

Zjišťování veličin charakterizujících stav a vývoj lesních porostů

Lesní porost je přirozené společenstvo stromů, které mají na celé ploše přibližně stejný charakter, který je daný:

- růstovými podmínkami (bonitou)
- dřevinným složením

Zároveň je to označení pro základní jednotku rozdělení lesa známou v naší hospodářsko úpravnické praxi jako **dílec**, a nebo **porostní skupina**.

Porost může být **stejnorodý (monokultura)** jeli tvořen pouze jednou dřevinou a nebo **různorodý (smíšený)** jeli tvořen větším počtem dřevin.

Podle věku může být porost **stejnověký** založený stromy přibližně stejného věku a nebo **nestejnověký** založený stromy různého věku.

Podle vertikálního uspořádání porostní struktury mluvíme o porostu **jednovrstevném (jednoetážovém)**, stromy jsou na ploše porostu uspořádány v jedné vrstvě (výšce) a nebo se jedná o porost **dvoj**, nebo **vícevrstevný** nad sebou (**dvojetážový**, nebo **více etážový**).

Nejvyšší stupeň různorodosti, různověkosti a více vrstevnatosti představuje pak **výběrný les** a přirozený **přírodní les** kde se na ploše jednoho porostu vyskytují všechna vývojová stadia a dimenze stromů zpravidla většího počtu dřevin v jednotlivém nebo hloučkovitém smíšení.

Každá z uvedených kategorií lesních porostů má řadu typických vlastností. Z nich nejdůležitější jsou :

- **vnitřní struktura** – dřevinná, věková, tloušťková a výšková
- **dřevinná skladba** – její množství a také dřevinné, dimenzionální, kvalitativní a sortimentační složení
- **a změny (vývoj) těchto veličin v čase**

Pro zjišťování veličin charakterizujících stav a vývoj lesních porostů je známý velký počet metodických postupů. Ucelený systém těchto metod umožňuje pak pro každý konkrétní porost zvolit nejvhodnější způsob zjišťování v závislosti od hospodářské důležitosti porostu a požadované přesnosti výsledku.

Všeobecně platí zásada, že měření má být tím přesnější čím je porost starší a hodnotově a hospodářsky významnější. U metod se s podobnou přesností se upřednostňuje ta která je ekonomicky výhodnější.

Stanovení charakteristik vnitřní struktury porostu

Obraz vnitřní struktury porostu získáme rozčleněním celého porostního souboru stromů podle zvoleného třídícího znaku.

Zastoupení dřevin, zakmenění a věk porostu

Prvé dvě veličiny spolu úzce souvisí jak je vidět z jejich dendrometrické definice, třetí informuje o tom v jakém vývojovém stadiu se porost nachází.

Zakmenění porostu

Je relativní mírou hustoty porostu. Udává stupeň využití produkčního prostoru stromy. Dendrometricky je definováno jako **poměr skutečné hodnoty porostní veličiny** (počtu stromů N_{SK} , kruhové základny G_{SK} , a nebo zásoby V_{SK}) **na 1 ha k normované hodnotě stejné porostní veličiny** (počtu stromů N_{TT} , kruhové základny G_{TT} , a nebo zásoby V_{TT}) **podle taxačních tabulek** (při daném věku a bonitě), který slouží jako **míra plného zakmenění**, neboli:

$$\rho_N = \frac{N_{SK}(ha)}{N_{TT}}, \quad \rho_G = \frac{G_{SK}(ha)}{G_{TT}}, \quad \rho_V = \frac{V_{SK}(ha)}{V_{TT}}$$

Plné zakmenění, které má hodnotu 1,0 charakterizuje takový stav porostu, kdy stromy plně využívají růstový prostor (podle modelu daných tabulek). Nižší zakmenění např. 0,8 znamená, že porost je řídký a produkční prostor využívá pouze na 80%.

V lesnické praxi se z uvedených definic používá pouze zakmenění ρ_G podle kruhové základny a nebo ρ_V podle zásoby porostu. Oba postupy poskytují velmi blízké výsledky. Zakmenění ρ_N podle počtu stromů je méně vhodné, protože nezohledňuje rozměry stromů.

Prakticky se zakmenění stanovuje dvojím způsobem :

- odhadem
- výpočtem

Odhad zakmenění

Provede se **na základě okulárního posouzení hustoty porostu podle mezer v korunách stromů**. Pokud do existujících mezer na každých 10 stromů je možno doplnit za předpokladu jejich normálního vývoje další 1, 2, ... stromy, je stupeň zakmenění přibližně 0,9, 0,8, ... atd. Jako pomůcka může sloužit vztah, který navrhl Vaník (1981):

$$Zakm = \frac{m}{m+k}$$

kde m – je počet posuzovaných stromů na stanovisku (např. 10)

k – je počet stromů, které je třeba doplnit na stav plného zakmenění

Odhad se v naší hospodářsko úpravnické praxi provede ve všech porostech. V předmýtních slouží jako podklad pro určení zásoby metodou Taxačních tabulek, v mýtních slouží na kontrolu výsledků přímého měření (porovnáním odhadnutého zakmenění s vypočítaným).

Výpočet zakmenění

Provede se pouze v těch porostech, ve kterých byl stav lesa zjištěn přímým měřením, např. průměrkováním naplno nebo některou z reprezentativních metod takže jsou k dispozici skutečné údaje o všech potřebných porostních veličinách. Ve smíšených porostech je třeba zakmenění vypočítat samostatně pro každou dřevinu a výsledky sečíst.

Výpočet lze provést dvěma postupy:

- **první postup** navazuje přímo na definici zakmenění a vychází z hektarových hodnot skutečných porostních veličin.
- **druhá varianta** vychází z celkové skutečné zásoby porostu a zakmenění se určuje jakom podíl redukované plochy (P_{red}) a celé výměry porostu (P). Pod pojmem redukováná plocha se tu rozumí ta část plochy porostu, která by byla obsazena stromy při plném zakmenění. Redukovaná holina je potom doplněk do celé výměry neboli rozdíl ($P - P_{red}$)

$$P_{red} = \frac{V_{SK}}{V_{TT}}, \quad \text{a zakmenění porostu tímto postupem } \rho_V = \frac{P_{red}}{P}$$

Výsledek obou postupů výpočtu je stejný.

Při určování a hodnocení stupně zakmenění v porostu tato hodnota velmi závisí od použitých tabulek ke kterým se jako k normě (modelu) skutečný stav porostu přirovnává.

