sestavit graf závislosti času na tloušťce stromu u smrku. Samostatnou částí, která si vyžádala zvláštní pozornost, bylo vytvoření repliky středověké sekyry a kontrolované pokusy s ní. Přitom se podařilo zjistit korelaci času potřebného ke kácení vůči moderní sekyře. Důležitými poznatky, které vyplynuly z provedených pokusů, bylo zjištění, že po dosažení určité zručnosti při těžbě sekyrou, jsou výsledky dobře porovnatelné, a že stáří stromu (hustota letokruhů) nemá pravděpodobně na dobu kácení vliv.

Nejdůležitějším východiskem pro zkoumání však byla otázka, zda má tvrdost dřeviny vliv na dobu jejího kácení. Tento předpoklad byl proběhlými pokusy vyvrácen. Tendenční křivky, které byly vytvořeny na základě údajů o době kácení jednotlivých stromů, jasně ukazují, že je nelze, ani přibližně, ztotožnit s tendenčními křivkami technických údajů, a to nejen pro hustotu (tvrdost) dřeva, uváděnou pro zkoumané dřeviny. To, že se nepodařilo vysledovat jakoukoliv měřitelnou závislost mezi dobou kácení a některou ze známých fyzikálních, mechanických nebo technických vlastností příslušné dřeviny jasně naznačuje, že v tomto ohledu je třeba ještě provádět další výzkumy. Pak bude možné splnit opatrně položený cíl, kterým bylo vytvoření předpokladů pro budoucí možnosti přesnějších odhadů času a práce nutných při kolonizačním úsilí.

Zjištěné výsledky jsou ve všech částech relevantní a v rámci vytyčené metodiky přesné. Lze je tak dobře využít pro případné další zkoumání, ať již jako východiska, nebo

kontrolní soubory. Tato práce je proto přínosná nejen rozsahem rešeršní části, která podává ucelenou informaci o problematice, ale zejména svými výsledky, přestože neodpovídají předpokladům a obecně přijímaným názorům. Právě to by se mohlo stát východiskem pro hledání dalších poznatků. A v ideálním případě by také mohl být úplně vymýcen postulát o závislosti doby kácení stromů na tvrdosti jejich dřeva.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABEL, W., FRANZ, G., 1978: Geschichte der deutschen landwirtschaft: vom frühen Mittelalter bis zum 19 Jahrhundert. Ulmer Eugen Verlag, Stuttgart.

AGNOLETTI, M., 2000: Introduction: the development of forest history research. *Introduction: the development of forest history research.*, 1–20.

ALEŠKOVSKIJ, M. Ch., 1960: Kurgany russkich družinikov. *Sovjetskaja Archeologia*, 1/1960, 71–90.

ANÝŽ, R., SLEZÁK, M., ŠTĚPÁN, M., THÉR, R., TICHÝ, R., 2002: Konstrukce studny v Centru experimentální archeologie Všestary. *REA – Živá archeologie* 3/2002, 83–104

BARTLETT, R., 1994: The making of Europe: conquest, colonization and cultural change 950–1350. Penguin Books, Velká Británie.

BELCREDI, L., 1989: Terminologie, třídění a kód středověkých kovových předmětů. *Archaeologia historica*, 14/1989, 437–472.

BENEŠ, J., 2003: Dřevěné předměty a makrozbytky ze středověké jímky z Provaznické ulice (Cheb 2002). *Sborník Chebského muzea 2002*, 39–43

BENEŠ, J., KOLÁŘ, T., ČEJKOVÁ, A., 2006: Xylotomic and dendrochronological analysis in archeology: Changes in the composition type of wood in Prague and in Southern Bohemia. *Ve službách archeologie*, 7/2006, 159–169.

BEŇUŠ, R., MASNICOVÁ S., 2015: Možnosť rekonštrukcie fyzickej aktivity na základe analýzy kostrových pozostatkov s prihliadnutím na poľnohospodárstvo (na príklade dvoch devínskych populácií zo včasného stredoveku). In: BORZOVÁ, Z., *Interdisciplinárne o poľnohospodárstve včasného stredoveku*, 60–81

BLÁHOVÁ, M., 1995: Staročeská kronika tak řečeného Dalimila v kontextu středověké historiografie latinského kulturního okruhu a její pramenná hodnota. Historický komentář. Rejstřík. Academia, Praha.

BOHÁČ, Z., 1987: Postup osídlení a demografický vývoj českých zemí do 15. století. *Historická demografie*, 12/1987, 59–85.

BOHÁČ, Z., 1988: Historical ecological aspects of the Bohemian feudal state economy. *Historická Ekologie*, 1/1988, 11–59.

BOHÁČOVÁ, I., 2011: Dřevěné konstrukce a využití dřeva v raně středověké opevněné centrální lokalitě: Příklady z Pražského hradu. *Památky Archeologické* 102/2011, 355–400.

- BOURKE, C., 2001: Antiquities from the River Blackwater III, iron axe-heads. *Ulster Journal of Archaeology*, 63–93.
- CAPASSO, L., KENNEDY, K.A.R., WILCZAK, C.A., 1999: Atlas of Occupational Markers on Human Remains. *Journal of Paleopathology – Monografic Publication 3*.
- COLES, J., 2014: Archaeology by experiment. Routledge, Oxon.
- CRESCENTI, P., NERADOVÁ, K., ŠMELHAUS V., 1968: Crescenti Bohemi. Partem primam libros I -VI continentem, Museum Agriculturae Bohemoslovacum, Praha.
- CROS, R., 2009: Mechanics of swinging a bat. *American Journal of Physics* 1/2009, 36–43.
- ČECHURA, J., Teorie agrární krize pozdního středověku – teoretický základ koncepce hospodářského a sociálního vývoje předhusitských Čech (metodologická studie). *Archaeologia historica*, 12/1987, 129–141.
- ČERNÝ, J., 1923: Těžení lesa. Příručka pro lesní hajné, jakož i všechny ty, kdož zajímají se o lesy. Dominik Pavlíček, Brno.
- ČERNÝ, V., 1932: Crescentius v Čechách. *Sborník prací věnovaných Janu Bedřichu Novákovi k šedesátým narozeninám 1872 – 1932.*,105–118.
- ČERNÝ, Z., NERUDA J., 1999: Ruční nářadí pro práci v lese. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- DAHMLOS, U., 1977: Francisca-bipennis-securis: Bemerkungen zu archäologischem Befund und schriftlicher Überlieferung. *Germania*, 55/1977, 143–169.
- DANIEL, J., FRAJER, J., KLAPKA, P., 2013: Environmentální historie České republiky: Environmental history of the Czech Republic. Masarykova univerzita, Brno.
- DAVÍDEK, V., 1950: Středověké sídlení českých Slovanů. *Český lid*, 37/1950, 65–77.
- DEJMAL, M., MERTA, D., 2011: Výzkum hradu ve Veselí nad Moravou. *Archaeologica historica*, 1/ 2011, 125–137.
- DESCARTES, R., 1992: Rozprava o metodě. Oikoymenh, Praha.
- DOBIÁŠ, J., 1927: Dějiny královského města Pelhřimova a jeho okolí. Díl 1. Doba předhusitská. Město Pelhřimov.
- DOSTÁL, D., JIRKŮ, M., KONVIČKA, M., ČÍŽEK, L., ŠÁLEK, M., 2012: Návrat zubra evropského (*Bison bonasus*) do České republiky. Česká krajina, Kutná Hora.



- DRAGOUN, B., 2000: Příspěvek k technologii zpracování dřeva ve středověku. *REA - Živá archeologie* 1/2000, 145–146.
- DRESLEROVÁ, D., 2012: Les v pravěké krajině II. *Archeologické rozhledy*, 2/2012, 199–236.
- DRESLEROVÁ, D., SÁDLO, J., 2000: Les jako součást pravěké kulturní krajiny. *Archeologické rozhledy*, 52/2000, 330–346.
- DVOŘÁČKOVÁ MALÁ, D., ZELENKA, J., 2014: Přemyslovský dvůr: Život knížat, králů a rytířů ve středověku. Lidové noviny, Praha.
- ERLEN, P., 1992: Europäischer Landesausbau und mittelalterliche deutsche Ostsiedlung: ein struktureller Vergleich zwischen Südwestfrankreich, den Niederlanden und dem Ordensland Preussen. JG Herder-Institut, Marburg/Lahn.
- FIALOVÁ, L., HORSKÁ, P., KUČERA, M., MAUR, E., MUSIL, J., STLOUKAL, M., 1998: Dějiny obyvatelstva českých zemí. Mladá fronta, Praha.
- FITZKE, J., 1939: Próba pełnej rekonstrukcji wyglądu domu w grodzie kultury łużyckiej w Biskupinie. *Przegląd Archeologiczny*, 2–3/1939, 258–261.
- FLORA, M., 2001: Několik poznámek k pojmu "les" podle §2, písm. a) lesního zákona. *Lesnická práce*. 80/2001, 128–131.
- FRANCASTEL, P., 1984: Figura a místo - vizuální řád v italském malířství v 15. století. Odeon, Praha.
- GESTRICH, A., KRAUSE, J.U., MITTERAUER, M., 2003: Geschichte der Familie: mit 17 Tabellen., Band 1. Alfred Kröner Verlag, Stuttgart.
- GŁOSEK, M., 1996: Późnośredniowieczna broń obuchowa w zbiorach polskich. Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, Łódź.
- GRAUS, F., 1957: Dějiny venkovského lidu v Čechách v době předhusitské. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- HAJNAL, J., 1965: European Marriage Patterns in Perspective. In: GLASS, D., EVERSLEY, D., *Population in History*. Chicago.
- HANDLER, R., SAXTON, W., 1988: Dyssimulation: Reflexivity, narrative, and the quest for authenticity in "living history". *Cultural Anthropology*. 3/1988, 242–260.
- HÉDL, R., SZABÓ, P., RIEDL, V., KOPECKÝ M., 2011: Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě I. Formy a podoby. *Živa* 2/2011, 61–63.

- HÉDL, R., SZABÓ, P., 2010: Hluboké hvozdy, nebo pokřivené křoví? Nástin historie lesů nížinných oblastí. *Vesmír*, 4/2010, 232–236.
- HEJCMAN, M., HEJCMANOVÁ, P., HLÁSNÁ-ČEPKOVÁ, P., HORÁK, J., KARLÍK, P., PAVLŮ, V., ROSENBERG, R., SOUČKOVÁ, K., STAŇKOVÁ, P., STEJSKALOVÁ, M., 2013a: Environmental archaeology at the Czech University of Life Sciences Prague—An application of new methods for interdisciplinary research. *Interdisciplinaria Archaeologica*, 4/2013, 223–231.
- HEJCMAN, M., HEJCMANOVÁ, P., PAVLŮ, V., BENEŠ, J., 2013b: Origin and history of grasslands in Central Europe—a review. *Grass and Forage Science*, 3/2013b, 345–363.
- HEJCMAN, M., HEJCMANOVÁ, P., 2015: Yield and nutritive value of grain, glumes and straw of *Triticum dicoccum* produced by prehistoric technology in comparison to *T. aestivum* produced by modern technology. *Interdisciplinaria Archaeologica—Natural Sciences in Archaeology*, 6/2015, 31–45.
- HEJCMANOVÁ, P., STEJSKALOVÁ, M., HEJCMAN, M., 2014: Forage quality of leaf-fodder from the main broad-leaved woody species and its possible consequences for the Holocene development of forest vegetation in Central Europe. *Vegetation history and archaeobotany*, 5/2014, 607–613.
- HEJHAL, P., 2009: Pravěké a raně středověké osídlení české části Českomoravské vrchoviny. *Dipomová práce*, Masarykova univerzita Brno.
- HLAVSA, Z., 1999: Pravidla českého pravopisu: školní vydání včetně Dodatku. Fortuna, Praha.
- HORÁČEK, P., 2008: Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- HORÁK, Z., KRUPKA, F., ŠINDELÁŘ, V., 1961: Technická fyzika. SNTL, Praha.
- HORSKÁ, P., KUČERA, M., MAUR, E., STLOUKAL, M., 1990: Děťství, rodina a stáří v dějinách Evropy. Panorama, Praha.
- HRADSKÝ, J., 1992: Európske chladné zbraně – Meče, kordy, šable a paloše. Hobby Press, Strážavy.
- HRNČIAROVÁ, T., 2009: Atlas krajiny České republiky: Landscape atlas of the Czech Republic. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.
- HRUBÝ, P., 2012: Stříbrorudné hornictví ve 13. století: k modelu struktury krajiny a infrastruktury. *Mezinárodní konference Dippoldiswalde ve dnech 18. až 20. října 2012*, 263–277.

HRUBÝ, P., HEJHAL, P., MALÝ, K., KOČÁR, P., PETR, L., 2014: Cvilínek: báňsko-hutnický provoz na evropském rozvodí. Centrální Českomoravská vrchovina na prahu vrcholného středověku: archeologie, geochemie a rozborů sedimentárních výplní niv. *Spisy Masarykovy univerzity v Brně*, 157–184.

HYLMAROVÁ, L., 2016: Každodennost středověké venkovské usedlosti. Výpověď drobné hmotné kultury. *Diplomová práce*. Univerzita Karlova, Praha.

HYLMAROVÁ, L., KLÍR, T., ČERNÁ, E., 2013: Železné předměty ze zaniklého Spindelbachu v Krušných horách. K výpovědi detektorového průzkumu. *Archaeologica historica*, 2/2013, 569–609.

CHADT-ŠEVĚTÍNSKÝ, J. E., 1895: Dějiny lesů v Čechách. V. Šimek, Písek.

CHARVÁTOVÁ, K., 1998: Pluh a sekera: hospodářství a osidlovací procesy na panstvích českých klášterů ve 13. století. *Muzejní a vlastivědná práce-Časopis Společnosti přátel starožitnosti*. 2/1998, 65-79.

CHOC, P., 1963: Osídlení Čech před účastí cizích kolonistů. část I, *Demografie*, 5/1963, 38–52.

CHOC, P., 1967: S mečem i štítem. Naše vojsko, Praha.

CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTYK, P., 2001: Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

JAN, L., 2014: Pražští johanité a doprava dřeva po Vltavě ve druhé polovině 14. století. In: BENTZ, E., BOHÁČOVÁ, I., SOMMER, P., *Středověká Evropa v pohybu: k počtě Jana Klápště ; Medieval Europe in motion : in honour of Jan Klápště*, 177–184.

JIRÁSEK, J., 1968: Zemědělské nářadí poddanské usedlosti v našich zemích v době „zemědělské revoluce“. *Vlastivědný věstník moravský*, 208–227.

KAFKA, E., 1989: Dřevařská příručka. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

KADAVÝ, J., 2011: Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa: obecná východiska. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce

KADLEC, A., 2011: Zbraně a zbroj v deskové malbě doby Václava IV. *Diplomová práce*, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem.

KAFKA, E., 1989: Dřevařská příručka. SNTL, Praha.

KELLEY, J.O., ANGEL, J.L., 1987: Life Strasses of Slavery. *American Journal of Physical Anthropology*, 2/1987, 199–211.

