

# SROVNÁNÍ METOD RUČNÍHO A ELEKTRONICKÉHO MĚŘENÍ DŘÍVÍ. NÁVRH PRAVIDEL ELEKTRONICKÉHO MĚŘENÍ A PŘEJÍMKY DŘÍVÍ V ČR

## „ELEKTRONICKÁ PŘEJÍMKA DŘÍVÍ“



|                 |                                                                                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Řešitel:</b> | <b>Lesnická a dřevařská fakulta</b><br>Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|

**Doba řešení:** 2005 – 2006

**Řešitelský kolektiv:** doc. Dr. Ing. Petr **Horáček**, Ing. Veronika **Hunková**, Ing. Karel **Janák**, CSc., Ing. Karel **Ondráček**, Ph.D., Ing. Jaroslav **Pejzl**, Ing. Bedřich **Peter**, Ing. Martina **Vojtová**, Ing. Richard **Zukal**

## **Úvod a cíle řešení**

Elektronické zařízení pro snímání rozměrů, případně i tvaru kulatiny je dnes zcela běžnou součástí manipulačně třídících linek a je jím vybavena i velká část manipulačně třídících vozíků. Způsob snímání rozměrů se od klasického měření průměrkou a pásmem nebo latí podstatně liší, stejně jako algoritmus následného zpracování údajů v řídicím počítači od Huberovy metody. Nutným důsledkem těchto odlišností jsou rozdíly v získaných rozměrech i hodnotách objemu.

V České republice není v současné době závazný předpis, která by stanovoval technické parametry snímacích zařízení, způsob zpracování naměřených hodnot a způsob výpočtu objemu kulatiny. Užívaná zařízení se buď snaží výsledky měření co nejvíce přiblížit klasické metodě (bez ohledu na dosažitelnou přesnost) nebo zohledňují technologické potřeby zpracovatele suroviny (méně často jejího dodavatele) a nutí protistranu se jim přizpůsobit. Způsoby měření se liší přesností snímání, frekvencí, počtem i polohou směrů snímání, způsobem filtrace údajů, zaokrouhlováním i způsobem výpočtu objemu.

Žádný z používaných způsobů snímání ani žádná metodika zpracování údajů není chybná. Podmínkou porovnatelnosti jimi dosažených výsledků i podmínkou důvěryhodnosti je však přesná znalost způsobu jejich činnosti. Bez ní nelze stanovit možné rozdíly, objektivně vznikající mezi výsledky stanovení objemu klasickou a elektronickou cestou i mezi různými elektronickými způsoby vzájemně.

Cíle řešení úkolu „Elektronická přejímka dříví“ jsou:

- přehled tuzemských metod měření dříví
- užívání elektronického měření dříví u nás
- přehled zahraničních metod a předpisů
- kvantifikace rozdílů výsledků měření a jejich rozbor
- návrh průběhu elektronické přejímky dříví u nás

## **Přehled metod a užívání elektronického měření dříví u nás**

Bylo zjišťováno dotazníkovou akcí, osloveni byli všichni uživatelé elektronických snímacích systémů v ČR a všichni výrobci uvedených zařízení (kromě provozovatelů manipulačně třídících vozíků, jejichž jednosměrné snímací systémy nejsou používány pro elektronickou přejímku dříví.

### ***Výsledky:***

Snímání rozměrů je vcelku jednotné:

- probíhá výhradně v podélné přepravě měřeného materiálu
- užívají se 2D systémy, kolmo a svisle i pod úhlem 45° (3D málo, 1D ne)
- pro 2D měření se užívají téměř výhradně snímací rámy (pouze 2 závody užívají lineární kamery)

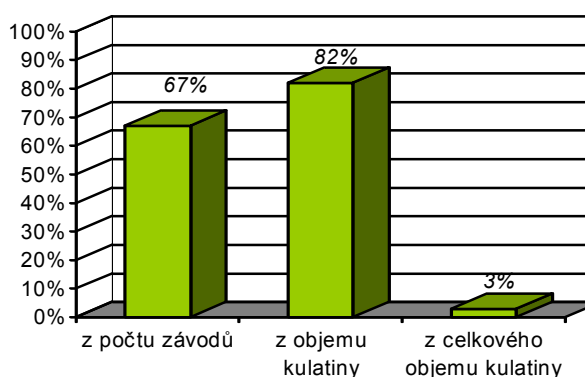
Při *filtraci údajů* se nahrazují extrémní hodnoty průměrem z okolních měření

