

2 současně
ok. 9-10

Pomocné charakteristiky tvaru kmene jsou **sbíhavost kmene** a **štíhlostní koeficient**

Sbíhavost kmene je ukazatelem změny tloušťky pro jednotlivé různě dlouhé části kmene (výřezy). Definovány jsou poměrem

$$SB = \frac{d_1 - d_2}{h_2 - h_1} = \frac{d_1 - d_2}{L}$$

Přitom tloušťky d_1, d_2 jsou měřené ve vzdálenosti h_1 a h_2 od paty kmene respektive tlustším a tenčím konci výřezu, jehož délka je L . Udává vlastně pokles tloušťky na jednotku (1m) délky části kmene, respektive výřezu. Její rozměr je $cm.m^{-1}$.

Štíhlostní koeficient charakterizuje poměr mezi výškou h a výčetní tloušťkou $d_{1,3}$ stromu

$$\check{SK} = \frac{h(m)}{d_{1,3}(cm)}$$

Vyjádří-li se h v metrech a $d_{1,3}$ v cm má rozměr $m.cm^{-1}$

Je dobrým a často používaným ukazatelem stability stromů proti ohrožení sněhem a větrem. Čím větší je **ŠK**, tím jsou stromy méně odolné vůči uvedeným činitelům. Závisí hlavně od hustoty porostu, tj. od velikosti růstového prostoru, kterým stromy disponují. Velmi úzce souvisí s tvarem kmene a s velikostí koruny stromu.

Poznámky k výpočtu pravé a nepravé výtvarnice :

Výtvarnice pravá ($f_{0,1}$). Má srovnávací základnu v relativní výšce nejčastěji v $1/10$ h, neboli $g_{0,1}$

$$f_{0,1} = \frac{v}{g_{0,1} \cdot h}$$

Původně jí navrhuje Smalian (1837) Podle Hohenádra se dá vyjádřit též přímo pomocí **pravých tvarových řad** ($k_{0,1}$):

$$f_{0,1} = 0,2(1 + k_{0,3}^2 + k_{0,5}^2 + k_{0,7}^2 + k_{0,9}^2)$$

Velkou těsností korelace má i určení výtvarnice pravé i pomocí prostředního kvocientu $k_{0,5}$ například pomocí jednoduchého lineárního vztahu

$$f_{0,1} = 0,894k_{0,5} - 0,126$$

Tento výraz podle Prodana (1965) platí v širokém průměru pro všechny dřeviny s průběžným kmenem rostoucího v zapojeném porostu.

Pravá výtvarnice je nejen redukčním číslem, ale svojí hodnotou přímo vyjadřuje i tvar kmene (podle toho dostala i svůj název). Nezávisí od rozměru stromu. Pro praktické určení objemu stromu se nehodí, protože poloha $d_{0,1}$ by se musela zjišťovat pro každý jednotlivý strom zvlášť. Podle výšky stromu se pak může nacházet buď velmi nízko (kořenové náběhy) nebo zase velmi vysoko přím nedostupně. Avšak pro účely vědeckého výzkumu může být užitečná. Je vhodným ukazatelem tvaru kmene, obvykle se tvar s hodnotou $f_{0,1}$ nad 0,52 považuje za tvárný a pod 0,52 za netvárný.

Výtvarnice nepravá ($f_{1,3}$) vztahuje se na srovnávací kruhovou základnu $g_{1,3}$, která je 1,3 m od země.

$$f_{1,3} = \frac{v}{g_{1,3} * h}$$

Její velikost závisí nejen od tvaru kmene, ale i od výšky stromu. Stromy stejného tvaru, ale rozdílné výšky mají rozdílné hodnoty $f_{1,3}$. Proto jí Pressler (1865) nazývá „nepravou“ Pro praktické potřeby je však nejpoužívanější. Tloušťka $d_{1,3}$ je jednoznačně fixována, lehké dostupná a přímo měřitelná. Na základě rozsáhlých měření byly odvozeny průměrné $f_{1,3}$ sestavené do tabulek nebo matematických modelů. Hlavní faktory, které ji ovlivňují jsou druh dřeviny, tloušťka $d_{1,3}$, výška h , případně i věk stromu, resp. některý z tvarových kvocientů.