Zastoupení dřevin

Ve smíšených porostech, založených větším počtem druhů dřevin, by se jejich zastoupení dalo vyjádřit jednoduše relativním podílem počtu stromů N_j , kruhové základny G_j , nebo zásoby V_j , jednotlivých dřevin (j) vzhledem k celkovému počtu stromů N , Kruhové základny G , nebo zásoby V , celého porostu. Přesto se však tento způsob v lesnictví neujal, protože takto získané podíly (N_j / N , G_j / G , V_j / V) jsou příliš ovlivněny rozdílnými biologickými a produkčními vlastnostmi mezi dřevinami.

Proto se všeobecně zastoupení dřevin určuje jako % podíl, kterým se dřevina (j) svojí redukovanou plochou ($P_{red,j}$) t.j. plochou odpovídající plnému zakmenění podílí na celkové redukované ploše porostu (P_{red}).

$$Zast(j) = \frac{P_{red,j}}{P_{red}} * 100$$

Stejnou hodnotu zastoupení lze stanovit i ze zakmenění jednotlivých dřevin ρ_{Gj} nebo ρ_{Vj} vztážené k zakmenění celkovému a to takto .:

$$Zast(j) = \frac{\rho_{G,j}}{\rho_G} * 100, \quad \text{resp.} \quad \frac{\rho_{V,j}}{\rho_V} * 100$$

prakticky se zastoupení určuje buď

- odhadem
- nebo výpočtem

Okulární odhad zastoupení

Používá se tehdy, když nejsou k dispozici přímo zjištěné údaje G , respektive V . podíl dřevin se určuje na více místech v porostu a stanoví se jeho průměrná hodnota. Jako pomůcka mohou sloužit odhadnuté podíly ploch korunových projekcí dřevin v celém porostu. Orientačně se dají použít i odhadnuté podíly G_j / G , nebo V_j / V . Odhad G_j / G se velmi zobektivní zrelaskopováním několika stanovisek v porostu (alespoň 1-2 na 1ha). Třeba si

však uvědomit, že plochové zastoupení dřevin se liší od takto stanovených podílů hlavně v těch porostech, které jsou složeny ze dřevin s rozdílnou produktivností a rozdílnou bonitou. Dřevina, která má ve smíšeném porostu vyšší produktivnost a lepší bonitu, má zastoupení podle G, nebo V vždy vyšší než je zastoupení plochové a naopak. Odhadovat zastoupení podle počtu stromů N_j/N je nejméně vhodné a často může dát úplně zkreslené výsledky.

Výpočet zastoupení dřevin se dá provést pouze tehdy, jestliže G, respektive V byly získány přímým měřením a pak se postupuje podle dříve uvedených vzorců.

Věk

Věk stromu

Představuje počet roků od vzniku stromu až po dobu zjišťování věku. Na stojícím stromu lze věk stanovit dvěma způsoby :

- spočítáním přeslenů
- spočítáním ročních letokruhů na odebraném vývrtnu

Spočítáním přeslenů – přichází v úvahu pouze pro smrk, jedli a borovici, které přesleny každoročně vytvářejí a to pouze v mladším věku (do 20 – 30 roků), protože později spodní přesleny odumírají a odpadávají. toto stanovení věku je velmi přesné. K počtu přeslenů od vrcholu až po zem je však nutno vždy přidat ještě počet roků (1 – 2), po kterých byl nasazen první přeslen, respektive počet let potřebných k tomu, aby strom dosáhl výšky k nespodnějšímu přeslenu.

Spočítáním ročních letokruhů na vývrtnu odebraném ze stromu ve výčetní výšce (1,3m) pomocí Presslerova nebozezu. Vývrt musí zasahovat až do dřevě stromu, na kterém se pak dá dobře přímo v lese okulárně nebo za pomoci lupy spočítat počet letokruhů v dané výšce stromu. K tomuto počtu je dále třeba přidat v závislosti od druhu dřeviny a růstových podmínek počet letokruhů, které strom potřeboval k růstu do výšky 1,3m (obvykle je to 5 – 12 roků)

Věk porostu

Je dán věkem jednotlivých stromů, které porost vytvářejí.

Věk se dá stanovit :

- převzetím
- odvozením
- spočítáním

Převzetím z už existujících dostupných pramenů – z evidence o založení porostu a nebo z lesního hospodářského plánu (LHP a LHO),

Odvozením z věku zjištěného na menším počtu stromů v porostu,

Spočítáním ročních kruhů na čerstvých pařezů po těžbě a k získanému výsledku se připočte 2 – 5 roků, které strom potřeboval než dorostl do výšky pařezu .

Přitom je potřebné dodržet tyto všeobecné zásady :

- prověřit správnost přebíraných údajů kontrolním zjištěním přímo v porostu
- počet stromů pro přímé zjišťování věku je třeba zvolit v počtu minimálně 5 – 7 pro každou dřevinu
- vlastní stanovení věku pomocí přeslenů, pařezů a vývrtů orientovat na střední kmeny porostu

Věk jednotlivých stromů není ani ve **stejnověkém porostu** jednotný, ale vždy v určité míře kolísá. z těchto důvodů se věk porostu stanoví jako průměr z příslušného věkového rozpětí jednotlivých stromů a nebo složek porostu (s výjimkou mlazin do 10 roků a rychle rostoucích dřevin) se zaokrouhluje na 5 roků. V **nestejnověkých porostech** s věkovými rozdíly většími než 20 roků se udává rozpětí věku v jednotlivých částech a průměrný věk ve formě zlomku, např. 65-90/70. Ve **smíšených porostech** je třeba věk stanovit pro každou zvlášť. (jako průměr věku dřevin vážený jejich zastoupením. Ve výběrných porostech a v přírodních lesích kde se zpravidla vyskytují stromy velmi rozdílného věku, pojem věku ztrácí praktický význam a nahrazuje se časem potřebným a nahrazuje se časem potřebným k dosažení tloušťky mytní zralosti. Při sestavování sumárních přehledů se porosty podle věku zařazují do **věkových stupňů** 1, 2, 3, ...15 (s intervalem 10 roků . 1-10, 11-20, atd.) a nebo do **věkových tříd** I, II, III, ...VII (s intervalem 20 roků: 1-20, 21-40, atd.).

Vedle věku se na charakterizování přirozených vývojových stadií porostů používají i tzv. **růstové stupně** (1 – 9): zmlazení, nárůsty, mlaziny, tyčkoviny, tyčoviny, tenké, střední, silnou kmenoviny), kterou jsou definované v 1. a 2. růstového stupně **střední výškou**, v ostatních stupních **střední tloušťkou**.

