

Speciální metody dendrometrie

Úvod - Přechod od klasické dendrometrie ke speciálním metodám

Zdeněk Adamec



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Cíl předmětu

- seznámení s moderními přístroji a technologiemi využívanými v současné dendrometrii
- osvojení si prací při zjišťování zásob stromů, porostů a vytěženého dříví moderními metodami
- schopnost zhodnocení zdravotního stavu stromu pomocí nedestruktivních metod

Forma výuky

- seznámení se s metodou či technologií na učebně
- praktická ukázka v terénu + samostatné vyzkoušení a osvojení si práce

„Klasická dendrometrie“

využívaná v současné lesnické praxi

- zjišťování objemu jednotlivých stromů
- zjišťování zásoby porostu
- zjišťování objemu vytěženého dříví
- výpočet přírůstu stromů a porostů
- určování parametrů zkusných ploch pro reprezentativní metody...

Zjišťování objemu jednotlivých stromů

Metoda objemových tabulek

- nejčastěji dvouargumentové tabulky (výška, tloušťka ve výčetní výšce)
- méně přesné pro jednotlivé stromy a solitéry, s větším množstvím stromů se zvyšuje přesnost
- využita i v růstových modelech

Zjišťování objemu jednotlivých stromů



LESPROJEKT,
ZÁVODY PRO ÚPRAVU LESNÍHO HOSPODÁŘENÍ, NÁRODNÍ PODNIK,
V BRANDÝSE N. L.

Borovice *4/3 PINUS*
Hmota hroubí pro stáří 41—80

průměr 1,3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	průměr 1,3	kruhové plochy
10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05															10	0,0079
12	,03	,03	,04	,04	,04	,05	,05	,06	,06	,07	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10														12	0,0113
14	,04	,05	,06	,06	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,11	,11	,12	,12	,13	,13	,13													14	0,0154
16	,05	,06	,07	,08	,09	,10	,10	,11	,12	,13	,13	,14	,15	,16	,16	,17	,18	,19	,20												16	0,0201
18	,07	,08	,09	,10	,11	,12	,13	,14	,15	,16	,18	,19	,20	,21	,22	,23	,24	,25	,26	,27											18	0,0254
20	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,33	0,35										20	0,0314
22	,10	,12	,13	,15	,17	,18	,20	,22	,23	,25	,27	,28	,30	,31	,33	,35	,36	,38	,39	,41	,43	,44									22	0,0380
24	,12	,14	,16	,18	,20	,22	,24	,26	,28	,30	,32	,34	,36	,38	,40	,42	,43	,45	,47	,49	,51	,53	,55								24	0,0452
26		,16	,19	,21	,23	,26	,28	,30	,33	,35	,37	,40	,42	,44	,46	,48	,50	,53	,55	,57	,59	,61	,64	,66							26	0,0531
28			,22	,24	,27	,30	,32	,35	,38	,41	,43	,46	,48	,51	,54	,56	,59	,61	,64	,67	,69	,72	,74	,77	,80						28	0,0616
30				0,28	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95					30	0,0707
32					,35	,39	,42	,46	,50	,53	,57	,60	,64	,67	,71	,74	,78	,81	,84	,88	,91	,95	,98	1,02	1,05	1,09	1,13				32	0,0804
34						,44	,48	,52	,56	,60	,64	,68	,72	,76	,80	,84	,88	,92	,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32			34	0,0908
36						,49	,54	,58	,63	,67	,72	,76	,81	,85	,89	,94	,98	1,03	1,07	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29	1,34	1,38	1,43	1,48	1,52		36	0,1018
38						,60	,65	,70	,75	,80	,85	,90	,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,19	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49	1,54	1,58	1,64	1,69	1,74	38	0,1134	
40							0,72	0,77	0,83	0,89	0,94	0,99	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,32	1,38	1,43	1,48	1,54	1,59	1,65	1,70	1,76	1,81	1,86	1,92	40	0,1257	
42								,85	,91	,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,28	1,34	1,41	1,46	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76	1,82	1,88	1,94	2,00	2,06	2,12	42	0,1385	
44									1,00	1,06	1,13	1,20	1,27	1,33	1,40	1,47	1,53	1,60	1,67	1,73	1,80	1,87	1,93	2,00	2,07	2,13	2,20	2,26	2,33	44	0,1521	
46										1,16	1,24	1,31	1,38	1,46	1,53	1,60	1,67	1,75	1,82	1,89	1,97	2,04	2,10	2,18	2,26	2,33	2,40	2,48	2,55	46	0,1662	
48										1,27	1,35	1,43	1,51	1,59	1,67	1,75	1,83	1,90	1,98	2,06	2,14	2,22	2,29	2,38	2,46	2,54	2,62	2,70	2,78	48	0,1810	
50										1,38	1,46	1,55	1,64	1,72	1,81	1,89	1,98	2,07	2,15	2,24	2,32	2,41	2,50	2,58	2,67	2,76	2,84	2,93	3,02	50	0,1963	
výšvarnicová výška											7,03 7,47 7,91 8,35 8,79 9,23 9,67 10,11 10,55 10,99 11,43 11,87 12,31 12,75 13,19 13,36 14,07 14,51 14,95 15,38																					
výšv. výš. $\times \frac{\pi}{4}$											5,52 5,87 6,21 6,56 6,90 7,25 7,59 7,94 8,29 8,63 8,98 9,32 9,67 10,01 10,36 10,70 11,05 11,40 11,74 12,08																					

