

УНИВЕРЗИТЕТ ИСТОЧНО САРАЈЕВО
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ ВЛАСЕНИЦА



ДЕНДРОМЕТРИЈА- вежбе



ДЕНДРОМЕТРИЈА 3+3 (8)

Присуство предавањима	5
Присуство вежбама	5
Елаборат 1	15
Елаборат 2	15
Испит	60
Σ	100

-Дендрометрија је научна дисциплина која се бави одређивањем запремине, старости и прираста стабала и састојина.

- Премаер стабла:

1. Премаер обореног стабла
2. Премаер дубећег стабла
3. Одређивање старости стабла
4. Одређивање прираста стабла

- Премаер састојине:

- 1.Инвентура шума
2. Одређивање запремине састојине
3. Одређивање старости састојине
4. Одређивање прираста састојине
5. Одређивање квалитета састојине
6. Одређивање сортиментне структуре састојине
7. Аерофототаксација

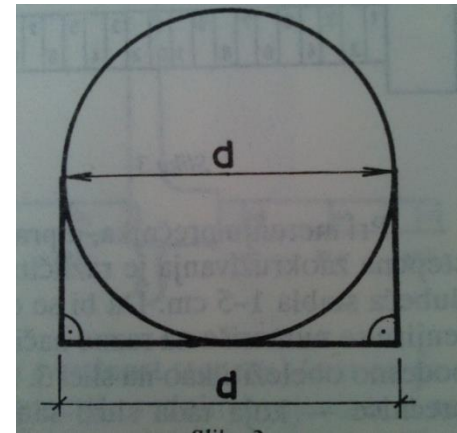


ПРЕМЕР ОБОРЕНОГ СТАБЛА



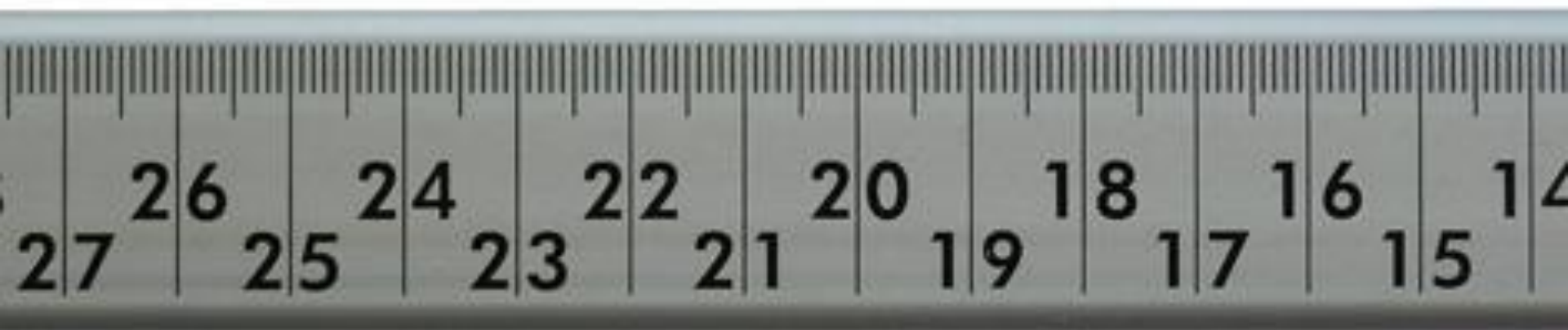
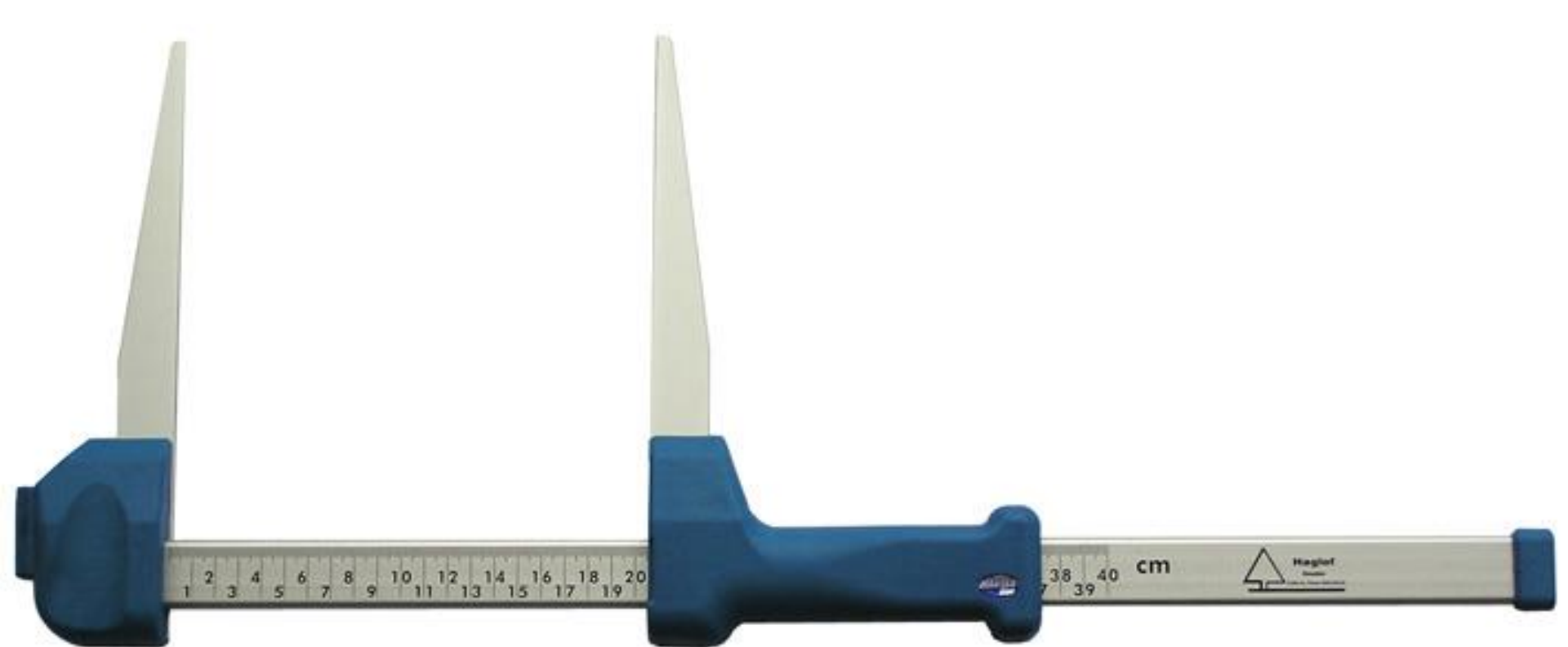
1.Премер пречника

- Најчешће мерен таксациони елемент
 - Основ за утврђивање површине попречног пресека и запремине стабла (немогућност утврђивања полупречника)
 - Основ за утврђивање структуре
-
- **Непосредно:** пречница (клуба)
 - **Посредно:** мерна трака (Немачка)
-
- Принцип да је пречник круга раван нормалном растојању паралелних тангенти на кругу



Услови које треба да испуњава пречница:

1. Краци пречнице треба да су у сваком положају покретног крака међусобно паралелни и истовремено управни на лењир
2. Дужина кракова не треба да буде мања од половине дужине поделе на лењиру
3. Покретни крак треба да је лако покретљив по лењиру
4. Подела на лењиру мора да буде тачна, и јасно видљива
5. Маса пречнице не сме да буде велика
6. Конструкција треба да буде једноставна, а цена приступачна





1. Дрвена пречница



2. Алуминијумска пречница



3. Електронска пречница



4. Компјутеризована пречница

Врсте пречница (по конструкцији)

1. Пречнице са једним покретним краком
2. Пречнице са два покретна крака
3. Оптичке пречнице



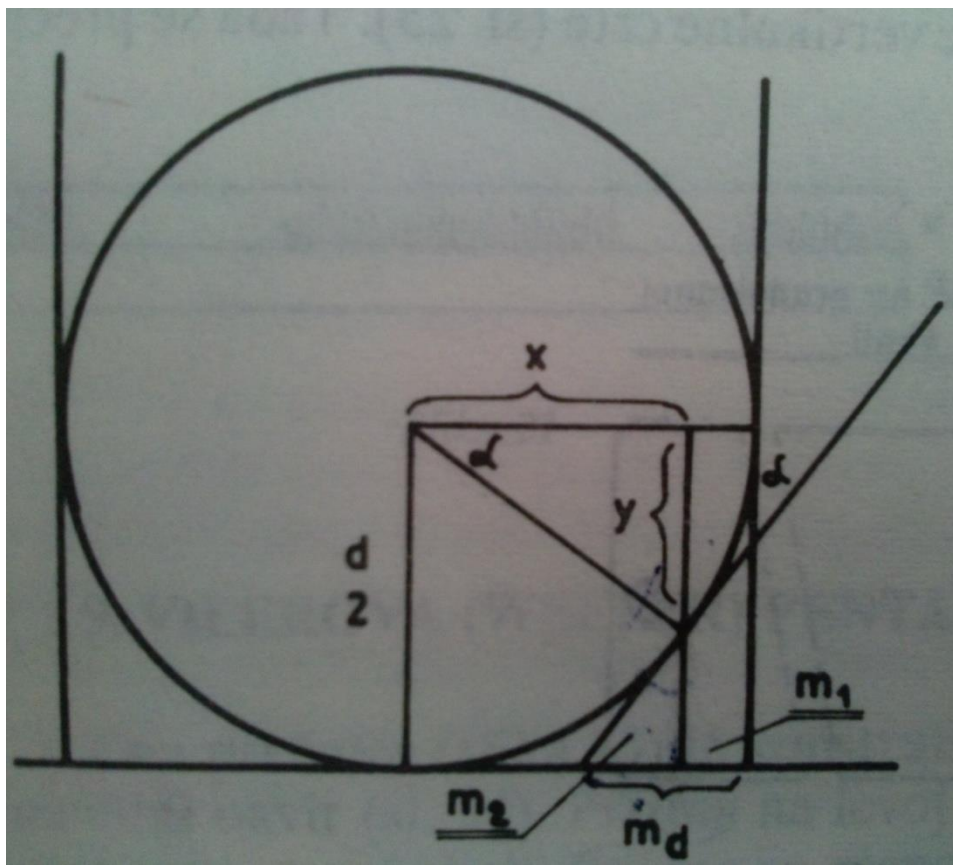
Премер обима

- Подела на пантљици:
 1. Обим стабла
 2. Пречник који одговара одређеном обиму

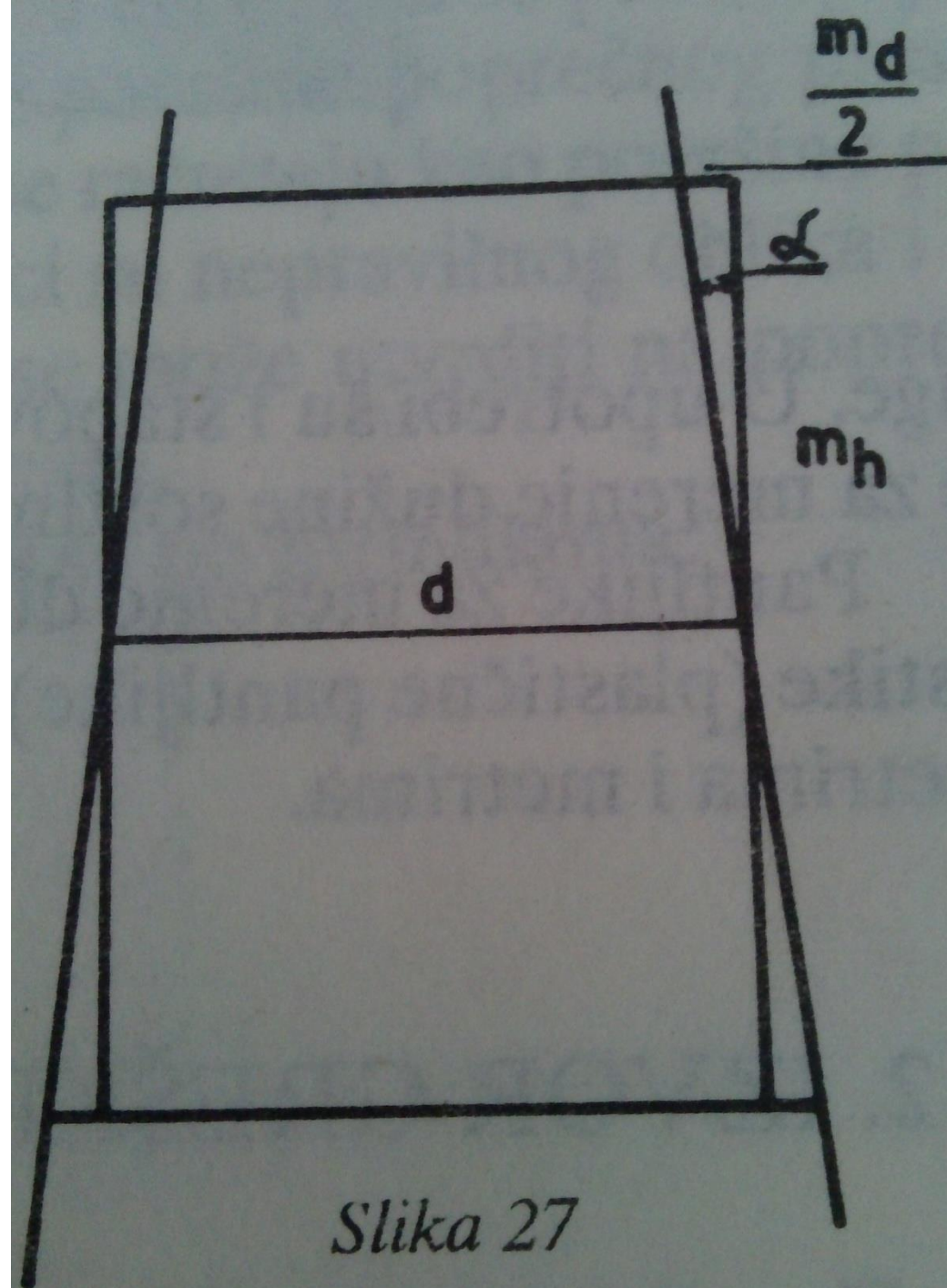


Извор грешака при мерењу пречника и обима

- Систематске и случајне грешке
- Систематске грешке: последица неиспуњености неопходних услова о исправности пречница
- Најчешћи извор грешака: покретни крак није управан на лењир



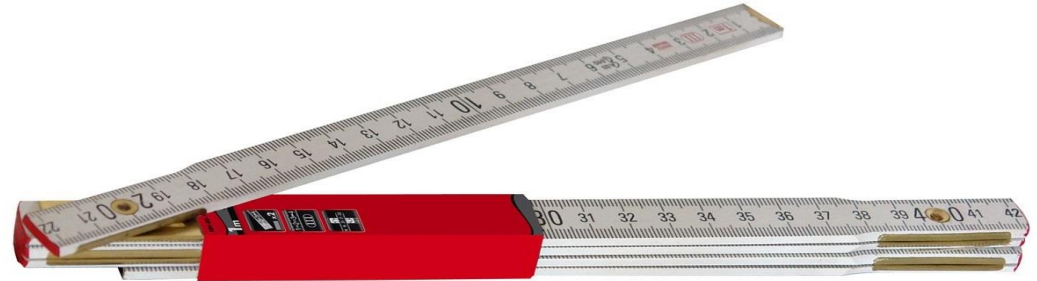
- Други извор грешака: Лењир дотиче одређено место на стаблу, али кракови пречнице нису управни на осовину стабла
- Основна грешка при мерењу обима: мерна пантљика постављена тако да један њен део буде испод или изнад мерне хоризонтале
- Грешке настале услед прејаког стискања или недодиривања стабла (мања код премера обима)



Slika 27

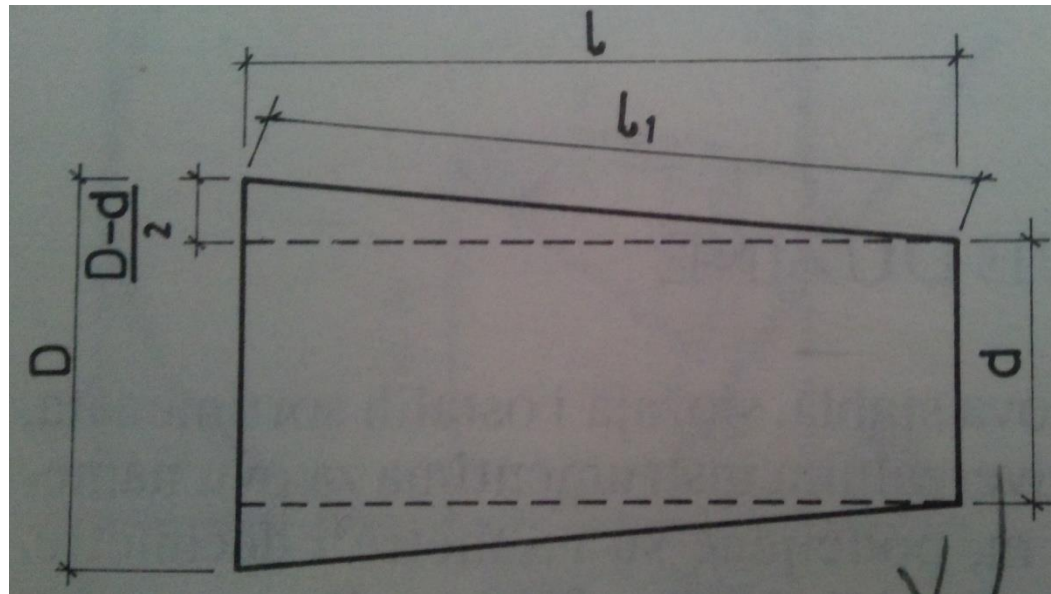
2. Премер дужине

- Неопходна величина у циљу утврђивања запремине стабла и делова стабла
- Инструменти: летва, пантљика, даљиномери



Извор грешке при мерењу дужине

- Потребна је дужина осовине мереног дела стабла (у пракси није могуће ово мерење)
- Мери се погрешно по површини стабла
- Међутим апсолутна разлика је мала па се мерење по површини стабла може сматрати тачним



3. Одређивање површине попречног пресека

- Површине попречног пресека у дендрометрији се рачунају као површине правилних кругова

На основу мереног пречника

$$g = \frac{\pi}{4} d^2$$

На основу мереног обима

$$g = \frac{O^2}{4\pi}$$

Попречни пресек облика правилне елипсе

$$g = \frac{\pi}{4} ab$$

Код изразито неправилних пресека (близу пања)

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} \right)$$

Облици попречног пресека стабла



1. Кружни



2. Елиптични



3. Неправилан до изузетно неправилан



$$g = O^2 / 4\pi$$



$$g = (\pi / 4) * ab$$



$$g = (\pi / 4) * ((d_1 + d_2) / 2)^2$$

Неправилан облик



$$g = (\pi / 4) * ((d_1 + d_2 + d_n) / n)^2$$

Изузетно неправилан облик

Одређивање попречног пресека стабла помоћу таблица

Таблица 1 - Израчунавање површине кружног пресека и запремине једног или више стабала, 7

Таблица 1.1 - Израчунавање површине кружног пресека и запремине једног или више стабала по 5-центиметарским деблинским степенима, 17