Tloušťková struktura porostu

Střední a horní tloušťka

Tloušťková struktura je nejdůležitějším znakem vnitřní struktury lesního porostu. Získá se tzv. **vyprůměrkovaním porostu a rozdělením stromů** podle jejich tloušťky $d_{1,3}$ do předem definovaných **tloušťkových stupňů** a tím vznikne tabulka tloušťkových četností. středovým hodnotám jednotlivých tloušťkových stupňů d_1, d_2, \dots, d_k jsou přiřazeny zodpovídající počty stromů n_1, n_2, \dots, n_k . jehož grafickým zobrazením je **frekvenční polygon** resp. frekvenční křivka tlouštěk. Tato křivka má zákonitý průběh typický pro jednotlivé porostní struktury. V **stejnověkých porostech** je zpravidla **jednovrcholová**, (největší počet stromů se vyskytuje v některém z prostředních tloušťkových stupňů a od něho na obě strany četnosti postupně klesají) **levostranně nesouměrná**. v **různověkých, výběrných porostech** je **jednostranně klesající** (největší počet stromů se vyskytuje v nejtenějším tloušťkovém stupni a od něho četnosti směrem k větším tloušťkám klesají)

Celé rozdělení tlouštěk lze popsat statistickými nebo dendrometrickými charakteristikami a matematickými modely.

Statistické charakteristiky tloušťkové struktury porostu

Opisuje celé rozdělení tloušťkových četností třemi číselnými charakteristikami, kterými jsou : **aritmetický**

průměr \bar{d} , **směrodatnou odchylka s_d** a **variační koeficient $s_d\%$**

Při měření lesa a dřeva se namísto aritmetického průměru tlouštěk \bar{d} , upřednostňuje dendrometricky definované charakteristiky, které tloušťky stromů neuvažují lineárně, ale váží se na jejich druhou mocninu, a nebo přímo na objem stromů. Jsou to různé druhy střední a horní tloušťky.

Střední tloušťka porostu

Tloušťka, která **reprezentuje kruhovou základnu nebo objem všech dřevin** nebo celého porostu

Střední tloušťka z kruhové základny d_g – je to tloušťka, která má průměrnou kruhovou základnu \bar{g} .

K jejímu stanovení je třeba nejprve vypočítat kruhovou základnu G celého porostu N stromů a dále stanovit její

průměrnou hodnotu $\bar{g} = \frac{G}{N}$ a k této pak d_g podle vzorce

$d_g = \sqrt{\frac{4\bar{g}}{\pi}}$ tento výpočet lze zjednodušit a to dvojitým způsobem :

$$a) d_g = \sqrt{\frac{\sum n_j \cdot d_j^2}{\sum_{j=1}^k n_j}}$$

$$b) d_g = \sqrt{\bar{d}^2 + s_d^2}$$

Střední tloušťka d_g zohledňuje tloušťky jednotlivých stromů druhou mocninu jejich hodnot a tak podchycuje nejen jejich velikost, ale jejich variabilitou. Používá se v mnohých krajinách Evropy jako základní veličina v dendrometrických tabulkách a modelech v lesnické praxi.

Střední tloušťka odpovídající objemu středního kmene d_v - je to tloušťka stromu, který má

v porostu průměrný objem \bar{V} , nebo, který reprezentuje objem všech stromů v porostu. K jeho stanovení je třeba znát celkovou zásobu V a počet stromů N :

$$\bar{V} = \frac{V}{N} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j \cdot v_j}{\sum_{j=1}^k n_j}$$

Podkladové údaje se vypočítají z počtu stromů n_j a objem v_j příslušející k jednotlivým tloušťkovým stupňům

d_j . Tloušťka d_v odpovídající vypočtenému střednímu objemu \bar{V} se odvodí z údajů v_j („objem jednotlivě“) a jejich lineární interpolací.

Weiseho střední tloušťka

Je to přibližná hodnota střední tloušťky d_g , respektive d_v .

Navržena byla německým lesníkem Weisem v roce 1888 a slouží k určení střední tloušťky porostu v případě, že ji chceme určit ještě před výpočtem zásoby a k dispozici tak jsou pouze údaje o tloušťkových četnostech stromů z průměrkování. Weiseho pravidlo zní: tloušťku d_w porostu resp. dřeviny má strom, který leží ve vzdálenosti 60% z celkového počtu stromů počítaje od nejtenčích. Pravidlo bylo dále ještě zpřesňováno podle tvaru polygonu četností.

Prakticky se d_w určí z rozdělení počtu stromů po tloušťkových stupních v průměrkovacím zápisníku jako tloušťka $d_{1,3}$ připadající na strom, který má pořadové číslo udané příslušným Weiseho procentem.

Postup výpočtu:

- Stanovení souhrnné četnosti tloušťky Weiseho odhadu (pořadového čísla)

$$N_w = N \cdot \frac{W\%}{100}$$

- Podle této součtové četnosti N_w se stanoví tloušťkový stupeň ve kterém se bude odhadovaná tloušťka d_w nacházet
- K horní hranici předchozího tloušťkového stupně se při počítání odpovídající část tloušťkového intervalu ve kterém jsou tloušťkové stupně vytvořeny (zpravidla je to interval 4 cm) a to tak že tento interval je redukován podílem kde v čitateli je rozdíl mezi úhrnným počtem četností Weiseho procenta a úhrnným počtem četností až do předchozího tloušťkového stupně a ve jmenovateli je četnost stromů v tloušťkovém stupni Weiseho procenta.

Mezi uvedenými tloušťkami platí všeobecný vztah

$$d^- \angle d_g \angle d_v \begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} d_w$$

Horní tloušťka porostu reprezentuje tloušťkovou vyspělost nejtlustších stromů v porostu. Je méně než střední tloušťka citlivá k tzv. mechanickému (počtářskému) posunu v důsledku výchovných zásahů. V praxi se prosadily dva druhy horní výšky: z relativního počtu a nebo absolutního počtu nejtlustších stromů $h_{10\%}$, $h_{20\%}$, h_{100} , h_{200} .

Vypočítat se může buď jako aritmetický průměr tlouštěk (\bar{d} , d_g , d_v) a nebo 95% -ný kvantil rozdělení tlouštěk v celém porostu kde je hodnota horní tloušťky vypočítána podobně jako Weiseho procentem.

Jednoduchý odhad tloušťky $d_{10\%}$ (Šmelko 2003) vychází z maximální tloušťky skupiny 10 – 20 stromů na různých místech v porostu a takto stanovená \bar{d}_{\max} se blíží hodnotě $d_{10\%}$.

Matematické modely tloušťkové struktury porostu

Vyjadřuje všeobecnou zákonitost rozdělení tloušťkových četností stromů v porostu v grafické, tabulkové a nebo matematické formě. Tyto modely jsou zkonstruovány na základě velkého množství měřených porostů v různých růstových podmínkách zvláště podle jednotlivých druhů dřevin a v závislosti na věku, bonitě, střední tloušťky, způsobu založení a výchovy porostu

Modely tloušťkové struktury mají praktický význam při rozčleňování počtu stromů a zásoby porostu určené vcelku (relaskopickou metodou nebo metodou taxačních nebo růstových tabulek) do tloušťkových stupňů nebo tříd. Hlavní význam má toto řešení v modelování a prognózování růstu lesa.