V plm. hr. s k. na pni podle hmotových tabulek Schwappachových (pro oblast Jižního Německa), vydání z r. 1890

Zdroj: Lesprojekt, 1952.

Zjišťování objemu jednotlivých stromů

Metoda morfologické křivky kmene

- změření tloušťky v různých výškách kmene po pravidelných sekcích
- využití např. Huberova vzorce na určení objemu jednotlivých sekcí
- na měření tloušťek v nedostupných výškách lze použít telerelaskop, analýzu obrazu nebo laserovou průměrku

Zjišťování objemu jednotlivých stromů

Denzinův vzorec

- přesně platí pro $hf_{1,3} = 12,74$ m, tedy pro stromy asi 25 m vysoké (pro stromy větší se na každý metr výšky přičítají 3 % objemu, pro stromy menší se na každý metr 3% odečítají)

$$v(\text{m}^3) = \frac{d_{1,3}^2(\text{cm})}{1000}$$

Zjišťování objemu jednotlivých stromů

Metoda Presslerovy úměrné výšky

$$v = \frac{2}{3} * g_{1,3} * (h_1 + \frac{m}{2})$$

$g_{1,3}$ – kruhová výčetní základna

h_1 – Presslerova úměrná výška (výška od úřezové plochy pařezu po úměrný bod - $d_{1,3/2}$)

m – vzdálenost úřezové plochy pařezu a kruhové výčetní plochy

pokud ze vzorce odstraníme $g_{1,3}$ dostaneme vzorec na odhad výtvarnicové výšky

Zjišťování objemu jednotlivých stromů

Metoda výtvarnicové výšky

$$v = \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 \cdot h \cdot f_{1,3}$$

- je možné použít hodnotu výtvarnice z tabulek nebo si ji vypočítat – přesnější ale náročnější
- nejčastěji se v praxi používá nepravá výtvarnice ($f_{1,3}$), ale lze použít i jinou