*Zpracování údajů* je jednotné u velkých závodů, jinak existují rozdíly. Převažující postup je:

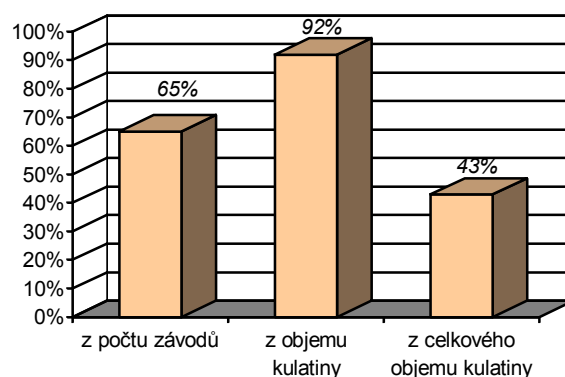
- měření průměru je v mm → odsekávání mm u dílčích výsledků →  
→ výpočet průměrné hodnoty → odpočet kůry → odsekávání mm  
Časté je rozdílné pořadí a užívání průměrné nebo minimální hodnoty,  
různý je způsob odpočtu kůry.
- měření délky je v cm, jedenkrát (ne opakovaně), bez úprav.

*Výpočet objemu* je téměř jednotný. Až na 2 případy (které nevyužívají výsledky měření pro přejímku) se užívá Huberova metoda pro stanovení objemu kulatiny bez kůry podle měření průměru bez kůry nebo v kůře (je-li snímač zařazen za odkornovačem nebo před ním).

Výsledky měření pro styk s obchodním partnerem (odběratelem nebo dodavatelem), tj. pro elektronickou přejímku suroviny, využívá poměrně hodně subjektů. Následující vyhodnocení rozděluje uživatele na dodavatele suroviny a její zpracovatele. Grafy naznačují využívání výsledků měření pro elektronickou přejímku z celkového počtu závodů (první sloupec), z objemu připravované suroviny, který projde měřicími zařízeními (druhý sloupec) a z celkového objemu pilařské suroviny, která je u nás k dispozici pro tuzemské zpracování (třetí sloupec).



a) u dodavatelů



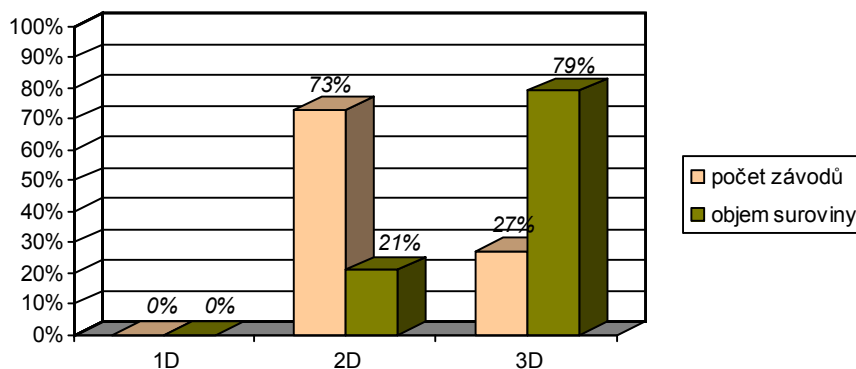
b) u zpracovatelů

Graf 1 – Využívání elektronického měření suroviny pro přejímku.

Pokud jsou závody vybaveny měřicím zařízením, využívají jej pro elektronickou přejímku suroviny přibližně ve stejné míře dodavatelé (6 závodů z devíti) i odběratelé (11 závodů ze sedmnácti). Vzhledem k obrovskému objemu výroby několika málo velkých pilařských provozů však toto množství představuje více než desetinásobek objemu suroviny, přejímané elektronickou cestou na pilařských závodech ( $3\,024\,000\text{ m}^3$ , tj. 43 %) než „předávané“ elektronickou cestou na manipulačních skladech dodavatelů ( $228\,000\text{ m}^3$ , tj. 3 %).