- KENNEDY, K.A.R., 1983: Morphological Variations in Ulnar Supinator Crests and Fossae as Identifying markers of Occupational Stress. *Journal of Forensic Science*, 4/1983, 871–876.
- KIRPIČNIKOV, A. N., 1966: Drevnerusskoe oružie II. Kop'ja, sulicy, boevyje topory, bulavy, kisteny 9–13 vv. *Archeologija SSSR. Svod archeologičeskich Istočnikov*, EI-36.
- KLÁPŠTĚ, J., 2002: Archeologie středověkého domu v Mostě (čp. 226). *Mediaevalia archaeologica*, 4/2002.
- KLÁPŠTĚ, J., 2012: Proměna českých zemí ve středověku. Praha: Nakladatelství Lidové noviny.
- KLÁPŠTĚ, J., 2016a: Osídlení českých zemí na sklonku přemyslovské epochy. In: SOMMER, P., TŘEŠTÍK, D., ŽEMLIČKA, J., et al. *Přemyslovci. Budování českého státu*. 378–383.
- KLÁPŠTĚ, J., 2016b: Kolonizace. In: SOMMER, P., TŘEŠTÍK, D., ŽEMLIČKA, J., et al. *Přemyslovci. Budování českého státu*. 394–397.
- KLÁPŠTĚ, J., 2016c: Čas středověkých kalendárií. In: SOMMER, P., TŘEŠTÍK, D., ŽEMLIČKA, J., et al. *Přemyslovci. Budování českého státu*. 56–58.
- KLIMEK, T., 2014: Krajiny českého středověku. Dokořán, Praha.
- KLUČINA, P., 2011: Vojenské aspekty doby Jana Lucemburského. In: *Král, který létal: moravsko-slezské pomezí v kontextu střeoevropského prostoru doby Jana Lucemburského*, katalog výstavy Ostravské muzeum. 793–840.
- KOCHAN, Š., 2011: Dřevěné středověké artefakty z Jihlavy. *Diplomová práce*, Masarykova univerzita, Brno.
- kolektiv, 1970: Dřevařská technická příručka: [určeno] též studujícím odb. škol dřevařských. SNTL, Praha.
- KOLLMANN, F., 1951: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe I. Springer, Berlin.
- KOSMAS, HRDINA, K., přel., 1975: Kosmova kronika česká. Odeon, Praha.
- KOTOWICZ, P. N., 2008: Nie tylko żelźca. O rzadziej postrzeganych elementach Źredniowiecznych toporów. In: GRUSZKA, B., „*Ad oderam fluvium*”: księga dedykowana pamięci Edwarda Dąbrowskiego, 441–465.

- KRAJÍČ, R., 2003: Sezimovo Ústí: archeologie středověkého poddanského města 3: kovárna v Sezimově Ústí a analýza výrobků ze železa. Archeologický ústav AV ČR v Praze, Husitské muzeum v Táboře a Městský úřad v Sezimově Ústí, Prácheňské nakladatelství v Písku.
- KŘÍŽEK, L., KROPÁČEK, T., 1994: Zbraně a zbroj: Stručný průvodce sbírkami. Vega-L, Libice nad Cidlinou.
- KŘÍŽEK, L., ZDIRAD, J., ČECH, K., 2003: Encyklopedie zbraní a zbroje. Libri, Praha..
- KŘIVSKÝ, L., PEJML, K., 1985: Solar activity, aurorae and climate in central Europe in the last 1000 years. *Travaux Géophysiques*, 33/1985, 77–151.
- KUBŮ, F., 1992: Chebský lesní řád z roku 1379. *Historia docet. Sborník prací k počtě 60. narozenin prof. PhDr. Ivana Hlaváčka, CSc.*, 202–221.
- KUČERA, T., 2005: Koncept ekologických fenoménů v interpretaci středoevropské vegetace. *Malacologica Bohemoslovica*, 3/2005, 47–77.
- KYBALOVÁ, L., 2001: Středověk. Dějiny odívání. Nakladatelství Lidové noviny, Praha.
- KYDLÍČEK, K., SCHÄFER, R., 1956: Tesař. SNTL, Praha.
- LAVERS, M., 1969: The strenght properties of timbres. H.M.S.O., London.
- LE GOFF, J., 1991: Kultura středověké Evropy. Odeon, Praha.
- LENHART, V. E., 2003: 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. Lesnická fakulta a Školní lesní podnik České zemědělské univerzity, Praha.
- LOŽEK, V., 1990: Mokřady v historickém pohledu. *Památky a příroda*, 10/1990, 611–618.
- LOŽEK, V., 2004: Středoevropské bezlesí v čase a prostoru: I. Vstupní úvaha. *Ochrana přírody*, 1/2004, 4–9.
- MÁČEK, M., VÁVRA, J., 1988: Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže. Avicenum, Praha.
- MALINA, J., 1980: Metody experimentu v archeologii. Academia, Praha.
- MARTINOVSKÝ, J. O., 1984: Problematika lesostepi ve střední Evropě se zvláštním zřetelem k české pánvi. *Studie ČSAV*, 23/1984, 44–53.
- MATHIEU, J. R. , 2002: Experimental archaeology: Replicating past objects, behaviors, and processes. Archaeopress, Oxford.



- MATHIEU, J. R., MEYER, D. A., 2002: Reconceptualizing experimental archaeology: assessing the process of experimentation. *Experimental Archaeology: Replicating Past Objects, Behaviors, and Processes*. 73–82.
- MATOVIČ, A., 1993: Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva: Určeno pro posluchače lesnické fakulty, obor dřevařský a lesnický. Vysoká škola zemědělská, Brno.
- MEDUNA, P., NOVÁK, J., SÁDLO, J., 2010: Archeologie (nejen) středověké krajiny, aneb o Bezděžském lese. *REA - Živá archeologie*, 1/2010, 87–91.
- MĚŘÍNSKÝ, Z., 1982: Studium dějin osídlení na Moravě a ve Slezsku (Současný stav a další perspektivy se zvláštním zřetelem k výzkumu zaniklých středověkých vesnic). *Archaeologia Historica*, 7/1982, 113–156.
- MÍCHAL, I., PETŘÍČEK, V., 1999: Péčeo chráněná území II. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 1995: Lesnický naučný slovník. Agrospoj, Praha.
- MUDRA, M., 2007: Platněství: výroba zbroje. Řemesla, tradice, technika. Grada. Praha
- MUSÍLEK, M., 2015: Patroni, klienti, příbuzní: sociální svět Starého Města pražského ve 14. století. Václav Žák – Casablanca, Praha.
- NADOLSKI, A., 1954: Studia nad uzbrqjeniem Polskim w X, XI i XII wieku. *Acta archaeologica universitatis Lodziensis*, 3/1954.
- NADOLSKI, A., 1978: Broń średniowieczna z ziem polskich. *Broń średniowieczna z ziem polskich*, 7– 24.
- NĚMEC, J., 1939: Dřeva. Lesohospodářský svaz, Německý Brod.
- NĚMEC, J., POJER, F., 2007: Krajina v České republice. Landscape in the Czech Republic. Consult, Praha
- NEUHÁSLOVÁ, Z., MORAVEC, J., et al., 1997: Mapa potencionální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha.
- NOŽIČKA, J., 1957: Přehled vývoje našich lesů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- NOVÁK, J., SÁDLO, J., SVOBODOVÁ-SVITAVSKÁ, H., 2012: Unusual vegetation stability in a lowland pine forest area (Doksy region, Czech Republic). *The Holocene*, 8/2012, 947-955.
- NUTSCH, W., et al., 2006: Příručka pro truhláře. Europa – Sobotáles cz., Praha.

- OTTO, J., 1904: Ottův slovník naučný. Dvacátýdruhý díl. J. Otto, Praha.
- PATOČKA, J., 1992: Co jsou Češi?: Was sind die Tschechen?, malý přehled fakt a pokus o vysvětlení = kleiner Tatsachenbericht und Erklärungsversuch. Panorama, Praha.
- PAUKNEROVÁ, K., 2009: Lesní řemesla v experimentální archeologii. *Diplomová práce*, Univerzita Karlova, Praha.
- PETRÁŇ, J., 1963: Zemědělská výroba v Čechách v druhé polovině 16. a počátkem 17. století. *Acta universitatis Carolinae, Philosophica et historica – Monographia V*.
- PETRÁŇ, J., et al., 1985: Dějiny hmotné kultury. I/1. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- PETRÁŇ, J., et al., 1995: Dějiny hmotné kultury II/2. Karolinum, Praha.
- PLAČEK, M., 2017: Nejprve dvorec - nakonec pozdně renesanční dependencie. *Archaeologica historica*, 2/2017, 523–537
- PLEINEROVÁ, I., 1986: Březno. Experiments with building old slavic houses and living in them. *Památky archeologické*, 1/1986.
- PLESNÍK, J., 2016: Mění se lesy ve světě? *Živa*, 3/2016, 60–61.
- PLÍVA, K., 1987: Typological classification system „ÚHUL“. ÚHUL, Brandýs nad Labem.
- PODRÁZSKÝ, V., Český pohraniční hvozd – realita nebo mýtus? *Zprávy lesnického výzkumu*, 1/2014, 51–54.
- POKORNÝ, J., překl. 1974: Píseň o Nibelunzích. Odeon, Praha.
- POKORNÝ, P., 2011: Neklidné časy. Kapitoly ze společných dějin přírody a lidí. Dokořán, Praha.
- POLÁČEK, L., MAREK, O., SKOPAL, R., 2000: Holzfunde aus Mikulčice. *Studien zum Burgwall von Mikulčice*, 4/2000, 177–302.
- POLÁČEK, L., 2000: Holzbearbeitungswerkzeug aus Mikulčice, *Studien zum Burgwall von Mikulčice*, 4/2000, 303–345.
- POLLA, B., EGYHÁZY-JUROVSKÁ, B., 1975: Stredoveké pamiatky hmotnej kultúry z archeologických výskumov na Devínskom hrade - Mittelalterliche Denkmäler der materiellen Kultur aus archäologischen Grabungen auf der Burg Devín. *Zbierka správ Národného múzea* 69/1975, 97-168.
- POPELKA, M., 2000: Několik poznámek k experimentální archeologii. *Rekonstrukce a experiment v archeologii (REA)*, 1/2000, 207–211.

- RICHTER, V., 1953: K nejstarším dějinám Třeště. *Časopis přátel starožitností českých* 61/1953, 7–37.
- RITSCHELOVÁ, I., et al.: 2017: Statistická ročenka České republiky: Statistical yearbook of the Czech Republic. Český statistický úřad, Praha.
- ROČEK, I., 2001: Svědectví starých map. ČZU, Praha.
- ROSENBERG, R., KARLÍK, P., 2017: Příspěvek k diskuzi o odlesňování krajiny ve středověku. [Contribution to the discussion of deforestation in the Middle Ages.] In: HAJNALOVÁ, M., BELJAK-PAŽINOVÁ, N., ŠIMUNKOVÁ, K., *13. konference environmentální archeologie. Kniha abstraktů: „Člověk a krajina...“*. Univerzita Konstantína Filozofa v Nitre, Nitra.
- ROUBÍK, F., 1959: Soupis a mapa zaniklých osad v Čechách. Nakladatelství ČSAV, Praha.
- RUTTKAY, A., 1976: Waffen und Reiterausrüstung des 9. bis zur ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts in der Slowakei (II). *Slovenská archeológia*, 2/1976, 245–395.
- RYBNÍČEK, M., 2004: Dendrochronologická analýza krovu kostela Nanebevzetí Panny Marie a Sv. Ondřeje ve Starém Hobzí. *Acta universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 52/2004, 155–168.
- SÁDLO, J., POKORNÝ, P., HÁJEK, P., DRESLEROVÁ, D., CÍLEK, V., 2008: Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. Praha: Malá Skála.
- SEDLÁČEK, A., KREJČÍK, A. L., 1923: Paměti a doklady o staročeských mírách a váhách. Česká akademie věd a umění, Praha.
- SEMOTANOVÁ, E., 2002: Historická geografie českých zemí. Historický ústav AV ČR, Praha.
- SEMOTANOVÁ, E., CAJTHAML, J., et al., 2014: Akademický atlas českých dějin. Academia, Praha.
- SIEFERLE, R. P., KRAUSMANN F., SCHANDL, H., WINIWARTER, V., 2006: Das Ende der Fläche. Zum gesellschaftlichen Stoffwechsel der Industrialisierung. Böhlau, Köln.
- SIPPEL, K., STIEHL, U., 2005: Archäologie im Wald: Erkennen und schützen von Bodendenkmälern. Landesbetrieb Hessen-Forst, Kessel.
- SKLENÁŘ, K., 1992: Archeologický slovník 2. Kovové artefakty. Národní muzeum, Praha.
- SLAVÍKOVÁ, A., 2007: Středohradištní sekery, francisky a fokoše ve srovnání s meči a šavlemi. *Diplomová práce*, Masarykova univerzita, Brno.

- SLIVKA, M., 1981: Stredoveké hutníctvo a kováčstvo na východnom Slovensku. 3. časť, *Historica carpatica*, 12/1981, 211–276.
- SMETÁNKA, Z., 1963: Osada z doby hradištní u Kojic, *Archeologické rozhledy*, 15/1963
- SMETÁNKA, Z., 2000: Archeologie a experiment, *Dějiny a současnost*, 4/2000, 2–5.
- SMETÁNKA, Z., 2010: Legenda o Ostojovi: archeologie obyčejného života. Nakladatelství Lidové noviny, Praha.
- SMLSAL, J., 2015: Les pozdního středověku ve světle literárních pramenů. *Diplomová práce*, Univerzita karlova, Praha.
- STEINMANN, B., STEINMANN, K.–H., 2007: Beile und Äxte: Das Bestimmungsbuch für Beile und Äxte von der Steinzeit bis zur Gegenwart mit über 540 Abbildungen. PRESSEL Verlag und Digitaldruck Remshalden, Henneberg.
- STEJSKAL, J., 2003: Verena Winiwarterová: Jsme na přírodě závislí mnohem víc, než si připouštíme. *EkoList Praha*, 14.10.2003.
- STĘPNIK, T., 1996: Średniowieczne wyroby drewniane z Ostrowa Lednickiego. *Studia Lednickie*, 4/1996, 261–296.
- SZABÓ, P., 2009: Open woodland in Europe in the Mesolithic and in the Middle Ages: Can there be a connection? *Forest Ecology and Management*, 12/2009, 2327–2330.
- SZABÓ, P., HÉDL R., 2010: Starobylý les – nová kategorie pojmání lesa. *Lesnická práce*. 1/2010, 22–23.
- ŠIMÁK, J.V., 1938: České dějiny. Díl I. Část 5. Středověká kolonisace v zemích českých. Jan Laichter, Praha.
- ŠÍSTEK, V., 2013: Ikonografické zobrazení středověkých militárií na erbech české šlechty. *Diplomová práce*, Západočeská univerzita v Plzni.
- ŠMAHEL, F., 2014: Zkročení lesa a krajiny v imaginaci pozdního středověku. In: BENTZ, E., BOHÁČOVÁ, I., SOMMER, P., *Středověká Evropa v pohybu: k počtě Jana Klápště = Medieval Europe in motion : in honour of Jan Klápště.*, 409–418.
- ŠTAJNOCHR, V., 1978,1979: Tesařské sekery, nástroje tesařské technologie. *Muzejní a vlastivědná práce*, 3/1978, 148–168, 1/1979, 14–39.
- ŠTĚPÁN, M., 2004a: Fyzický výkon v experimentální archeologii. *Diplomová práce*, Univerzita Hradec Králové.
- ŠTĚPÁN, M., 2004b: Otázky měření fyzického výkonu v experimentální archeologii. *REA – Živá archeologie*, 5/2004, 65– 86.

- ŠTĚPÁNEK, M., 1969: Strukturální změny středověkého osídlení I a II. *Československý časopis historický*, 1/1969, 457–487, 2/1969, 649–679.
- TICHÝ, R., 1955: Únětické a slovanské pohřebiště v Břeclavi na Moravě, *Archeologické rozhledy*, 1/1955, 23–25.
- TSOUMIS, G., 1991: Science and technology of wood: structure, properties, utilization. Chapman & Hall. New York.
- UGOLEV, V.N. 1986: Drevesinovedenje s osnavami lesnovo tovarovedenia. Moskva.
- UNGER, J., 1974: Archeologické nálezy z výzkumu hradu Melic na Vyškovsku (železné předměty). *Vlastivědný věstník moravský*, 26/1974, 194–201.
- UNGER, J., 2012: Člověk ve středověku: svědectví archeologických pramenů. Společnost experimentální archeologie, Hradec Králové.
- VÁLKA, M., 2014: Homo faber: tradiční zemědělství a lidová výroba. Masarykova univerzita, Brno.
- VAŘEKA, J., FROLEC, V., SCHEYBAL, J., 2007: Lidová architektura: encyklopedie. Grada, Praha.
- VAŘEKA, P., 2013: Příspěvek k podobě vesnického domu ze sklonku středověku na Českobudějovicku. Soubor mazanic s otisky konstrukcí z Češnovic. *Archeologické výzkumy v jižních Čechách*, 26/2013, 207–236.
- VAŘEKA, P., HOLATA, L., ROŽMBERSKÝ, P., SCHEJBALOVÁ, Z., 2011: Středověké osídlení Rokycanska a problematika zaniklých vsí. *Archaeologia historica*, 2/2011, 319–342. VÁVRA, I., 1969: Haberská cesta, *Historická geografie*, 3/1969, 8–32.
- VERA, F. W. M., et al., 2000: Grazing ecology and forest history. CABI Publishing, New York.
- VIDLÁK, J., 2015: Dřevoobráběcí nástroje a vývoj technologie zpracování dřeva od doby laténské po raný středověk. *Diplomová práce*, Masarykova univerzita, Brno.
- VILÍMEK, L., 2003: *Smrčná: výročí založení obce: 1233, 1303, 2003. Obecní úřad, Smrčná.*
- VINTER, J., HAVRÁNEK, K., 1973: Práce se dřevem. SNTL, Praha.
- VLKOVÁ, G. I., 2014: Izajáš: svědectví o vítězíci důvěře. Vyšehrad, Praha.
- WEINGARTEL, V., 1940: Příručka k práci dřevorubce. Matice lesnická v Písku, Praha.
- WINKLEMAN, B., et al. 1990: The Times Atlas of World History. Times Books, London.