Zjišťování zásoby porostu

Metoda objemových tabulek – průměrkování naplno

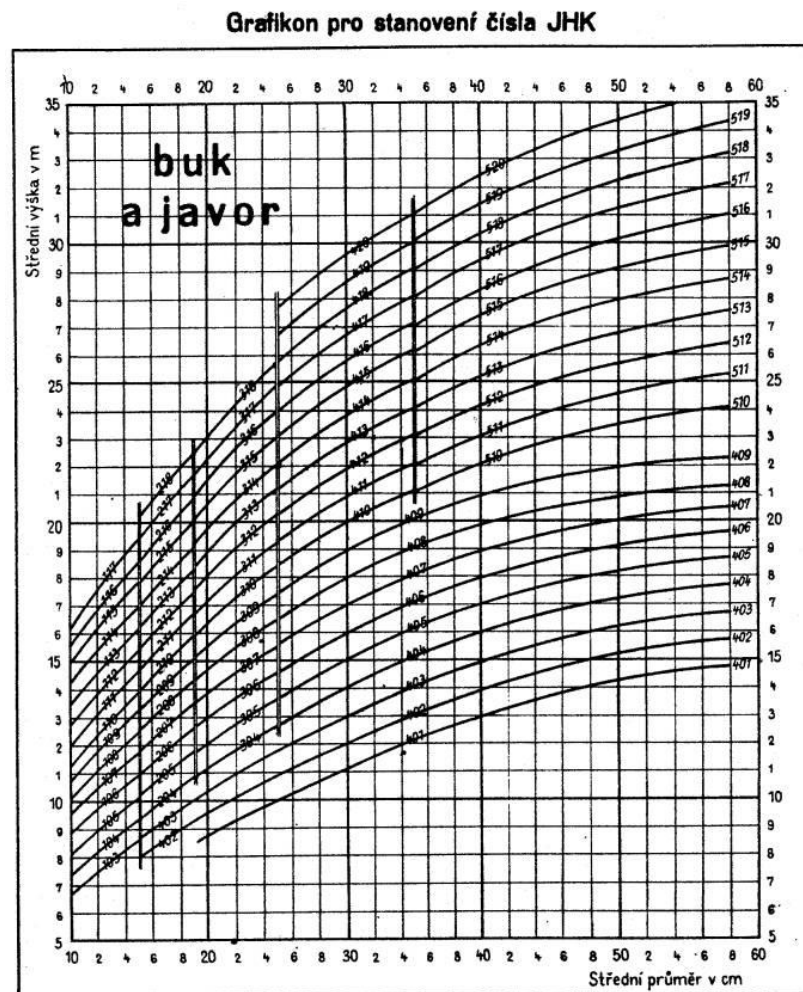
- změření tloušťek všech stromů
- změření několika výšek pro každý tloušťkový stupeň
- vytvoření modelu výškové křivky
- výpočet objemu pro jednotlivé tloušťkové stupně a celý porost
- velmi pracné, ale nejvyšší přesnost (5%)

Zjišťování zásoby porostu

Metoda jednotných objemových křivek – JOK

- podobná metodě Průměrkování naplno, ale měří se menší počet výšek
- určení Weisseho kmene a čísla JOK
- výpočet objemu jednotlivých stromů a celého porostu
- často používaná v kombinaci se zkusnými plochami – menší časová náročnost, ale vysoká přesnost (5 – 10%)

Zjišťování zásoby porostu



Podle tabulek jednotných hmotových křivek Dr. Inž. Halaje z r. 1952

Pro úřední potřebu.

Zdroj: ÚHÚL, 1959.