Empirickou rovnici uvádí Kunze, která je založena na tvarovém kvocientu k_2 a výšce stromu h a platí pro průměrnou kmenovou výtvarnici $f_{1,3}$ všech hlavních jehličnatých dřevin

$$f_{1,3} = 0,903.k_{0,5/1,3} - 0,15 + \frac{0,27}{h}$$

Velmi jednoduchý regresní tvar odvodil Kunze pro SM a BO

$$f_{1,3} = k_{0,5/1,3} - c$$

kde c je parametr závislý na výšce h jeho hodnoty se však mění jen velmi málo mění :

pro SM $c = 0,20$ pro $h = 10 - 16$ m pro BO $c = 0,18$ pro $h = 12 - 15$ m
 $c = 0,21$ pro $h = 17 - 29$ m $c = 0,19$ pro $h = 16 - 19$ m
 $c = 0,22$ pro $h = 30 - 45$ m $c = 0,20$ pro $h = 20 - 34$ m

Stanovení rozměru při stereometrickém kubírování sortimentů ležícího kmene

- měření délek
- měření tloušťek
- určování příčných průřezů

Měření délky

Délka (L) kmene nebo výřezu z kmene je nejkratší vzdálenost mezi čelem a čepem měřená po oblém povrchu kmene, u křivého kusu po délce oblouku nikoli tetivě. Délka se měří v metrech ocelovým pásmem (na vidlici, nebo samonavjícím) nebo metrovkou (laťovým měřítkem).

Nadměrek je povinné zvětšení (přídavek) délky sortimentu surového dříví, který má odběrateli vyrovnat ztrátu zapříčiněnou délkovým sesycháním nebo při příčném přeřezávání. Činí na každý 1 m délky kulatiny 1 cm maximálně však 10 cm.

Zásek se uvažuje jeli větší než 5 cm, pak se uvažuje pouze polovina jeho délky nejvíce však 5 cm.

Měření tloušťky

Pro stanovení objemu stereometrickými metodami je nutné znát vedle délky také jednu nebo více příčných průřezů. Tyto plochy se vypočítávají jako plochy kruhu, obvykle ze změřené tloušťky.

Tloušťka kmene (d) je kolmá vzdálenost dvou rovnoběžných tečen vedených v protilehlých bodech příčného průřezu kmene. V ideálních kruhových příčných řezech je tloušťka zároveň i průměrem. Tloušťka se měří v cm jako úsečka, která prochází geometrickým středem a to kolmo na podélnou osu kmene. K přímému měření tloušťek se používají průměrky.

U pokácených stromů se tloušťky surových kmenů a výřezů měří tloušťky (v kůře nebo bez kůry) kovovými průměrkami v polovině délky u tloušťky do 19 cm jednou rovnoběžně s terénem, při tloušťce větší než 19 cm se měří dvě tloušťky kolmo na sebe a vypočte se průměr. Při údajích větších nebo rovných než 0,5 cm se zaokrouhlením nahoru na celé cm

U tyčoviny (tyčky a tyče) se tloušťka měří 1 m od silného konce (v kůře)

Při kontrolních měření na skladech kulatiny a výřezů se může někdy měřit tloušťka i na čepu.

Sortimentace surového dřeva

Surové dříví - je to dřevní část stromu po jeho zmýcení bez jeho dalšího podrobného označení, nebo určení použití

Sortimenty vznikají dalším zpracováním nebo tříděním surového dřeva

Sortimenty surového dřeva podle účelu jejich dalšího využití můžeme rozdělit do těchto základních skupin :

- 1) používané zpravidla bez dalšího podélného rozřezávání
 - je to sloupovina a sloupové výřezy
 - tyčovina (tyčky a tyče)
 - důlní dříví
- 2) používané na výrobu řeziva, dých a nebo stavební účely
 - označují se jako průmyslové výřezy
- 3) používané na výrobu buničiny a dřevoviny
 - označovány jako vlákninové dřevo
- 4) používané na jiné zpracování
 - označovány jako rovnané průmyslové dřevo
- 5) používané na topení
 - označovány jako palivové dřevo

Sortimenty surového dřeva se dělí dále podle dřevin nebo jejich skupin

Dřeviny jehličnaté a listnaté a listnaté se dále dělí na tvrdé a měkké

Při manipulaci se sortimenty surového dřeva je potřeba znát jejich rozměry a množství, které je určováno jejich objemem a někdy i hmotností.