WOITSCH, J., 2010: Lesní řemesla v raném novověku: koncept. Das Forstgewerbe in der frühen Neuzeit: Konzept., *Český lid*, 97/2010, 337–362.

WOLF, O., WOLF, V., 2010: Krajina krkonošského podhůří a archeologicko-historické doklad její hospodářské exploatace ve vrcholném středověku. In: UNGERMAN, Š., PŘICHYSTALOVÁ, R., ŠULC, M., KREJSOVÁ, J., *Zaměřeno na středověk: Zdeňkovi Měřínskému k 60. narozeninám.*, 465–478.

ZEIDLER, A., BORŮVKA, V., 2016: Stavba a vlastnosti dřeva hospodářsky významných dřevin – podklady pro cvičení. ČZU, Praha.

ŽABA, R., PĚKNÝ, J., VONDRÁŠEK, J., 1979: Lesní těžba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

ŽEMLIČKA, J., 1980: Vývoj osídlení dolního Poohří a Českého středohoří do 14. století. Academia, Praha.

ŽEMLIČKA, J., 2014a: Království v pohybu: kolonizace, města a stříbro v závěru přemyslovské epochy. Nakladatelství Lidové noviny, Praha.

ŽEMLIČKA, J., 2014b: Heredes, hereditas, iure hereditario. K jednomu středověkému pojmu. In: BENTZ, E., BOHÁČOVÁ, I., SOMMER, P., *„Středověká Evropa v pohybu: k počtě Jana Klápště = Medieval Europe in motion : in honour of Jan Klápště.* 375–384.

ŽEMLIČKA, J., 2016: Společnost v područí státu. In: SOMMER, P., TŘEŠTÍK D., ŽEMLIČKA, J., et al. *Přemyslovci. Budování českého státu.* 165–215.

ŽEMLIČKA, J., 2017: Do tří korun: poslední rozmach Přemyslovců (1278-1301). Nakladatelství Lidové noviny, Praha.

ŽITAVSKÝ, P., ŽITAVSKÝ, O., 1952: Kronika Zbraslavská. Melantrich, Praha.

ŻYGULSKI, Z., 1975: Broń w dawnej Polsce: Na tle uzbrojenia Europy i Bliskiego wschodu. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa.

## **Prameny:**

CDB II: Codex diplomaticus et epistolaris regni bohemiae, II. (1198-1230), ed. FRIEDRICH, G., 1912, Alois Wiesner, Praha.

CDB III/1: Codex diplomaticus et epistolaris regni bohemiae, III/1. (1231-1238), ed. FRIEDRICH, G., 1942, E. Gregr a syn, Praha.

CDB III/2: Codex diplomaticus et epistolaris regni bohemiae, III/1. (1238-1240), ed. FRIEDRICH, G., KRISTEN, Z., 1942, ČSAV, Praha.

CDB, V. 1: Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae V/1, (1253–1266), ed. ŠEBÁNEK, J., DUŠKOVÁ, S., 1974, Brno.

Codex Diplomaticus Silesiae T.14 Liber Foundationis Episcopatus Vratislaviensis, ed. MARKGRAF, H., SCHULTE, J.W., 1889, Breslau (Wroclaw)

Codex juris municipalit regni Bohemiae I. Privilegia civitatum, ed. ČELAKOVSKÝ, J., 1886, Pragensium, Praha.

FRB II: Fontes rerum bohemicarum, II, ed. EMLER, J., 1874, Museum království českého, Praha.

RBM II , Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae, ed. EMLER, J., 1882, Typis Gregerianis, Praha.

J 1.1: Evangelium podle (sepsání S.) Jana: podle posledního vydání Kralického z roku 1613. Americká biblická společnost, New York.

Magistri Vincenti Chronicon Polomorum. Mistrza Wincentego Kronika Polska, MPH, t.II, ed. J. Szlachtowski, Lwów, 1872,

Registrum omnium censuum et annalium proventuum Domus sancte Marie Virginis in pede pontis pragensis ordinis sancti Ioannis Ierosolimitani tam in ciuitate et in suburbio pragensis quam in villis et districtibus quibuscumque per totam Bohemiam constitutis. Urbář pražské komendy, 1376, SokA Klatovy

### **Zákony a normy:**

Císařský královský patent lesů a dříví ustanovení v Království českém se týkající. (lesní řád Marie Terezie). NETOLICKÝ, V. K., 1754, Císařsko královská komora, Vídeň.

ČSN EN ISO 8996. Ergonomie tepelného prostředí - Určování metabolismu. Český normalizační institut, 2005, Praha, Britská národní norma,.

ČSN 22 5101. *Sekery: Technické předpisy*. Český normalizační institut, 1991, Praha.

Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 2007, Praha.

Zákon č. 289/1995 Sb., Zákon o lesích a změnách některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších změn a doplňků. Ministerstvo zemědělství ČR, 1995, Praha.

### **Internetové zdroje:**

BIBLIOTEKA JAGIELLOŃSKA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO, nedatováno: Kázání dzikovská na okruh de sanctis. 1420, Rkp., Kraków, , sign. Przyb. 177/51., [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://jbc.bj.uj.edu.pl/dlibra/publication/340927/edition/325615>.

DIVÍŠEK, J., CULEK, M., JIROUŠEK, M., 2010: Vegetační stupně střední Evropy. Biogeografie: Multimediální výuková příručka. [online]. Masarykova univerzita, [cit. 2018-04-12].

Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index\\_VS.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_VS.html)

DUBEC, I., VODA, P., 2008–2017: Dvůr Hradecké královny Elišky Rejčky [online]. Praha, [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.hradeckydvor.net/>

FABRICIUS, R. W., nedatováno, The Dane Axe. [cit. 2018-04-12]

Dostupné z: <http://combatarchaeology.org/wp-content/uploads/2014/10/The-Dane-Axe-pdf-version1.pdf>

HULTAFORS GROUP, 2010-2017, [online] , [cit. 2018-04-12].

Dostupné z: <http://www.hultaforsgroup.com/>

CHLUMSKÝ, J., nedatováno: Životopisy svatých, sv. Šimon Kananejský. [cit. 2018-04-12], Dostupné z: <http://catholica.cz/?id=4803>

- CHLUMSKÝ, J., nedatováno: Životopisy svatých, sv. Matěj. [cit. 2018-04-12]  
Dostupné z: <http://catholica.cz/?id=2167>
- CHLUMSKÝ, J., nedatováno: Životopisy svatých, sv. Wolfgang. [cit. 2018-04-12]  
Dostupné z: <http://catholica.cz/?id=4812>
- INSTITUT FÜR REALIENKUNDE DES MITTELALTERS UND DER FRÜHEN NEUZEIT, Krems, nedatováno: [online], [cit. 2018-04-12].  
Dostupné z: <http://realonline.imareal.sbg.ac.at/en/>
- JIRKŮ, M., 2016: Vzácnější než panda. Divokých koní z Exmooru zbývají poslední dva tisíce. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z <http://www.paru.cas.cz/novinky/novinka/2924/>
- LŮW, J., et al., nedatováno: Typy krajinného rázu České republiky [online]. Brno, [cit. 2018-04-12].  
Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/jaro2012/Z7900/um/Krajinne\\_typy\\_CR\\_Culek.pdf](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2012/Z7900/um/Krajinne_typy_CR_Culek.pdf)
- NÁRODNÍ KNIHOVNA ČESKÉ REPUBLIKY, nedatováno: Projekt Manuscriptorium. [cit. 2018-04-12], Dostupné z: <http://www.manuscriptorium.com>
- NOVOTNÝ, R., PETRÁŠEK, J., 2014:Czech medieval sorces online, Centrum medievistických studií. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://147.231.53.91/src/index.php>
- ODDĚLENÍ VÝVOJE JAZYKA ÚSTAVU PRO JAZYK ČESKÝ AV ČR, v. v. i., 2006 – 2018: Vokabulář webový. [on-line]. Verze 1.1.1. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://vokabular.ujc.cas.cz/>
- PELIKÁN, J., 2004: Metodika pěstování trsnatého žita *Secale cereale*, var. *Multicaule*, dostupné z: [http://www.vupt.cz/content/files/pub\\_04/metzito.pdf](http://www.vupt.cz/content/files/pub_04/metzito.pdf)
- PINTEREST, nedatováno: [online], [cit. 2018-04-12].  
Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/>
- WIELKOPOLSKA BIBLIOTEKA CYFROWA, nedatováno: Codex Diplomaticus Silesiae T.14., In: *Liber Fundationis Episcopatus Vratislaviensis*, [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/docmetadata?id=19747&from=publication>
- WIKIPEDIE, 2017. Otevřená encyklopedie [online], sekera [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sekera>
- ZÁSBOVÁNÍ a.s., 1991–2016: Pravidla cz. Sekera. [on-line], [cit. 2018-04-12].  
Dostupné z: <http://www.pravidla.cz/hledej/?qr=sekera>

## 9 SEZNAM VYOBRAZENÍ

- obr. 1 *Osídlování území kolonizací do 14. století.* (CHUDÝ J., upraveno podle KUČERA, KUČEROVÁ In: HRNČIAROVÁ et al. 2009, SEMOTANOVÁ, CAJTHAML 2014)
- obr. 2 *Klaudyánova mapa Čech.* KLAUDYÁN, M., 1518, Biskupská sbírka Litoměřice (Valdštejnská sbírka), sign. sine (výřez)
- obr. 3 *Předpokládaný rozsah lesa Borek.* (ROSENBERG, KARLÍK 2017)
- obr. 4 *Názvosloví sekry.* podle ČSN 22 5101
- obr. 5 *Sekyra podtinací.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 9)
- obr. 6 *Sekyra odvětovací.* (ČERNÝ, NERUDA 1999 : 8)
- obr. 7 *Sekyra univerzální.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 10)
- obr. 8 *Sekyra štípací.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 9)
- obr. 9 *Sekyra osekávací.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 8)
- obr. 10 *Dřevorubecký kalač.* (ČERNÝ, NERUDA 1999: 10)
- obr. 11 *Specializovaná porážecí sekera.* (ŠTAJNOCHR 1978:161)
- obr. 12 *Česká lícni „lesní širočina“.* (ŠTAJNOCHR 1978: 161)
- obr. 13 *Ergonomický akční trojúhelník.* (ŠTAJNOCHR 1978: 159)
- obr. 14 *Horehronský symetrický plankáč .* (ŠTAJNOCHR 1978: 161)
- obr. 15 *Typologie sekyr podle Ruttkaye.* (RUTTKAY 1976: 308)
- obr. 16 *Typologie sekyr podle Sklenáře.* (SKLENÁŘ 1992: 44–45)
- obr. 17 *Typologie sekyr podle Belcrediho.* (BELCREDI 1989: 466)
- obr. 18 *Štípání dříví.* Kalendar und Praktika, 15. století, Švábsko, sign. Cgm 28, fol. 12V (výřez)
- obr. 19 *Štípání dříví.* Codex Schürstab Caractéristiques Parchemin, asi 1472, Norimberk, sign. 60 ff (výřez)
- obr. 20 *Canterbury calender, 1250, Anglie, sign. GB 1208a\_12 (výřez)*
- obr. 21 *Měsíc prosinec. 1475, Biblia pauperum, Rak. nár. knihovna Vídeň, cod.3085, fol. 11R (výřez)*
- obr. 22 *Dekrety Jiřího IX. s glosářem Bernarda z Parmy (Smithfieldovy dekrety), 1300– 1340, Anglie, sign. Royal MS 10 E IV, fol. 100v (výřez)*
- obr. 23 *Noe staví archu. 1174–1267, mozaika na jižní straně katedrály v Monrealu, Sicílie (1. část zleva)*
- obr. 24 *Noe staví archu. Furtmeyr-Bibel, 1468–1470, Augsburg, Německo, sign. BSB Cgm 8010a (výřez)*
- obr. 25 *Slon. Bestiary, 1225–1250, Salisbury?, England, sign. Harley 4751, fol. 8 (výřez)*
- obr. 26 *Sv. Wolfgang. 1484, oltář, filiální kostel sv. Julia, Otýlie a Martina, Beschling, Rakousko*
- obr. 27 *Sv. Matyáš. 1403, freska, kostel sv. Martina v Kampillu, Itálie (výřez)*
- obr. 28 *Sv. Wolfgang. 1455-1463, Motliblební kniha Albrechta VI., Rak. nár. knihovna Vídeň, cod. 1846, fol. 40V*



- obr. 29 *Martyrium sv. Hadriana (Nikomedejského)*. 1446-1447, dvorní dílna Fridricha III., Martinus, Opifex, Rak. nár. knihovna Vídeň, cod. 326, fol. 191V (výřez)
- obr. 30 *Sv. Imrich*. 1470-1478, oltář, Dóm sv. Martina, Spišská kapitula, Slovensko (výřez)
- obr. 31 *Sv. Ladislav*. 1380-1405, freska, evangelický kostel v Malincravu, Rumunsko (výřez)
- obr. 32 *Útěk z Egypta*. 1490 -1500, Klocker Hans, Františkánský klášter Kaltern, Itálie (výřez)
- obr. 33 *Anděl hovoří s Noem, stavba Noemovy archy*. 1310–1320, Kniha žalmů královny Mary, Britská král. knihovna (výřez)
- obr. 34 Rynaldova historická Bible, asi 1250, Francie, knihovna Univ. Johna Rynalda, Manchester, sign. MS 5 folio 16r (výřez)
- obr. 35 Holkhamova bible, 1327–1340, Britská král. knihovna, sign. 47682, fol. 040r (výřez)
- obr. 36 *Mečíř*. 13. století, Bible moralisée, Rak. nár. knihovna Vídeň, cod. 2554 (výřez)
- obr. 37 Antoniova kniha příkladů starých vědomostí horního Švábska, kolem 1475, Frankfurt, cod. Pal. Germ. 466, fol. 162v (výřez)
- obr. 38 *Iniciála knihy 21. Jobova moralia*, 1111, Městská knihovna Dijon, sign. Ms 17341 (výřez)
- obr. 39 *Iniciálo O. Jobova moralia*, 1250–1260, Stiftsbibliothek Herzogenburg, cod. Duc. 95 (výřez)
- obr. 40 Gorlestonova kniha žalmů, 1310–1324, Britská král. knihovna, sign. Add MS 49622, fol. 155r (výřez)
- obr. 41 Sedm bílých mistrů, digitální sbírka rukopisů Frankfurt, sign. Ms. germ. qu. 12, fol. 97 [47r] (výřez)
- obr. 42 *Měsíc prosinec*. freska, 1405-1410, Castello Buonconsiglio, Orli věž, Trento, Itálie
- obr. 43 *Podtínací sekera*. (ŽABA 1979: 80)
- obr. 44 *Univerzální sekera*. (ŽABA 1979: 81)
- obr. 45 Morganova (Maciejowského) Bible, 1244–1254, Knihovna P. Morgana New York, sign. Morgan M. 638, fol. 11 (výřez)
- obr. 46 Sir Gawain a zelený rytíř, asi 1400, Britská knihovna, sign. MS Cotton Nero A.x. (art. 3), fol. 090/94 (výřez)
- obr. 47 *Scéna 57*. Tapiserie z Bayoux, asi 1077, Muzeum v Bayoux, Francie (výřez)
- obr. 48 *Bipennis*. 6.–7. století, soukromá sbírka Holandsko, 182x46 mm, 820 g
- obr. 49 *Typy VI, VIII a VIIIa sekyr podle Gloseka*. (GŁOSEK 1996: 135,136)
- obr. 50 Světová kronika, Rudolf von Ems, 1365, Bádenská zemská knihovna, sign. BLB Donaueschingen 79, fol. 116v (výřez)
- obr. 51 Stará historie až k Cézarovi, 1325–1350, Národní knihovna Paříž, sign. BNF Français 251, fol. 255v (výřez)