Zjišťování zásoby porostu

řivky																			Průměr cm	Typ dř. řivky	Kruhové plochy
08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	3.04	3.05	3.06	3.07	3.08	3.09	3.10	3.11	10	-	0,0079
09	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	14	1	0,0154
10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	18	-	0,0254
11	0.19	0.19	0.20	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	22	2	0,0380
12	0.32	0.34	0.35	0.36	0.38	0.40	0.42	0.43	0.45	0.47	0.22	0.23	0.25	0.26	0.28	0.30	0.31	0.33	26	-	0,0531
13	0.47	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59	0.61	0.63	0.66	0.69	0.33	0.35	0.38	0.40	0.43	0.45	0.48	0.51	30	-	0,0707
14	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.82	0.85	0.88	0.91	0.95	0.47	0.50	0.54	0.57	0.61	0.65	0.68	0.72	34	-	0,0908
15	0.88	0.92	0.95	1.00	1.04	1.09	1.13	1.17	1.22	1.26	0.64	0.69	0.73	0.77	0.82	0.87	0.92	0.96	38	3	0,1134
16	1.11	1.16	1.21	1.27	1.33	1.38	1.43	1.50	1.56	1.62	0.85	0.91	0.97	1.01	1.07	1.13	1.19	1.25	42	-	0,1385
17	1.38	1.44	1.50	1.57	1.65	1.72	1.78	1.85	1.92	2.00	1.08	1.14	1.21	1.28	1.35	1.42	1.48	1.55	46	-	0,1662
18	1.66	1.74	1.82	1.90	1.98	2.07	2.15	2.25	2.34	2.44	1.32	1.40	1.48	1.56	1.64	1.72	1.81	1.89	50	-	0,1963
19	1.98	2.07	2.16	2.25	2.36	2.46	2.56	2.66	2.78	2.91	1.58	1.68	1.78	1.87	1.97	2.06	2.15	2.25	54	-	0,2290
20	2.33	2.43	2.54	2.65	2.77	2.90	3.01	3.14	3.28	3.41	1.86	1.97	2.08	2.19	2.30	2.43	2.53	2.65	58	-	0,2642
21	2.71	2.82	2.95	3.08	3.23	3.37	3.50	3.65	3.81	3.98	2.18	2.31	2.42	2.55	2.70	2.82	2.94	3.08	62	4	0,3019
22	3.13	3.26	3.40	3.55	3.72	3.88	4.03	4.21	4.38	4.60	2.49	2.65	2.78	2.95	3.11	3.26	3.38	3.55	66	-	0,3421
23			3.86	4.04	4.23	4.42	4.59	4.80	4.99	5.23	2.83	2.99	3.15	3.34	3.51	3.69	3.85	4.04	70	-	0,3848
24			4.39	4.58	4.79	5.01	5.20	5.44	5.65	5.91		3.40	3.56	3.78	3.99	4.19	4.37	4.58	74	-	0,4301
25														4.24	4.47	4.69	4.91	5.16	78	-	0,4778
26															4.93	5.18	5.43	5.72	82	-	0,5281
27																			86	-	0,5809
28																			90	-	0,6362
29	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	3.04	3.05	3.06	3.07	3.08	3.09	3.10	3.11	Číslo řivky		
30	10.37	10.80	11.41	11.90	12.45	13.02	13.51	14.14	14.68	15.36	8.27	8.84	9.25	9.86	10.32	10.84	11.36	11.97	Výšvarnicová výška		

Zdroj: ÚHÚL, 1959.