Využívání různých druhů snímání (1D-2D-3D) pro potřeby elektronické přejímky na skladech dodavatelů suroviny vychází jednoznačně ve prospěch 2D měření (100 %),

grafické vyhodnocení je proto bezpředmětné. Na skladech zpracovatelů je situace méně jednoznačná. Z jedenácti závodů, které využívají měření pro elektronickou přejímku (bráno jako 100 %) žádný nevyužívá 1D měření, osm (624 000 m<sup>3</sup>) využívá 2D měření a tři (2 400 000 m<sup>3</sup>) mají k dispozici 3D měření. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů měření v elektronické přejímce podle počtu závodů i objemu přejímané a zpracovávané suroviny znázorňuje následující graf.



Graf 2 – Využívání jednotlivých způsobů měření pro elektronickou přejímku suroviny u jejích zpracovatelů.

### **Přehled zahraničních metod a předpisů**

Stav byl zjišťován v zemích, se kterými máme v oblasti obchodu se dřívím významný styk (Rakousko a Německo) a u zemí s největší produkcí dříví v rámci Evropy (Švédsko a Finsko).

Je zavedeno i užíváno velké množství podrobně zpracovaných předpisů, které se však od sebe podstatně liší v rámci jednotlivých zemí i mezi nimi navzájem. Stav lze charakterizovat následujícími, pouze obecnými body:

- neexistence celostátně platných předpisů,
- nejednotnost způsobů, užívaných jednotlivými zpracovateli, (dodavatelé suroviny svoje měření v obchodním styku prakticky neuplatňují),
- velké tolerované rozdíly (až  $\pm 4$  % objemu dodávky),
- zavedený systém kontrolních institucí (cejchování zařízení), státních nebo se státní působností.

### **Kvantifikace rozdílů výsledků měření a jejich rozbor**

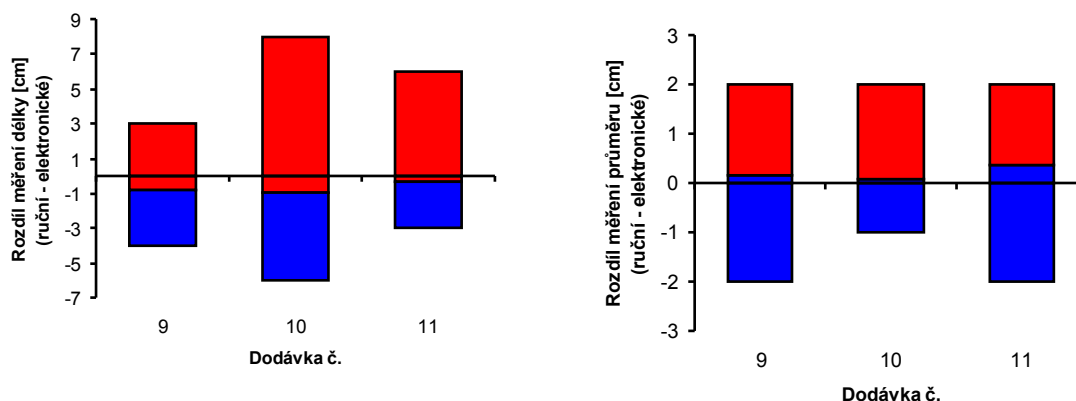
Hlavním cílem kvantifikace rozdílů je definovat rozdíly v objemu dodávané suroviny, které vznikají mezi měřeními u dodavatele a u zpracovatele. Hlavním cílem rozboru rozdílů je zjištění možnosti stanovení jednoduchého vztahu pro přepočet výsledků měření mezi dodavatelem a zpracovatelem.

Vybrané způsoby elektronického měření představují postupy, kterými se v tuzemsku přejímají největší objemy dříví. Podle výsledků šetření o užívanosti elektronických systémů pro přejímku suroviny to jsou systémy:

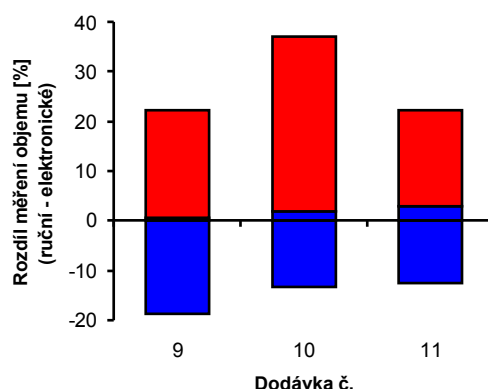
- snímání celé povrchové křivky (3D) výřezů po jejich odkornění.
- snímání dvou na sebe kolmých průměrů (2D) odkorněných výřezů. Směry snímání jsou pod úhlem  $45^\circ$  vzhledem k vodorovné rovině.