Sortimenty surového dříví se proto dají také třídít podle způsobu měření :

- **jednotlivě** – jako například surové kmeny nebo jejich tj. průmyslové výřezy
- **prostorových metrech** jako například vlákninové dřevo a nebo palivo
- **ve skupinách** jako například tyče a tyčky
- **speciálními způsoby a nebo vážením**

V lesnické praxi se určování objemu surového dřeva používá pojem **kubírování**

Kubírování kulatiny

Kulatina je společný název pro **okrouhlé sortimenty surového dříví větších délek (dlouhého dříví)**, tj, surové kmeny a průmyslové výřezy.

Pro jejich **kubírování (stanovení objemu hroubí bez kůry v m³)** a měření vstupních rozměrových veličin vznikla v dendrometrii celá řada způsobů a **kubírovacích vzorců**.

Jednoduché lesnické kubírovací vzorce .:

V současné době jsou aktuální pouze některé z nich. Umožňují určit objem kulatiny jednoduše, rychle s nižším, ale pro běžnou praxi dostatečným stupněm přesnosti. Požadují odměření **délky kmene** respektive výřezu (**L**) a malého počtu jedné, dvou, max. třech **tloušťek (d)**.

Vzorce jsou známe podle jména původních autorů .:

$$\text{Huber :} \quad v = \frac{d_{1/2}^2}{4} \cdot L = g_{1/2} \cdot L$$

$$\text{Smalian :} \quad v = \frac{d_0^2 + d_n^2}{4 \cdot 2} \cdot L = \frac{g_0 + g_n}{2} \cdot L$$

$$\text{Newton :} \quad v = \frac{d_0^2 + 4 \cdot d_{1/2}^2 + d_n^2}{4 \cdot 6} \cdot L = \frac{g_0 + 4g_{1/2} + g_n}{6} \cdot L$$

vzorce jsou odvozené na podkladě stereometrického principu za předpokladu, že skutečný tvar výřezu je nahrazen jednoduchým rotačním tělesem.

Objem určený podle uvedených vzorců se pouze více či méně přibližuje skutečnému objemu konkrétního výřezu. Vždy je třeba počítat s určitou odchylkou (chybou), jejíž velikost závisí od vlastností vzorce, ale i od přesnosti vstupních veličin (d,L, případně i tloušťky kůry)

Vzorce pro kubírování podle sekcí

Umožňují přesnější kubírování hlavně pro vědecké účely. Kubírovaný kmen se rozdělí na stejně dlouhé kratší sekce a to.:

- o stejných absolutních délkách (obvykle 1 – 2 m) nebo
- o stejných relativních délkách (1/20, 1/10, respektive 1/5 celkové délky kmene)
- Objem jednotlivých sekcí se stanoví jednoduchou Huberovou, Smalianovou nebo Newtonovou metodou a jejich součtem se získá objem celého kmene, respektive výřezu.
- Nejčastěji se používá Huberová metoda

a) **Huberova metoda pro absolutní délku sekci :**

$$v = v_1 + \dots + v_{n-1} + v_n$$

$$v = L \cdot (g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1}) + v_n$$

$$v = \frac{L}{4} \cdot (d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_{n-1}^2) + v_n$$

Ve vzorcích je L délka sekce (na př. 2m), g_i , resp. d_i kruhová základna nebo tloušťka v polovině jednotlivých sekci a v_n je objem poslední vrcholové sekce který se může určit zvlášť jako kužel ($= 1/3 g_k \cdot h$) kde g_k je základna tohoto kužele.

b) **Huberova metoda pro relativní délku sekci :**

$$v = 0,2 \cdot L \cdot (g_{0,1} + g_{0,3} + g_{0,5} + g_{0,7} + g_{0,9})$$

$$v = 0,2 \cdot L \cdot \frac{1}{4} (d_{0,1}^2 + d_{0,3}^2 + d_{0,5}^2 + d_{0,7}^2 + d_{0,9}^2)$$

Přitom L je celková délka kmene a $g_{0,i}$, resp. $d_{0,i}$ jsou kruhové základny, resp. tloušťky v středě relativních sekci. Prvá a poslední sekce se svým tvarem (neiloid, kužel) nejvíce odlišuje od válce proto se kvůli zpřesnění tyto sekce mohou rozdělit na kratší relativní úseky a jejich objemy stanovit zvlášť.