Таблица 2 - Израчунавање површине кружног пресека, 21



Грешке при одређивању површине попречног пресека

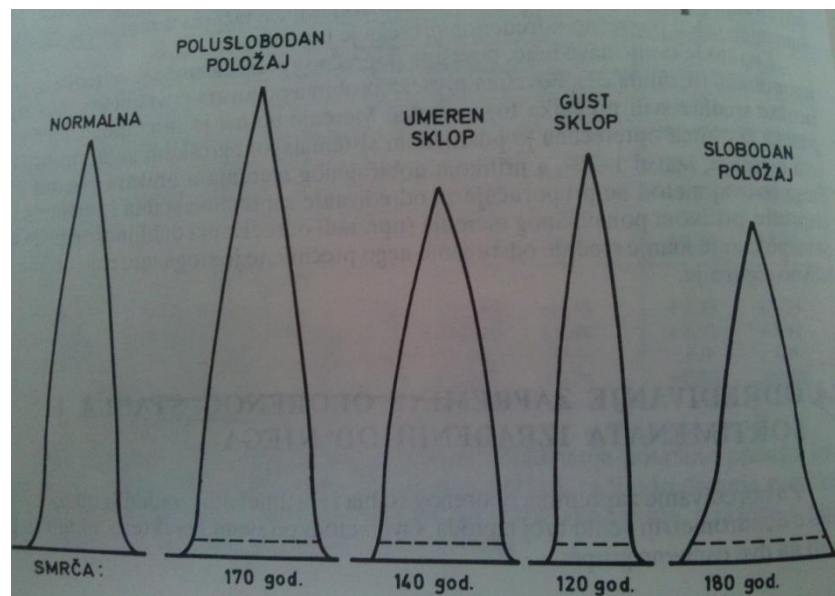
- За повећање прецизности предлаже се мерење два унакрсна пречника

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2$$

- Одређивање површине попречног пресека је значајно и за премер стабла и састојине
- Грешке настају најчешће услед нетачног мерења пречника или услед неправилности облика попречног пресека
- Међутим, и поред ових грешака постиже се задовољавајућа тачност у запремини

4. Одређивање запремине обореног стабла

- Један од најважнијих задатака дендрометрије
- **Стереометријски и физички методи**
- Познавање **облика стабла**
- Важна карактеристика стабла је симетрија
- Утицај спољних фактора (уместо правилног јавља се стварни облик стабла)



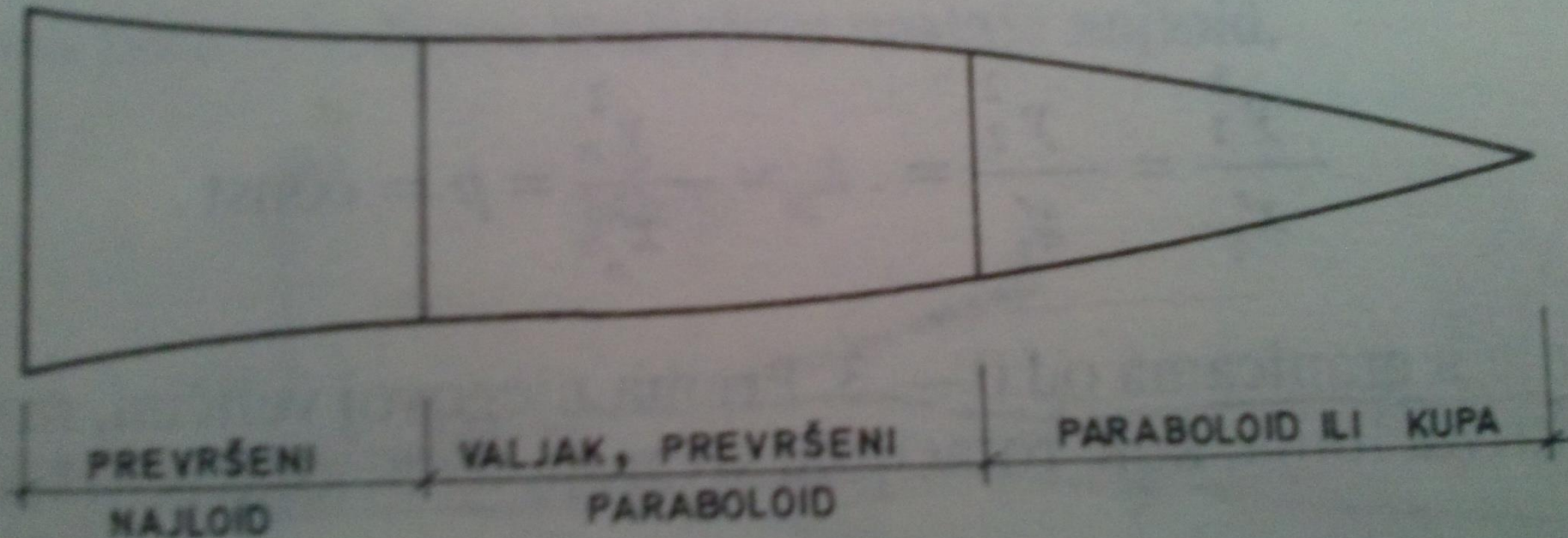
- Стварни облик стабла се проучава на његовом уздужном пресеку
- Секциони метод
- Профил уздужног пресека (неправилна линија)
- Правилна континуирана крива линија (уопштавање и математичка дефиниција се добија применом различитих математичких функција)
- Функције омогућавају израчунавање запремине
- Морфолошка крива – крива која ограничава стабло у простору, а теоријски која својом ротацијом ствара површину омотача стабла

Индуктивни метод

- Метод се заснива на директном мерењу пречника на различитим удаљеностима од његове основе
- Мерења нам омогућавају добијање вредности:
 1. Обличних бројева
 2. Коефицијената облика
 3. Профила стабла

Профил стабла

- Најлоид
- Ваљак, превршени параболоид
- Параболоид, купа



Поједини сегменти морфолошке криве се могу окарактерисати једначином (x -удаљеност попречног пресека од врха; c -параметар који исказује величину односа криве):

$$\frac{d}{2} = y = c \frac{1}{a} \cdot x \frac{b}{a}$$

Степеновањем се добија општи облик морфолошке криве:

$$y^2 = px^r$$

Где су:

$$p = c \frac{2}{a} \quad r = \frac{2b}{a}$$

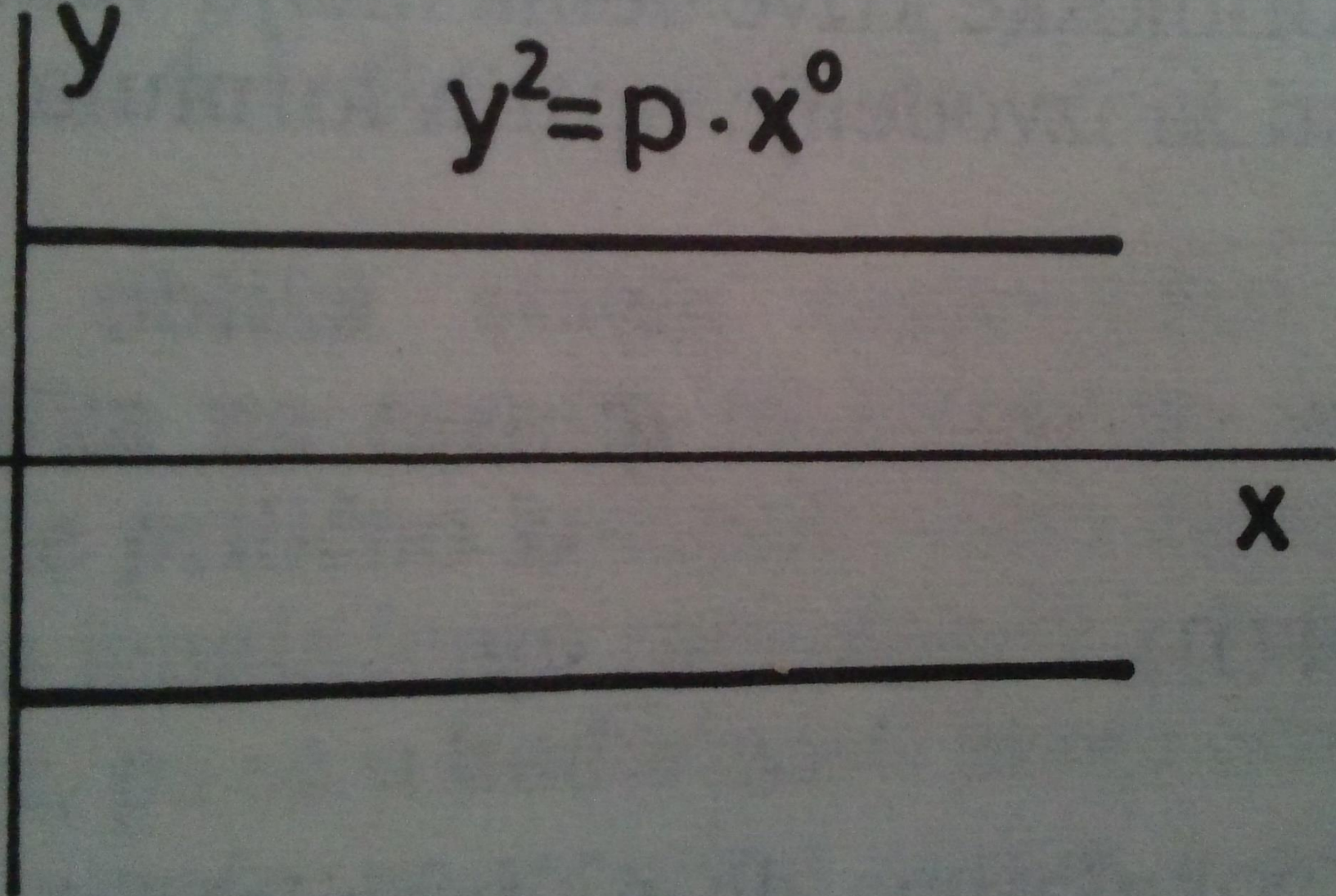
p је константа, а r у границама од 0 до 3, и према његовој величини се разликују четири основна облика кривих линија, које ротацијом стварају ротационе површине