Výšková struktura porostu

Výšková křivka, střední a horní výška

Výšková struktura porostu je analogií tloušťkové porostní struktury. Charakterizuje vertikální výstavbu porostu. Předpokládá měření výšek h_j , které se však děje vždy pouze výběrným způsobem (nikoli celoplošně) na menším počtu stromů v porostu a dále jejich následné zpracování - rozřídění a odvození příslušných statistických a dendrometrických charakteristik.

Statistické charakteristiky a matematické modely rozdělení výšek stromů v porostu

Rozdělení výšek stromu po jejich zatřídění do výškových stupňů je u stejnověkých porostů výrazně pravostranně asymetrické. Mezi výškami a tloušťkami stromů existuje poměrně těsná korelace (s indexem korelace I_{hd} okolo 0,7), a proto je účelné výšky stromů rozřídovat (stratifikovat) podle tloušťky do tloušťkových stupňů d_j . Potvrzují to modely výškové struktury porostů, které sestavil Halaj (1978). Z těchto modelů vyplývají všeobecné poznatky.:

- se zvětšující se střední výškou (a též se zvětšujícím se věkem a zlepšující se bonitou) posouvá se poloha křivek výškových četností po ose výšek doprava, křivky se stávají více pravostranně nesouměrné, zvyšuje se jejich variační rozpětí a zmenšuje se vrcholová četnost výšek. Uvedená zákonitost je výraznější u dřevin snázející zastínění.
- Variabilita stromových výšek je 2 až 3-krát menší než variabilita tlouštěk.

Výšková křivka porostu

Vyjadřuje závislost mezi výškou h a tloušťkou $d_{1,3}$ stromů v porostu v určitém stadiu (věku) jeho vývoje, pro

každou dřevinu zvlášť, a to v grafické, tabelární nebo grafické formě podle vztahu $\hat{h} = f(d_{1,3})$

Jestliže v systému pravouhlých souřadnic vyneseme odměřené výšky nad příslušné tloušťky (tloušťkové stupně) d_j , vznikne bodové pole, které má typický průběh a dá se vyrovnat plynulou křivkou, která má tyto vlastnosti.:

- začíná v bodě 1,3 m
- stále stoupá zpočátku strměji a později pozvolněji
- a při vysokých tloušťkách se asymptoticky přibližuje maximální hodnotě výšky

Z takto stanovené výškové křivky (výškového grafikonu) se mohou určit nejpravděpodobnější (vyrovnané)

hodnoty výšky stromů \hat{h} odpovídající libovolně zvolenému $d_{1,3}$.

Vyrovnané výškové křivky se mohou vytvářet:

- graficko-počítačským vyrovnáním
- nebo matematickým vyrovnáním

Graficko-početní vyrovnání

Je jednoduché a rychlé. Z naměřených hodnot výšek v určitém tloušťkovém stupni se vypočítají aritmetické průměry \bar{h}_j a ty se vynesou do milimetrového papíru na středové hodnoty tloušťkových stupňů d_j a vyrovnají se okulárně v závislosti od $d_{1,3}$ nejlépe přilehající křivkou podle principu nejmenších čtverců a přihlíží se i na počet změřených výšek v jednotlivých tloušťkových stupních

Matematické vyrovnání je pracnější, ale objektivní a úplně jednoznačné. Spočívá v matematicko-statistickém výpočtu regresní rovnice která matematicky vyjadřuje vztah $\hat{h} = f(d_{1,3})$. Velmi důležité je zde volba vhodného typu vyrovnávací funkce, pro kterou se vypočtou její parametry buď v počítači nebo kapesním kalkulátoru. Při výpočtu je zde možno vycházet z jednotlivých naměřených hodnot.

Obojím způsobem se získá výběrová výšková křivka platná pro daný soubor stromů a může se proto více méně odlišovat od výškové křivky celého souboru (porostu).

Na matematické vyrovnání se dá použít osvědčená tzv. Michajlova funkce ve tvaru

$$\hat{h} = a \cdot e^{\frac{b}{d_{1,3}}} + 1,3$$

Střední a horní výška porostu

Střední výška

Je dendrometrickou charakteristikou výškové vyspělosti porostu (dřeviny) a udává výšku takového stromu, který má průměrnou tloušťku, kruhovou základnu a nebo objem buď souboru všech stromů, nebo pouze nejvyšších stromů v porostu. Zpravidla se pro příslušnou tloušťku v porostu určí z výškové křivky buď přímým odečtením z grafu, a nebo výpočtem z její regresní rovnice.

Mluvíme tak o střední výšce h_d , h_g , h_v , h_w , odpovídající aritmeticky průměrné tloušťce \bar{d} z průměrné kruhové základny d_g , tloušťka z průměrného objemu d_v , a tloušťka stanovená přibližně podle Weiseho pravidla d_w .

Horní výška

Odpovídá průměrné tloušťce určitého relativního, resp. absolutního počtu nejtlustších stromů v porostu $h_{10\%}$, $h_{20\%}$, h_{100} , h_{200} . Tato výška je tzv. biometricky definována.

Vedle toho existuje také tzv. biologicky definovaná horní výška h_1 , h_{1+2} . Prvá se vztahuje na soubor nadúrovňových a úrovňových stromů. mezi uvedenými středními a horními výškami platí vzájemný vztah (Šmelko 2003):

$$h_d < h_g < h_v \leq h_w < h_{10\%} \leq h_{1+2} < h_1$$

V naší hospodářsko úpravnické praxi se používá střední výška h_g , h_v , h_w a horní výška $h_{10\%}$.

Systém jednotných výškových křivek

Výšková křivka porostu (pro každou dřevinu zvlášť) má tak výrazné biologické a biometrické vlastnosti, že se dá velmi dobře zevšeobecnit a modelovat. S věkem porostu mění zákonitě svojí polohu a tvar – postupně se posouvá nahoru a současně prodlužuje směrem k větším tloušťkám a stává se plošší. V konkrétním porostu ji ovlivňují různé činitele (stanoviště, vnitřní výstavba, způsob obhospodařování a další) všechny se však dají komplexně zhodnotit dvěma porostními veličinami – střední tloušťkou a střední výškou. Na základu těchto poznatků vznikly ve světě různé grafické, tabulkové a matematické modely tzv. jednotných výškových křivek (JHK), které umožňují nahradit skutečnou výškovou křivku dřeviny modelovou výškovou křivkou. u nás sestavil grafický systém JHK v roce 1955 Halaj a to na podkladě měření 7400 porostů. Jsou uspořádány zvlášť pro každou dřevinu a v rámci ní dále ještě podle tloušťkových skupin definovaných rozpětím střední tloušťky d_g . Každá tloušťková skupina obsahuje samostatnou soustavu (10 – 25) JHK, které jsou uspořádány nad sebou a průběžně číslovány odspodu nahoru pomocí trojčísla, např. 4.14 :prvá číslice označuje tloušťkovou skupinu, druhé dvojčíslí pořadí JHK.