Srovnávací postup je založen na měření ručním. Měření průměru se provádí u neodkorněných výřezů kovovou kalibrovanou průměrkou na čepu, ve středu délky a na čele výřezů 2 x kolmo na sebe s přesností na jednotky mm. Odpočet kůry se provádí podle její skutečně změřené tloušťky. Délka se měří pásmem jako nejkratší vzdálenost mezi oběma čely výřezů s přesností na cm. Měření se provádí 2 x nezávisle na sobě dvěma skupinami pracovníků, druhá skupina měří průměry po potočení výřezu o  $45^\circ$ .

**Rozdíly rozměrů a objemu výřezů při snímání 2D systémem** jsou obsahem následujících grafů. Byly vyhodnoceny u třech dodávek s celkovým počtem 512 ks výřezů. Sloupce ukazují odchylky rozměrů výřezů, vyhodnocené po jednotlivých zakázkách.



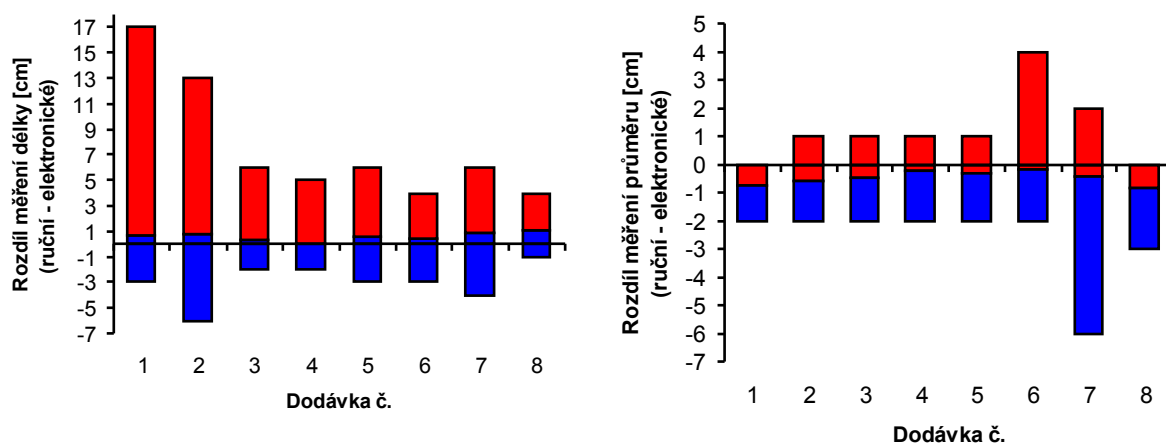
Graf 3 – Odchylky délky a průměru výřezů v cm při 2D měření



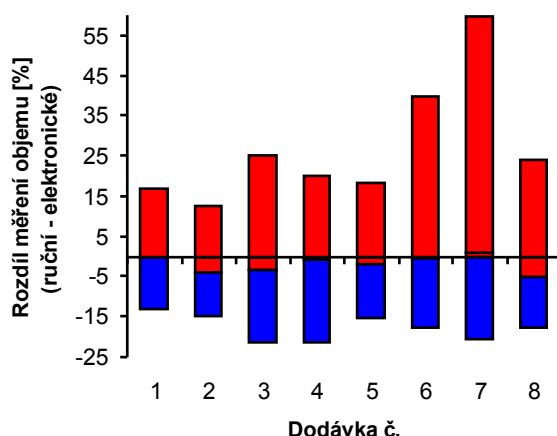
Graf 4 – Odchylky objemu výřezů  $m^3$  a v procentech při 2D měření

Délka je mírně, ale rovnoměrně podměřena, tj. výsledky elektronického měření vykazují nižší hodnoty. Průměr je elektronickým systémem naopak vykazován mírně vyšší, ale také rovnoměrně. Vzhledem ke skutečnosti, že objem se počítá ze jmenovité délky a k přeřazení kusů do nižší délkové skupiny vlivem odchylky délky došlo jen zcela výjimečně, je vliv nižších elektronicky naměřených hodnot délky na hodnotu objemu minimální. Převažuje vliv vyšších elektronicky naměřených hodnot průměru, hodnoty objemu jsou proto mírně nadhodnoceny.