y

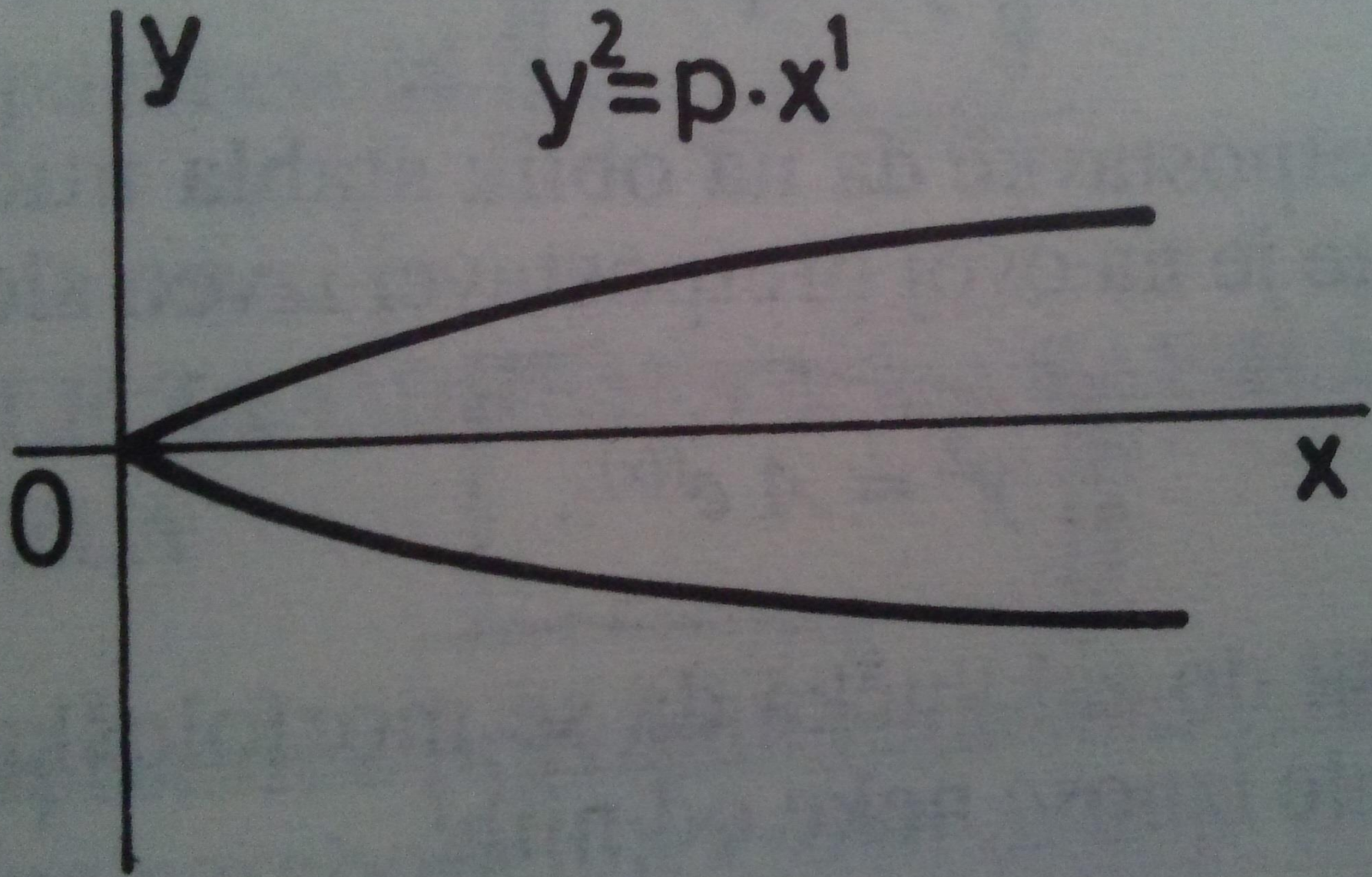
$$y^2 = p \cdot x^0$$

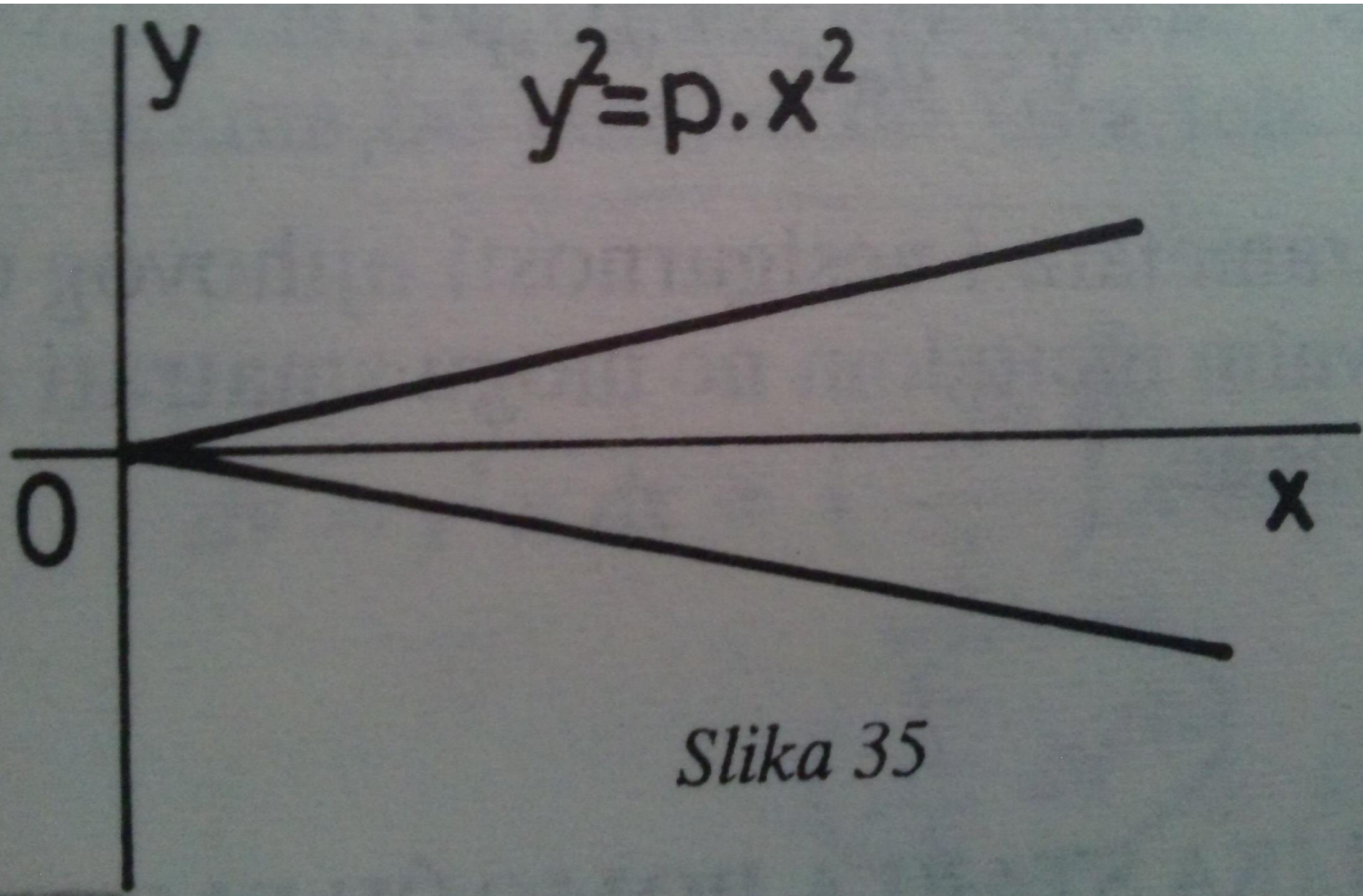
0

x



$$y^2 = p \cdot x^1$$



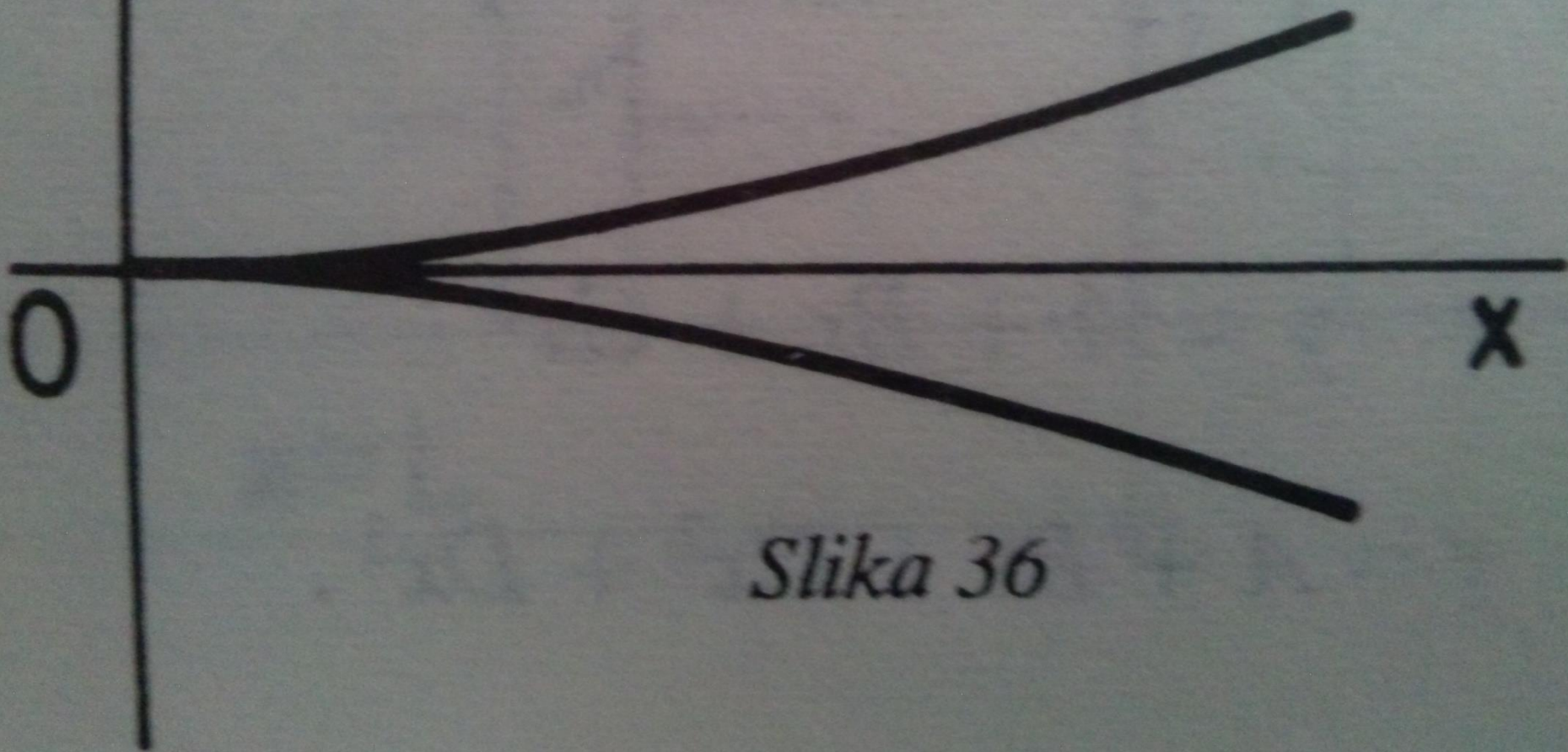


$$y^2 = p \cdot x^2$$

Slika 35

y

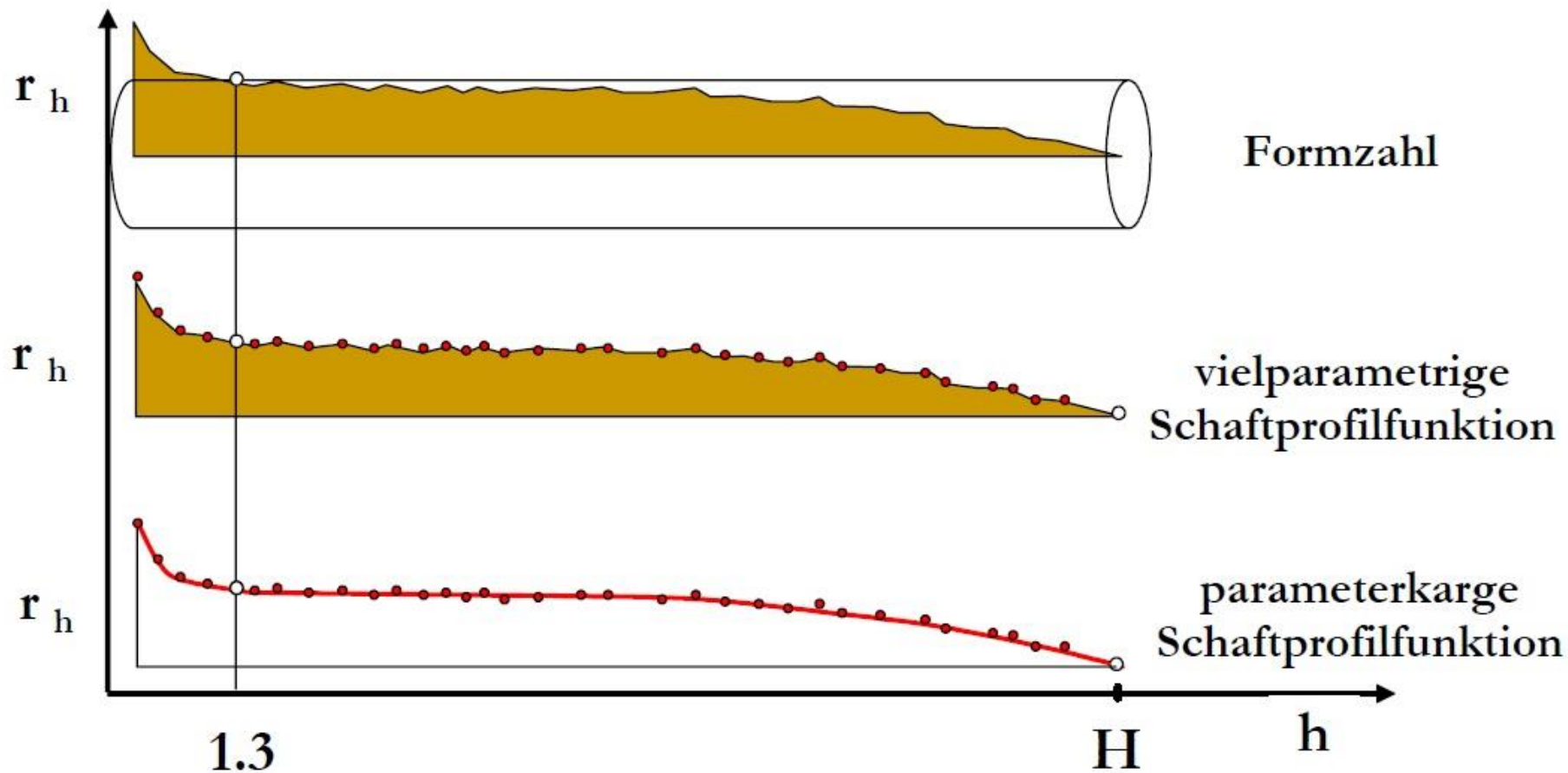
$$y^2 = p \cdot x^3$$



Slika 36

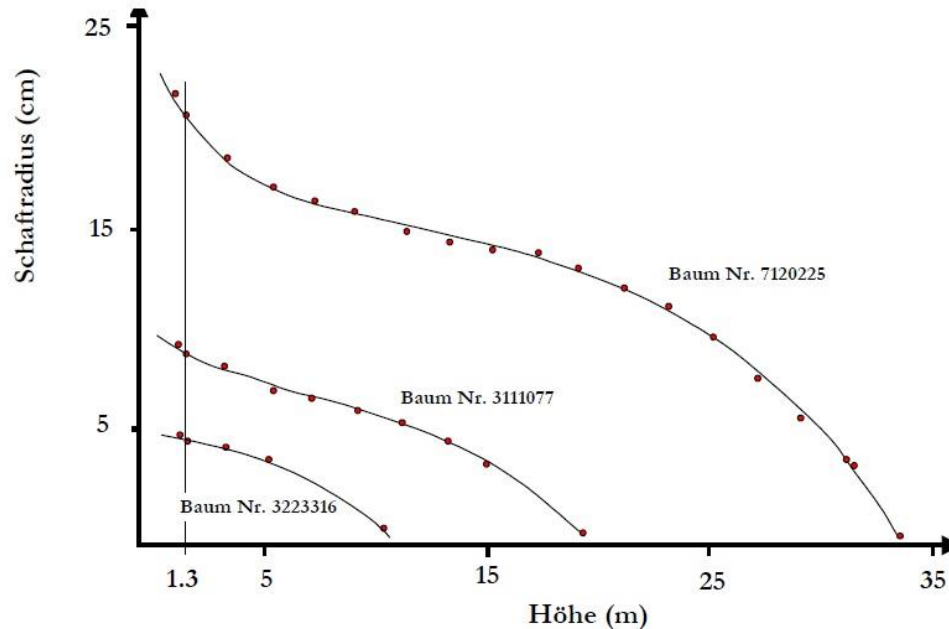
Дедуктивни метод

- Дефинисање облика стабла математичким једначинама



Модификована Бринкова функција

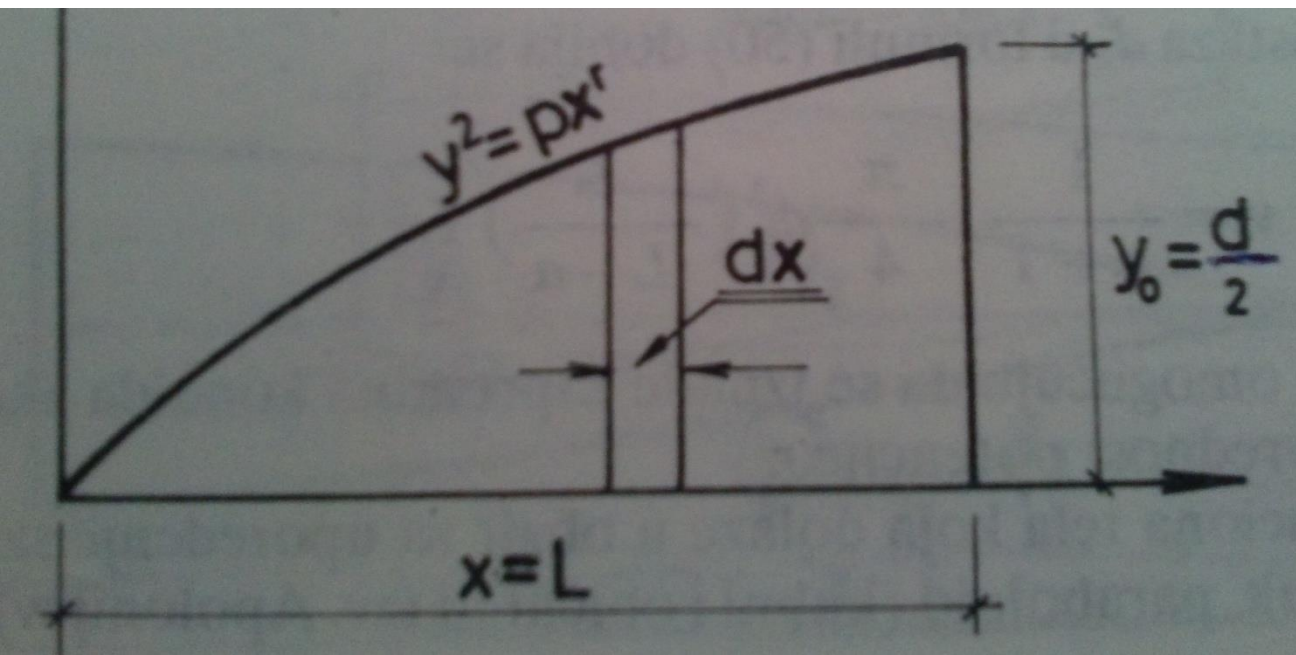
$$y(x) = i + (y_0 - i) \frac{e^{p(x_0 - x)} - e^{p(x_0 - X)}}{1 - e^{p(x_0 - X)}} - i \frac{e^{q(x - X)} - e^{q(x_0 - X)}}{1 - e^{q(x_0 - X)}}$$



- i , p , q – параметри функције
- Могућност процене параметара на основу пречника и висине
- Израда јединственог модела облика стабла
- Практична примена (рачунање пречника дуж вретена стабла; рачунање висине на којој се налазе карактеристични пречници; рачунање укупне запремине вретена; рачунање запремине појединих делова вретена)

Опште формуле за одређивање запремине ротационих тела

- Запремина се рачуна помоћу $y^2 = px^r$
- Тело се представи издељено на ламеле дебљине dx , па је запремина равна збиру запремина ламела у границама од основе до врха тела
- Запремина ламеле је: $dv = y^2 \pi dx = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi dx$



Запремина тела је:

$$v = \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} d_0^2 L$$

Ваљак ($r = 0$)

$$v = \frac{\pi}{4} d_0^2 L$$

Параболоид ($r = 1$)

$$v = \frac{1}{2} \frac{\pi}{4} d_0^2 L$$

Купа ($r = 2$)

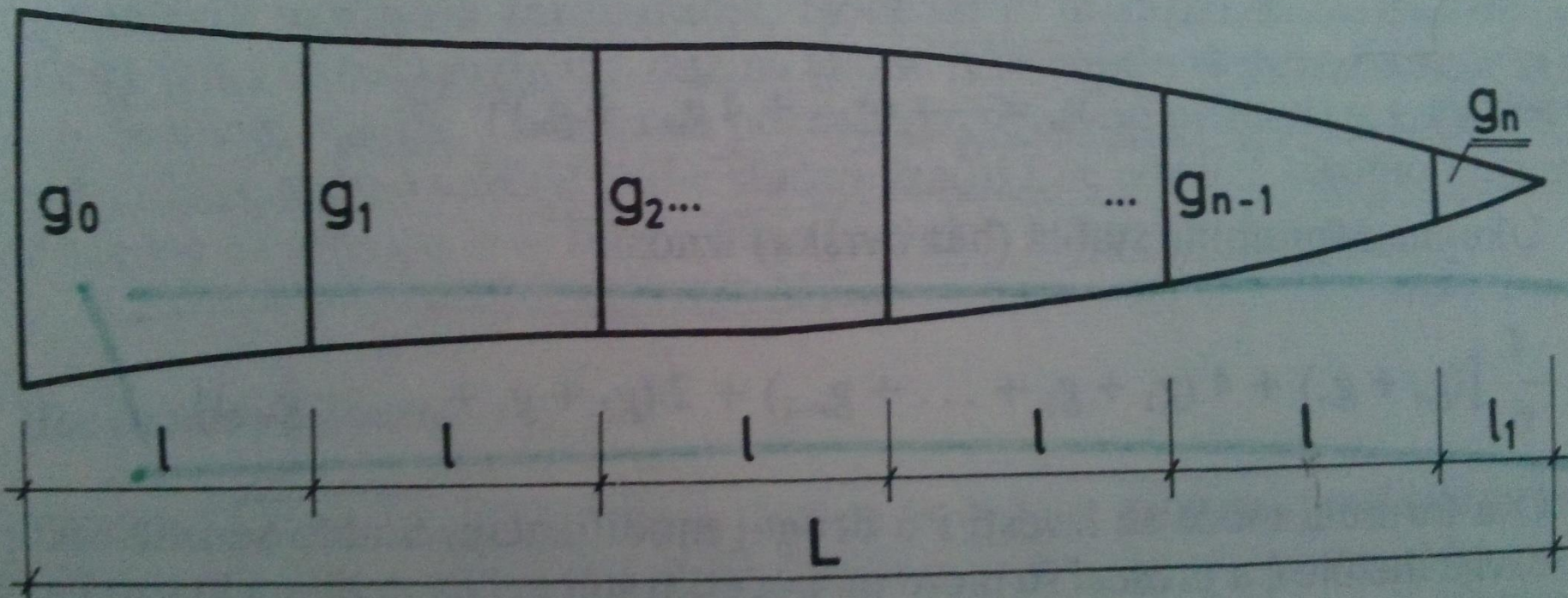
$$v = \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} d_0^2 L$$

Најлоид ($r = 3$)

$$v = \frac{1}{4} \frac{\pi}{4} d_0^2 L$$

Практичне формуле за одређивање запремине

- Немогућност примене формула за одређивање запремине ротационих тела за одређивање запремине стабла
- Утврђивање запремине обореног стабла је засновано на секционом методу

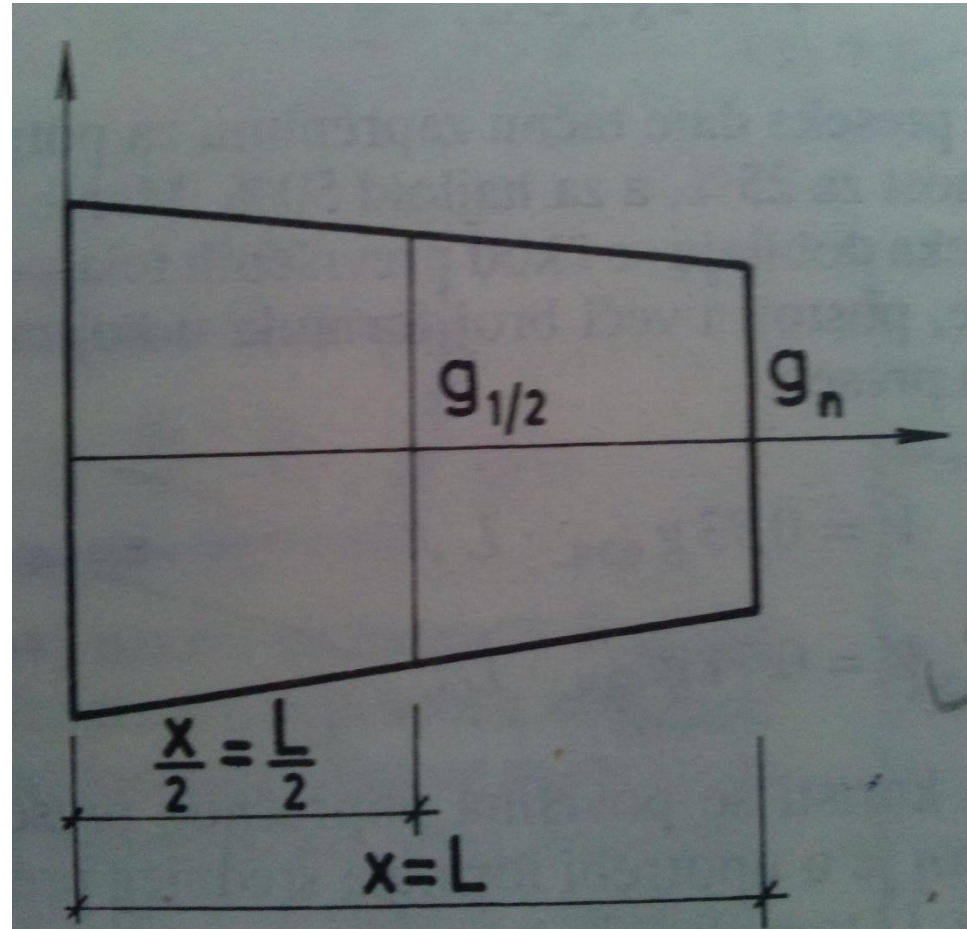


Одређивање запремине делова стабла простим формулама

- **Формуле са једним пресеком** (Хуберова формула, формула средњег пресека)