Pro konkrétní porost se grafickým systémem vybere ta křivka JHK, která leží nejbližší k bodu určeném souřadnicemi : odměřená střední tloušťka d_g a střední výška h_g .

Potřebný rozsah a způsob měření výšek pro konstrukci výškové křivky a pro určení střední a horní výšky porostu

Pro konstrukci výškové křivky porostu (dřeviny) se může potřebný rozsah měření stanovit podle základního

statistického vzorce $n = 4 \cdot \left(\frac{y\%}{E\%} \right)^2$ a bude záviset od variability výšek stromů v daném porostu $S_{hd}\%$,

kteřá kolísá v rozpětí od 5 až 15% a od zvolené požadované přesnosti $E\%$, která je obvykle ± 2 až 3%. Všeobecně stačí odměřit výšku a tloušťku 30 – 100 stromů nejvíce v prostředních tloušťkových stupních (5 – 7 měření) kde je soustředěno až 60% zásoby.

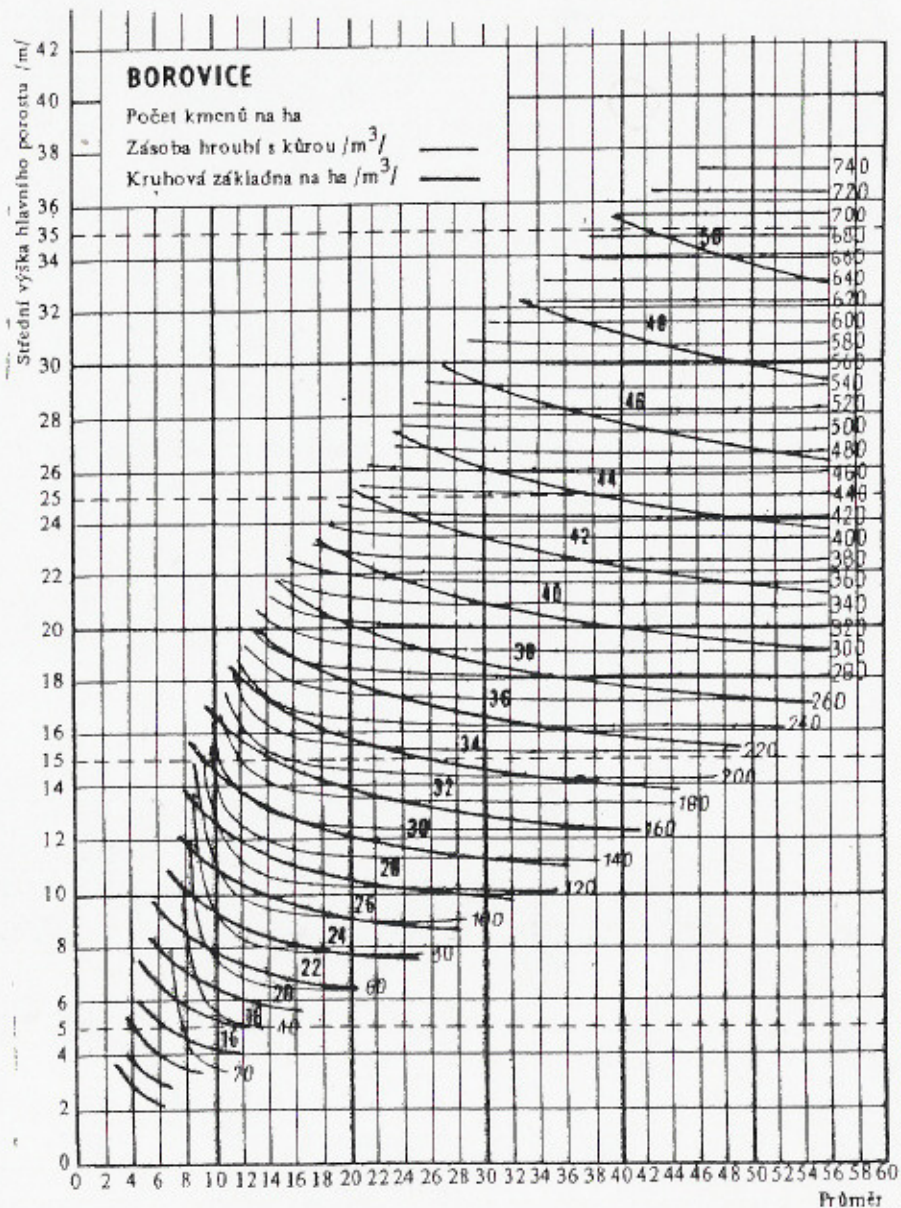
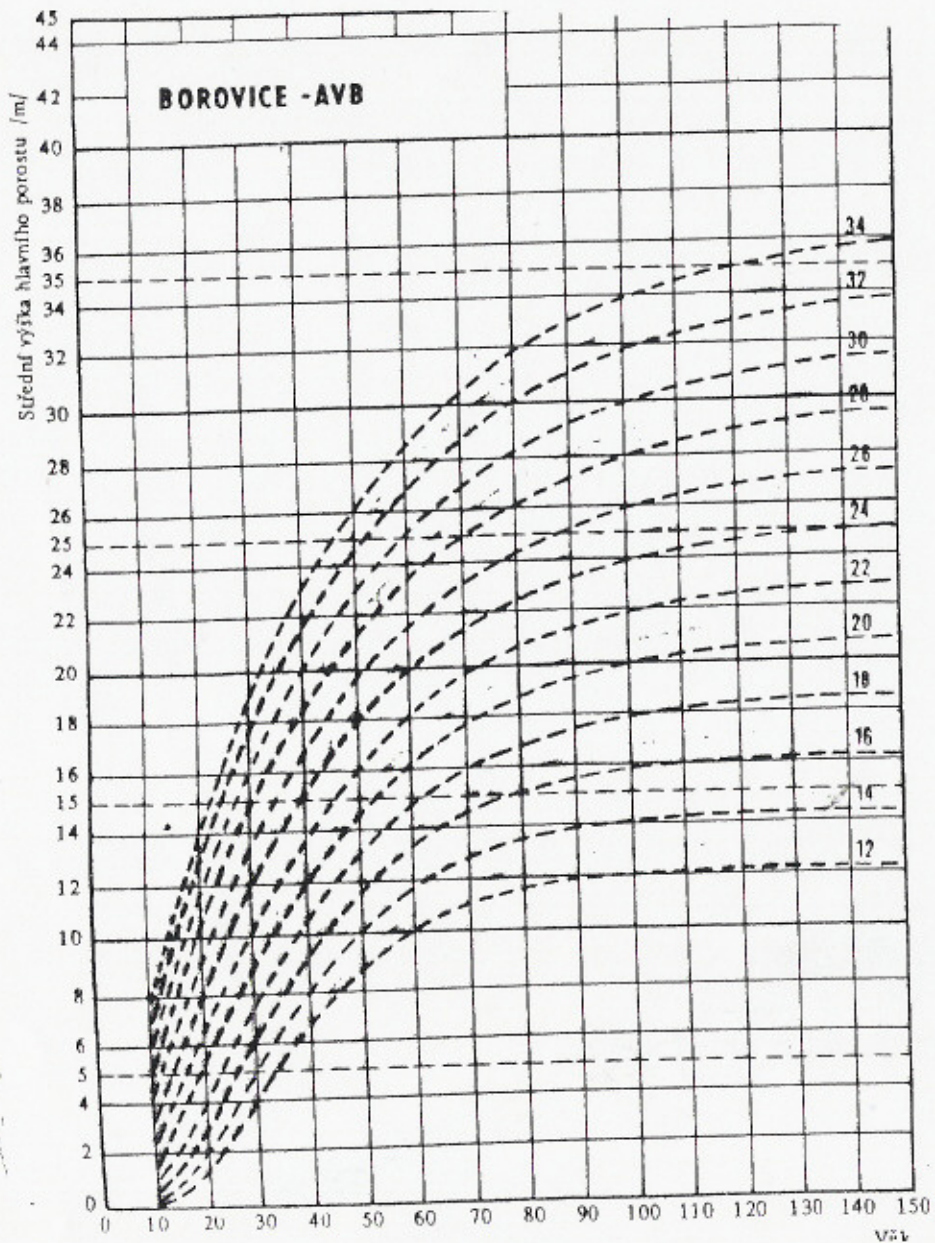
Pro určení střední výšky porostu (dřeviny) v případech kdy se nesestavuje celá výšková křivka se výšky měří pouze na stromech okolo střední tloušťky d_g v rozmezí ± 1 až 3 cm pro každou dřevinu v počtu 10 – 25. přitom střední kmen se identifikuje některým z dřívě uvedených způsobů.