**Odchyłky rozměrů a objemu výřezů při snímání 3D systémem** jsou obsahem následujících grafů. Byly vyhodnoceny u osmi dodávek s celkovým počtem 1 155 ks výřezů. Sloupce opět ukazují odchylky rozměrů výřezů, vyhodnocené po jednotlivých zakázkách.



Graf 5 – Odchyłky délky a průměru výřezů v cm při 3D měření



Graf 6 – Odchyłky objemu výřezů v m<sup>3</sup> a v procentech při 3D měření

Délka je mírně, ale rovnoměrně nadměřena, tj. výsledky elektronického měření vykazují vyšší hodnoty. Průměr je elektronickým systémem naopak vykazován nižší, ale také rovnoměrně. Vzhledem k nižšímu vlivu elektronicky naměřených hodnot délky na hodnotu objemu převažuje vliv nižších elektronicky naměřených hodnot průměru. Hodnoty objemu jsou proto mírně podhodnoceny.

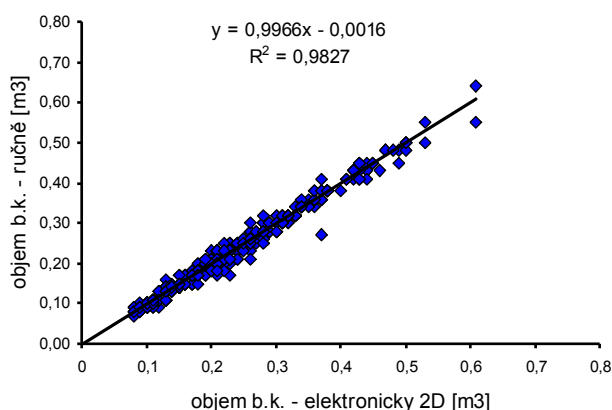
Vztah mezi objemem suroviny, vypočteným z hodnot ručního srovnávacího měření a získaným při elektronickém měření je vyhodnocován dvěma způsoby:

- z hodnot výřezů
- z hodnot dodávek.

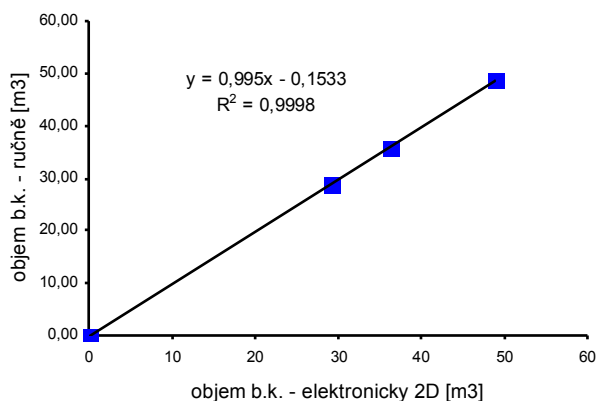
Mimo to je stanovován:

- pro systém 2D
- pro systém 3D

Grafické znázornění závislostí je náplní následujících grafů.