$$v = g_{1/2} \cdot L$$

$$v = \left(\frac{0}{5}\right)^2 2L$$

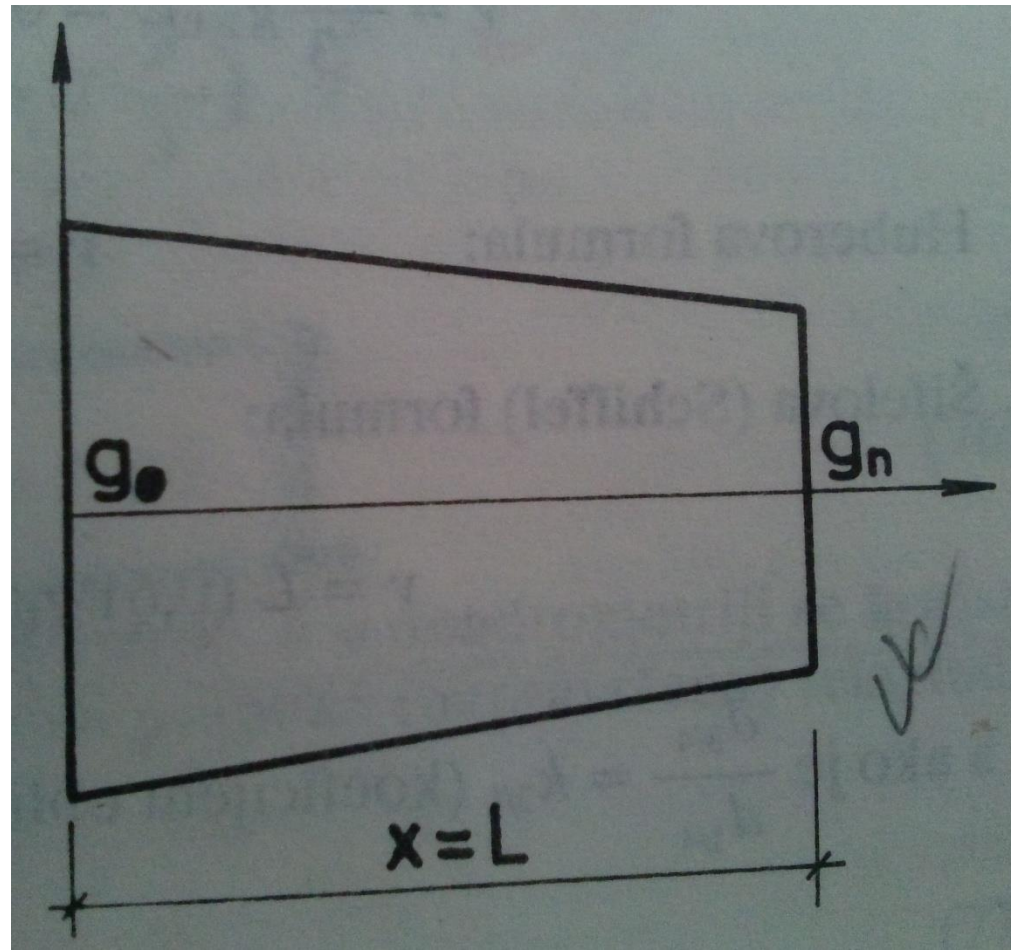


- **Формуле са два пресека-** Смалијанова формула (Формула крајњих пресека)

$$v = L \frac{g_0 + g_n}{2}$$

Ако се примени на читаво стабло (груба процена)

$$v = \frac{1}{2} g_0 L$$



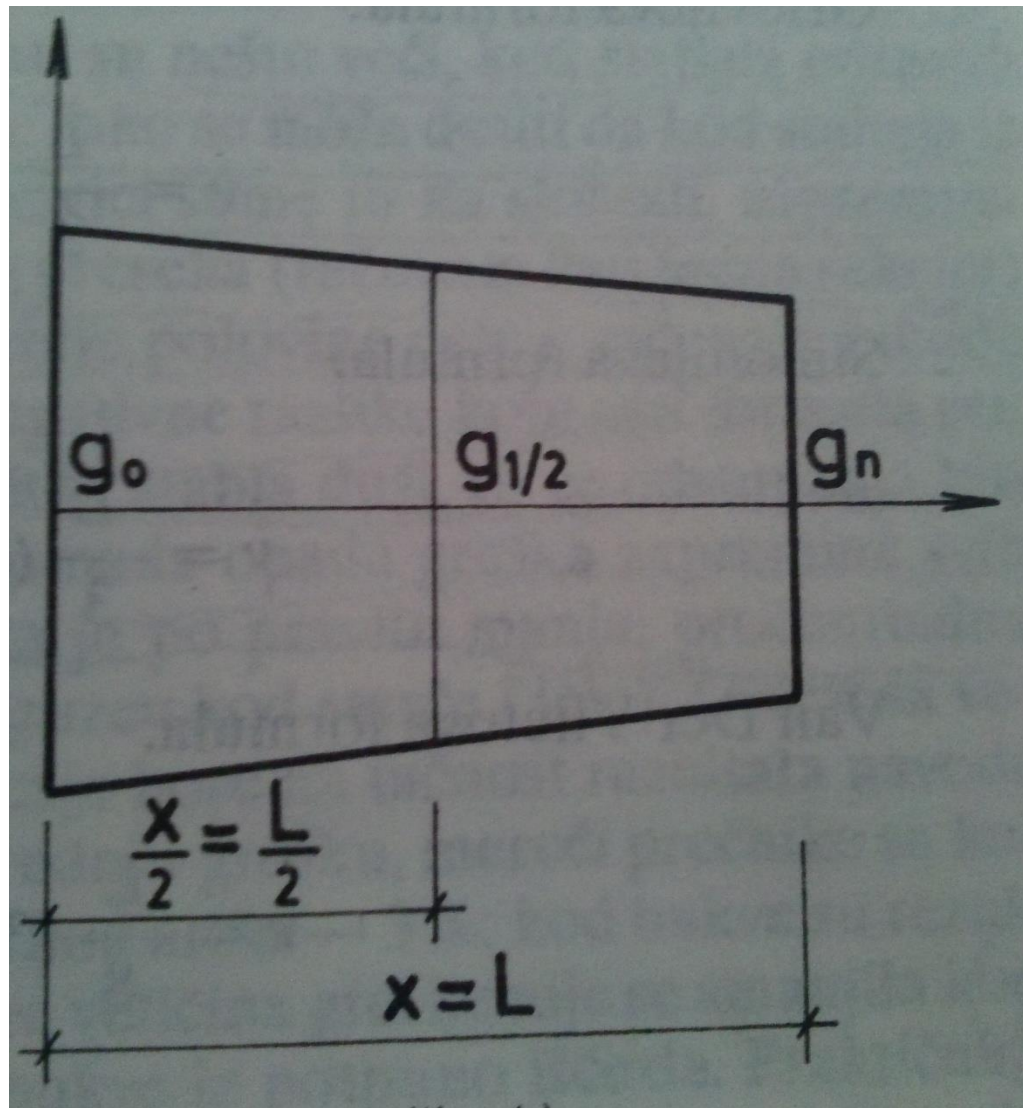
- **Формула са три пресека (Рикеова формула)**

Са повећањем броја пресека, повећава се тачност процене запремине

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

Ако се примени на читаво стабло (груба процена)

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



Тачност простих формула

- Примарни утицај: уколико стварни облик стабла више одступа од правилног тиме се повећава грешка процене запремине применом простих формула
- Секундарни утицај: утицај погрешно мереног пречника и дужине на запремину

Одређивање запремине обореног стабла сложеним формулама

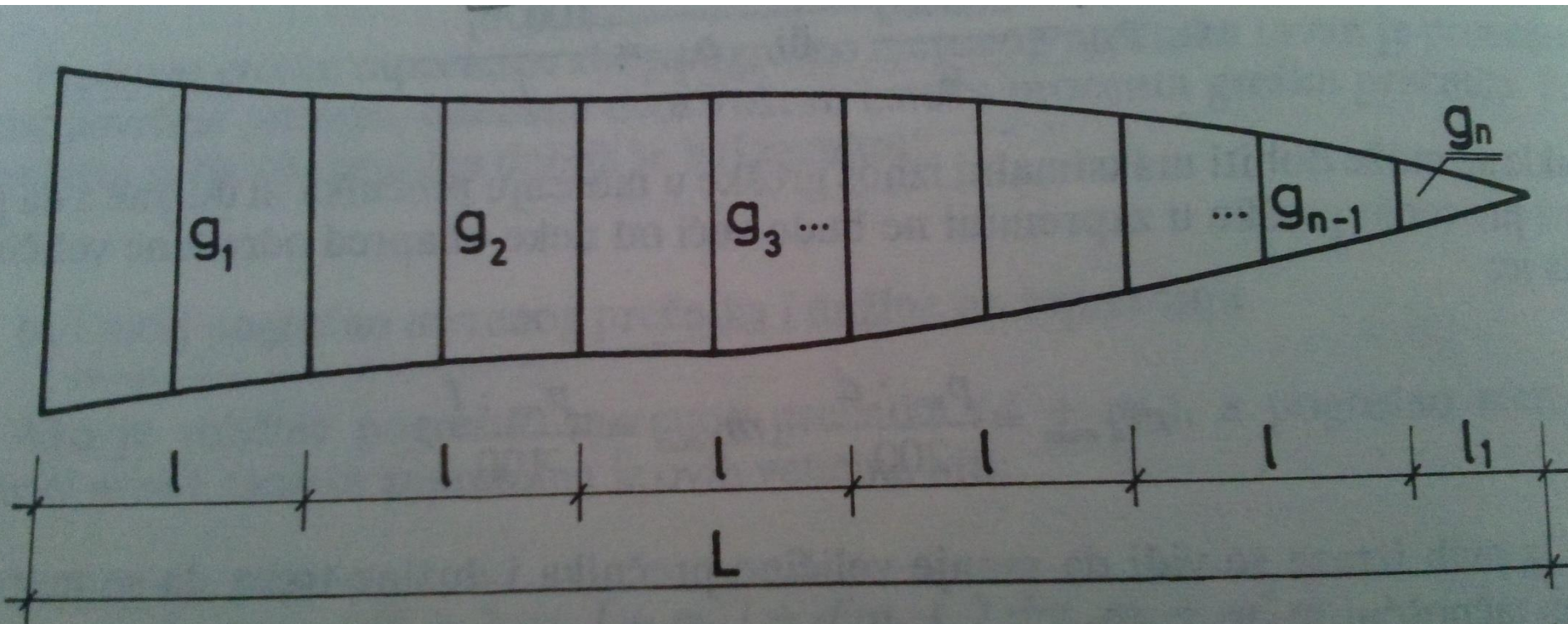
- Формуле за одређивање запремине стабла дају тачније резултате уколико је стабло правилнијег облика
- Запремина ће бити тачнија ако се већим бројем пресека боље обухвати облик стабла
- У циљу једноставног мерења и брзог израчунавања запремине користе се секције једнаких апсолутних и релативних дужина (секциони метод)
- За израчунавање секција користе се просте, а целих стабала сложене формуле

Формуле са секцијама једнаких апсолутних дужина

- Сложена Хуберова формула

$$v_1 = l \cdot g_1$$

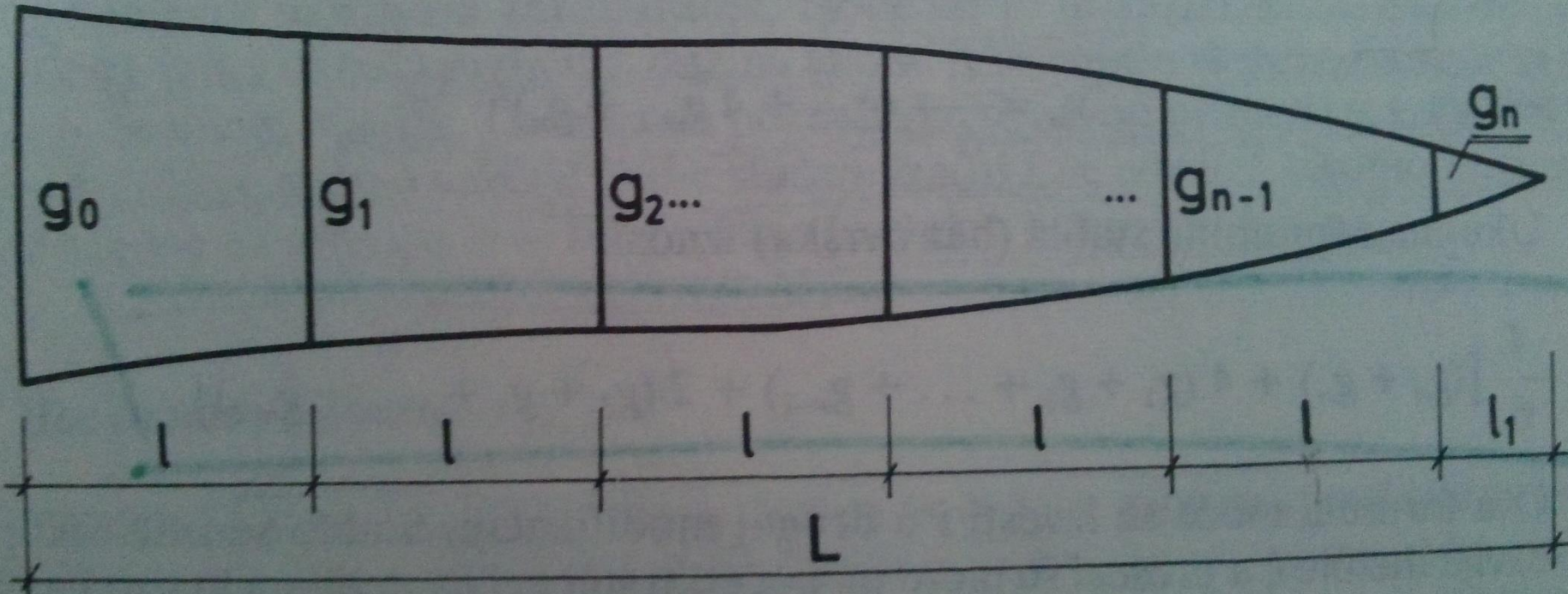
$$v = l(g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1}) + \frac{1}{3} g_n l_1$$



Сложена Смалијанова формула

$$v_1 = l \cdot \frac{g_0 + g_1}{2}$$

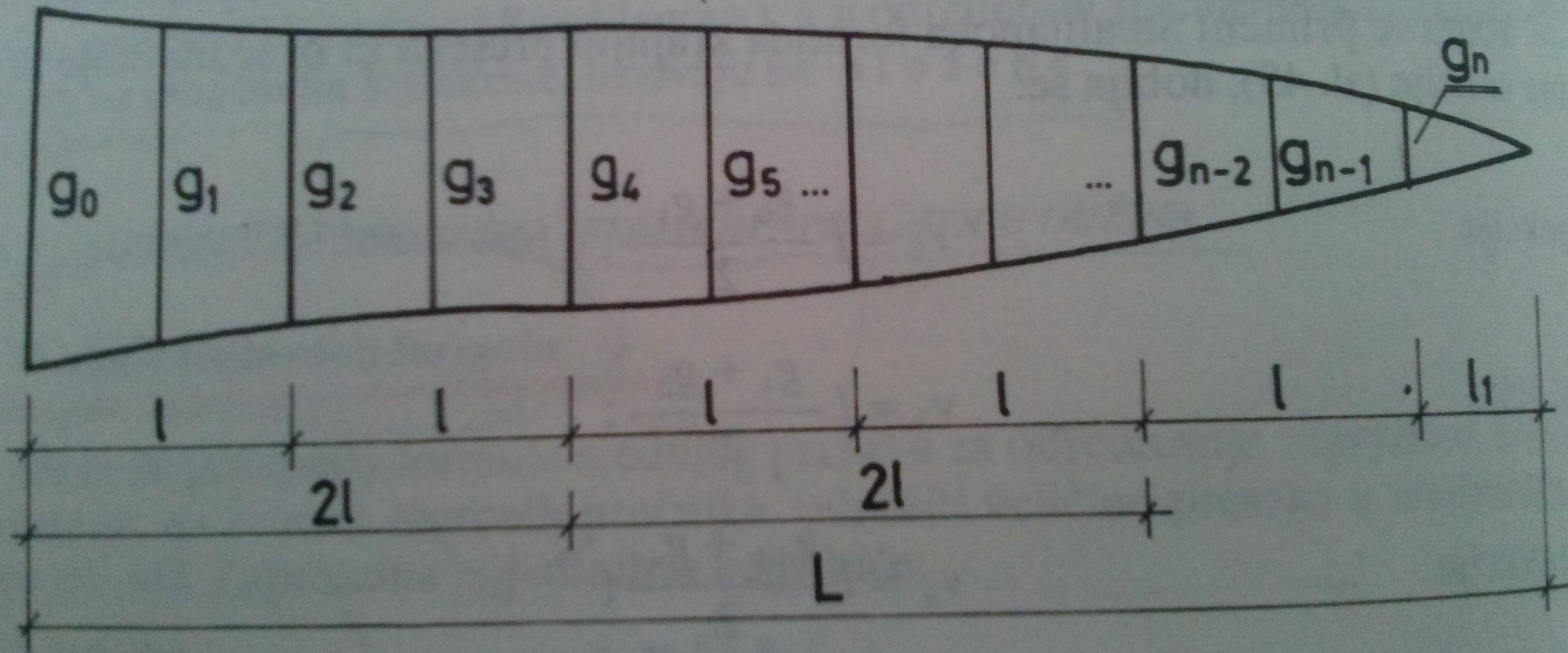
$$v = l \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1} \right) + \frac{1}{3} g_n l_1$$



Сложена Рикеова формула

$$v_1 = \frac{l}{6}(g_0 + 4g_1 + g_2)$$

$$v = \frac{l}{6}[(g_0 + g_n) + 4(g_1 + g_3 + \dots + g_{n-1}) + 2(g_2 + g_4 + \dots + g_{n-2})] + \frac{1}{3}g_n l_1$$



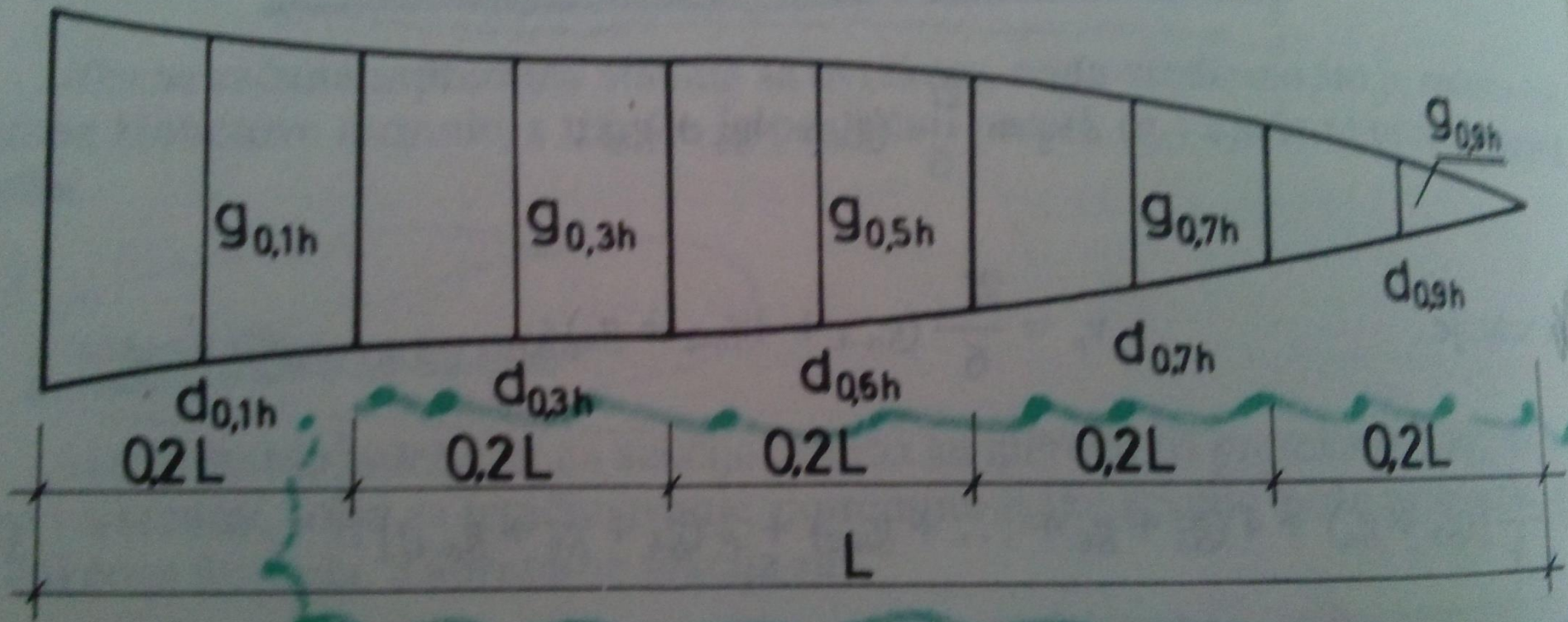
Тачност сложених формула

- Тачност сложених формула зависи од дужина секција
- Задовољавајућа тачност: секције 4-5 метара
- Велика тачност: секције 1-2 метра
- За специфичне научне сврхе: и испод 1 метра