- obr. 52 Morganova (Maciejowského) Bible, 1244–1254, Knihovna P. Morgana New York, sign. Morgan M. 638, fol. 03v (výřez)
- obr. 53 Dekrety Jiřího IX., 1275–1325, Britská královská knihovna Londýn, sign. BL ROYAL 10 E IV, fol. 87 (výřez)
- obr. 54 *Rámová pila*. (ČERNÝ, NERUDA 1999: 15)
- obr. 55 *Pila ocaska*. (KYDLÍČEK, SCHÄFER 1959: obr. 18)
- obr. 56 *Pila kaprovka*. (ČERNÝ, NERUDA 1999: 15)
- obr. 57 *Fotografie nálezové situace (pila)*. Spindelbach, k. ú. Výsluní, okr. Chomutov, usedlost č. 2, sonda 5, foto T. Klír
- obr. 58 *Detail ozubení pily*. připraveno pro výstavu na FF UK, foto autor 2013
- obr. 59 Bible Václava IV., okolo 1400, Rak. nár. knihovna Vídeň, cod. I. 2763 (výřez)
- obr. 60 *Muži s pilou*. 2.–3. století, Musée Cour d'or, Metz, Francie, č. 75.38.55
- obr. 61 *Provedení záseku v pokleku*. (WEINGARTEL 1940: 18)
- obr. 62 *Stavba mostu v Néronu a cesta do Famars*. 2. pol. 15. stol., Institut Royal du patrimoine artistique, Bruxelles, fol. 270v
- obr. 63 *Náčrtek k porovnání odebrané hmoty při různých způsobech sekání*. výt. autorem
- obr. 64 *Graf rozdilu objemu odebrané hmoty při kácení za využití klinů a tzv. „bobrováním“*. výt. autorem
- obr. 65 *Listopad*. Breviář kláštera sv. Jiří, 1410, Národní knihovna ČR, sign. XIII C 1a, fol. 6r (výřez)
- obr. 66 Breviář kláštera sv. Jiří, 1410, Národní knihovna ČR, sign. XIII C 1a, fol. 6r
- obr. 67 Bible historiale, Petrus Comestor, 1372, Muzeum Meermannno Den Haag, sign. 10 B 23, fol. 156v (výřez)
- obr. 68 *Březen*. Simon Bening, 1550, Britská král. knihovna Londýn, sign. MS 18855 (výřez)
- obr. 69 *Dokumentace pařezů při výzkumu v Břehyni*. foto. J. Novák 2009
- obr. 70 *Doklady mýcení středověkého lesa*. (HRUBÝ 2012: 271)
- obr. 71 *Jeden z pařezů u potoka připomínající smýcení lesního porostu v době zřízení úpravny a hornického sídliště*. (HRUBÝ et al. 2014: 178)
- obr. 72 *Pařezina. Olše s kůlovými řezy*. Bihór, foto P. Karlík 2017
- obr. 73 *Variabilita hustoty dřeva v rámci letokruhu*. (HORÁČEK 2008: 50, podle TSOUMIS 1991)
- obr. 74 *Sekera americká*. (ČERNÝ 1923: 62)
- obr. 75 *Hultafors HY10-1,75 800*. reklamní foto výrobce
- obr. 76 *Poškození ostří repliky historické sekyry*. foto autor 2014
- obr. 77 *Řemeslnické nástroje ze Sezimova Ústí – sekera*. (KRAJÍC 2003: 167)
- obr. 78 *Tesařské středověká sekyry: specializované porážecí: 4 - Praha 15. stol.* (ŠTAJNOCHR 1978: 162)
- obr. 79 *Replika sekyry z Ústí p.č. 2893*. foto autor 2017
- obr. 80 *Schéma balistického kyvadla*. (HORÁK et al. 1961, upraveno)
- obr. 81 *Promítnutí rozfázování snímků z pokusné sekvence č. 6*. foto P. Voda 2018

- obr. 82 *Nerovnost ostří repliky historické sekyry menší než 0,5 mm a její projev na hmotě dřeva.* smrk, poř. č. 51, foto P. Pokorný
- obr. 83 *Sklonění osy vysekávaného klínu.* smrk, poř. č. 44, foto P. Pokorný 2018
- obr. 84 *Závislost doby kácení (v sekundách) na průměru jedince (v centimetrech).* Lineární funkce použitá pro přepočty, autor
- obr. 85 *Tendence závislosti doby kácení na druhu dřeviny.* autor
- obr. 86 *Tendenční graf konvenční hustoty zkoumaných dřevin.* autor
- obr. 87 *Tendenční graf hustoty zkoumaných dřevin při 12% vlhkosti.* autor
- obr. 88 *Tendenční graf tvrdosti zkoumaných dřevin ve směru tangenciálním.* autor
- obr. 89 *Tendenční graf tvrdosti zkoumaných dřevin ve směru radiálním.* autor
- obr. 90 *Tendenční graf meze pevnosti v tlaku ve směru vláken zkoumaných dřevin.* autor
- obr. 91 *Tendenční graf rázové houževnatosti v ohybu ve směru tangenciálním zkoumaných dřevin.* autor
- obr. 92 *Křivka závislosti doby kácení (v sekundách) na průměru kmene v místě kácení u smrku.* autor
- obr. 93 *Porovnání křivek závislosti doby kácení (v sekundách) na obvodu kmene (d 1,3) u smrku, modře replika historické sekyry, červeně moderní sekyra.* autor
- obr. 94 *Přehled počtu jednotlivých úderů v 1., 2. 3., 4. a dalších minutách.* autor
- obr. 95 *Závislost věku dřeviny (v letech) na čase jejího poražení (v sekundách).* autor
- obr. 96 *Porovnání doby kácení (v sekundách) v závislosti na průměru dubu autorem práce- modrá a údaji podle R. Anýže – červená.* autor

## SEZNAM TABULEK

- tab. 1 Některé novodobé odhady počtu obyvatel v českých zemích před rokem 1754. (FIALOVÁ et al. 1998: 386–387), upraveno.
- tab. 2 Základní údaje o dřevorubeckých sekerách. (ŽABA 1979: 83).
- tab. 3 Porovnání odhadů osídlených ploch. (autor podle BOHÁČ 1978 a ŽEMLIČKA 2017a).
- tab. 4 Doba přeseknutí dubového kmene podle Anýž et al. (autor podle ANÝŽ et al. 2002).
- tab. 5 Faktory ovlivňující vlastnosti dřeva. (MATOVIČ 1993: 6)
- tab. 6 Vzdálenosti jednotlivých fází při pohybu se sekyrou a vypočítané rychlosti. (autor)
- tab. 7 Záznam o těžbě jednotlivých stromů pro Pokus 1. (autor)
- tab. 8 Záznam o těžbě jedinců smrku pro Pokus 2. (autor)
- tab. 9 Záznam o těžbě jedinců smrku seplikou historické sekyry pro Pokus 3. (autor)
- tab. 10 Přepočty časů nutných pro poražení jedinců z Pokusu 1. (autor)
- tab. 11 Přehled jedinců u kterých byl získán záznam o úderech. (autor)

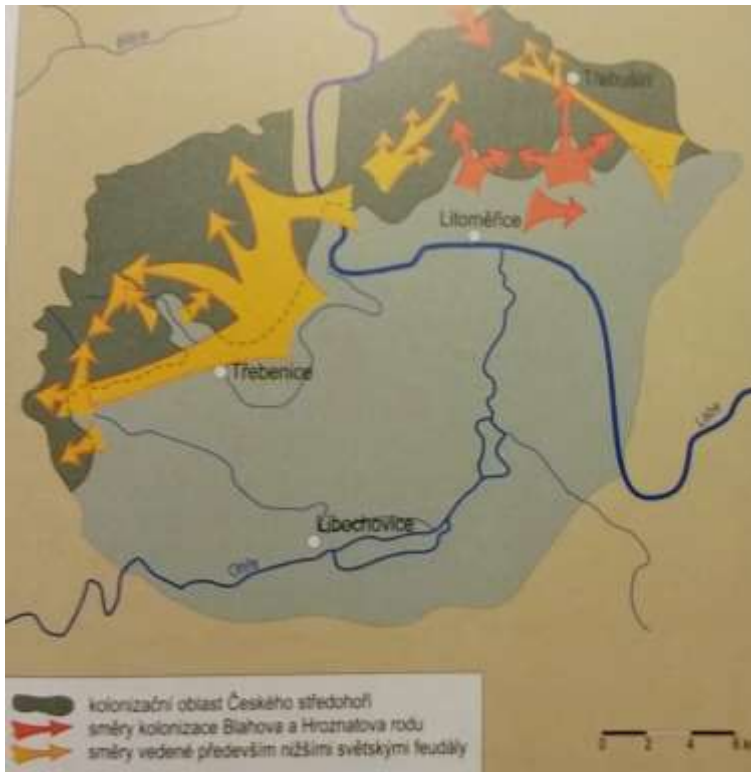
## 10 SEZNAM PŘÍLOH

- příl. 1 Sídlní postup z dolního Poohří a přilehlého Polabí do Českého středohoří na sklonku 12. a ve 13. století. (ŽEMLIČKA 2016: 211)
- příl. 2 Německá kolonizace, hnědá - východní kolonizace ve 12. století, červená - německé osídlení 1200–1250 (WINKLEMAN et al. 1990: 119)
- příl. 3 Německé osídlení, hnědá do 1250, zelení do 1300, žlutá do 1400. (WINKLEMAN et al. 1990: 132)
- příl. 4 Rekonstrukce struktury venkovského osídlení a demografického vývoje středních Čech (bez opevněných sídel a sídel městského typu) (BOHÁČ 1987:73)
- příl. 5 Vztah osídlení a odlesnění českých zemí  
a) v polovině 11. století  
b) ve 12. a 13. století  
c) ve 14. a 15. století (BOHÁČ 1988)
- příl. 6 a) Osídlení českých zemí na počátku dějin: 6.–8. století. (DANIEL et al. 2013: obr. 5, dle Semotanové et al. 2007)  
b) Osídlení v 9. a na počátku 10. století. (DANIEL et al. 2013: obr. 6, dle Semotanové et al. 2007)  
c) Osídlení v 11. a 12. století. (DANIEL et al. 2013: obr. 6, dle Semotanové et al. 2007)  
d) Krajina na přelomu 12. a 13. století. (DANIEL et al. 2013: obr. 6, dle Semotanové et al. 2007)
- příl. 7 Rozdělení herbivorů na spásače a okusovače. (VERA 2000: 348)
- příl. 8 Příklady středověkých sekyr a fokošů se zachovanými celými topůrkou. (KOTOWICZ 2008: 446)
- příl. 9 Určení dřevin, ze kterých byla zhotovena topůrka na nálezech z Mikulčic. (POLÁČEK et al. 2000: 199)
- příl. 10 Sekyry z nálezů v Mikulčicích se zachovalými topůrkou. (POLÁČEK et al. 2000: 261, 263, 265, 266)
- příl. 11 Sekyra s topůrkem z nálezu v Praze 1, Valdštejnská ul., č.p. 154/III.  
a) pohled na líci hlavy  
b) pohled na oko hlavy. foto autor
- příl. 12 Dane axe (danax). (FABRICIUS 2014)
- příl. 13 Fokoše. 1 nález z lokality Bodrog–Vécs (HAMPEL 1905: obr. 112), 2 nález z lokality Demescer (HAMPEL 1905: obr. 113), 3 nález z lokality Vladimír (KIRPIČNIKOV 1966: tab. XIX)
- příl. 14 Degenerativní změny na kostře v souvislosti s jednostranným namáháním. Možné projevy při práci se sekyrou. (BEŇUŠ, MASNICOVÁ 2015: 67–69)
- příl. 15 Technologie těžby sekyrou  
a) výběr stromu  
b) příprava pracoviště  
c) odhadnutí směru pádu  
d) vysekávání směrového klínu  
e) doseknutí  
f) měření  
g) odvětvování. foto P. Šebestová 2017

- příl. 16 Kácení replikou pravěké sekyry typu Halštat – La Tène. (ŠTĚPÁN 2004b: 80)
- příl. 17 Balistické kyvadlo použité pro výpočet dopadové energie sekyr.  
a) pohled na měřicí stupnici  
b) pohled na úderovou plochu. foto P. Voda 2018
- příl. 18 Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti  
a) sekvence 2  
b) sekvence 3  
c) sekvence 4  
d) sekvence 5  
e) sekvence 7  
f) sekvence 9  
g) sekvence 10  
h) sekvence 12  
i) sekvence 13. foto P. Voda 2018
- příl. 19 Závislost doby kácení (v sekundách) na obvodu jedince (d 1,3; v cm).  
Rozlišení podle druhů, borovice – oranžová, smrk – zelená, vrba – žlutá, dub – hnědá, habr – modrá, jasan – fialová, smrk kácený replikou – červená. autor
- příl. 20 Tabulky použité pro grafy tendencí  
a) hustota (tvrdosti) dřeva konvenční (přepočítaná na vlhkost 0%)  
b) hustota (tvrdosti) dřeva při vlhkosti 12 %  
c) tvrdost dřeva na plochu ve směru tangenciálním  
d) tvrdost dřeva na plochu ve směru radiálním  
e) tlak napříč vláken ve směru tangenciálním  
f) tlaku napříč vláken ve směru radiálním  
g) mez pevnosti tlaku ve směru vláken  
h) rázová houževnatost v ohybu ve směru tangenciálním. autor
- příl. 21 Lineární funkce závislosti doby kácení (v sekundách) na obvod stromu (d 1,3; v cm) pro všechny jedince, fialová smrk, červeně ostatní druhy. autor
- příl. 22 Porovnání času potřebného ke kácení zkoumaných dřevin  
a) skutečně dosaženého  
b) přepočítaného za pomoci regresní rovnice. autor
- příl. 23 Lineární funkce závislosti doby kácení na průměru v místě sekání u smrku.  
autor
- příl. 24 Kompletní tabulka výsledků pokusů. autor
- Pouze v elektronické verzi na přiloženém CD
- příl. 25 Záznamy použité pro výpočet množství úderů. autor



## 11 PŘÍLOHY



příl. 1 *Sídelní postup z dolního Pootáří a přilehlého Polabí do Českého středohoří na sklonku 12. a ve 13. století. (ŽEMLIČKA 2016: 211)*



příl. 2 *Německá kolonizace, hnědá - východní kolonizace ve 12. století, červená - německé osídlení 1200–1250 (WINKLEMAN et al. 1990: 119)*