Automatizované způsoby kubírování

Díky rozvoji snímací, registrační a výpočtové techniky existují i specializovaná zařízení umožňující kontinuálně nebo v krátkých délkových úsecích automatizovaně snímat, měřit a zaznamenávat tloušťky po celé délce kmene při jeho pohybu na dopravníku (na pile) nebo kácecím a odvětvovacím ústrojí a následně vypočítat příslušné objemy.

Metody kubírování kulatiny a způsoby měření vstupních veličin používané v běžné lesnické praxi

U nás i v celé Evropě se nejčastěji používá jednoduchá Huberova metoda a metoda vycházející z tloušťky na tenčím konci výřezu

a) **Jednoduchá Huberova metoda**

Vlastní zjištění vstupních veličin není jednotné a v každém státě je upravuje příslušné technické normy.

b) **Metoda vycházející z tloušťky na tenčím konci (čepu) a z celkové délky výřezu**

Je určena pro kulatinové výřezy o stejných délkách uložených na hromadách např. na lesních skládkách, manipulačních skladech, nebo dřevozpracujícím podniku.

Určení tloušťky a objemu kůry

Obě dvě veličiny je třeba stanovit pro různé dendrometrické a hospodářské účely.

Tloušťka kůry (K) resp. dvojnásobek její radiální hodnoty ($K/2$) úzce souvisí s tloušťkou kmene (d) v příslušném místě a směru měření a je jí možno definovat vztahem

$$K = d_{sk} - d_{bk}$$

Z dendrometrického hlediska je tloušťka kůry stejně jako tloušťka stromu typická náhodná veličina s velkou proměnlivostí. V našich porostních podmínkách (Šmelko 1982) kolísá jednak na různých místech po obvodu kmene stejného stromu, ale také mezi stromy.

Samotná tloušťka kůry (K):

- závisí od druhu dřeviny, nejtenčí je u habru a buku (0,3 – 2,0 cm) , tlustší je u smrku a jedli (0,6 – 3,5cm) a nejtlustší u dubu, borovice a modřinu
- velmi výrazně ji ovlivňuje tloušťka stromu, s jejímž růstem se K zvětšuje zpravidla lineárně
- mění se také podél kmene stromu a to tak, že se stoupající výškou (měříštěm) na kmeni se sice zmenšuje, ale její relativní poměr K k tloušťce d v dané výšce postupně roste a dosáhne v horní části kmene 1,5-krát větší hodnotu než ve spodní části
- velké rozdíly vykazují při stejné dřevině a stejné tloušťce stromu i mezi regiony a to i uvnitř jednoho státu
- vliv věku a bonity je slabší, ale existuje tendence, že stromy starší, na horší bonitě (a též severní expozici) mají tloušťku kůry větší

Tloušťka kůry se samozřejmě přenáší i do objemu kmene kde platí zjednodušený vztah :

$$K_{V\%} = 2K_{D\%} = 2K_{d\%}$$

neboli relativní podíl kůry na objemu výřezu se rovná přibližně dvojnásobku podílu tloušťky kůry vzhledem k tloušťce výřezu D, resp. d, bez ohledu na délku výřezu

Potvrdilo se také , že $K_{V\%}$ s přibývajícím tloušťkou a výškou stromu klesá, při malých stromech prudčeji při velkých stromech velmi mírně. V literatuře je procento objemu kůry u stromů ze starších porostů přibližně následující :

HB 6%, BK 7%, SM 10%, JD 11%, BO 14%, DB 16%, MD 19%

V naší současné taxační praxi se na kůru z objemu těžných stromů paušálně odpočítává pro všechny jehličnaté dřeviny 10% ($100/110 = 0,90909$) a pro listnaté dřeviny 15% ($100/115 = 0,86956$) viz vyhláška č. 84/96Sb.

Metody kubírování tyčoviny

Tyčovina je sortiment dlouhého užitkového dříví, získaného většinou z probírkového materiálu, který má ve vzdálenosti 1 m od silnějšího konce tloušťku i s kůrou nejvíce 13 cm.