Při určování horní výšky porostu (dřeviny) není-li známá celá výšková křivka je možné použít celkem tři způsoby (Šmelko 2003) :

- **odměřit výšku 10 - 15 horních kmenů, které mají tloušť ku d (určenou součtem četností jako 95% - ní kvantil) nebo jednoduše těch stromů, které v různých místech porostu nejtlustší,**
- **přidat k stanovené střední výšce h_s přírážku, která podle Halaje a Řeháka (1979) činí v závislosti od h_s (10 – 40 m) tyto průměrné hodnoty :**
SM 3,4 – 2,8 m; JD 3,4 – 2,6 m; BK 2,8 – 2,0 m; DB 1,9 – 2,0 m
- **odečíst resp. vypočítat horní výšku $h_{10\%}$, z příslušné modelové JHK pro hodnotu horní tloušťky $d_{10\%}$.**

Stromy k měření výšek je třeba vybírat vždy po celé ploše porostu, aby co nejlépe reprezentovaly skutečnou proměnlivost. neměří se netypické výšky v okrajích porostů a stromy s vrcholovými zlomy.

9
12.1.18



Bo

Měření
 Těžiště
 Tabulek
 11a/19/18
 Pr. 9

Tabuľka 4.01 Rozdelenie počtu stromov (n_j), kruhovej zakatane (g_j) a objemu stromov (v_j) po hrúbkových stupňoch (d_j) ako podklad pre výpočet jeho základných štatistických a dendrometrických charakteristík (výsledky celoplošného merania hrúbok v poraste 12a)