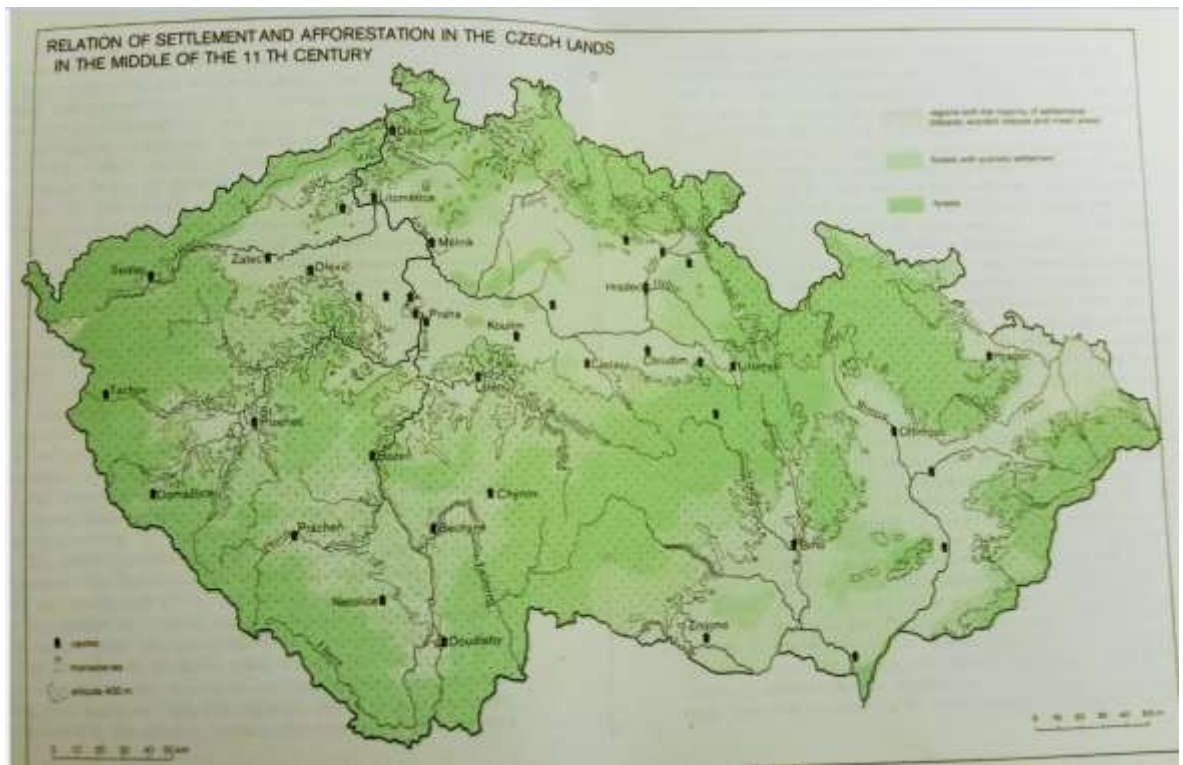


přil. 3 Německé osídlení, hnědá do 1250, zelení do 1300, žlutá do 1400. (WINKLEMAN et al. 1990: 132)

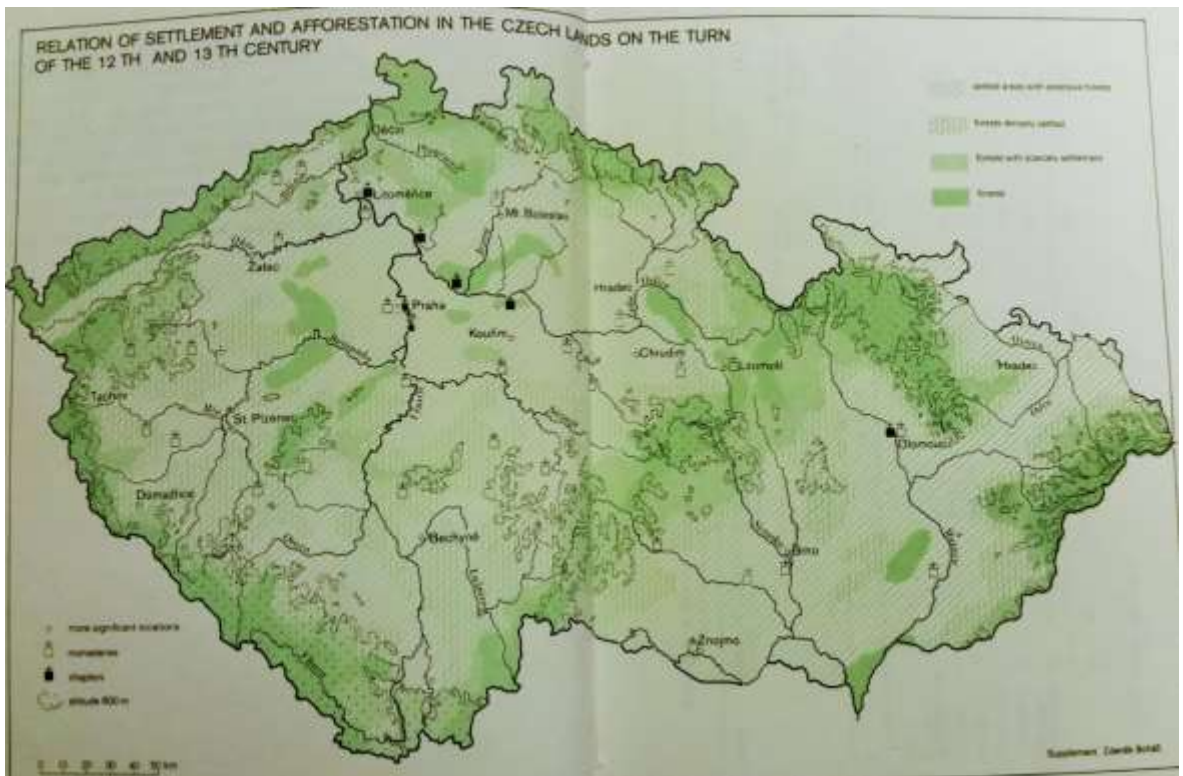
Tab. 2 Rekonstrukce struktury venkovského osídlení a demografického vývoje středních Čech (bez opevněných sídel a sídel městského typu)

Ú z e m í	Osídlené území v km <sup>2</sup>	Přibližný počet lokality	Průměrný počet obydlí na lokalitu	Počet obydlí v tis.	Počet osob na obydlí	Počet osob v tis.
i. Polovina 11. století						
1. Starší sídelní území (lesostep)	12 000	4 000	11	44	6	264
a) Vnitřní Čechy	5 000	2 000	9	18	6	100
b) Sídelní enklávy						
2. Mladší sídelní území (lesní oblasti)	3 000	1 600	5	8	6	48
a) Sídelní enklávy	2 000	1 000	2	2	6	12
b) Samoty						
<b>Celkem</b>	<b>22 000</b>	<b>8 600</b>	<b>8,4</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>432</b>
ii. Přelom 12. a 13. století						
1. Starší sídelní území (lesostep)	17 000	6 500	15	97,5	6	585
2. Mladší sídelní území (oblasti rané lesní kolonizace)	12 000	4 500	8	36	6	216
<b>Celkem</b>	<b>29 000</b>	<b>11 000</b>	<b>12,1</b>	<b>133,5</b>	<b>6</b>	<b>801</b>
iii. Přelom 14. a 15. století						
1. Starší sídelní území (lesostep)	17 000	7 000	19	133	6 7	798 931
2. Mladší sídelní území (lesní oblasti)						
a) Oblasti rané lesní kolonizace	12 000	4 500	15	67,5	6 7	405 472,5
b) Oblasti pokračující vnitřní kolonizace	7 000	3 000	12	36	6 7	216 252
c) Oblasti vrcholné středověké kolonizace	4 000	500	29	14,5	6 7	87 101,5
<b>Celkem</b>	<b>40 000</b>	<b>15 000</b>	<b>16,7</b>	<b>251</b>	<b>6 7</b>	<b>1 506 1 757</b>

přil. 4 Rekonstrukce struktury venkovského osídlení a demografického vývoje středních Čech (bez opevněných sídel a sídel městského typu) (BOHÁČ 1987:73)

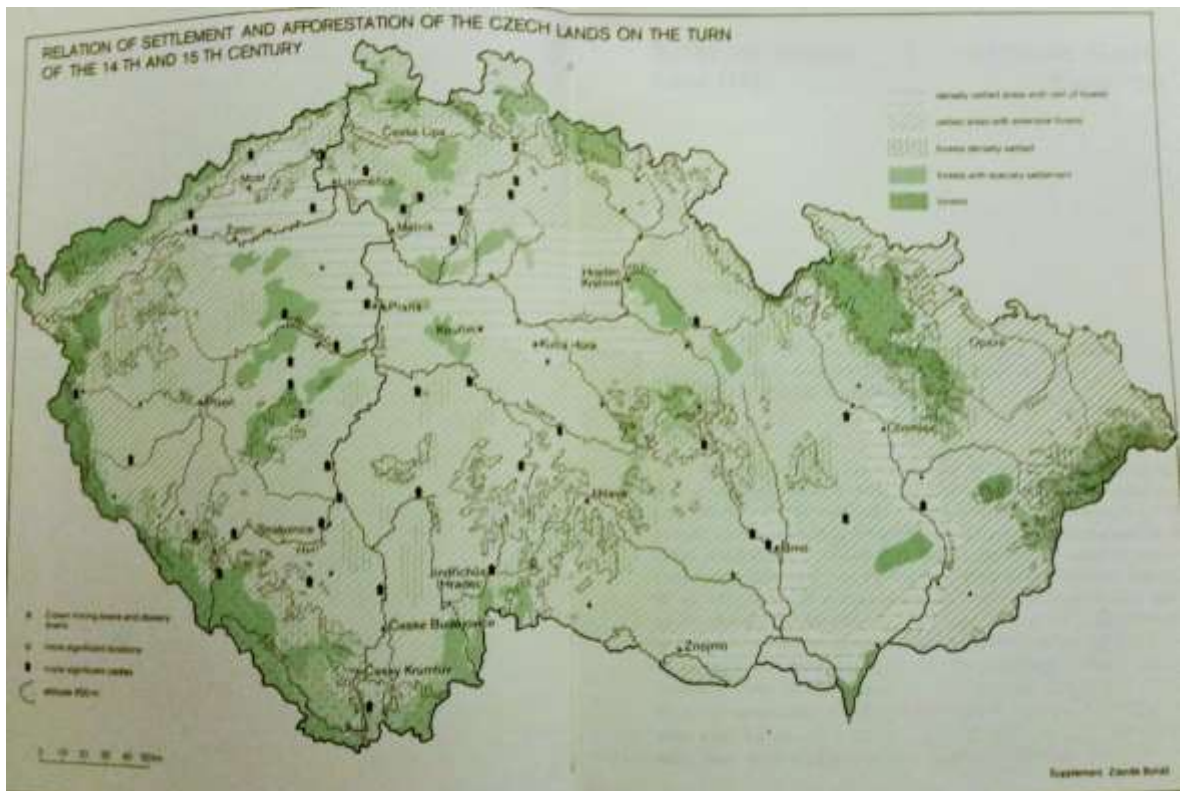


příl. 5a Vztah osídlení a odlesnění českých zemí a) v polovině 11. století (BOHÁČ 1988)

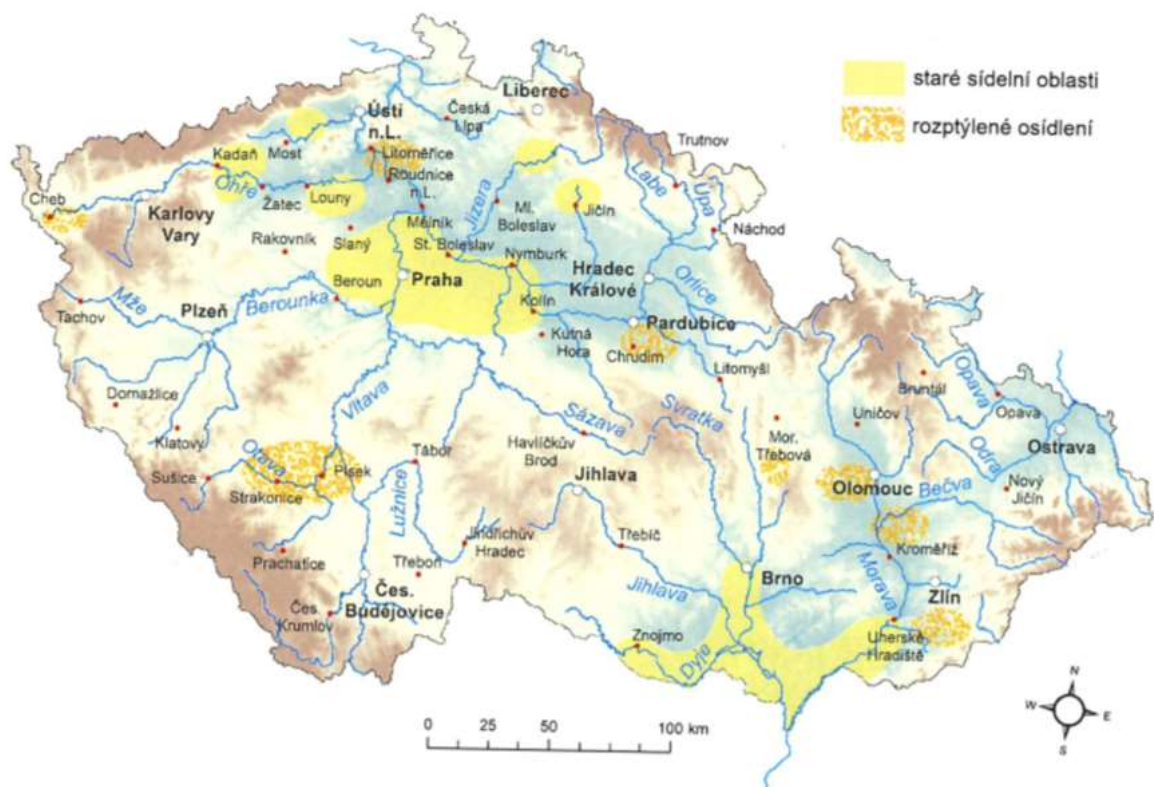


příl. 5b Vztah osídlení a odlesnění českých zemí b) ve 12. a 13. století (BOHÁČ 1988)