Tyčovina se rozděluje podle této tloušťky dále ještě na:

Tyče (hroubí) tloušťka od 7 – 13 cm a délka do 2 cm na tenším konci s kůrou

Tyčky (nehroubí) tloušťka od 3 do 6cm a délka až do vrcholu

Podle dřevin se dále třídí na **jehličnatou** a **listnatou** a podle rozměrů (tloušťky a délky) se dále rozděluje na **třídy**. Každá třída je určena svojí tloušťkou a délkou. Pokud jeden rozměr nevyhovuje je sortiment automaticky zařazen do třídy nižší

Kubírování tyčoviny se děje hromadně (po skupinách) pomocí empirických tabulek , které jsou sestaveny pro výpočet objemu 100 ks tyčí nebo tyček podle jednotlivých tříd.

Kubírování nehroubí a větví

Nehroubí je tenké dříví z větví listnatých a jehličnatých stromů o **tloušťce s kůrou do 7 cm**. Podle tloušťky se může dále ještě členit na tlustší nehroubí (od 3 – 7 cm) a tenčí (do 1 – 3 cm)

V praxi se v lesním hospodářství se objem nehroubí zpravidla určuje z **empirických tabulek** odvozených výzkumem na podkladě údajů ze zmýcených vzorníků pomocí některé z fyzikálních metod

Pro naše poměry lze údaje o objemu nehroubí (resp. objemu větví) jednotlivých druhů dřevin stanovit jako rozdíl objemu stromového a kmenového z objemových tabulek , které mají tyto jednotky odvozené. (Korsuň, Hubač-Šebík, Hubač-Čermák.)

Kubírování rovného dříví

Rovnaným dřívím rozumíme ty části stromu, které zůstanou po jeho rozřezání a ukládají se do prostorových metrů. Měrnou jednotkou pro rovné dříví je **prostorový metr (prm)**, který má rozměr 1x1x1 m.

Pro přepočítání prm na m³ se používá převodní číslo. **Převodní číslo** je bezrozměrné číslo, menší než 1, které udává objem dřevní suroviny v 1 prostorovém metru

Velikost převodního čísla závisí:

- dřevině; čím je kůra (borka) tlustší, tím je objem dřeva v prm menší
- na tloušťkách kusů kuláčků nebo kuláčů a jejich počtu v prm
- tvaru kusů – čím jsou tvarově nepravidelnější tím je převodní číslo menší
- délky kusů – čím jsou kratší tím lépe se dají urovnat
- způsobu uložení do prm- dobře uložené kusy mají větší objem
- sdružení metrů do hrání (npř. 5 m dlouhých a 2 m vysokých) sdružené mají př.č. větší

Převodní čísla se dají určit : stereometricky, xylometricky nebo speciálními pro tento účel vyvinutými postupy (Bitterlichova metoda, fotografická metoda, metoda objemové hmotnosti dřeva)

V běžné lesnické praxi se nejčastěji používají průměrné hodnoty převodních čísel pro jednotlivé druhy rovného dříví, které mají většinou celostátní platnost (Obalil 1936-1949) v ČTN.

Dendromasa stromů a její stanovení.

Dendromasa, resp. biomasa představuje celkovou biologickou produkci stromů, který podle Younga 1978 zahrnuje tyto **hlavní podzemní a nadzemní komponenty** : kořeny (členěné na tenké, střední a tlusté), pařez, kmen, větve (tlusté a tenké- nehroubí), vršek, kůra a listy, resp. jehličí.

Informace o jejím množství nabývá stále větší význam v souvislosti s potřebou stanovit komplexní produkci lesních ekosystémů a jejím efektivním využitím jako významný zdroj obnovitelné suroviny a energie.