Zjišťování zásoby porostu

Relaskopická metoda

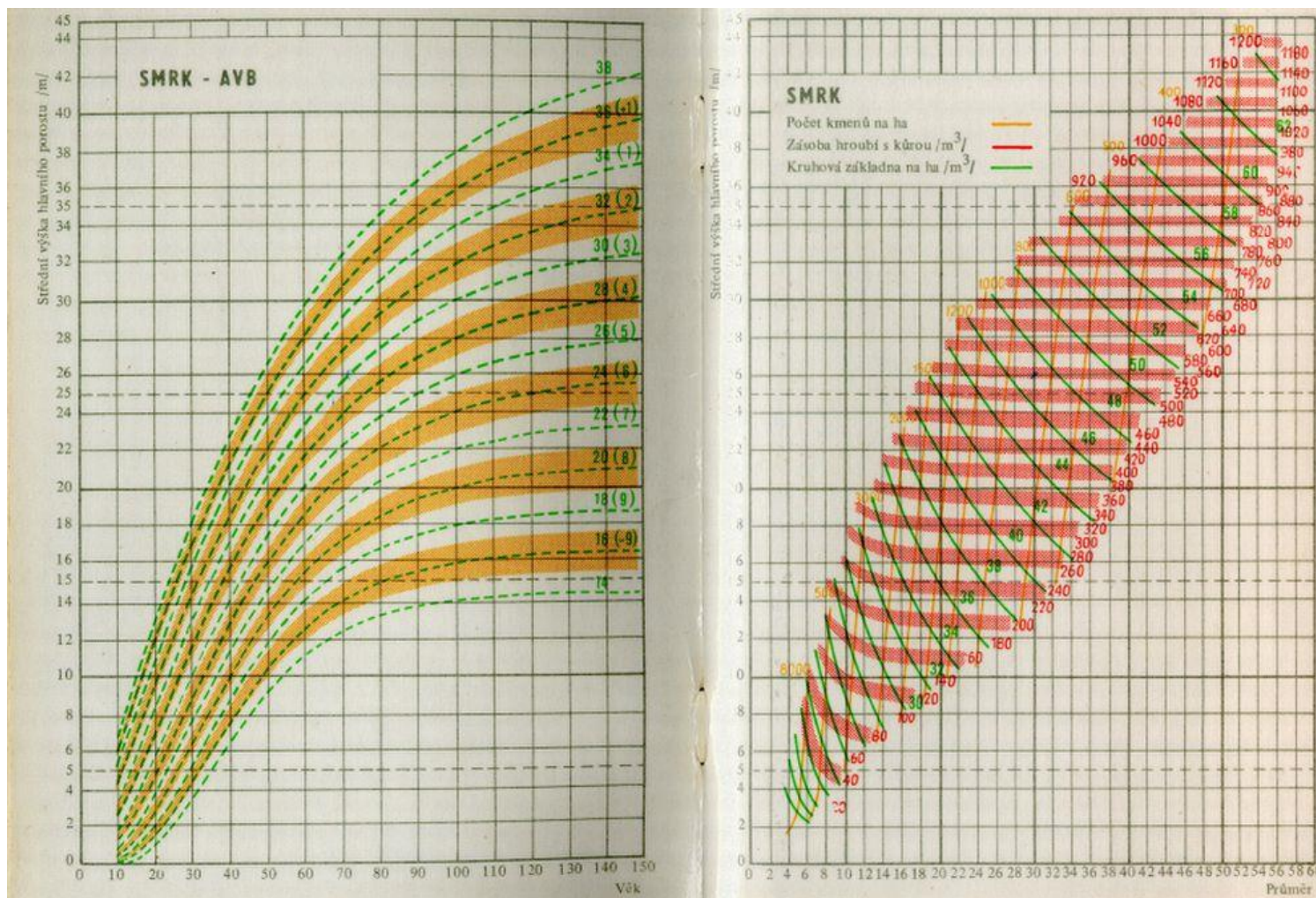
- princip zjištění kruhové výčetní základny porostu pomocí relaskopické pomůcky
- stanovení počtu a rozmístění stanovišť
- zjištění kruhové výčetní základny a střední tloušťky a výšky na stanovišti
- kontrola dostatečného počtu stanovišť
- korekce výpočtu (na svah, násobný faktor)
- výpočet objemu porostu

Zjišťování zásoby porostu

Metoda taxačních a růstových tabulek

- zjištění střední výšky a tloušťky porostu
- výpočet objemu tabulkového
- odhad zastoupení a zakmenění
- výpočet objemu skutečného

Zjišťování zásoby porostu



Zdroj: ÚHÚL, VÚLHM, 1990.