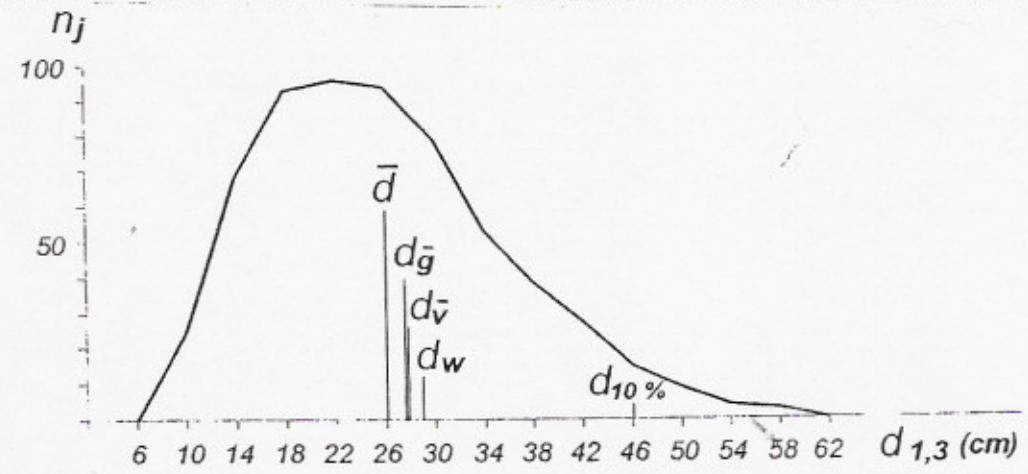
Pp: 10

Trouštkové charakteristiky

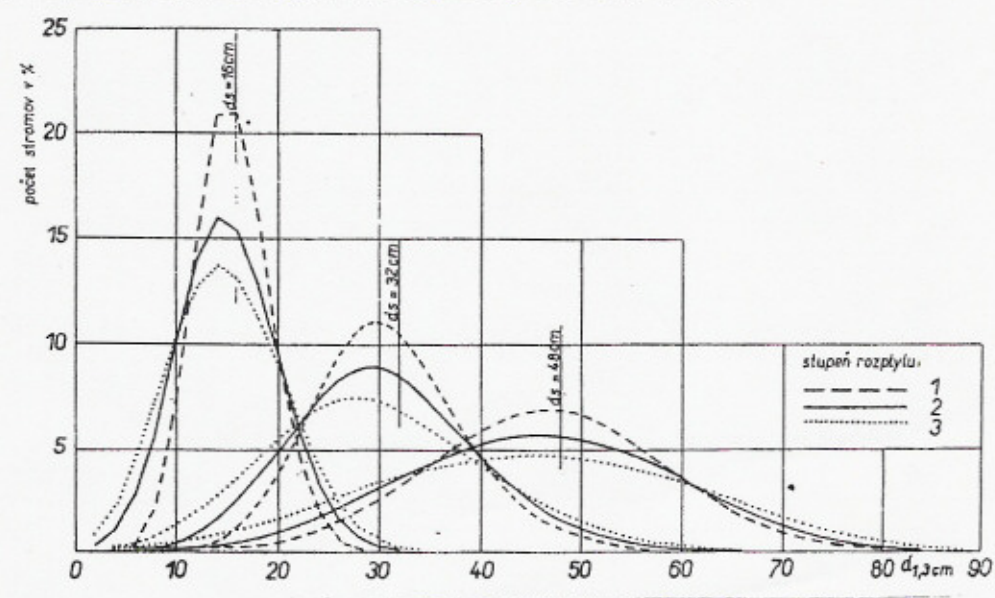
z porastu

| d_j cm | n_j | $n_j \cdot d_j$ | $n_j \cdot d_j^2$ | Súčty n_j | g_j m^2 | $n_j \cdot g_j$ m^3 | v_j m^3 (JOK 414) | $n_j \cdot v_j$ m^3 |
|-------------|-------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 25 | 250 | 2 500 | 25 | 0,008 | 0,200 | 0,04 | 1,00 |
| 14 | 68 | 952 | 13 328 | 93 | 0,015 | 1,020 | 0,11 | 7,48 |
| 18 | 93 | 1674 | 30 132 | 186 | 0,025 | 2,325 | 0,21 | 19,53 |
| 22 | 96 | 2112 | 46 464 | 282 | 0,038 | 3,648 | 0,36 | 34,56 |
| 26 | 94 | 2444 | 63 544 | 376 | 0,053 | 4,982 | 0,53 | 49,82 |
| 30 | 79 | 2370 | 71 100 | 455 | 0,071 | 5,609 | 0,75 | 59,25 |
| 34 | 53 | 1802 | 61 268 | 508 | 0,091 | 4,823 | 0,99 | 52,47 |
| 38 | 39 | 1482 | 56 316 | 547 | 0,113 | 4,407 | 1,26 | 49,14 |
| 42 | 28 | 1176 | 49 392 | 575 | 0,139 | 3,892 | 1,56 | 43,68 |
| 46 | 15 | 690 | 31 740 | 590 | 0,166 | 2,490 | 1,87 | 28,05 |
| 50 | 9 | 450 | 22 500 | | 0,196 | 1,764 | 2,20 | 19,80 |
| 54 | 4 | 216 | 11 664 | | 0,229 | 0,916 | 2,54 | 10,16 |
| 58 | 3 | 174 | 10 092 | | 0,264 | 0,792 | 2,90 | 8,70 |
| ? | 606 | 15792 | 470 040 | | | 36,868 | | 383,64 |

$$\bar{d} = \frac{15792}{606} = 26,06 \text{ cm}; \quad s_d = \sqrt{\frac{470040 - 26,06 \cdot 15792}{606 - 1}} = \pm 9,83 \text{ cm}; \quad s_{d\%} = \frac{9,83}{26,06} \cdot 100 = 37,7 \%$$



Obr. 4.01 Frekvenčný polygón hrúbok stromov v poraste z tab. 4.01 a poloha rôznych druhov strednej a hornej hrúbky



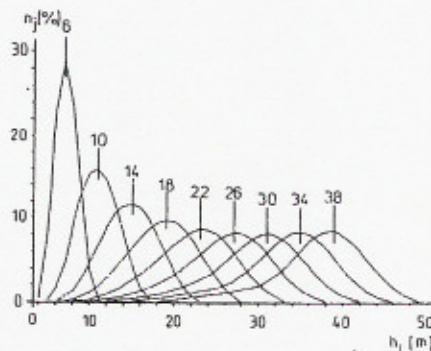
Obr. 4.02 Model rozdelenia hrúbok stromov po hrúbkových stupňoch v závislosti od strednej hrúbky d_s a stupňa rozrôznenia hrúbok 1,2,3 pre smrekové porasty na Slovensku (HALAJ 1957)

Tabuľka 4.03 Odmerané výšky stromov h_i v poraste 12a (dreovina smrek) a ich ďalšie spracovanie

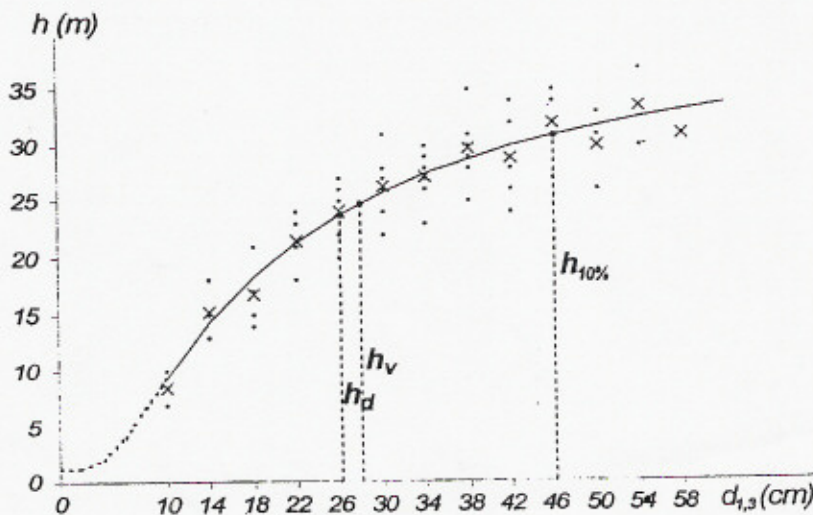
Stavovými výškovými charakteristikami porastu.