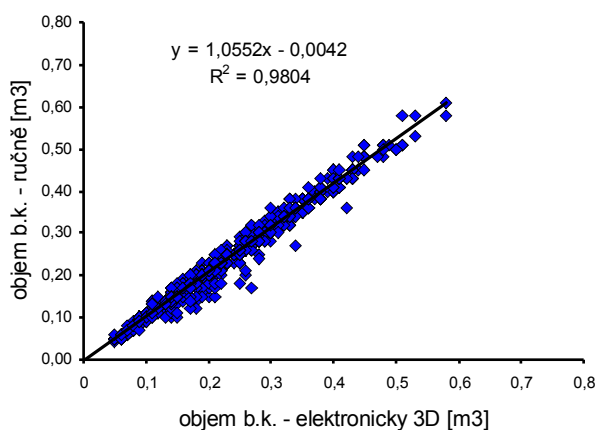
a) podle objemů výřezů



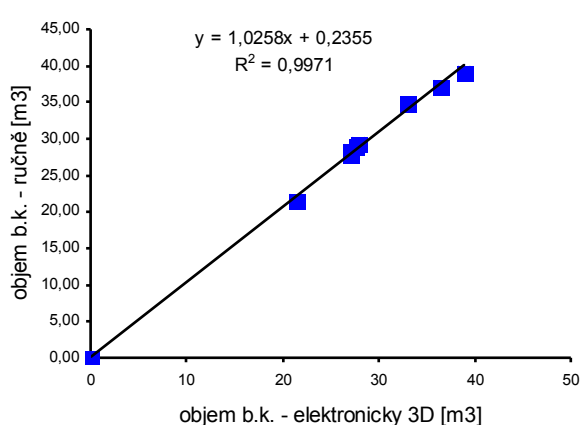
b) podle objemů dodávek

Graf 7 - Závislost mezi objemem suroviny, získaným elektronickým systémem 2D (vodorovná osa x) a stanoveným podle výsledků ručního srovnávacího měření (svislá osa y)

Závislost mezi objemem suroviny, získaným 2D systémem a stanoveným podle výsledků ručního srovnávacího měření, stanovená podle objemů výřezů a podle objemů dodávek je vzájemně ve velmi dobré shodě.



a) podle objemů výřezů



b) podle objemů dodávek

Graf 8 - Závislost mezi objemem suroviny, získaným elektronickým systémem 3D (vodorovná osa x) a stanoveným podle výsledků ručního srovnávacího měření (svislá osa y)

Závislost mezi objemem suroviny, získaným 3D systémem a vypočteným podle výsledků ručního srovnávacího měření, stanovená podle objemů výřezů a podle objemů dodávek se vzájemně mírně liší (koeficient 1,055 a 1,025 – tj. rozdíl 2,5 %).

### **Přepočtové koeficienty**

U 2D přejímky vychází podobné rovnice pro dodávky i výřezy. U 3D přejímky je mezi výsledky obou postupů citelný rozdíl (2,6 % a 5,5 %). Vzhledem ke skutečnosti, že jednotkou pro elektronickou přejímku je dodávka, nikoli výřez se při stanovení doporučeného koeficientu přikláníme k hodnotě, bližší výsledku získanému vyhodnocením podle dodávek (2,6 %). Předběžně lze doporučit následující přepočtové koeficienty:

Pro 2D měření: 0,9966

*Příklad použití:*

*Údaj protokolu elektronické přejímky zní 100 m<sup>3</sup> suroviny, ve skutečnosti (ne podle dodacího listu) lze předpokládat, že dodávky obsahuje 99,66 m<sup>3</sup> dříví.*

Pro 3D měření: 1,0360

*Příklad použití:*

*Údaj protokolu elektronické přejímky zní 100 m<sup>3</sup> suroviny, ve skutečnosti (ne podle dodacího listu) lze předpokládat, že dodávky obsahuje 103,60 m<sup>3</sup> dříví.*

### **Návrh průběhu elektronické přejímky dříví u nás**

Skutečnost, že v České republice normalizovaná nebo právně závazná pravidla pro elektronickou přejímku suroviny zatím nejsou, přináší na jedné straně mnohá nedorozumění a spory, na druhé straně nám však dává možnost vytvořit pravidla v nejvyšším možném souladu s okolními zeměmi. Totožná pravidla vytvořit nelze – v okolních zemích jsou rozdílná. Lze je však vytvořit tak, aby vyhovovala našim provozním, technologickým i obchodním podmínkám a současně nebyla v rozporu s pravidly, již přijatými v okolních zemích.

#### **Hlavní doporučené zásady:**

- *převzetí suroviny* do 3 – 5 dnů ode dne dodávky na zpracovatelský závod, není-li dohodou určeno jinak,
- *nedefinovat pro elektronickou přejímku jakákoli omezení nebo odlišnosti od stávajících pravidel*, týkajících se rozměrů nebo jakosti suroviny nebo jejího odkornění. Stanovit však větší toleranci (= nižší přesnost) sejmutých hodnot a vyhodnocených rozměrů těch kusů, které jakostní parametry nesplňují (výrazně šikmá čela, odskok, poškození povrchu apod.),