Формуле са секцијама једнаких релативних дужина

- Хоенадлова формула

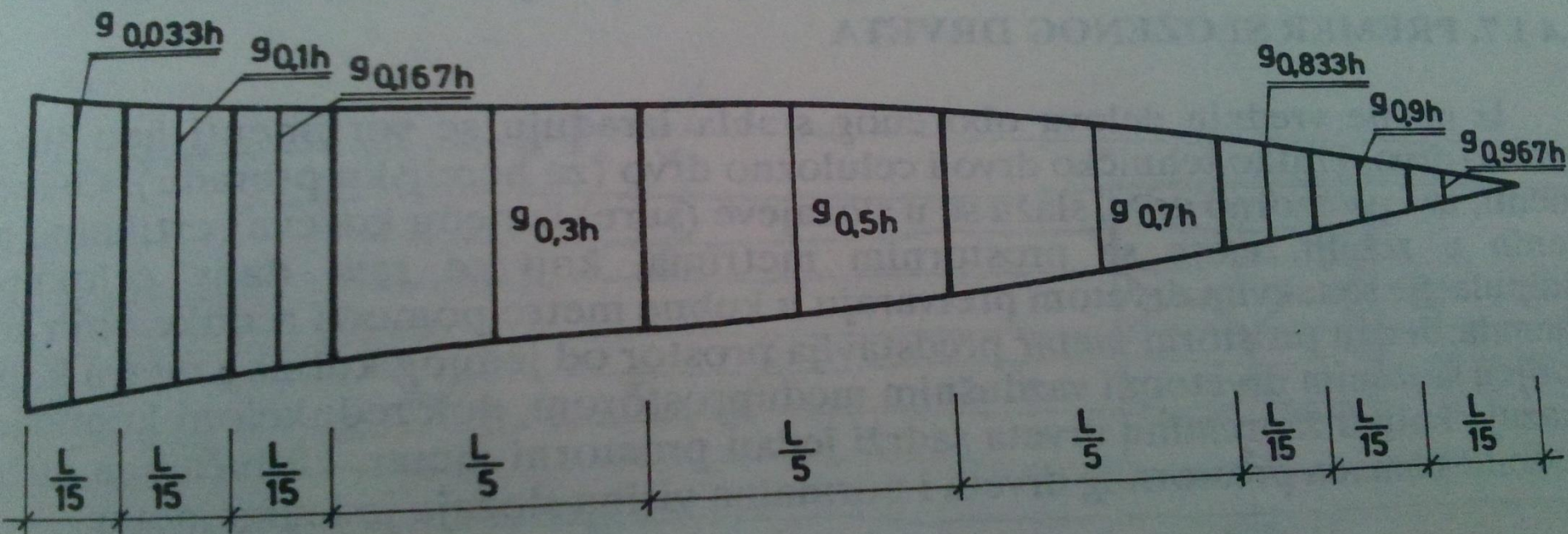
$$v = 0,2l(g_{0,1h} + g_{0,3h} + g_{0,5h} + g_{0,7h} + g_{0,9h})$$



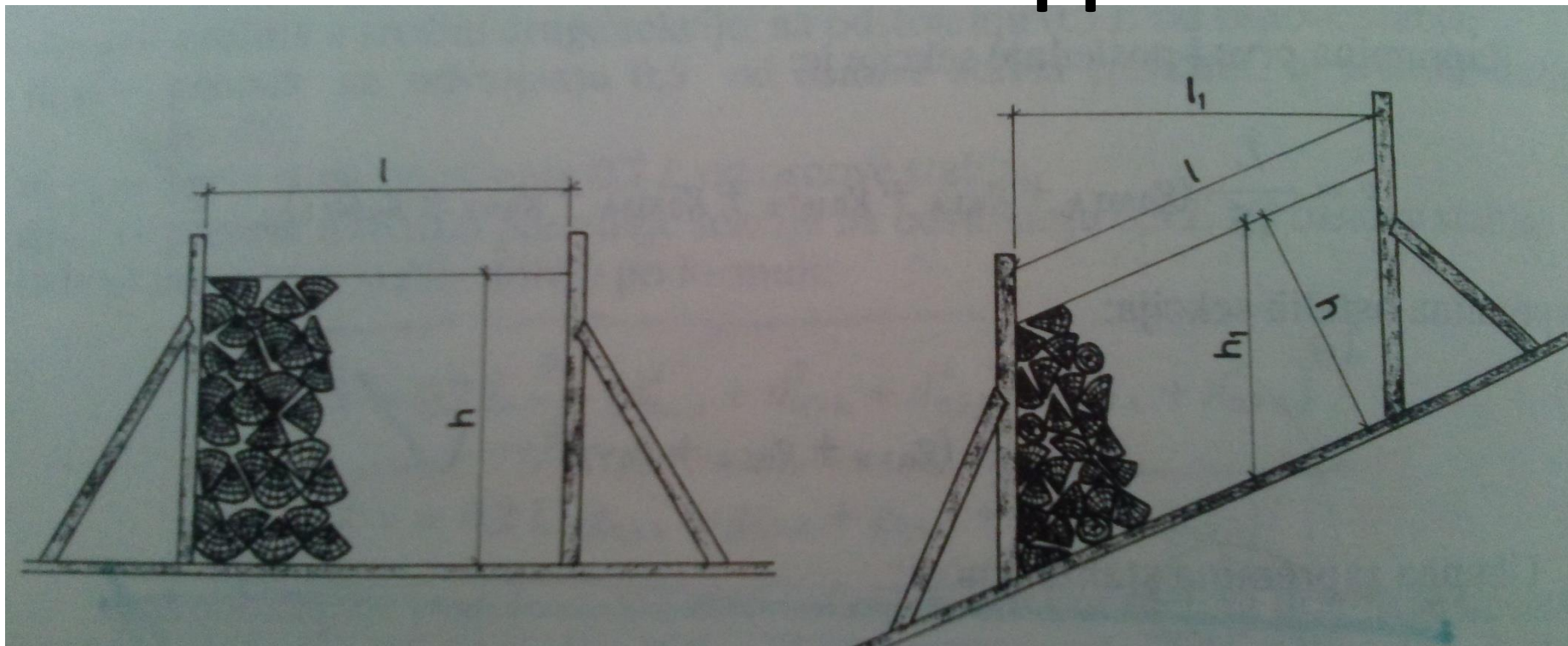
- Алтерова формула

Избегава се утицај прве секције на тачност запремине целог стабла

$$v = 0,067L(g_{0,033h} + g_{0,1h} + g_{0,167h} + g_{0,833h} + g_{0,9h} + g_{0,967h}) + 0,2l(g_{0,3h} + g_{0,5h} + g_{0,7h})$$



ПРЕМЕР СЛОЖЕНОГ ДРВЕТА

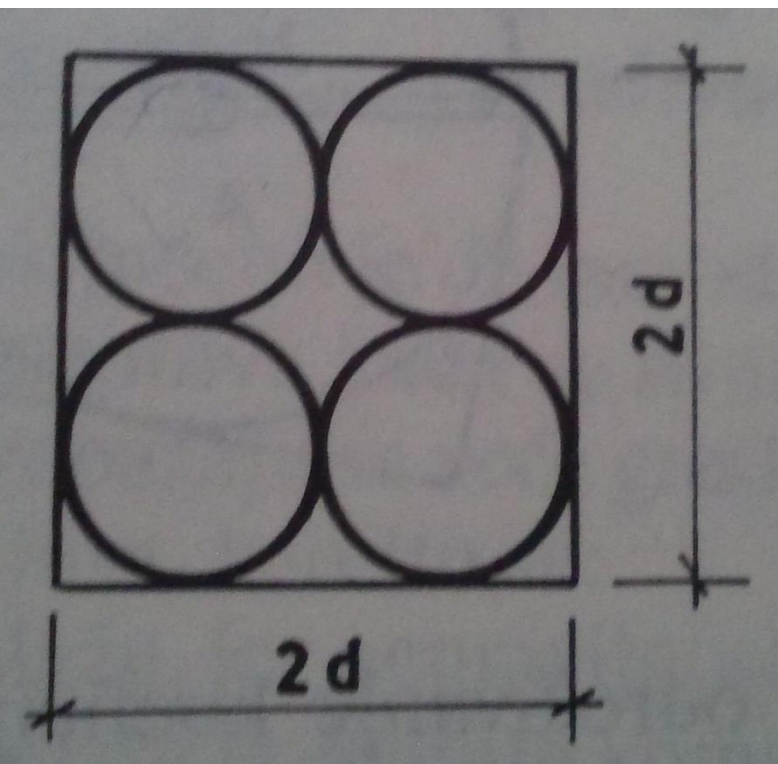


- Огревно дрво, техничко и целулозно дрво (Просторно дрво)
- Сложајеви (суре)
- Просторни метри (претварање у кубне метре)
- Начин слагања
- R – дужина сложаја односно број просторних метара

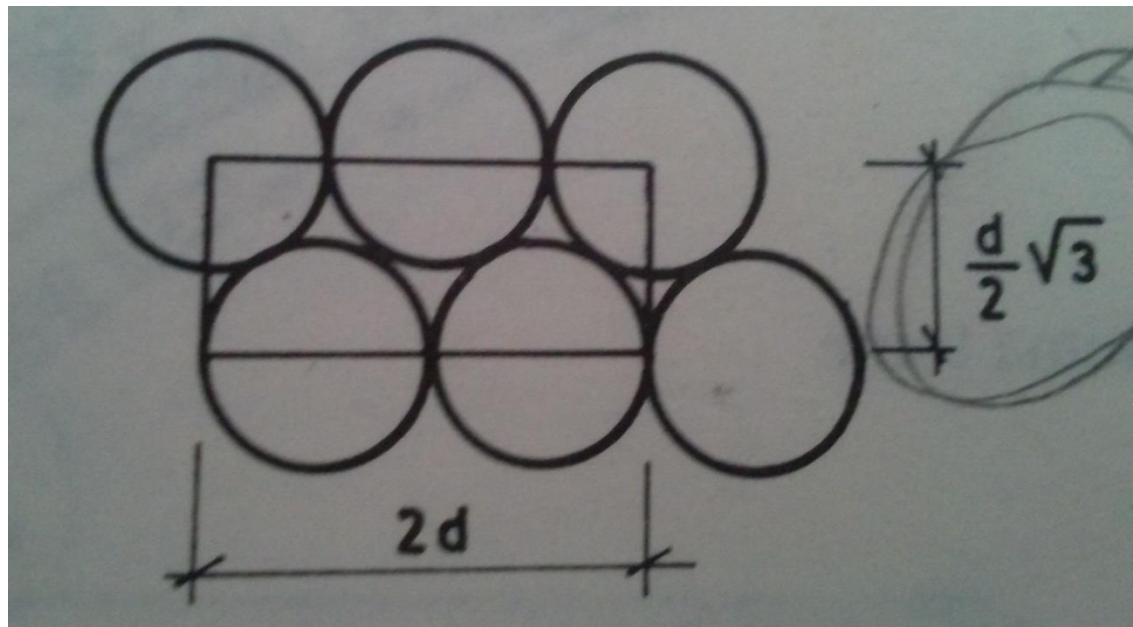
$$V = RF \quad F = \frac{V}{R}$$

- Квадратно и троугаоно слагање
- Упоредивање чеоних површина свих комада са површином просторне мере

$$F = 0,785$$



$$F = 0,907$$



Зависност величине редукционог коефицијента

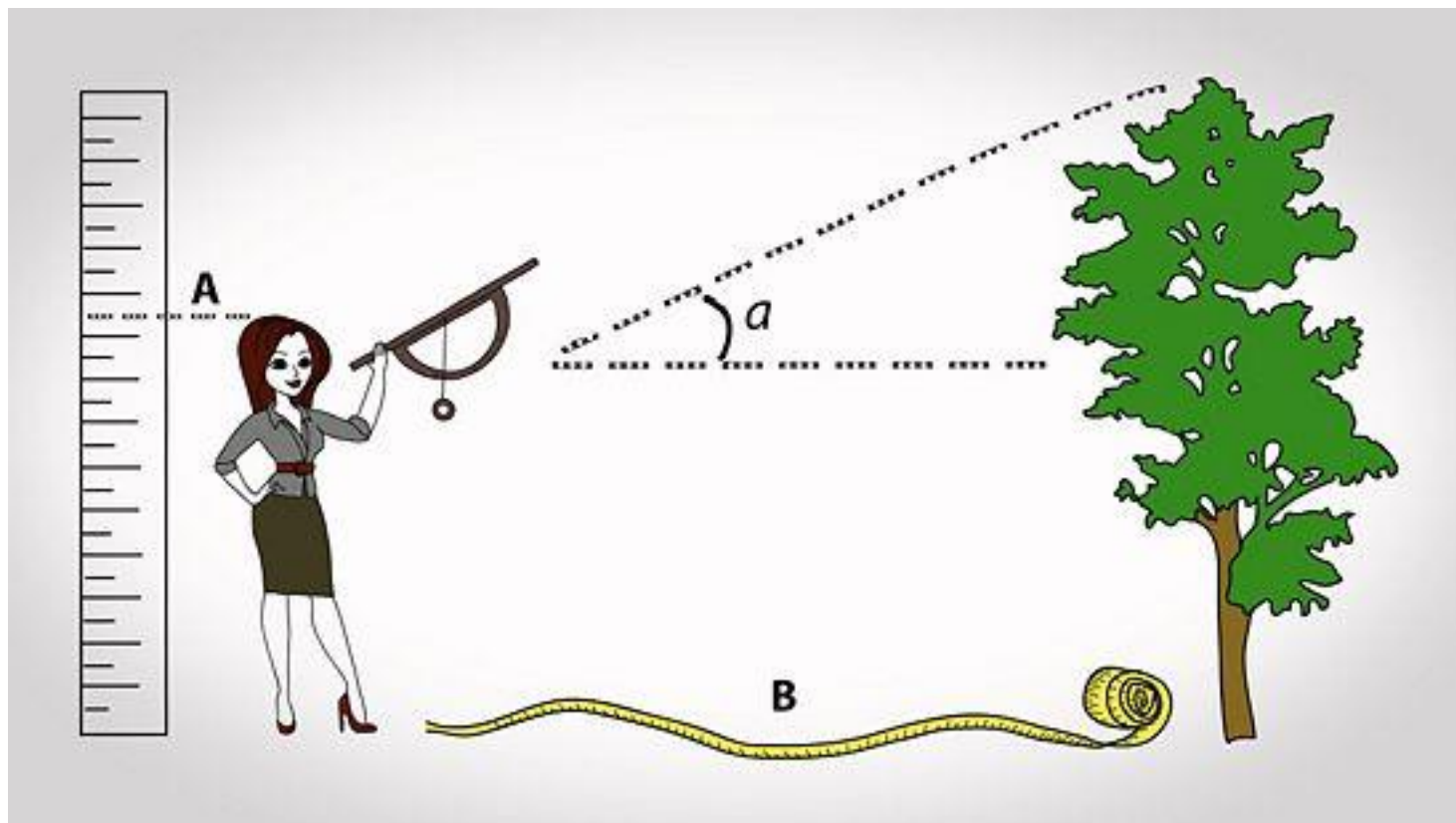
1. Дужина комада (дужи комади се лошије слажу)
 2. Дебљина појединих комада (дебљи комади имају већу дрвну запремину и већи редукциони коефицијент)
 3. Облик комада (комади правилног облика се боље слажу)
 4. Обрађеност комада (окорани и обрађени комади имају већи RK)
 5. Висина сложаја и начин слагања (сложајеви веће висине имају већи RK)
 6. Брижљивост слагања
- Надмера (губитак дрвне запремине услед сасушивања 5 до 20%)
 - Техничке цепанице имају већи RK од облица)

Премер коре

1. Кора као сировина за даљу прераду и употребу
 2. Утврђивање односа коре и дрвета
- Запремина коре је разлика запремине са кором и запремине без коре (секциони метод)
 - Могућност примене ксилометрије
 - Величина процента коре
 - Врста дрвећа, станиште, старост, склоп
 - Просечно учешће 6-12%, борови и ариш 15-20%

$$p_k = \frac{v_k}{v} \cdot 100$$

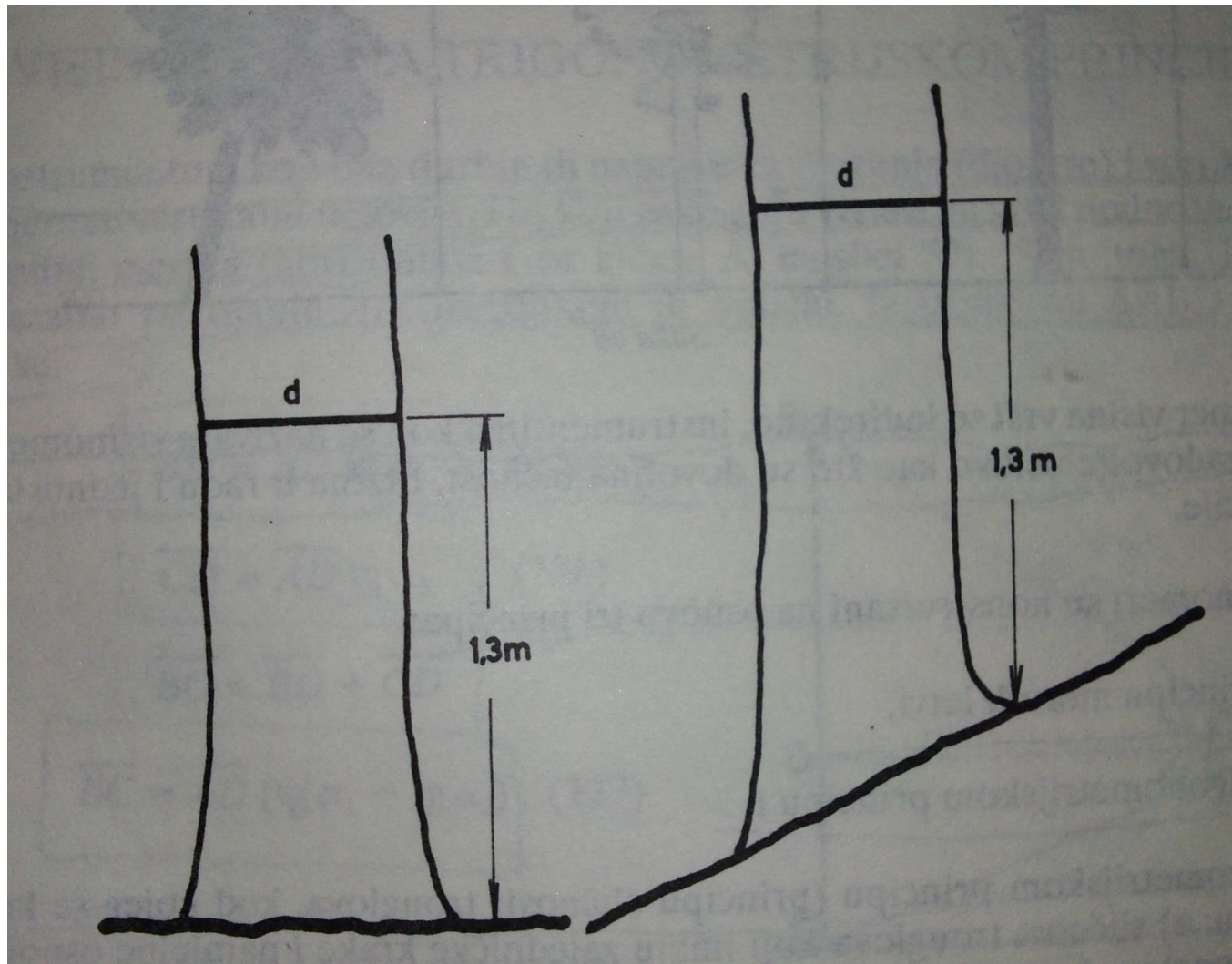
ПРЕМЕР ДУБЕЋЕГ СТАБЛА



1. Премаер основног (прсног) пречника
2. Премаер висине
3. Премаер горњег пречника
4. Одређивање вредности обличних бројева и коефицијената облика