Zjišťování objemu vytěženého dříví

Huberův vzorec

$$v = g_{1/2} * L$$

Smaliánuv vzorec

$$v = 1/2 * (g_0 + g_n) * L$$

Newtonův vzorec

$$v = 1/6 * (g_0 + 4g_{1/2} + g_n) * L$$

Zjišťování objemu vytěženého dříví

Určení objemu dříví v hráni

- hráně po harvestorové technologii nebo palivové dříví

$$V_{(m^3)} = V_{(prm)} * PK$$

$V_{(prm)}$ – prostorový objem hráně

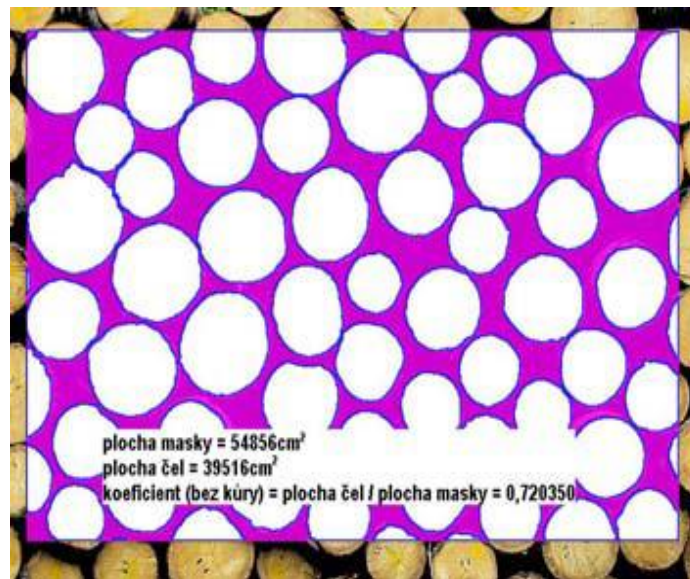
PK – převodní koeficient

- PK – stanoven z tabulek nebo např. pomocí analýzy obrazu

Zjišťování objemu vytěženého dříví



Zdroj:
<http://www.drevoprodukt.cz/index.php?p=18>



Zdroj: Ulrich et al., 2005.

Výpočet přírůstu stromů a porostů

Běžný přírůst – rozdíl hodnot sledované veličiny y v časech t_1 a t_2

Průměrný přírůst – podíl hodnoty sledované veličiny y a počtu roků, za kterých se sledovaná veličina vytvořila

Výpočet přírůstu stromů a porostů

Dělení přírůstů:

Přírůst - roční, periodický, úhrnný (celkový), mýtní

Přírůst – výšky, tloušťky, kruhové výčetní základny, objemu

Přírůst – hlavního porostu, podružného porostu, celkové objemové produkce

Určování parametrů zkušných ploch

Velikost výběru

- počet ploch
- velikost ploch

Intenzita výběru

Způsob rozmístění ZP

- pravidelný (čtvercový, obdélníkový, trojúhelníkový)
- nepravidelný

Určování parametrů zkušných ploch

Počet ploch

$$n = \frac{t_{\alpha/2}^2 * \sigma_x^2 \%}{\Delta_x^2 \%}$$

- kvantil studentova rozdělení
 $t_{\alpha/2}$
- variační koeficient zásoby po ploše porostu
 $\sigma_x \%$
- maximální přípustná relativní chyba stanovení zásoby porostu
 $\Delta_x \%$

Určování parametrů zkušných ploch

Velikost ploch

- používají se standardizované velikosti ploch, optimální počet stromů na plochu je 15 – 25

velikost ZP v ha	0,1	0,05	0,03	0,02
počet stromů/ha	<375	375-650	651-1250	1251-1875
střední tloušťka (cm)	>32	27-32	20-26	12-19

Určování parametrů zkušných ploch

Intenzita výběru

$$i\% = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{P} * 100$$

P - celková plocha porostu

$\sum_{i=1}^n p_i$ - celková plocha všech ZP

Zdroje:

<http://www.drevoprodukt.cz/index.php?p=18>

Lesprojekt, 1952: Hmotové tabulky ÚLT. Brandýs nad Labem.

ÚHÚL, 1959: Tabulky jednotných hmotových křivek. Brandýs nad Labem.

ÚHÚL, VÚLHM, 1990: Taxační tabulky. Brandýs nad Labem, Zbraslav, Strnady.

Ulrich, R., Kneifl, M., Kadavý, J., Mazal, P., Neruda, J. (2005): Aplikace metodiky výpočtu převodních koeficientů objemu rovnaného dříví pomocí počítačové analýzy obrazu a její verifikace prostřednictvím elektronické přejímky a stanovení koeficientů podle dřevin a sortimentů pro harvestorovou technologii. , verze 1. MZLU Brno, Brno.