| d_j (cm) | h_i (m) | \bar{h} (m) | \hat{h}_j (m) | | | Diferencie \hat{h}_j | |
|-------------------------------------|------------------------|------------------|-----------------|------|------|------------------------|-------------|
| | | | a | b | c | (a-b) | (c-b) |
| 10 | 7, 10 | 8,5 | 10,0 | 9,4 | 12,0 | +0,6 | +2,0 |
| 14 | 15, 13, 18 | 15,3 | 14,1 | 14,3 | 15,2 | -0,2 | +1,1 |
| 18 | 21, 14, 15, 17 | 16,8 | 17,8 | 18,2 | 19,2 | -0,4 | +1,4 |
| 22 | 18, 24, 21, 23 | 21,5 | 21,1 | 21,3 | 21,9 | -0,2 | +0,8 |
| 26 | 22, 20, 26, 25, 27 | 24,0 | 24,0 | 23,7 | 24,1 | +0,3 | +0,1 |
| 30 | 26, 31, 22, 27, 25, 24 | 26,3 | 26,3 | 25,7 | 25,8 | +0,6 | -0,5 |
| 34 | 30, 27, 23, 26, 29, 28 | 27,2 | 27,8 | 27,4 | 27,2 | +0,4 | -0,6 |
| 38 | 25, 29, 28, 35, 31, 30 | 29,7 | 29,0 | 28,7 | 28,1 | +0,1 | -0,9 |
| 42 | 28, 26, 32, 34, 24 | 28,8 | 30,0 | 29,9 | 28,7 | -0,1 | -1,3 |
| 46 | 35, 27, 32, 34 | 32,0 | 30,9 | 30,9 | 29,2 | 0,0 | -1,7 |
| 50 | 33, 26, 31 | 30,0 | 31,6 | 31,7 | 29,4 | -0,1 | -2,2 |
| 54 | 37, 30 | 33,5 | 32,0 | 32,5 | 29,6 | -0,5 | -2,4 |
| 58 | 31 | 31,0 | 32,4 | 33,2 | 29,7 | -0,8 | -2,7 |
| n = 51 | | | $\bar{e} =$ | | | -0,01 m | -0,5 m |
| $\bar{h} = 25,3$ m, $s_h = 6,68$ m, | | | $s_e =$ | | | $\pm 0,42$ m | $\pm 1,5$ m |
| $s_h \% = 26,3$ % | | | | | | | |

Poznámka: \hat{h}_j vyrovnané výšky a - graficky, b - analyticky, c - podľa modelu JVK



Obr. 4.03 Model rozdelenia početností stromov n_j v 1 m výškových stupňoch h_j pre drevinu buk v závislosti od strednej výšky porastu (6, 10 38 m), podľa HALAMA (1978)



Obr. 4.04 Výšková krivka porastu vyrovnaná Michajlovou funkciou a poloha rôznych druhov strednej (h_D , h_V) a hornej ($h_{10\%}$) výšky. Príklad pre porast 12a, údaje v tab. 4.03

| d _{1,3} v cm | Dreviny | | | | | | | | | | | | | | | | n _f | bk | | n _r | | |
|--------------------------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|-----|-----|----------------|-----|----|
| | sm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 5 | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 8 | II | | 2 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | III | | 3 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 6 | III | I | 6 |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 4 | III | III | 9 |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 9 | III | II | 11 |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 3 | III | II | 12 |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 9 | III | II | 12 |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 8 | III | II | 10 |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 5 | III | | 5 |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | III | | | 3 |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | II | | | 2 |
| 58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | III | | | 3 |
| 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Spolu: | | | | | | | | | | | | | | | | | | 606 | | | | 83 |

Př. 12
 Výpočet parametru
 zásoby metodou
 - objemových
 tabulek
 - tabulek
 JOK a JOK

| Dreviny | | | | | | | | | |
|------------------|-------|----|----|--|------------------|-------|----|--|--|
| sm | | | | | bk | | | | |
| d _{1,3} | výšky | | | | d _{1,3} | výšky | | | |
| 25 | 20 | | | | 36 | 22 | | | |
| 26 | 23 | 24 | | | 37 | 24 | | | |
| 27 | 25 | 23 | 22 | | 38 | 25 | | | |
| 29 | 25 | 27 | 25 | | 39 | 23 | 26 | | |
| 29 | 19 | 27 | 25 | | 40 | 24 | | | |
| 30 | 30 | 26 | | | 41 | 27 | | | |
| 31 | 27 | 28 | | | 42 | | | | |

Obr. 4.06 Priemerkovací zápisník. Výsledky celoplošného priemerkovania a merania výšok pre stredný kmeň v poraste 12 a

Tabuľka 4.05 Výpočet zásoby pre drevinu smrek v poraste 12a metódou objemových tabuliek a metódou JOK, vzájomné porovnanie výsledkov

| a) Metóda objemových tabuliek | | | | | b) Metóda JOK | | | | Diferencie e % | | |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--|------------------------------|------------------------------------|-------|
| Hrúbka d _j (cm) | Počet stromov n _j | Výška h _j (m) | Objem (m ³) | | Hrúbka d _j (cm) | Počet stromov n _j | Objem (m ³) | | z objemu hrúbk. stupňa | z celkového objemu dreveniny | |
| | | | jedn. v _j | celkom n _j ·v _j | | | jedn. v _j | celkom n _j ·v _j | | | |
| 10 | 25 | 9 | 0,03 | 0,8 | 10 | 25 | 0,04 | 1,0 | +25,0 | +0,1 | |
| 14 | 68 | 14 | 0,09 | 6,1 | 14 | 68 | 0,11 | 7,5 | +22,9 | +0,4 | |
| 18 | 93 | 18 | 0,20 | 18,6 | 18 | 93 | 0,21 | 19,5 | +4,8 | +0,2 | |
| 22 | 96 | 21 | 0,34 | 32,6 | 22 | 96 | 0,36 | 34,6 | +6,1 | +0,5 | |
| 26 | 94 | 24 | 0,53 | 49,8 | 26 | 94 | 0,53 | 49,8 | 0,0 | 0,0 | |
| 30 | 79 | 26 | 0,76 | 60,0 | 30 | 79 | 0,75 | 59,2 | -1,3 | -0,2 | |
| 34 | 53 | 27 | 0,99 | 52,5 | 34 | 53 | 0,99 | 52,5 | 0,0 | 0,0 | |
| 38 | 39 | 29 | 1,32 | 51,5 | 38 | 39 | 1,26 | 49,1 | -4,7 | -0,6 | |
| 42 | 28 | 30 | 1,64 | 45,9 | 42 | 28 | 1,56 | 43,7 | -4,8 | -0,6 | |
| 46 | 15 | 31 | 2,01 | 30,1 | 46 | 15 | 1,87 | 28,1 | -6,6 | -0,5 | |
| 50 | 9 | 32 | 2,42 | 21,8 | 50 | 9 | 2,20 | 19,8 | -9,2 | -0,5 | |
| 54 | 4 | 32 | 2,79 | 11,2 | 54 | 4 | 2,54 | 10,2 | -8,9 | -0,3 | |
| 58 | 3 | 33 | 3,29 | 9,9 | 58 | 3 | 2,90 | 8,7 | -12,1 | -0,3 | |
| Spolu: | 606 | | | 390,8 | Spolu: | 606 | | 383,7 | | | |
| | | | | Diferencia (b - a) = -7,1 m ³ (= -1,8 %) | | | | | m, % = | ±11,5 | ±0,40 |