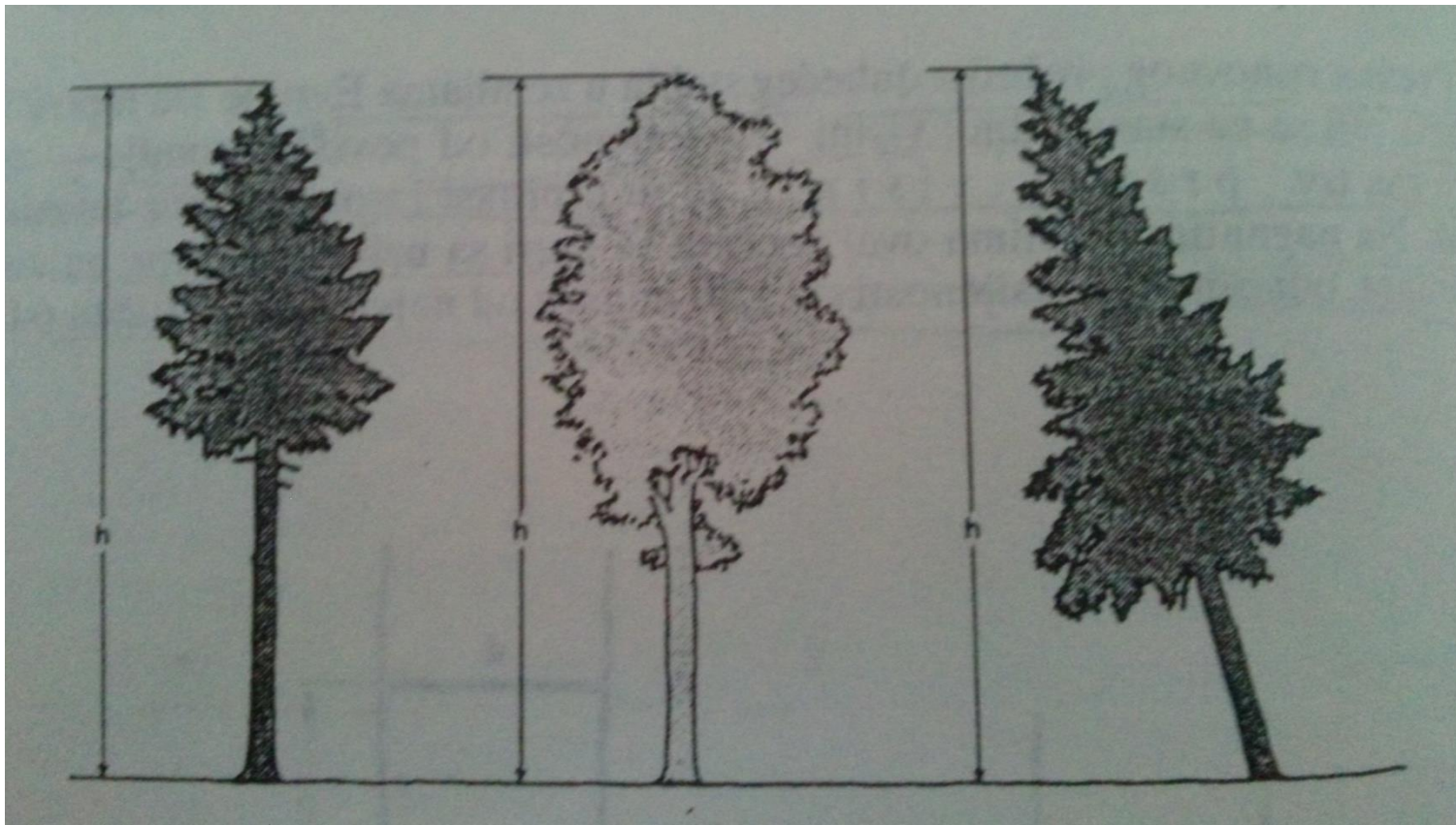
1. Премамер прсног пречника

- Европа,
Америка (4
стопе и 6 инча,
137,16 цм)
- Инвентура
(процена на
основу висине
мерача)
- Огледи
(мерење са
летвом или
пантљиком)



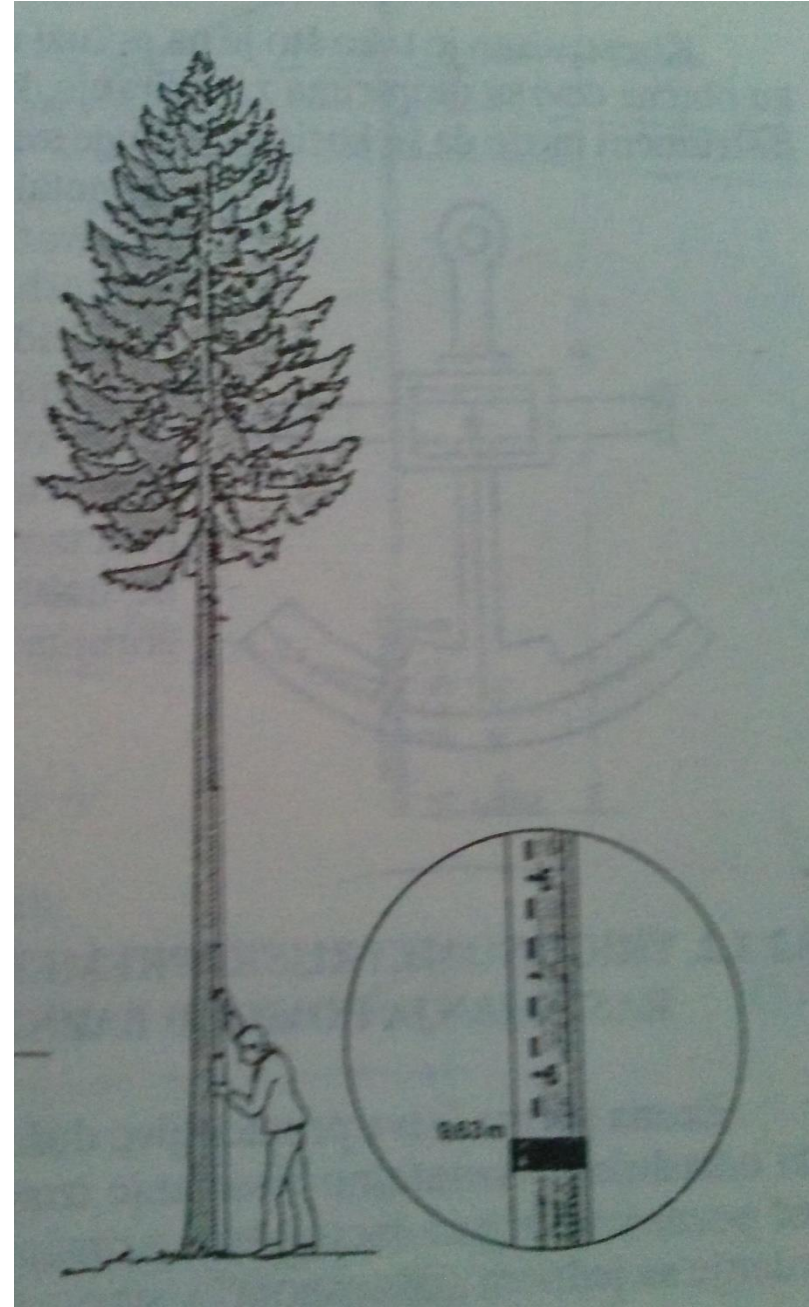
2. Премамер висине дубећег стабла

- Висинска разлика врха стабла и његове основе)
- Индиректно мерење (висиномер)
- Основни принципи конструкције висиномера (мерне летве, тригонометријски и геометријски)



Мерне летве

- Телескоп (велика стабла)
- Летве (мала стабла)



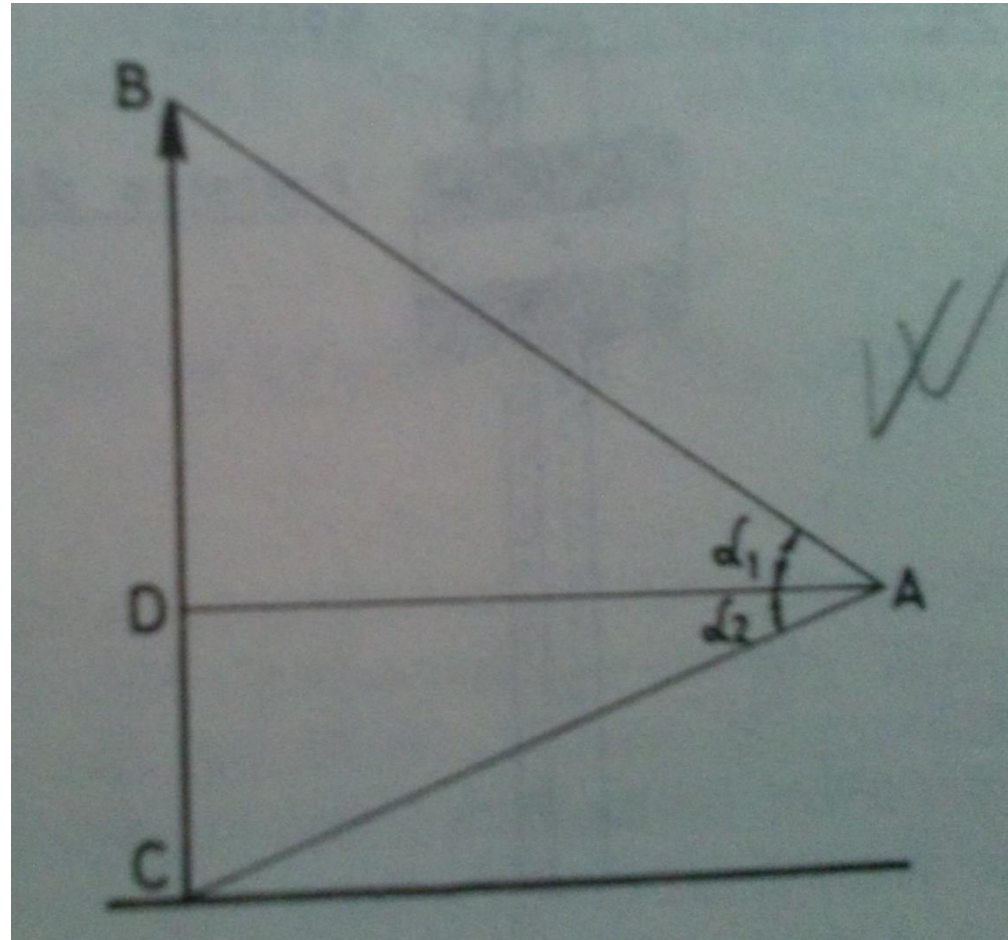
Висиномери на тригонометријском принципу

$$\overline{BD} = \overline{AD} \operatorname{tg} \alpha_1$$

$$\overline{CD} = \overline{AD} \operatorname{tg} \alpha_2$$

$$\overline{BC} = \overline{BD} + \overline{CD}$$

$$\overline{BC} = \overline{AD} (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)$$





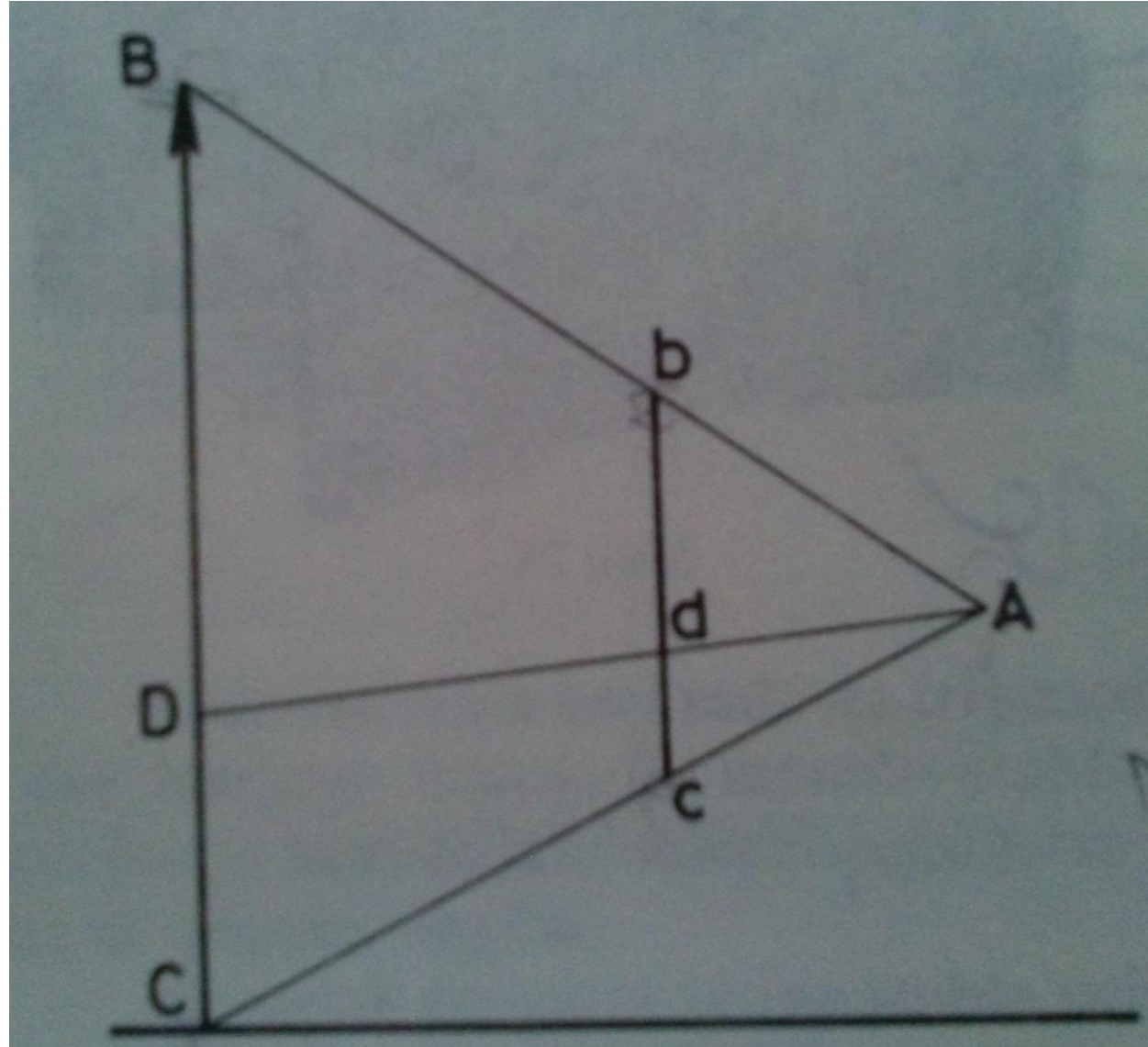


Висиномери на геометријском принципу

- Принцип сличности троуглова са заједничким крацима и паралелним основама

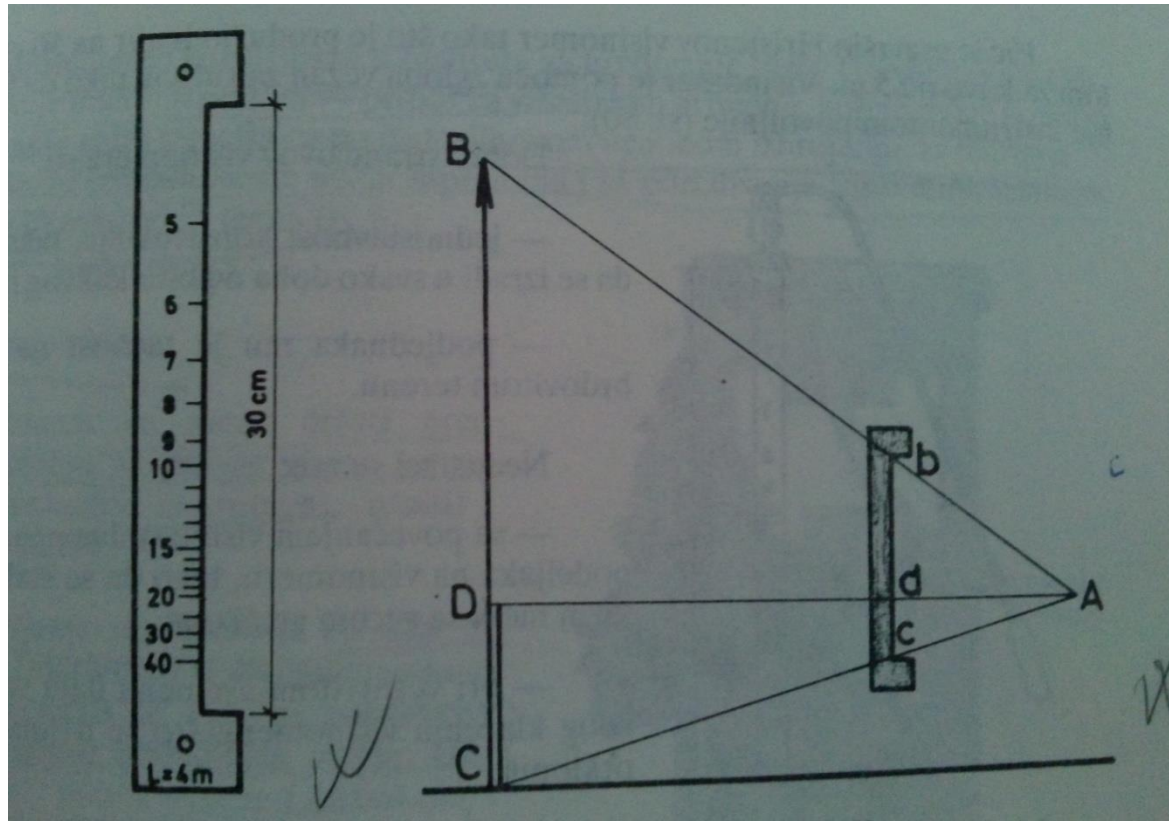
$$\overline{BC} : \overline{bc} = \overline{CD} : \overline{cd}$$