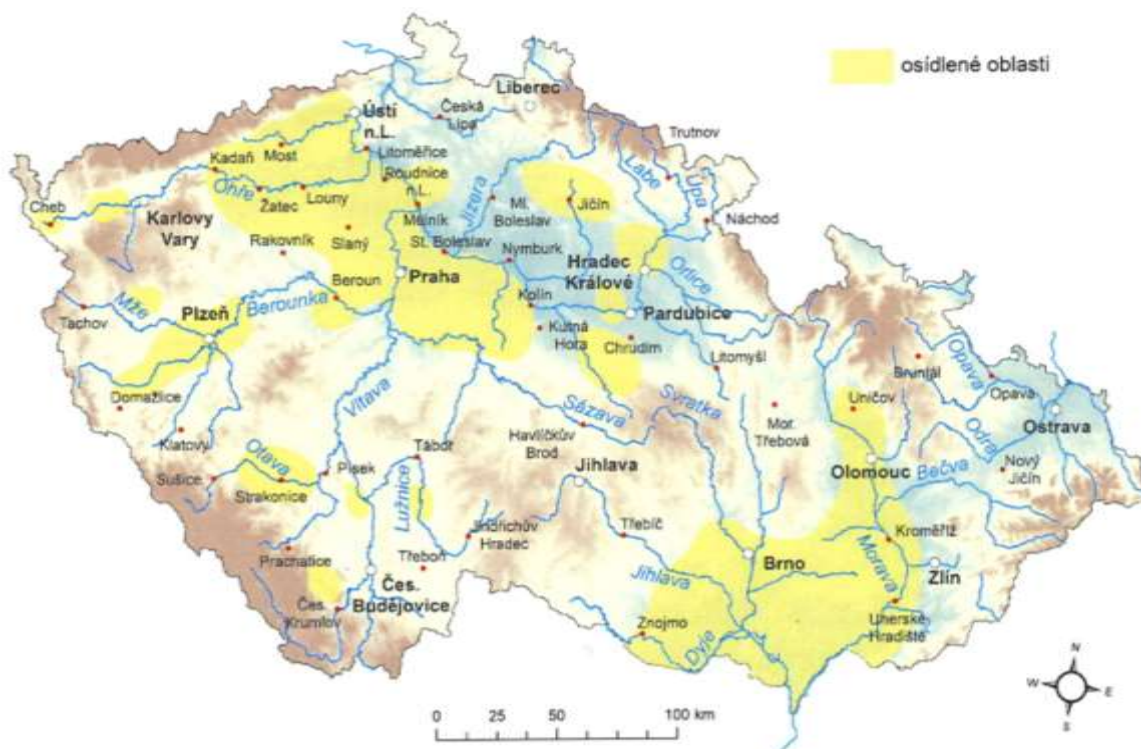




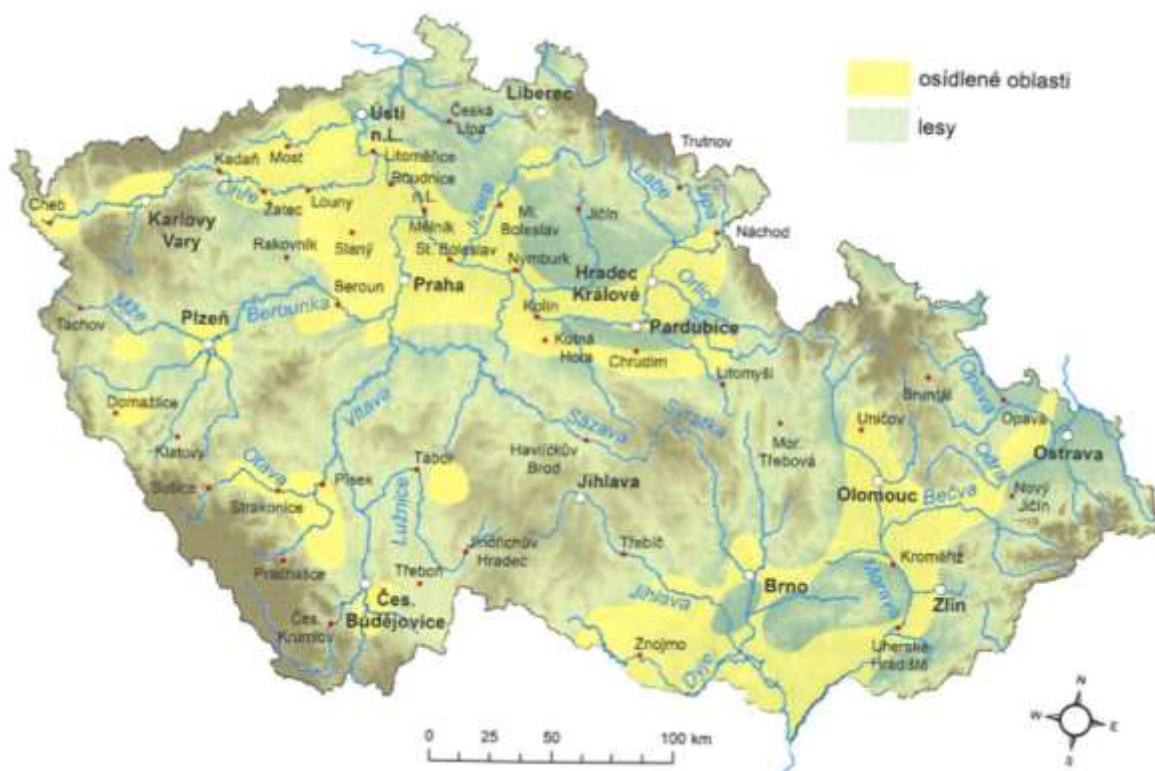
přil. 5c Vztah osídlení a odlesnění českých zemí c) ve 14. a 15. století (BOHÁČ 1988)



přil. 6a Osídlení českých zemí na počátku dějin: 6.–8. století. (DANIEL et al. 2013: obr. 5, dle Semotanové et al. 2007)

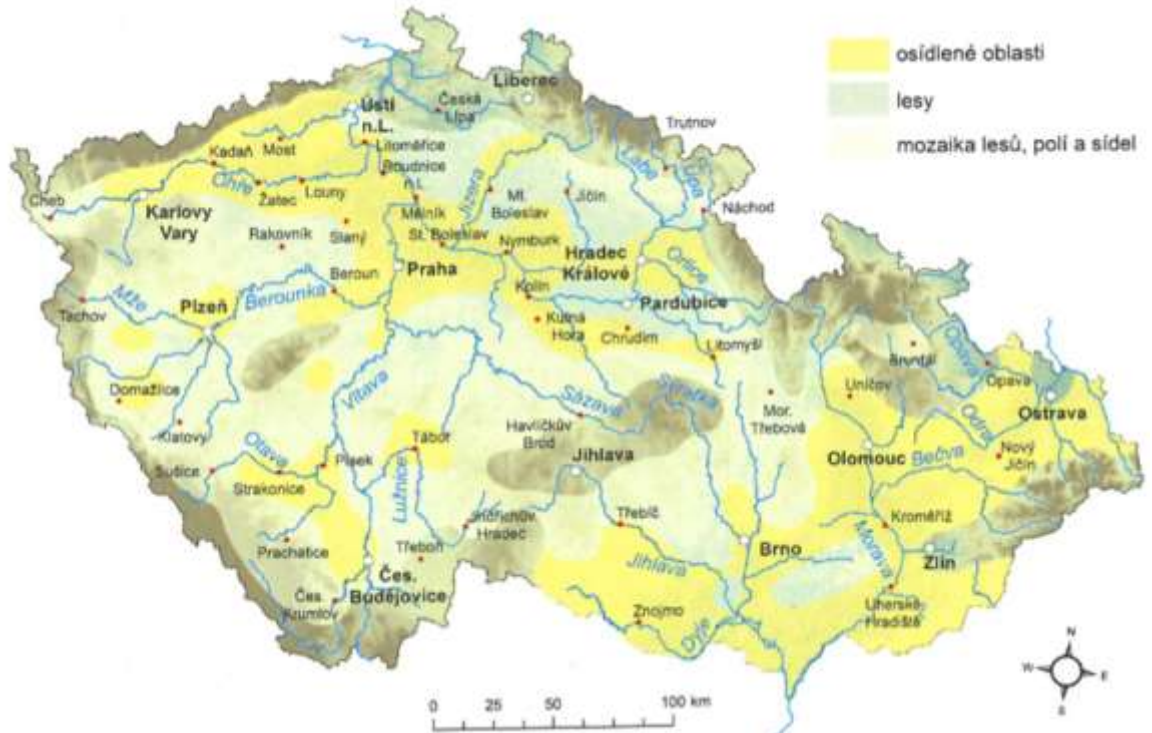


přil. 6 b) *Osídlení v 9. a na počátku 10. století.* (DANIEL et al. 2013: obr. 6, dle Semotanové et al. 2007)

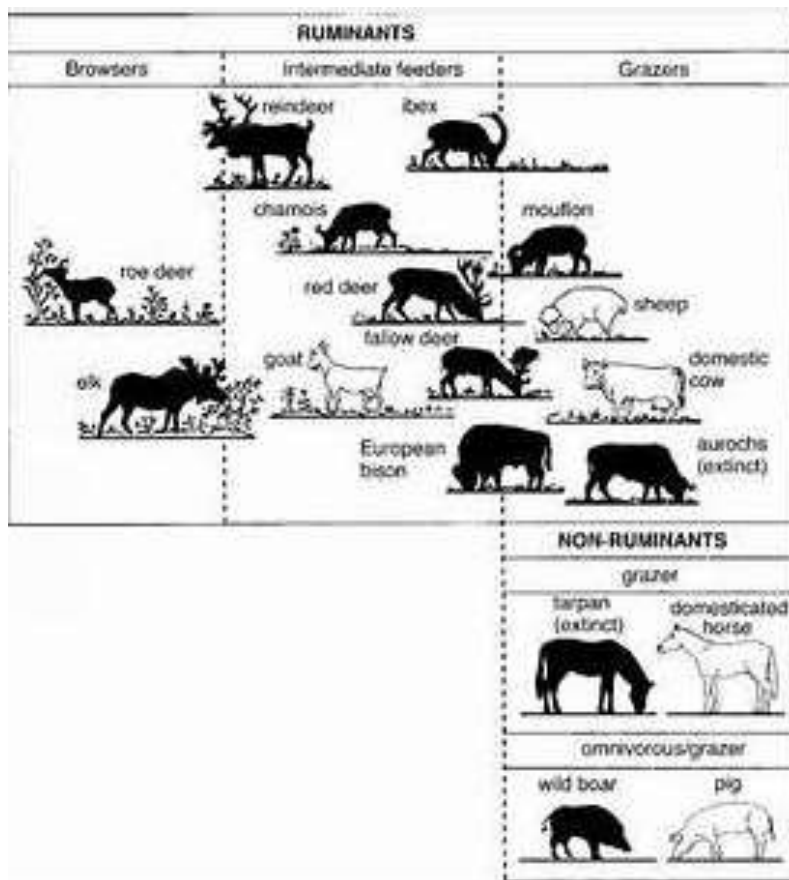


přil. 6 c) *Osídlení v 11. a 12. století.* (DANIEL et al. 2013: obr. 6, dle Semotanové et al. 2007)

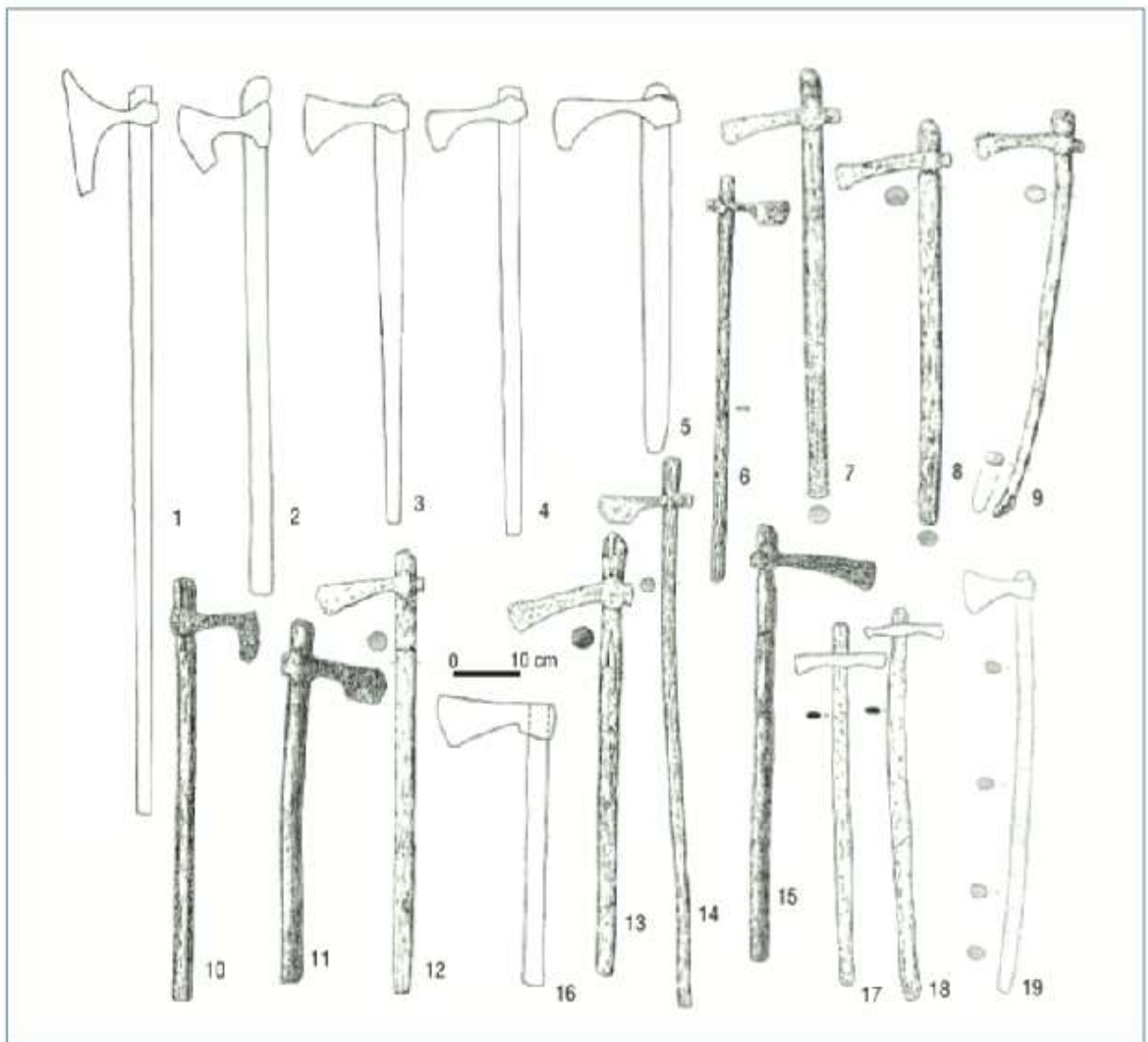




přil. 6 d) *Krajina na přelomu 12. a 13. století.* (DANIEL et al. 2013: obr. 6, dle Semotanové et al. 2007)



přil. 7 *Rozdělení herbivorů na spásáče a okusovače* (VERA 2000: 348)

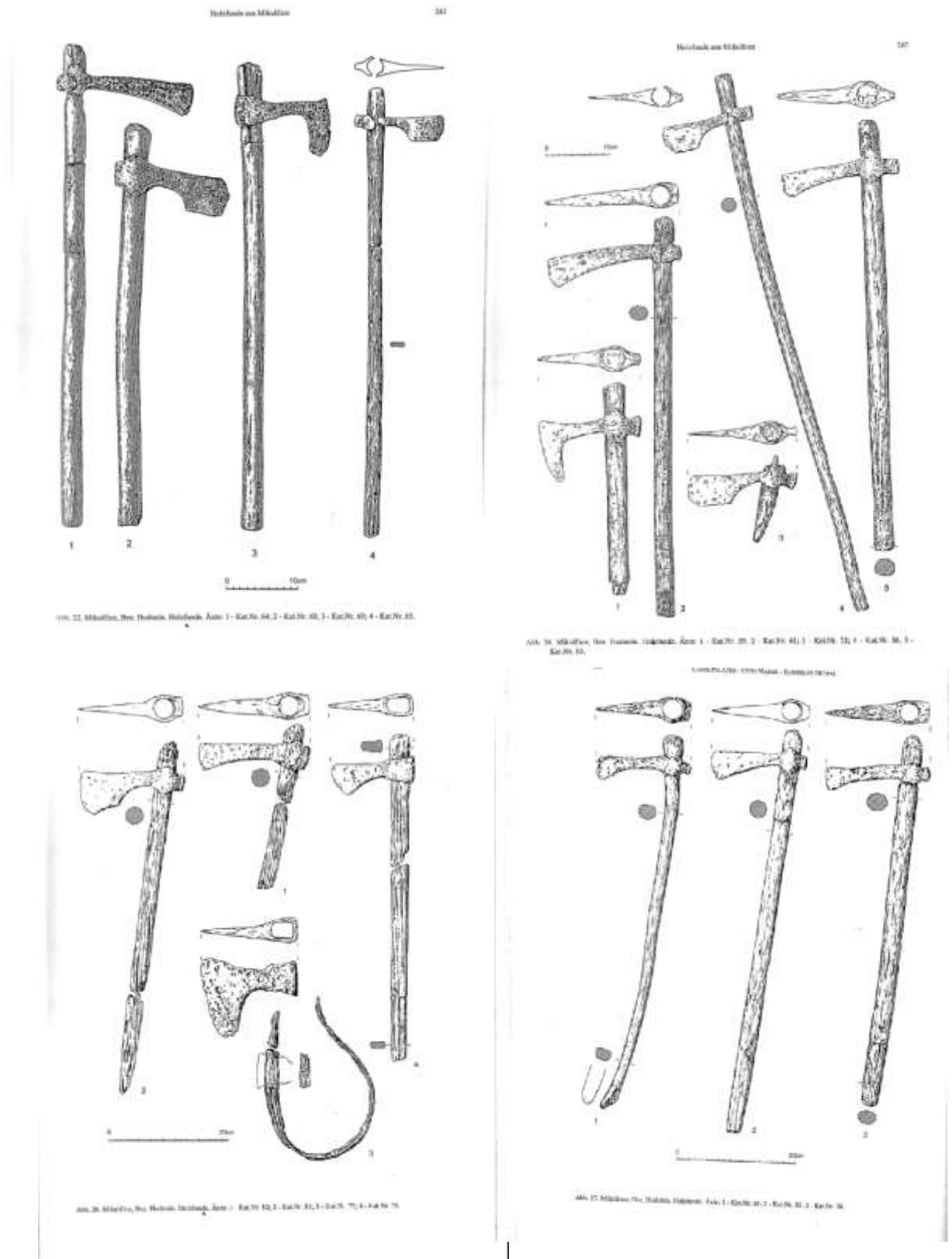


RYCINA 1. Przykłady średniowiecznych toporów i czekanów z zachowanymi w całości toporzyskami. 1-5 — Ostrów Lednicki, Polska (wg Kola, Wilke 2000, ryc. 56: a-b, d, g-h); 6-15 — Mikulčice, Czechy (wg Poláček, Marek, Škopal 2000, Abb. 22: 1-4, 23: 7, 24: 4-5, 27: 1-3); 16 — Polock, Białoruś (wg Štyhov 1975, ris. 29: 1); 17-18 — Północny Kaukaz (wg Kaminskij, Kaminskaia-Cokur 1997, ris. 8: 4-5); 19 — Haithabu, Niemcy (wg Westphal 2006, Taf. 31: 4)

přil. 8 *Příklady středověkých sekyr a fokošů se zachovanými celými topůrkami* (KOTOWICZ 2008: 446)