Metodu stanovení dendromasy lze charakterizovat metodickými kroky :

- výběr a zmýcení vzorníku jako reprezentanta přesně definovaného souboru stromů
- zjištění objemu stereometricky pravidelných komponentů (kmen, větve s kůrou a bez kůry) a čerstvé hmotnosti (váhy) všech komponentů dendromasy
- odebrání vzorků z kořenů, dřeva, kůry a listové zeleně, jejich vysušení a stanovení hmotnosti sušiny
- přepočítání údajů ze vzorků na celý vzorník a vyjádření jednotlivých komponentů a celé dendromasy stromu v hmotnosti (váhových jednotkách sušiny)

Zdroje chyb a dosažitelná přesnost měření a kubírování pokácených stromů

Nejdůležitější část stromů – celý surový kmen nebo kulatinové výřezy z něj se nejčastěji kubírují **jednoduchou Huberovou metodou**, která vyjadřuje objem dřeva v m³. Vstupními veličinami jsou délka výřezu (L) a tloušťka výřezu v polovině stanovená buď bez kůry (d) a nebo s kůrou (D) zmenšená o dvojnásobnou tloušťku kůry (K). Přesnost určení objemu vyplývá v podstatě ze tří základních faktorů:

- přesnost samotného kubírovacího vzorce
- přesnost určení vstupních veličin
- vlastnosti kubírovaného dřeva

Přesnost samotného Huberova kubírovacího vzorce tzv. Teoretická se dá odvodit z rozboru morfologických křivek vyjadřujících tvar základních rotačních těles a charakterizují jej tyto chyby pro:

- válec.....0%
- kvadratický paraboloid0%
- kužel.....-25%
- neiloid.....-50%

Chyby v určení vstupních veličin – tloušťky d (m_d %) a délky L (m_L %) výřezu se přenášejí na chybu objemu v (m_v %)

$$m_v \% = \sqrt{4 \cdot m_d \%^2 + m_L \%^2}$$

Chybné stanovení tloušťky výřezu se v určení objemu odráží čtyřikrát silněji než jeho délky

Také rozdílnost plochy příčného průřezu od kruhu jak to zjednodušeně předpokládá použitý vzorec se projeví nepřesností stanovení objemu

Z dosavadního výzkumu vyplývá, že **při použití Huberovy metody** je třeba v širokém průměru počítat s následujícími chybami v určení objemu výřezů surového dřeva (Prodan 1965):

- náhodné měřické chyby $\pm 0,5\%$
- chyba z nepravidelnosti obvodu příčného průřezu..... $\pm 1,0\%$
- chyba z odchylky příčného průřezu od kruhu..... $\pm 0,2\%$
- chyba z rozdílné sbíhavosti kmene
- u výřezu ze **střední části kmene**..... $\pm 1,0\%$
- u výřezů z **odniku**..... $- 4\%$
- u výřezu z **horní (vrškové) části kmene**..... $+ 5\%$

Při kubírování většího počtu kusů surového dřeva se chyby se střídavým znaménkem navzájem vyrovnávají

Pokusy při počtu 5000 ks potvrdily velikost celkové chyby v rozpětí od $- 0,8 \%$ do $- 1,6 \%$

To znamená, že **Huberova metoda má tendenci skutečný objem dřeva kulatinových výřezů podhodnocovat v průměru o 1 až 1,5%**. Naopak při kubírování celého kmene stromu je skutečný objem nadhodnocován .

Další chyby vznikají při **zaokrouhlování naměřených hodnot tlouštěk**. Zaokrouhlování podle principu „na střed“ je teoreticky správné a v globále se výsledek ani nenadhodnocuje ani nepodhodnocuje. Při zaokrouhlování „dolu“, neboli na nejbližší dolní centimetr vzniká jednoznačně záporná chyba v určení kruhové základny (ploše příčného průřezu) a tím i v určení celého objemu výřezu. Chyba je vždy záporná a nemění se ani při velkém množství kubírovaných jedinců :

Tloušťka d (cm)	10	20	30	40	50	60	100
Chyba m_v %	-10,2	-7,6	-5,1	-3,8	-3,0	-2,5	-1,5

Závěr .: Při zaokrouhlování tlouštěk výřezů **dolu** se skutečný objem dřeva podhodnocuje průměrně o $- 6,6\%$, přitom zaokrouhlování způsobuje chybu -5% , a vlastní kubírovací metoda $-1,6\%$.

Posuzování přesnosti Huberova vzorce pomocí hodnoty pravého tvarového kvocientu

$$k_{0,5/0,1L} = \frac{d_{0,5L}}{d_{0,1L}}$$

Hodnoty tohoto kvocientu se pohybují v určitém rozpětí .:

0,760	$k_{0,5/0,1L}$	0,800
Huberův vzorec: záporná	přesný	kladná
chyba		chyba

Závěry .:

Huberův vzorec je platí všeobecně pro válec a paraboloid.