$$\overline{BC} = \frac{\overline{CD} \cdot \overline{bc}}{\overline{cd}}$$



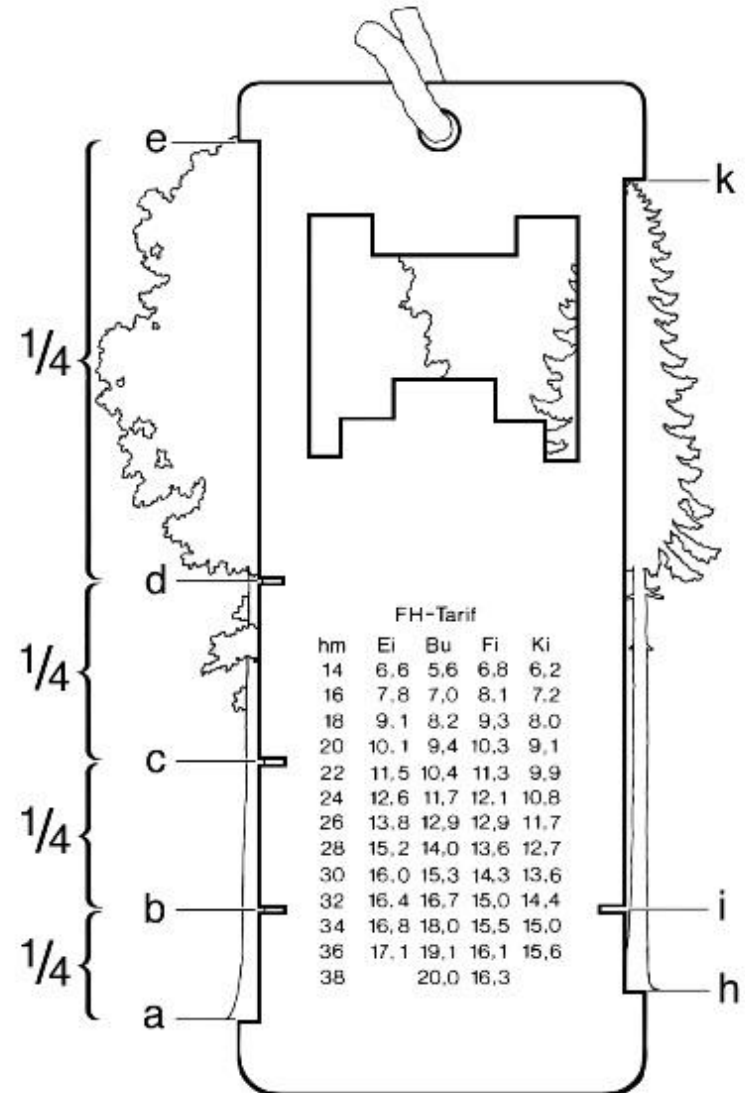
Христовен висиномер

- 30 цм
- 4 метра летва



Крамеров дендрометар

- Универзални инструмент (Угаоно израјање, мерење висине, израчунавање удела запремине)
- $ih = 1/10 kh$
- Измерити дужину ih на стаблу и помножити са 10





2

1

4

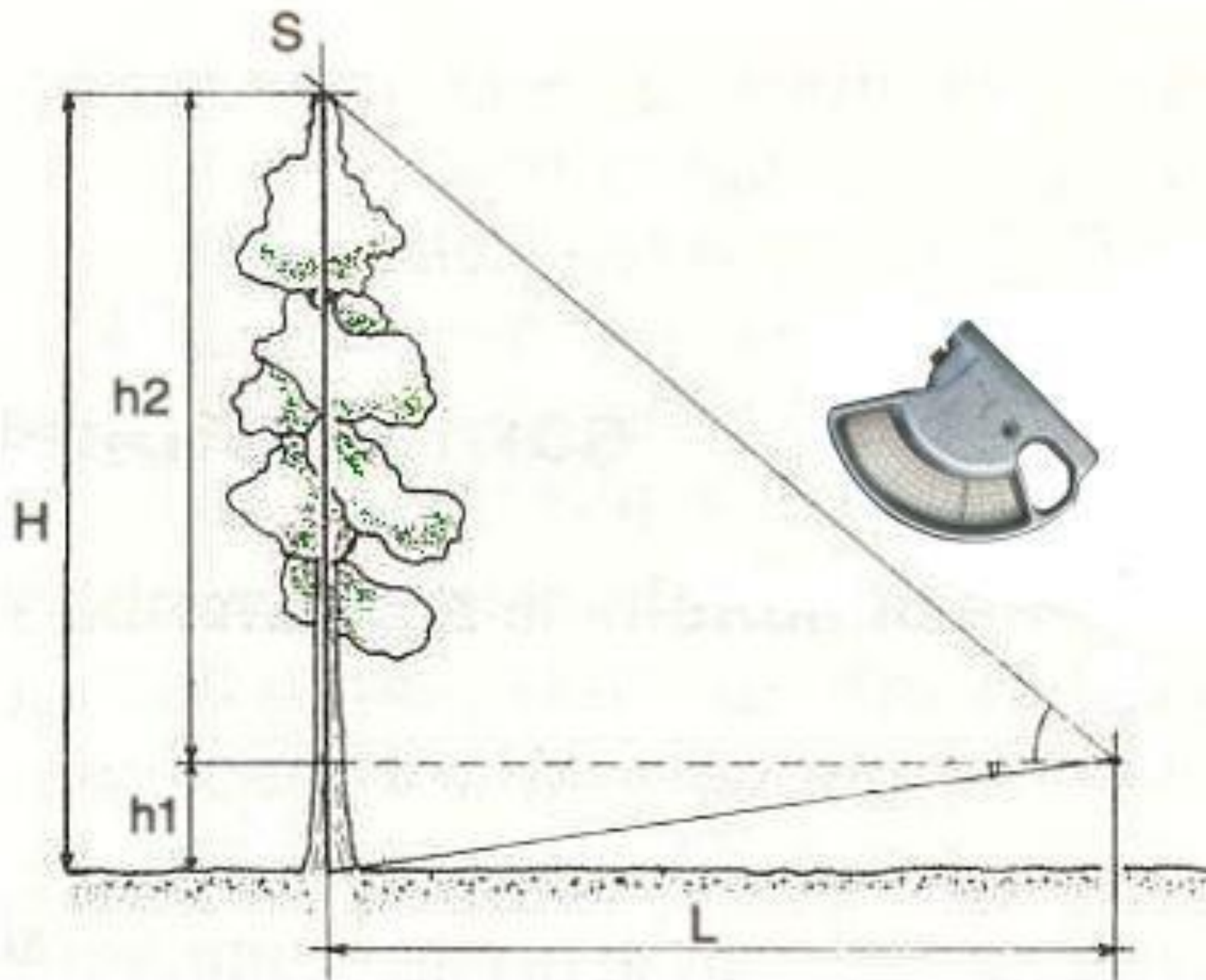
DENDROMETER

Institut für Waldinventur
und Waldwachstum der
Universität Göttingen

Max. Hang- neigung		Kor- rektur
Grad	%	k
10	18	1.02
15	27	1.04
20	36	1.06
25	47	1.10
30	58	1.15
35	70	1.22
40	84	1.31
45	100	1.41

Блуме-Лајсов висиномер

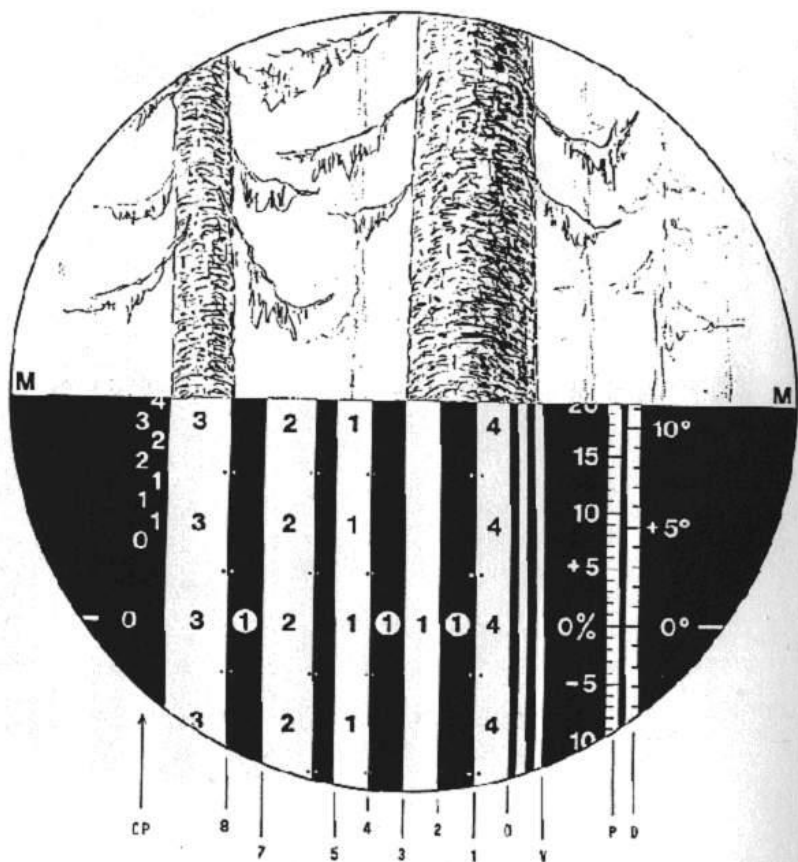




Суunto



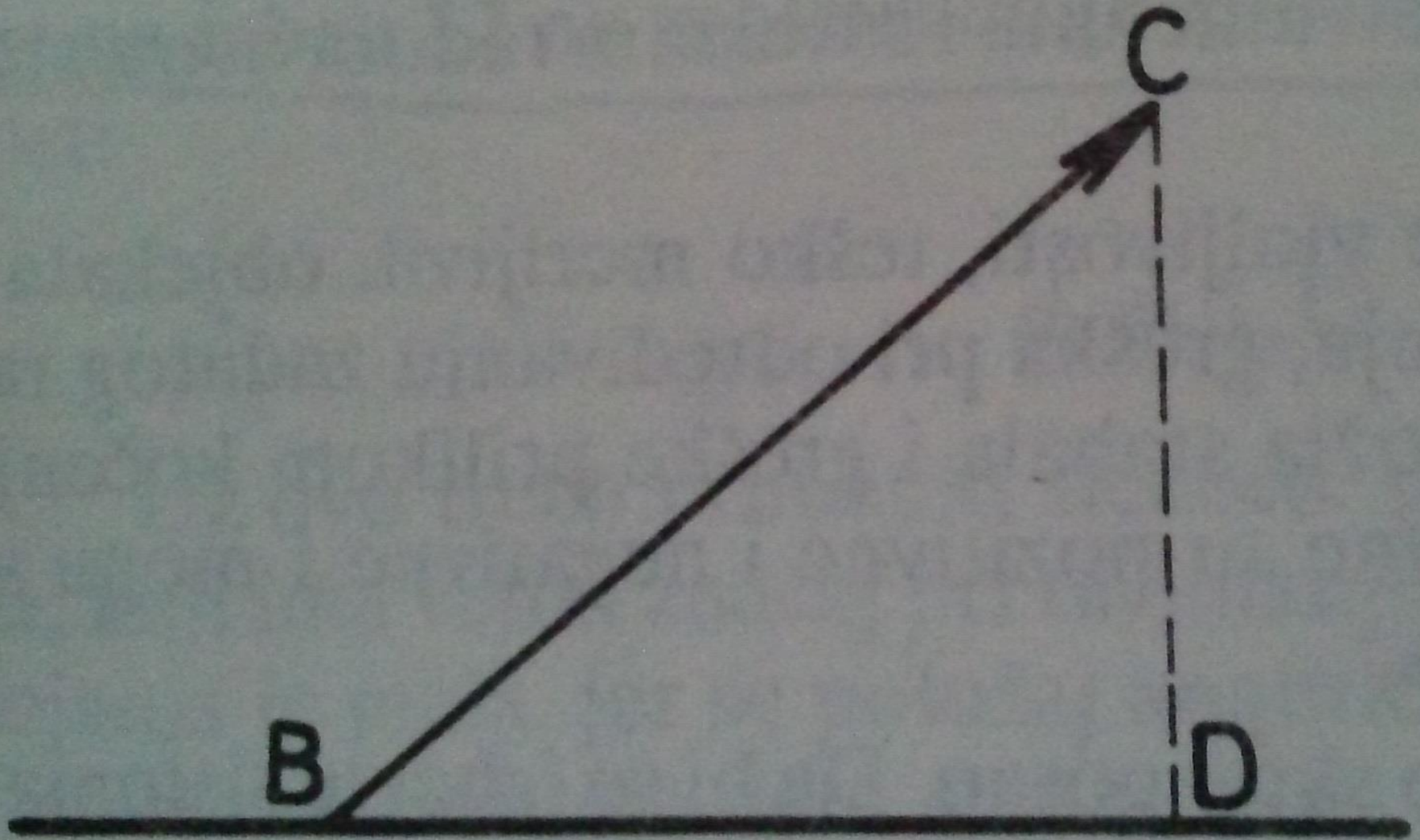
Битерлихов реласкоп



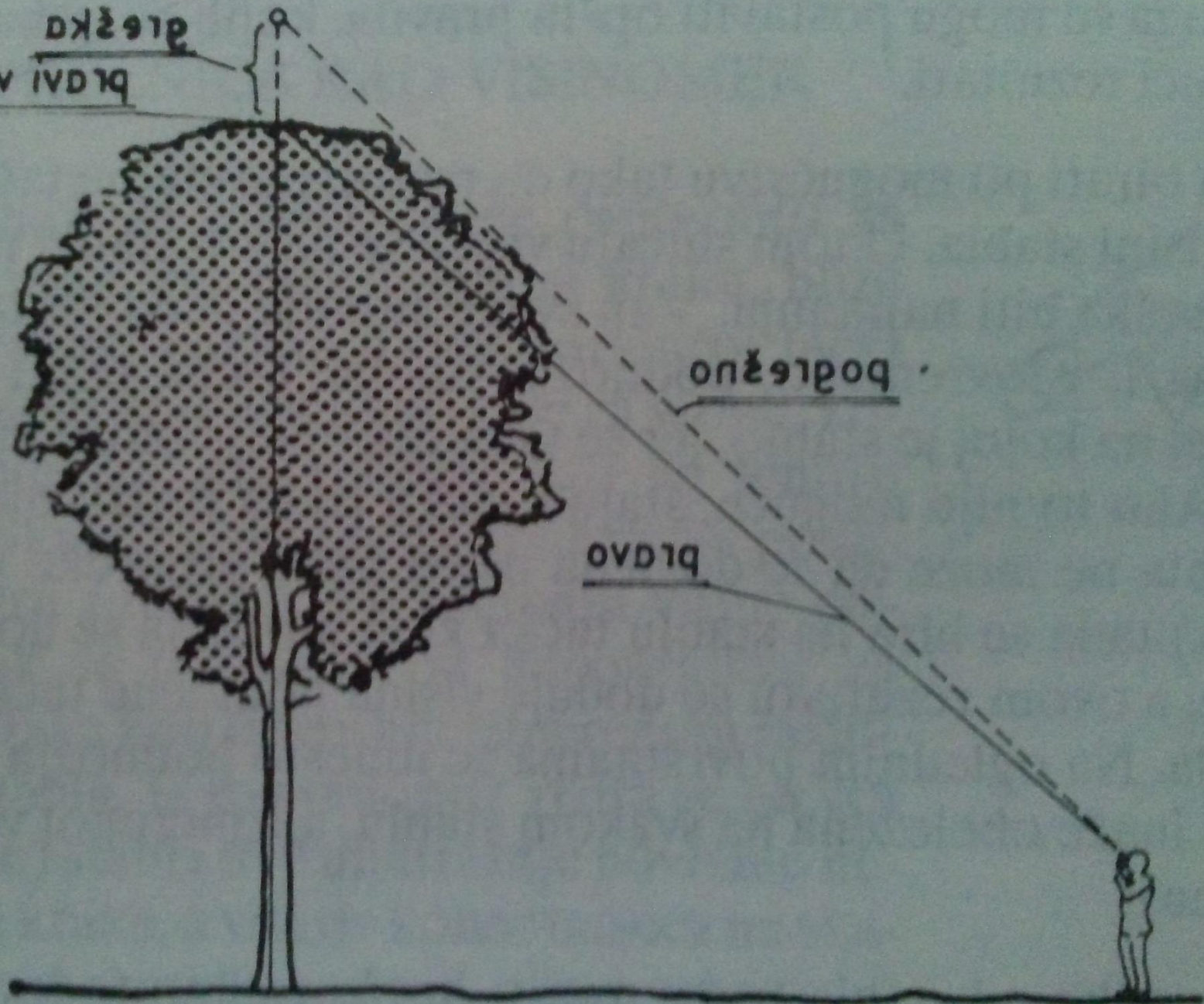
Правила за мерење висина

- **Грешке**

1. Грубе (условљене неисправности опреме, погрешно читавање висинске скале, погрешно утврђивање растојања, замена врха у круни – ове грешке се могу избећи)
 2. Систематске (исти предзнак, угаона одступања оптичког мерења одстојања, очна грешка посматрача, изостајање редукције – могу се отклонити)
 3. Случајне (слаба видљивост, тешка мерљивост објекта, несигурно дефинисање врхова и подножја стабла
- Контролисање исправности опреме
 - Општа правила при мерењу (избор стајне тачке, правила за старе инструменте-хоризот, редукције, мерење ненормално раслих стабала, мерење лишћара)