Kat.Nr.	Abb.	Holzart	Typ	Stiellänge	Inv.Nr.	Fundnr.	Grabungsfläche
55.		?	III		507/67	K 1081/67	K 1966-68
56.	23:6	<i>Acer sp.</i>	II		559/67	K 1541/67	K 1966-68
57.	23:5	<i>Quercus sp.</i>	III		560/67	K 1540/67	K 1966-68
58.	23:2	<i>Quercus sp.</i>	III		561/67	K 939/67	K 1966-68
59.	24:1	<i>Acer sp.</i>	V		562/67	K 1534/67	K 1966-68
60.	22:2	<i>Acer sp.</i>	I		563/67	K 1405/67	K 1966-68
61.	24:2	<i>Acer sp.</i>	II	63 cm	564/67	K 1238/67	K 1966-68
62.	23:7	<i>Tilia sp.</i>	II	67,4 cm	565/67	K 1135/67	K 1966-68
63.	24:5	<i>Acer sp.</i>	II	67,3	566/67	K 1185/67	K 1966-68
64.	22:1	<i>Acer sp.</i>	II	65 cm	567/67	K 1027a/67	K 1966-68
65.	22:4	<i>Fraxinus sp.</i>	I	78,5 cm	568/67	K 1483/67	K 1966-68
66.	24:4	<i>Acer sp.</i>	I	87 cm	569/67	K 1555/67	K 1966-68
67.	23:4	<i>Acer sp.</i>	II		570/67	K 879/67	K 1966-68
68.	23:3	<i>Acer sp.</i>	V		571/67	K 1152/67	K 1966-68
69.	22:3	<i>Acer sp.</i>	V	64 cm	572/67	K 1268/67	K 1966-68
70.	23:8	<i>Ulmus sp.</i>	V	65 cm	573/67	K 1533/67	K 1966-68
71.	23:1	<i>Acer sp.</i>	II		574/67	K 1535/67	K 1966-68
72.	24:3	<i>Acer platanoides</i>	I		3347/75	K 2082/75	K 1972-75
73.	25:1	<i>Acer campestre</i>	II		747/82	K 851/82	K 1977-84
74.	25:6	<i>Acer platanoides</i>	V		748/82	K 880/82	K 1977-84
75.	26:3	<i>Fraxinus sp.</i>	V		750/82	K 886/82	K 1977-84
76.	26:4	<i>Acer sp.</i>	III	55 cm	678/83	K 1059/83	K 1977-84
77.	25:5	<i>Acer sp.</i>	III		679/83	K 1464/83	K 1977-84
78.	25:7	<i>Fraxinus excelsior</i>	V		680/83	K 1058/83	K 1977-84
79.	25:4	<i>Acer sp.</i>	III		681/83	K 1061/83	K 1977-84
80.	25:3	<i>Acer sp.</i>	II		682/83	K 1390/83	K 1977-84
81.	26:2	<i>Acer sp.</i>	I		683/83	K 1060/83	K 1977-84
82.	26:1	<i>Acer sp.</i>	II		685/83	K 978/83	K 1977-84
83.	27:2	<i>Acer sp.</i>	II	69 cm	686/83	K 1093/83	K 1977-84
84.	25:2	<i>Quercus sp.</i>	V		688/83	K 1110/77	K 1977-84
85.	27:1	<i>Quercus sp.</i>	II	64 cm	689/83	K 1561/83	K 1977-84
86.	27:3	<i>Tilia sp.</i>	II	63 cm	690/83	K 1562/83	K 1977-84

přil. 9 Určení dřevin, ze kterých byla zhotovena topůrka na nálezech z Mikulčic. (POLÁČEK et al. 2000: 199)



přil. 10 Sekyry z nálezů v Mikulčicích se zachovalými topůrkami. (POLÁČEK et al. 2000: 261,263,265,266)





příl. 11 *Sekyra s topůrkem z nálezu v Praze I, Valdštejská ul., č.p. 154/III.*  
a) pohled na líci hlavy (foto autor)

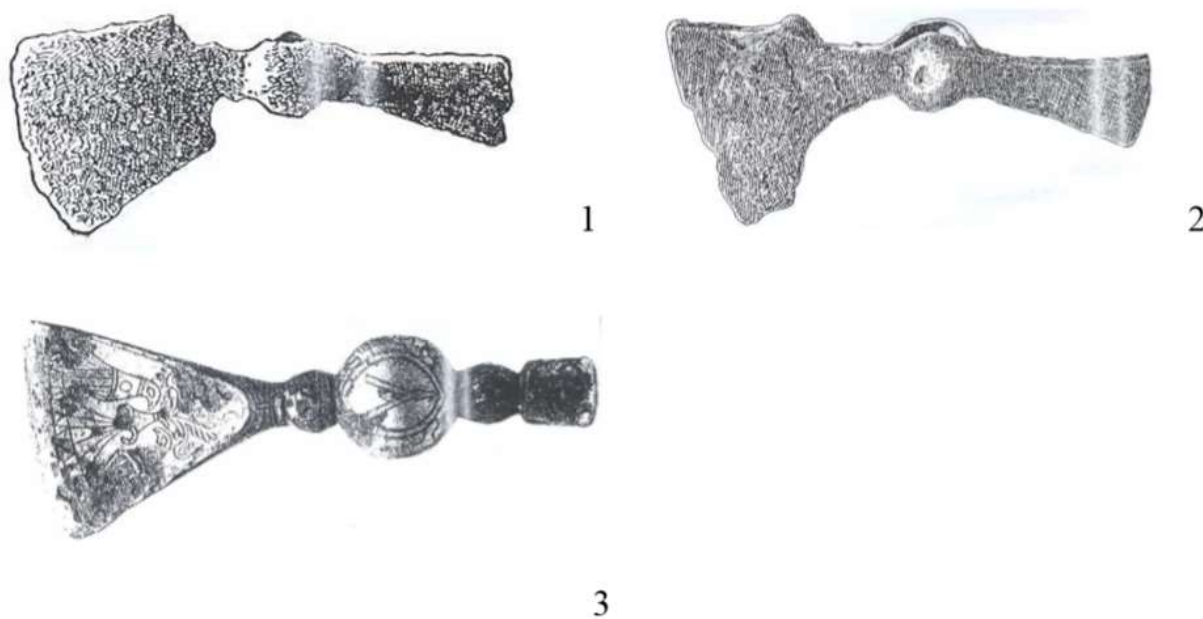


příl. 11 *Sekyra s topůrkem z nálezu v Praze I, Valdštejská ul., č.p. 154/III.*  
b) pohled na oko hlavy, foto autor





přil. 12 *Dane axe (danax)*. (FABRICIUS 2014)



přil. 13 *Fokoše*. 1 nález z lokality Bodrog–Vécs (HAMPEL 1905: obr. 112), 2 nález z lokality Demescer (HAMPEL 1905: obr. 113), 3 nález z lokality Vladimír (KIRPIČNIKOV 1966: tab. XIX)



Obr. 5. Osteoartrotické zmeny v ramennom kĺbe. V cavitas glenoidalis pravej lopatky sú výrazné artrotické zmeny (šípky ukazujú marginálne osteofyty), kým na ľavej lopatke absentujú artrotické zmeny (hrob DH 30/80, žena, adultus I; foto: R. Beňuš).



Obr. 10. Entezopatie na článkoch prstov rúk – dolu články proximálneho radu; hore články mediálneho radu (hrob DH 123/84, muž, adultus I; foto: R. Beňuš).



Obr. 8. Kortikálne defekty a entezopatie na proximálnej časti ramennej kosti. A – fossa pectoralis, B – fossa teres (hrob DH 144/85, muž, adultus I); C – crista tuberculi majoris; D – crista tuberculi minoris (hrob DH 127/84, muž, adultus I; foto: R. Beňuš).



Obr. 9. Crista supinatoria na lakťovej kosti (hrob DH 105/83, žena, adultus I; foto: R. Beňuš).

příl 14 *Degenerativní změny na kostře v souvislosti s jednostraným namáháním. Možné projevy při práci se sekyrou.* (BĚNUŠ, MASNICOVÁ 2015: 67–69)



přil. 15 *Technologie těžby sekyrou a) výběr stromu. příprava* foto P. Šebestová 2017



přil. 15 *Technologie těžby sekyrou b) pracoviště.*foto P. Šebestová 2017



přil. 15 *Technologie těžby sekyrou c) odhad směru pádu.* foto P. Šebestová 2017



přil. 15 *Technologie těžby sekyrou d) vysekávání směrového klínu.* foto P. Šebestová 2017





příl. 15 *Technologie těžby sekyrou e) doseknutí.*  
foto P. Šebestová 2017



příl. 15 *Technologie těžby sekyrou f) měření.*  
foto P. Šebestová 2017



příl. 15 *Technologie těžby sekyrou g) odvětvování.*  
foto P. Šebestová 2017



přil. 16 *Kácení replikou pravěké sekyry typu Halštat – La Tène. (ŠTĚPÁN 2004b: 80)*



přil. 17 *Balistické kyvadlo použité pro výpočet dopadové energie sekyr. a) pohled na měřicí stupnici.*  
foto P. Voda 2018





příl. 17 *Balistické kyvadlo použité pro výpočet dopadové energie sekyr. b) pohled na úderovou plochu. foto P. Voda 2018*



příl. 18 *Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti a) sekvence 2 . foto P. Voda 2018*



příl. 18 *Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti b) sekvence 3. foto P. Voda 2018*





příl. 18 *Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti c) sekvence 4. foto P. Voda 2018*



příl. 18 *Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti d) sekvence 5. foto P. Voda 2018*



příl. 18 *Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti e) sekvence 7.* foto P. Voda 2018



příl. 18 *Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti f) sekvence 9.* foto P. Voda 2018





příl. 18 Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti g) sekvence 10. foto P. Voda 2018

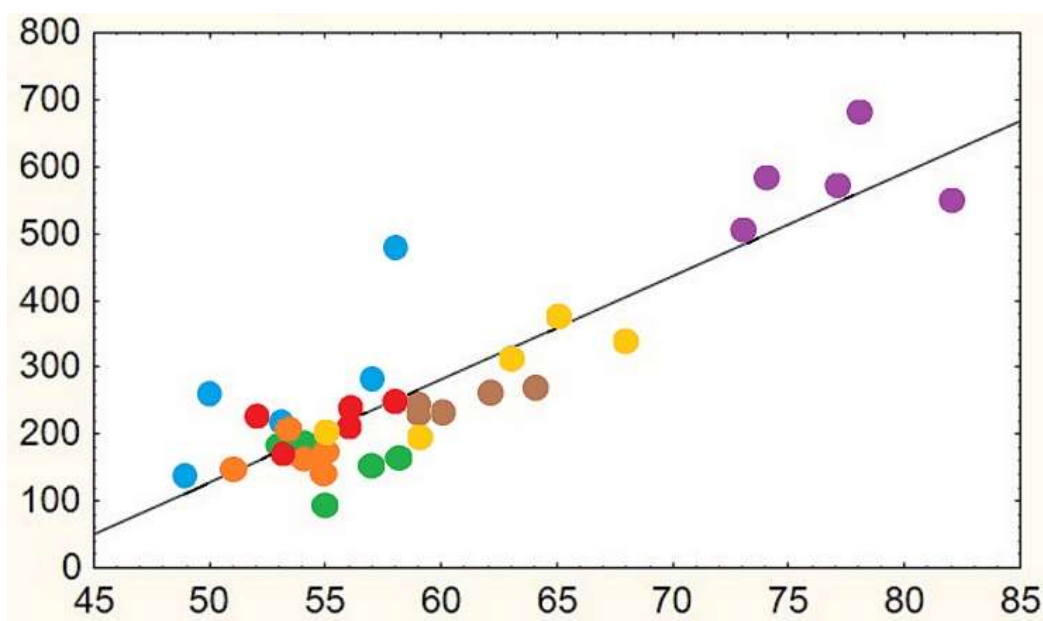


příl. 18 Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti h) sekvence 12. foto P. Voda 2018





příl. 18 Promítnutí rozfázovaných snímků z pokusných měření rychlosti  $h$  sekvence 13. foto P. Voda 2018



příl. 19 Závislost doby kácení (v sekundách) na obvodu jedince ( $d$  1,3; v cm). Rozlišení podle druhů, borovice – oranžová, smrk – zelená, vrba – žlutá, dub – hnědá, habr – modrá, jasan – fialová, smrk kácený replikou – červená. autor

přil. 20 *Tabulky použité pro grafy tendencí a) hustota (tvrdoosti) dřeva konvenční (přepočítaná na vlhkost 0%). autor*

<b>Konvenční hustota dřeva pro přepočty (g/cm<sup>3</sup>) <math>\rho_k</math></b>			
<b>dř</b>	<b>MATOVÍČ</b>	<b>UGOLEV</b>	<b>ZEIDLER, BORŮVKA</b>
SM	370	360	441
VR	335	420	470
BO	445	400	543
DB	610	550	702
JA	600	550	702
HB	625	630	780

přil. 20 *Tabulky použité pro grafy tendencí b) hustota (tvrdoosti) dřeva při vlhkosti 12 %. autor*

<b>Hustota dřeva při 12 % vlhkosti (kg/m<sup>3</sup>) <math>\rho_{12}</math></b>		
<b>dř</b>	<b>MATOVÍČ</b>	<b>UGOLEV</b>
VR	410	
SM	450	445
BO	535	500
JA	710	680
DB	725	690
HB	790	800

přil. 20 *Tabulky použité pro grafy tendencí c) tvrdost dřeva na plochu ve směru tangenciálním. autor*

<b>Tvrdost dřeva na plochu ve směru tangenciálním (MPa) <math>H_{LR}</math></b>			
<b>dř</b>	<b>UGOLEV 12%</b>	<b>UGOLEV 30%</b>	<b>ZEIDLER, BORŮVKA</b>
VR			15
SM	18	8,5	6,8
BO	29	14	18
DB	49	29	34
JA	67	39,5	22,4
HB	78,5	47	29,5

příl. 20 Tabulky použité pro grafy tendencí d) tvrdost dřeva na plochu ve směru radiálním. autor

Tvrdość dřeva na plochu ve směru radiálním (MPa) $H_{LT}$			
dř	UGOLEV 12%	UGOLEV 30%	ZEIDLER, BORŮVKA
VR			15
SM	18	8,5	14,7
BO	24	11	18
DB	56	33,5	34
JA	59	35	22,3
HB	77	45,5	27,1

příl. 20 Tabulky použité pro grafy tendencí e) tlak napříč vláken ve směru tangenciálním. autor

Tlak napříč vláken ve směru tangenciálním (MPa) $\delta_{t \perp T}$					
dř	Na plochu			Na část plochy	
	UGOLEV 12%	UGOLEV 30%	ZEIDLER, BORŮVKA	UGOLEV 12%	UGOLEV 30%
BO	7,6	3,1	5,5	?	?
HB	6,2	3,7	8,5	11,7	7
JA	?	?	?	11	6,6
DB	?	?	8,5	5,5	3,3
SM	?	?	4	?	?
VR	?	?	?	?	?