- 1) **Kmeny plnodřevné** – jsou kubírovány s kladnou chybou (vyšší)
- 2) **Kmeny spádné** – jsou kubírovány s negativní chybou (nižší)
- 3) **Čím je kmen delší** – tím je chyba objemu spíše negativní
- 4) **Se stářím se** – chyba zmenšuje
- 5) **Čím více se kubíruje najednou kmenů** – tím více se chyby vyrovnávají

Kubírovací tabulky- tabulky pro krychlení surového dříví :

Praktické uplatnění Huberova vzorce při kubírování surových kmenů a výřezů z nich jsou kubírovací tabulky. Udávají **objem kulatiny (v) v m³ bez kůry** pro délku kmene nebo výřezu (**L**) a pro středovou tloušťku (**d_{1/2L}**) buď v kůře, pak musí být sestaveny **pro každou dřevinu zvlášť** (zohledňuje se rozdílná tloušťka kůry), nebo **pro středovou tloušťku d_{1/2L} měřenou bez kůry** pak to jsou jedny **univerzální kubírovací tabulky**, a nebo vycházejí z tloušťky měřené na tenčím konci výřezu (**čepu**) a na jejím základě empiricky stanovené kubírovací tabulky

Přesnost : na 0,01 m³ a na 0,1 m³

Tabulky pro krychlení surového dříví v 0,01 m³ b.k.

délka 3 m až 20 m, tloušťka měřená v kůře 10 až 69 cm pro dřeviny SM, BO, DB, BK

Tabulky pro krychlení surového dříví v 0,1 m³ b.k. (Teplické - Šimánek / Gross)

I. Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky měřené bez kůry

- 1) A délka 5 – 25 m ; tloušťka 10 – 30 cm
B délka 5 – 25 m ; tloušťka 30 – 50 cm
- 2) A délka 5 – 13 m ; tloušťka 50 – 90 cm

II. Tabulky objemu výřezu podle čepové tloušťky měřené bez kůry

(délka 2 až 10 m, čepová tloušťka 10 až 50 cm,)

III. Tabulky podle objemu kulatiny podle středové tloušťky měřené s kůrou (0,01m³) :

- délka 5 – 25 m ; tloušťka 10 – 50 cm
 - SM, (JD)
 - BO, (MD, DG, VJ)
délka 3 – 23 m ; tloušťka 10 – 50 cm
 - BK, (JV, HB, JŘ, LP, OS, platan, švestka, hrušeň, jabloň)
 - DB, (DUB Cér, JLM, JS, AK, BŘ, Jirovec, OL, OŘ, VR)

Fyzikální způsoby stanovení objemu dříví

Způsob :

- **Xylometrický** – k stanovení objemu se využívá množství vody tělesem při jeho ponoření vytlačeném. K tomu účelu se buď používá kalibrovaná nádoba (**xylometr**) kde množství vytlačené vody na vodoznaku dává přímo objemový údaj, nebo se dá použít jakákoli nádoba (sud) vrchovatě naplněný vodou a vytlačená voda po ponoření tělesa se zachytí do odměrné nádoby a počet takto změřených litrů vody udává přímo objem v dm^3 .
- **Hydrostatický** (princip Archimedova zákona. Dřevo zvážíme ponořené do vody a na vzduchu). Rozdíl váhy tělesa zváženého na hydrostatických vahách ve vodě a následně na vzduchu se opět přepočte na objem ($1 \text{ kg} = 1 \text{ liter} = 1 \text{ dm}^3$)
- **Vážením** (základní veličinou zde je hmotnost. Údaje o váze dřeva jsou dostatečně přesné a objektivní)

Základem metody stanovení objemu dřeva vážením je **měrná hmotnost měřeného dřeva S** (nebo w) a **skutečná hmotnost dřeva (M)**

Objem se vypočítá ze vztahu :

$$v = \frac{M}{w}$$

K výpočtu se používá měrná hmotnost dřeva buď **absolutně suchého** ($w = 0 \%$) nebo **dříví přirozeně proschlého** ($w = 12-15 \%$)