- *snímat rozměry* dříví před jakýmkoli zásahy do suroviny (vyzdravení, odstranění záseku, šikmého čela apod.). Odlišnosti od tohoto postupu musí být podloženy dohodou mezi dodavatelem a zpracovatelem kulatiny,
- *snímat průměr* nejméně ve vodorovném a svislém směru pro všechny druhy přejímané suroviny. Při snímání celé obvodové křivky vyhodnotit minimální hodnotu průměru bez ohledu na směr, ve kterém se nachází a hodnotu průměru ve směru kolmém na směr minimálního průměru,
- *přesnost výsledku měření průměru*  $\pm 2$  mm (z obchodního hlediska lze připustit  $\pm 2$  %), přičemž jednotlivé sejmuté hodnoty by se měly pohybovat v pásmu  $\pm 5$  až  $\pm 10$  mm od hodnoty skutečné,
- *přesnost výsledku měření délky*  $\pm 0,5$  až  $\pm 1$  %, nejvýše však 3 až 5 cm. Při snímání délky v příčné přepravě se povoluje odstupňování délek. Kroky odstupňování se stanovují dohodou (podle potřeby zpracovatele i dodavatelů), obvykle po 0,5 m. Přesnost snímání odstupňovaných délek ale zůstává ve výše uvedených mezích,
- *snímání vyhodnocovat* v intervalech po 5 až 10 cm,
- středový průměr získávat nejméně ze dvou měřících míst v rámci 20 cm úseku, ve kterém se střed kusu nachází. V každém měřícím místě se získají hodnoty dvou průměrů ve vzájemně na sebe kolmých směrech. Hodnota středového průměru je průměrná z průměrných hodnot měření v obou měřících místech. Je zaokrouhlена směrem dolu na celé cm (mm se neuvažují). Zaokrouhluje se aritmetická střední hodnota (případně menší hodnota) z výsledků jednotlivých měření. Jednotlivá měření jsou dána v mm,
- *délka* je nejkratší vzdálenost mezi čely kusu a je udána v celých cm,
- *nominální délka* je rovna nejbližší nižší dohodnuté délce, přiřazená k hodnotě skutečné délky, snížené o velikost dohodnutého přídavku, případně i srážky na vadu (viz dále). Udána je v celých cm. Doporučené nominální délky jsou v rozsahu 3 až 6 m s odstupňováním 0,5 nebo 1 m, doporučená hodnota přídavku jsou 2 %,
- *srážky na vady* zadává operátor linky ručním vstupem. Odpočítávají se v celých cm z hodnoty skutečné délky kusu před přiřazením nominální délky (viz předchozí bod),
- *stanovení objemu* se provádí Huberovou metodou podle středového průměru kulatiny měřeného v kůře nebo bez kůry podle vztahů, uvedených v Doporučených pravidlech. Objem suroviny se udává v  $\text{m}^3$  s přesností na 3 desetinná místa.

## **Doporučení dalšího postupu**

Cílem postupu je práce provozně zaměřit a jednotlivé oblasti řešit postupně tak, aby výsledky jejich řešení měly samostatný přínos a současně by směřovaly k návrhu pravidel pro elektronickou přejímku suroviny v České republice. Z toho vyplývají následující hlavní potřeby:

- rozšířit okruh srovnávacích měření nejen o další zpracovatele, ale hlavně dodavatele suroviny. Cílem je rozšířit oblast použitelnosti přepočtových koeficientů,
- zaměřit se je třeba především na přepočty mezi údaji v dodacích listech a výsledky elektronického měření u celých dodávek,
- vliv jednotlivých fází a matematických postupů zpracování signálu na výsledné hodnoty středového průměru a objemu výřezů,
- analyzovat způsoby odpočtu kůry, jejich odchylky a provést rozbor vlivu odpočtu kůry na výsledky stanoveného objemu výřezů bez kůry,
- analyzovat technologické, výrobní a obchodní potřeby dodavatelů a zpracovatelů dříví ve vztahu k přejímce suroviny,
- zpracovat celkové legislativní podmínky elektronické přejímky kulatiny,
- stanovit podmínky pro provoz zařízení (zkoušení, cejchování, právní, kvalifikační a technická způsobilost k těmto úkonům, organizační zajištění),
- stanovit zásady provádění kontroly zařízení,
- provést rozbor a odůvodněné úpravy navrženého postupu elektronické přejímky dříví,
- zapracovat výsledky do Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR.



*Pracoviště elektronické přejímky suroviny u jejího zpracovatele*



*Manipulační část linky manipulačně-trídící linky na skladě  
pilařského závodu (foto 1990)*



*Hledač kovů a 2D snímací systém před třidičem linky pro elektronickou přejímku a třídění výřezů (foto 2005)*



*2D měření, měřicí rám ukloněný o 45°*