příl. 20 Tabulky použité pro grafy tendencí f) tlaku napříč vláken ve směru radiálním. Autor

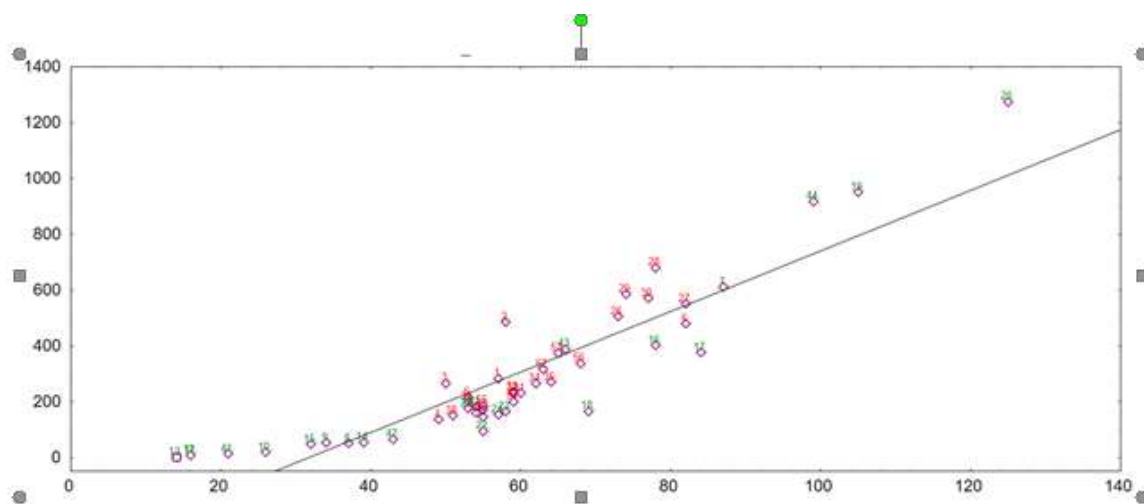
Tlak napříč vláken na část délky ve směru radiálním (MPa) $\delta_{t \perp R}$					
dř	Na plochu			Na část plochy	
	UGOLEV 12%	UGOLEV 30%	ZEIDLER, BORŮVKA	UGOLEV 12%	UGOLEV 30%
BO	?	?	2,7	5,2	3,1
HB	13,7	8,2	14	6,7	4
JA	8,7	5,2	?	?	?
DB	9,4	5,6	11	?	?
SM	?	?	3,4	?	?
VR	?	?	?	?	?

příl. 20 Tabulky použité pro grafy tendencí g) mez pevnosti tlaku ve směru vláken. autor

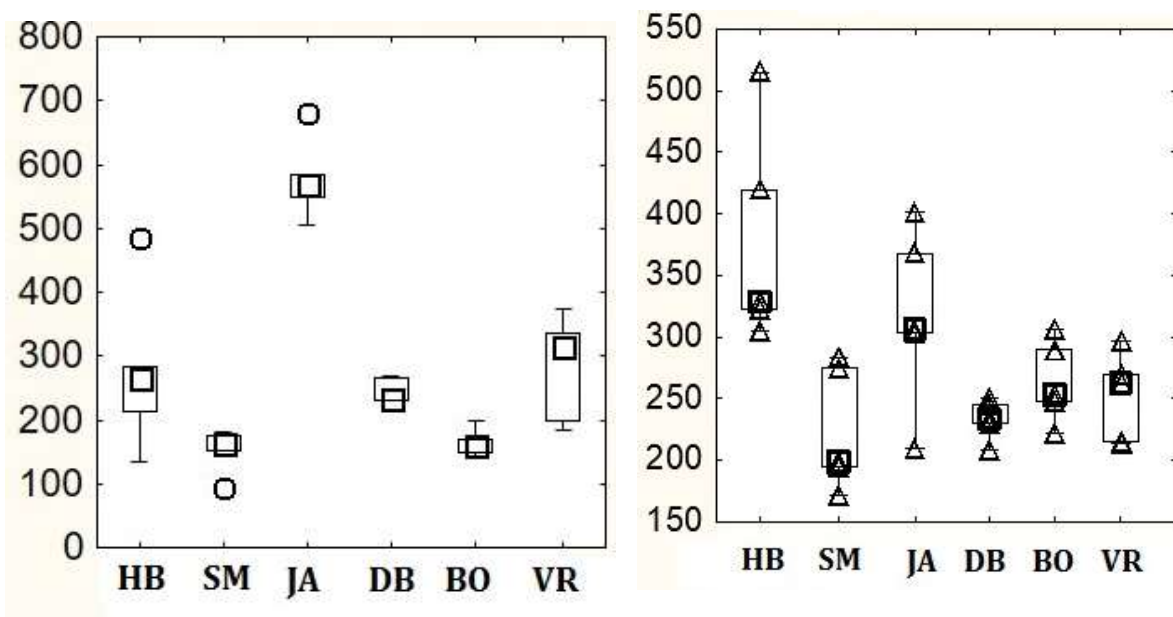
Mez pevnosti tlaku ve směru vláken (MPa) $\delta_{tl}$			
dř	MATOVÍČ	UGOLEV	ZEIDLER, BORŮVKA
VR			29
SM	19,5	44,4	34,1
BO	21	48,5	49,9
JA	32,5	59	58,9
DB	30,4	57,5	59,8
HB	26,5	60	62,5

příl. 20 Tabulky použité pro grafy tendencí h) rázová houževnatost v ohybu ve směru tangenciálním. autor

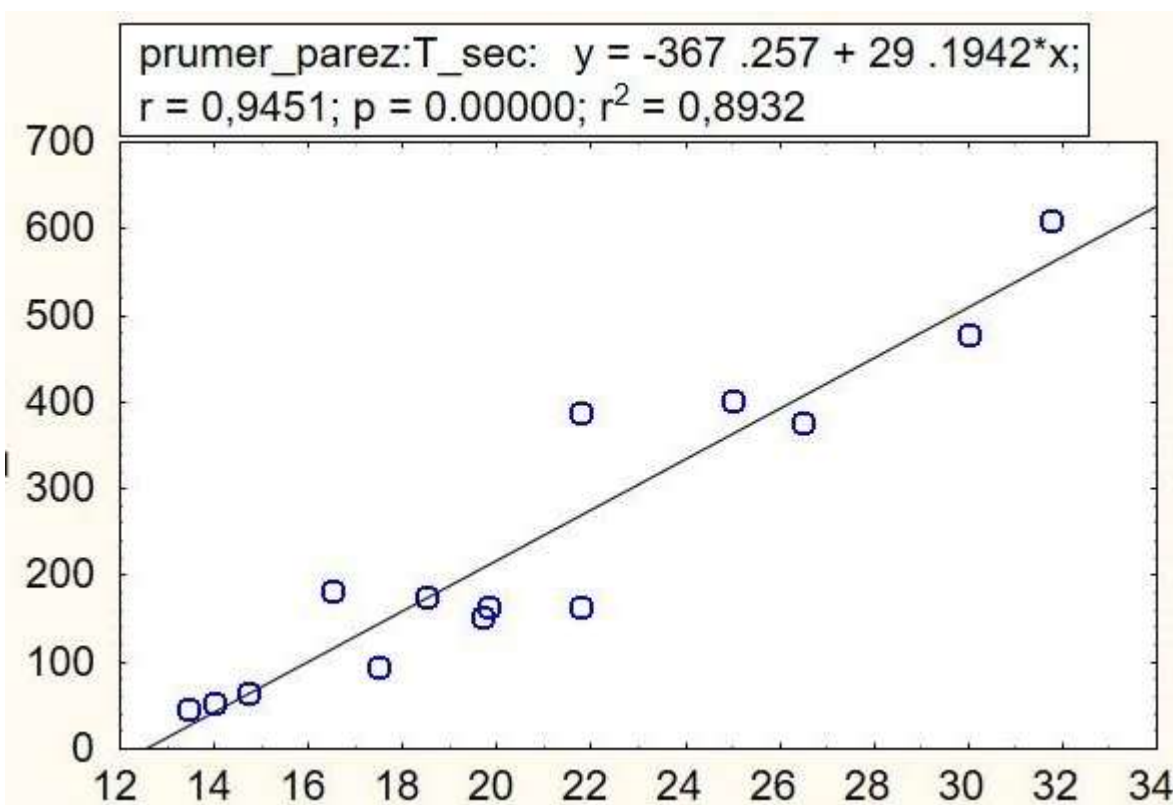
Rázová houževnatost v ohybu ve směru tangenciálním ( $J/cm^2$ ) $A_T$			
dř	UGOLEV 12%	UGOLEV 30%	ZEIDLER, BORŮVKA
VR			3,4
SM	3,9	3,3	3,5
BO	4,1	3,5	4,6
DB	7,7	6,5	4,7
JA	8,8	7,5	8,1
HB	9,9	8,4	9,1



příl. 21 Lineární funkce závislosti doby kácení (v sekundách) na obvod stromu ( $d_{1,3}$ ; v cm) pro všechny jedince, fialová smrk, červeně ostatní druhy. autor



přil. 22 Porovnání času potřebného ke kácení zkoumaných dřevin a) skutečně dosaženého b) přepočítaného za pomoci regresní rovnice. autor



přil. 23 Lineární funkce závislosti doby kácení na průměru v místě sekání u smrku. autor



příl. 24 Kompletní tabulka výsledků pokusů. autor

Kompletní přehled dosažených výsledků při všech pokusech												
poř.č.	dřevina	lokality	datum	o_1	d_1	d_2	T_min	T_sec	vek	poznámka	záznam	N_uder
1.	habr	Voskop	26.02.2016	57	18,0	16,5	04:42:00	282	54		Zvuk 7	116
2.	habr	Voskop	26.02.2016	58	20,0	19,5	08:04:00	484	47		Zvuk 8	184
3.	habr	Voskop	26.02.2016	50	19,0	16,5	04:25:00	265	48		Zvuk 14	55
4.	habr	Voskop	26.02.2016	49	15,5	15,0	02:15:00	135	44		Zvuk 16	86
5.	habr	Voskop	26.02.2016	53	17,0	17,0	03:34:00	214	60		Zvuk 193	36
6.	smrk	Horovany	14.02.2016	82	30,5	29,5	07:58:00	478	95	Figura	Zvuk 20	221
7.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	87	32,0	31,5	10:10:00	610	46		Zvuk 21	25
8.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	37	12,5	10,8	00:50:00	50	18		Zvuk 22	21
9.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	34	11,5	10,0	00:52:00	52	15		Zvuk 24	8
10.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	26	9,0	8,5	00:18:00	18	19			
11.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	16	7,6	6,8	00:07:00	7	18			
12.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	16	7,5	7,0	00:08:00	8	19			
13.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	14	5,5	5,3	00:01:00	1	19			
14.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	39	15,0	13,0	00:54:00	54	23		Zvuk 27	25
15.	smrk	Pozdýně	11.12.2016	32	14,5	12,4	00:46:00	46	28		Zvuk 30	160
16.	smrk	Pozdýně	17.01.2017	78	26,5	23,5	06:42:00	402	48		Zvuk 31	131
17.	smrk	Pozdýně	17.01.2017	84	27,0	26,0	06:16:00	376	42		Zvuk 32	65
18.	smrk	Pozdýně	17.01.2017	89	22,5	21,0	02:45:00	165	66	křivost	Zvuk 33	283
19.	smrk	Pozdýně	17.01.2017	105	35,5	34,5	15:50:00	950	64	vrstva smůly	Zvuk 34	396
20.	smrk	Pozdýně	17.01.2017	125	46,0	43,0	21:15:00	1275	45		Zvuk 1	73
21.	smrk	Pozdýně	31.01.2016	54	17,0	16,0	03:02:00	182	75		Zvuk 2	40
22.	smrk	Pozdýně	31.01.2016	55	18,0	17,0	01:34:00	94	43		Zvuk 3	62
23.	smrk	Pozdýně	31.01.2016	58	20,0	19,6	02:44:00	164	44		Zvuk 4	63
24.	smrk	Pozdýně	31.01.2016	57	21,8	17,6	02:32:00	152	40		Zvuk 5	73
25.	smrk	Pozdýně	31.01.2016	53	19,5	17,5	02:55:00	175	41			
26.	jasan	Kostelec	02.03.2014	73	25,0	22,5	08:25:00	505	36			
27.	jasan	Kostelec	02.03.2014	82	28,0	27,5	09:10:00	550	40			
28.	jasan	Kostelec	02.03.2014	78	25,5	24,8	11:20:00	680	39			
29.	jasan	Kostelec	02.03.2014	74	24,6	24,0	09:45:00	585	40			
30.	jasan	Kostelec	02.03.2014	77	26,5	25,2	09:30:00	570	38			
31.	dub	Voskop	07.03.2015	60	24,5	22,8	02:50:00	230	86			
32.	dub	Voskop	07.03.2015	59	26,0	25,5	03:50:00	230	83			
33.	dub	Voskop	07.03.2015	59	24,0	23,5	03:55:00	235	75			
34.	dub	Voskop	07.03.2015	62	24,5	20,5	04:25:00	265	62			
35.	dub	Voskop	07.03.2015	64	23,5	22,0	04:30:00	270	48			
36.	borovice	Kostelec	08.03.2014	54	17,5	17,0	02:40:00	160	30		Video 03	66
37.	borovice	Kostelec	08.03.2014	55	17,5	16,0	02:24:00	144	32		Video 04	64
38.	borovice	Kostelec	08.03.2014	51	17,4	16,0	02:30:00	150	32		Video 05	69
39.	borovice	Kostelec	08.03.2014	53	17,5	17,4	03:18:00	198	30		Video 06	86
40.	borovice	Kostelec	08.03.2014	55	17,5	17,2	02:50:00	170	33		Video 07	82
41.	smrk	Pozdýně	14.01.2018	21	7,2	7,4	00:13:00	13	14		Zvuk 45	8
42.	smrk	Pozdýně	14.01.2018	43	14,2	15,2	01:05:00	65	29		Zvuk 46	28
43.	smrk	Pozdýně	14.01.2018	66	21,9	21,6	06:28:00	368	49		Zvuk 48	135
44.	smrk	Pozdýně	14.01.2018	99	38,5	29,0	15:18:00	918	56	hniloba jádra	Zvuk 49	267
45.	smrk	Pozdýně	13.01.2018	56	18,5	18,8	03:56:00	236	13	uvolněná hm	Zvuk 38	105
46.	smrk	Pozdýně	13.01.2018	53	18,6	17,2	03:04:00	184	30	historická	Zvuk 39	92
47.	smrk	Pozdýně	13.01.2018	58	23,5	21,8	04:07:00	247	22	historická	Zvuk 40	114
48.	smrk	Pozdýně	13.01.2018	56	20,8	19,5	03:40:00	220	22	historická	Video 01	93
49.	smrk	Pozdýně	13.01.2018	52	18,4	19,4	03:47:00	227	24	historická	Zvuk 43	96
50.	smrk	Pozdýně	13.01.2018	69	26,2	23,8	10:39:00	639	40	historická	Zvuk 44	231
51.	smrk	Pozdýně	14.01.2018	42	14,9	12,4	02:47:00	167	21	historická	Zvuk 47	81
52.	vrba	Pozdýně	24.02.2018	63	26,9	16,9	05:16:00	316	23	na hniloba jád	Zvuk 50	117
53.	vrba	Pozdýně	24.02.2018	65	25,6	21,0	06:14:00	374	32		Zvuk 51	119
54.	vrba	Pozdýně	24.02.2018	59	20,8	19,0	03:20:00	200	23		Zvuk 52	82
55.	vrba	Pozdýně	24.02.2018	55	21,9	19,6	03:05:00	185	21		Zvuk 53	77
56.	vrba	Pozdýně	24.02.2018	68	24,2	21,8	05:37:00	337	28	hniloba jádra	Zvuk 54	110