Hustota je hmotnost jednotkového objemu

Udává se v jednotkách : kg/m^3 ; nebo g/cm^3 vždy závisí od vlhkosti dřeva

Hustota je podílem hmotnosti a objemu dřeva

$$w = \frac{m_w}{V_w}$$

kde

ρ_w - je hustota při určité vlhkosti (w)

m_w - hmotnost zkušebního tělesa v kg při určité vlhkosti (w)

V_w - objem zkušebního tělesa v m^3

Orientační velikost čísel redukční hustoty jednotlivých dřevin při nulové vlhkosti $w_{(0)}$ v kg/m^3
SM = 420 ; BO = 435 ; BK = 575 ; DB = 595 ; HB = 620 ; BŘ = 515 ; OS = 420

Pro potřeby výzkumu se většinou počítá s hustotou absolutně suchého dřeva (ρ_0)

V praxi nejčastěji potřebujeme znát hustotu dřeva při vlhkosti přirozené 12 % nebo 15% (ρ_{12} ; ρ_{15})

Hustota dřeva podle dřevin značně kolísá na příklad balsa $\rho_0 = 130 \text{ kg/m}^3$, naopak guajaku $\rho_0 = 1230 \text{ kg/m}^3$

.U našich dřevin je hustota v rozmezí $\rho_0 = (410 - 790 \text{ kg/m}^3)$

Určení objemu dřeva pomocí jeho hmotnosti. Základem metody je údaj o hmotnosti stanovený vážením.

Předpokladem využití této metody je známá objemová váha dřevní hmoty. Problematickým pro použití hmotnosti je kolísající obsah vlhkosti v dřevní surovině. Z těchto důvodů tato váha není konstantní, ale závisí od :

- dřeviny
- stupně vyschnutí
- části stromu, ze kterého vzorek pochází
- stanoviště
- roční době

Přednosti metody stanovení objemu vážením :

- 1) *Vážení poskytuje přesnější výsledky*
- 1) *Údaje o váze jsou zcela objektivní*
- 2) *Metoda je použitelná nezávisle na dřevině a její úpravě*

Vlhkost dřeva pokácených kmenů převážně záleží na dřevině a době kácení a další průběh úbytku relativní vlhkosti bude záležet : (jeli strom ponechán s větvemi nebo odvětvem, jeli ponechán v kůře nebo odkorněn, jeli skladován v lese delší dobu na zastíněné nebo nezastíněné skládce

Postup stanovení objemu dřeva pomocí jeho váhy může být dvojím způsobem :

- **metodou Atro** (absolut trocken), při nulové vlhkosti – absolutně suché dřevo
- **metodou Lutro** (luft trocken), při přirozené (vzdušné) vlhkosti

Příklad stanovení objemu atro systémem (při nulové vlhkosti)

- 1) Stanoví se hmotnost nákladu (např. 20 tun)
- 2) Odebere se průměrný vzorek pilin (minimálně 100 gramů)
- 3) V laboratoři se stanoví % relativní vlhkosti odebraného vzorku (40 % vlhkosti dává 60 % sušiny)
- 4) Tímto procentem stanovené sušiny se redukuje hmotnost nákladu (20 tun x 0,60 = 12 tun sušiny)
- 5) Z tabulky redukční hmotnosti dříví pro danou dřevinu například smrk ($\rho_0 = 420 \text{ kg/ m}^3$)
- 6) $V = 12 \text{ tun} : 0,42 = 28,57 \text{ m}^3$

(**ATRO SYSTÉM**, Paskov od r. 1981)

Stanovení objemu lutro systémem (při přirozené vlhkosti)

(**LUTRO SYSTÉM**, Štětí od r. 1997)

Stanovení hmotnosti SM nebo BO vlákninového dříví předchází rozsáhlé laboratorní zjišťování kolísání přirozené vlhkosti během roku (Laboratorním měřením zjištěné **kolísání přirozené vlhkosti dřeva** je vyjádřeno **indexem hmotnosti během roku**). Předpokládá se, že velké množství dřevního objemu (smrkového nebo borového vlákninového dříví) přichází do odběrného závodu z určité spádové oblasti za určitou průměrnou dobu po pokácení. Laboratorním měřením tak byla stanovena průměrná vlhkost dodávané dřevní vlákniny během roku. Za pomoci stanoveného indexu pak převedeme hmotnost dodávané dřevní vlákniny v určitém kalendářním období během roku na objemovou míru (hroubí v m^3 bez kůry)