pravi vrh stabla
glaška

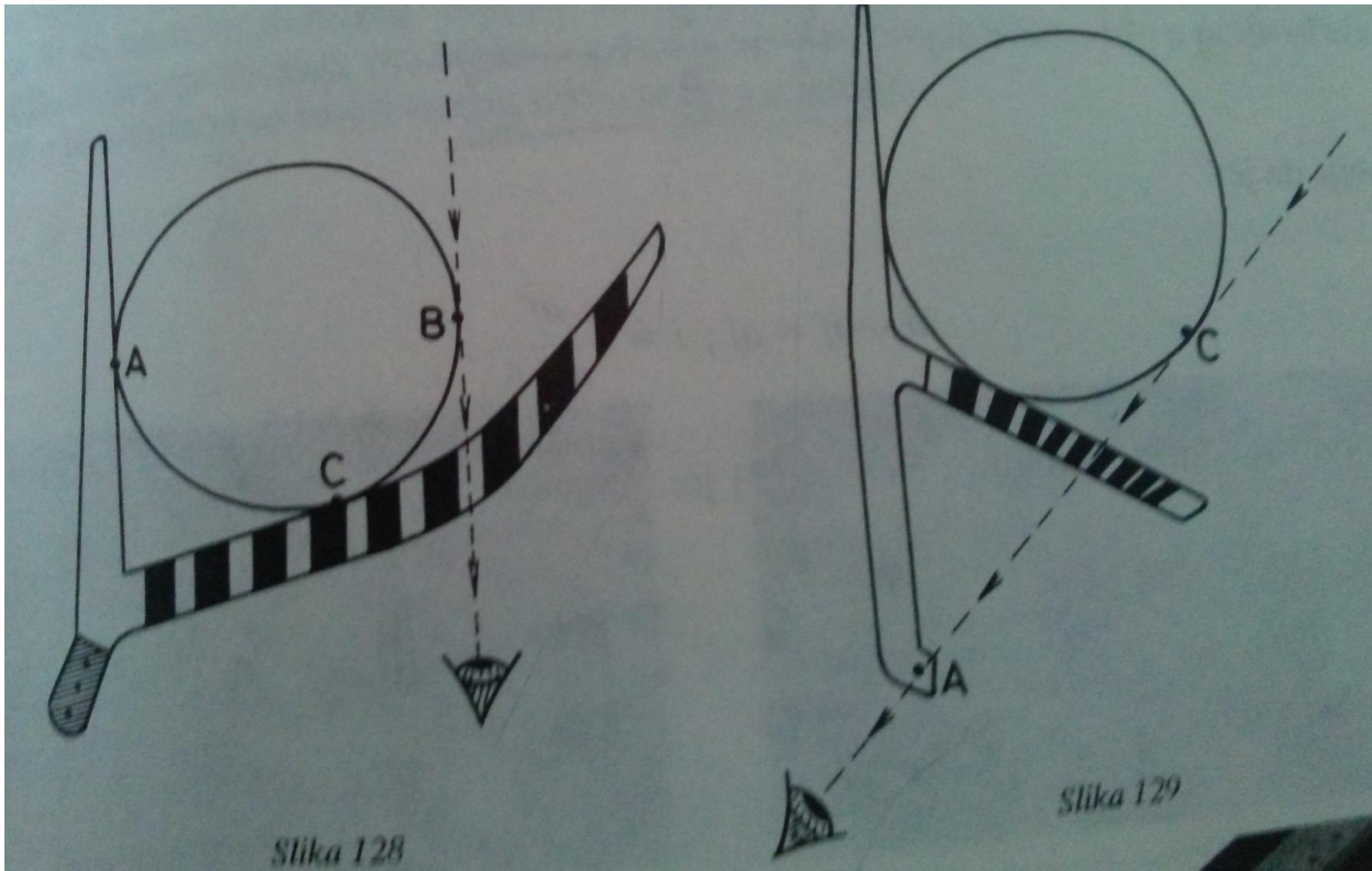


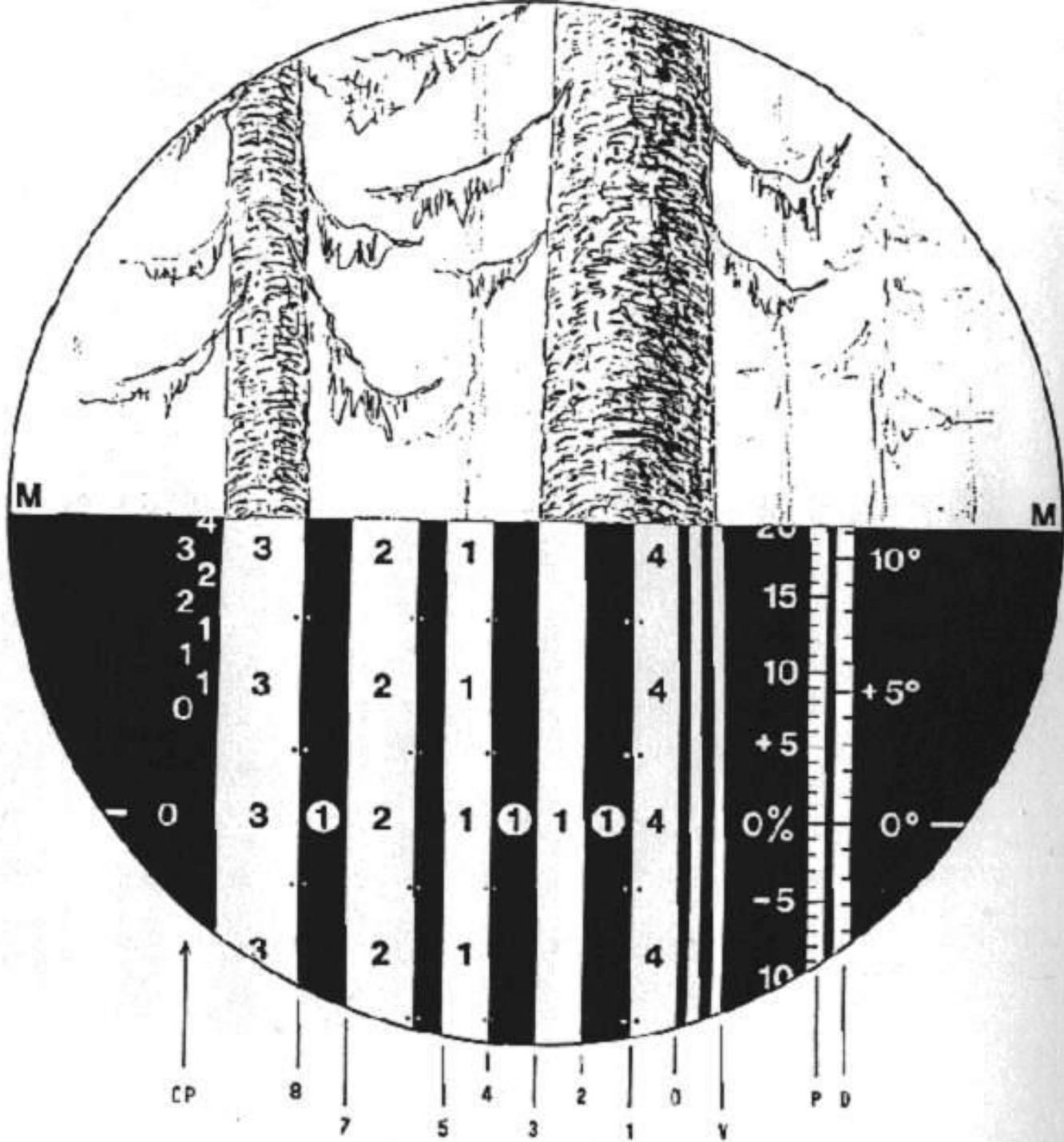
podrežno

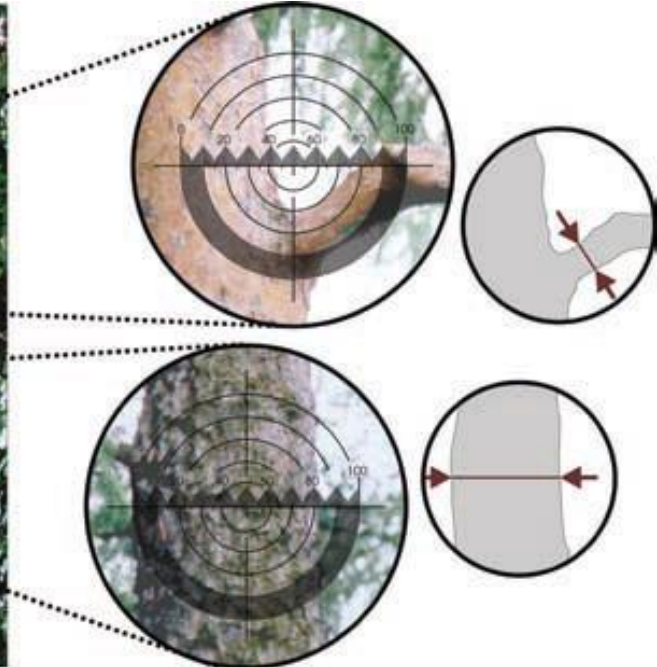
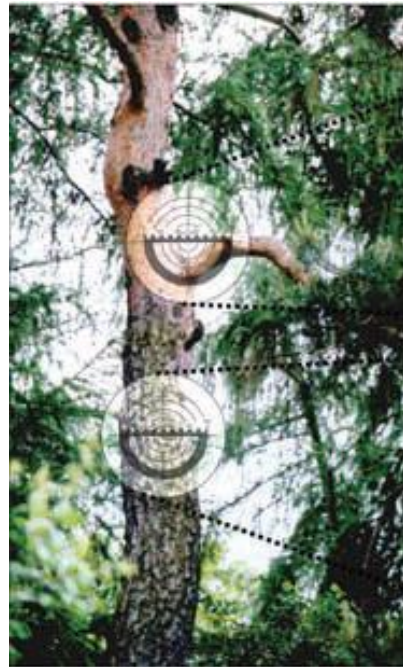
pravo

3. Премер горњих пречника

- Специјалне пречнице
- Дендрометри и Битерлихов дендрометар
- Модерни инструменти





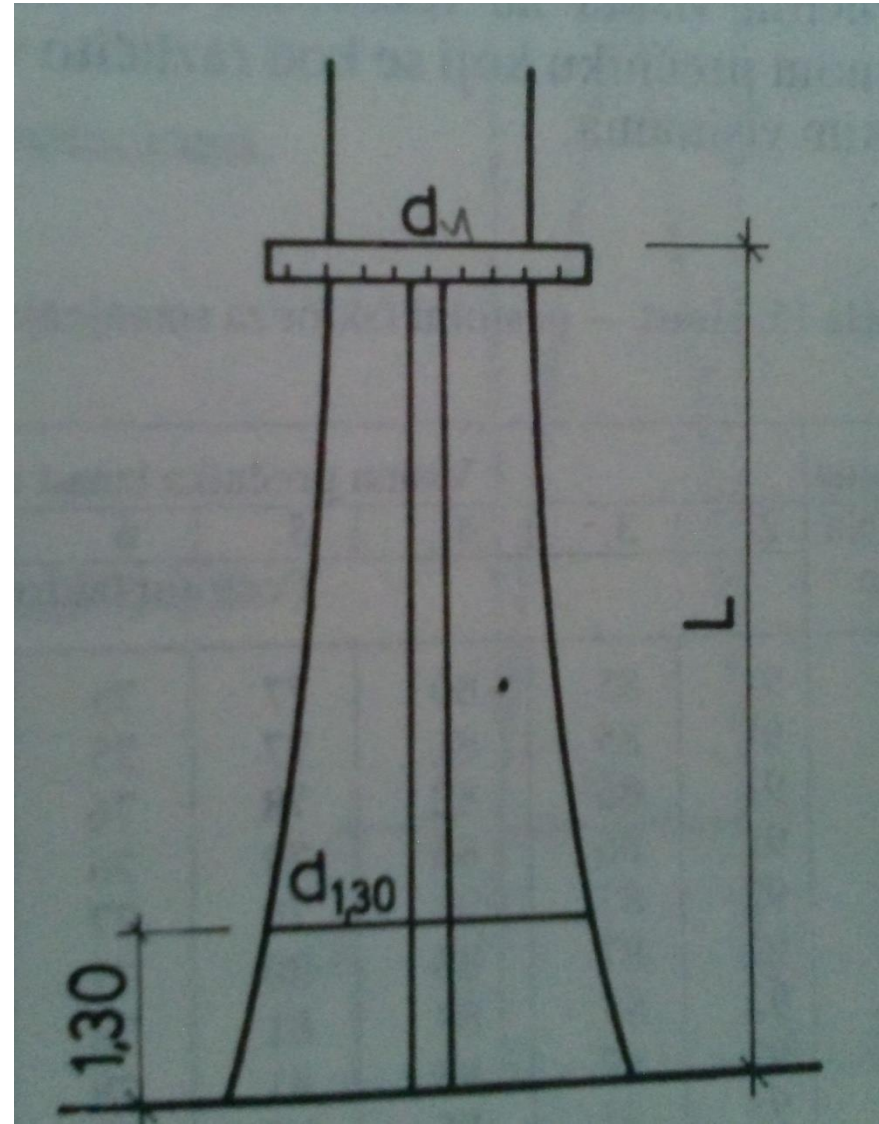


Одређивање горњих пречника по паду пречника

- Таблице пада пречника

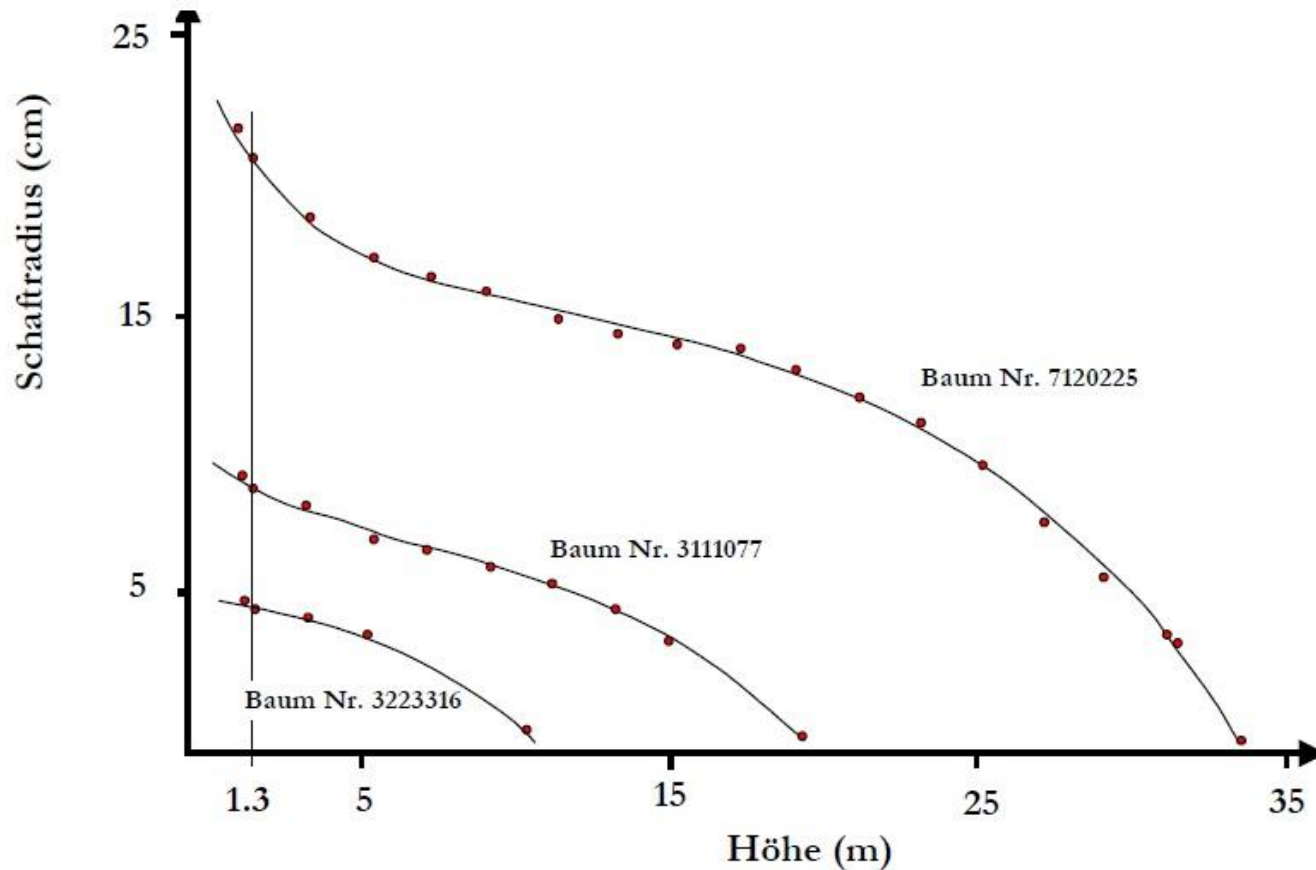
$$pd = \frac{D - d}{l}$$

$$d = D - l \cdot pd$$



Одређивање горњих пречника применом функција

$$y(x) = i + (y_0 - i) \frac{e^{\rho(x_0 - x)} - e^{\rho(x_0 - X)}}{1 - e^{\rho(x_0 - X)}} - i \frac{e^{q(x - X)} - e^{q(x_0 - X)}}{1 - e^{q(x_0 - X)}}$$



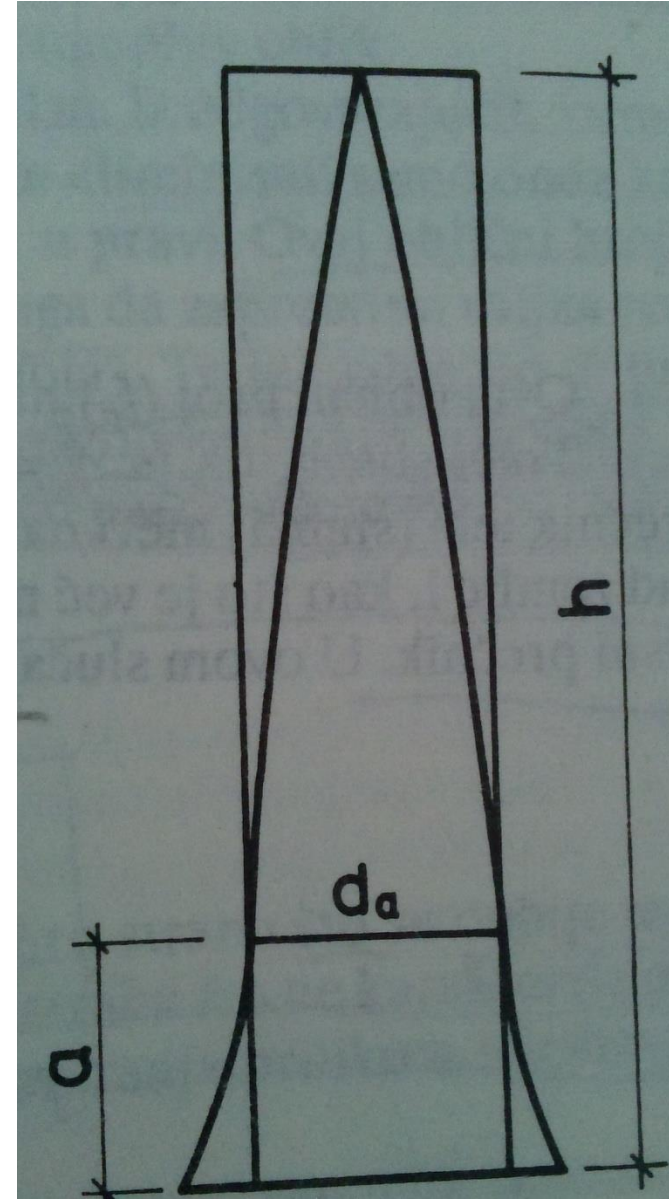
4. Одређивање обличних бројева

- Однос између запремине правилног ротационог тела и запремине ваљка истих димензија
- Значај обличног броја је у томе што кад се помножи са запремином ваљка, даје запремину стабла

$$f = \frac{v}{w} \quad v = f \cdot w$$

$$f = \frac{\frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} d_a^2 \left(\frac{h}{h-a}\right)^r h}{\frac{\pi}{4} d_a^2 h}$$

$$f = \frac{1}{r+1} \left(\frac{h}{h-a}\right)^r$$



Апсолутни, прави и прсни облични број

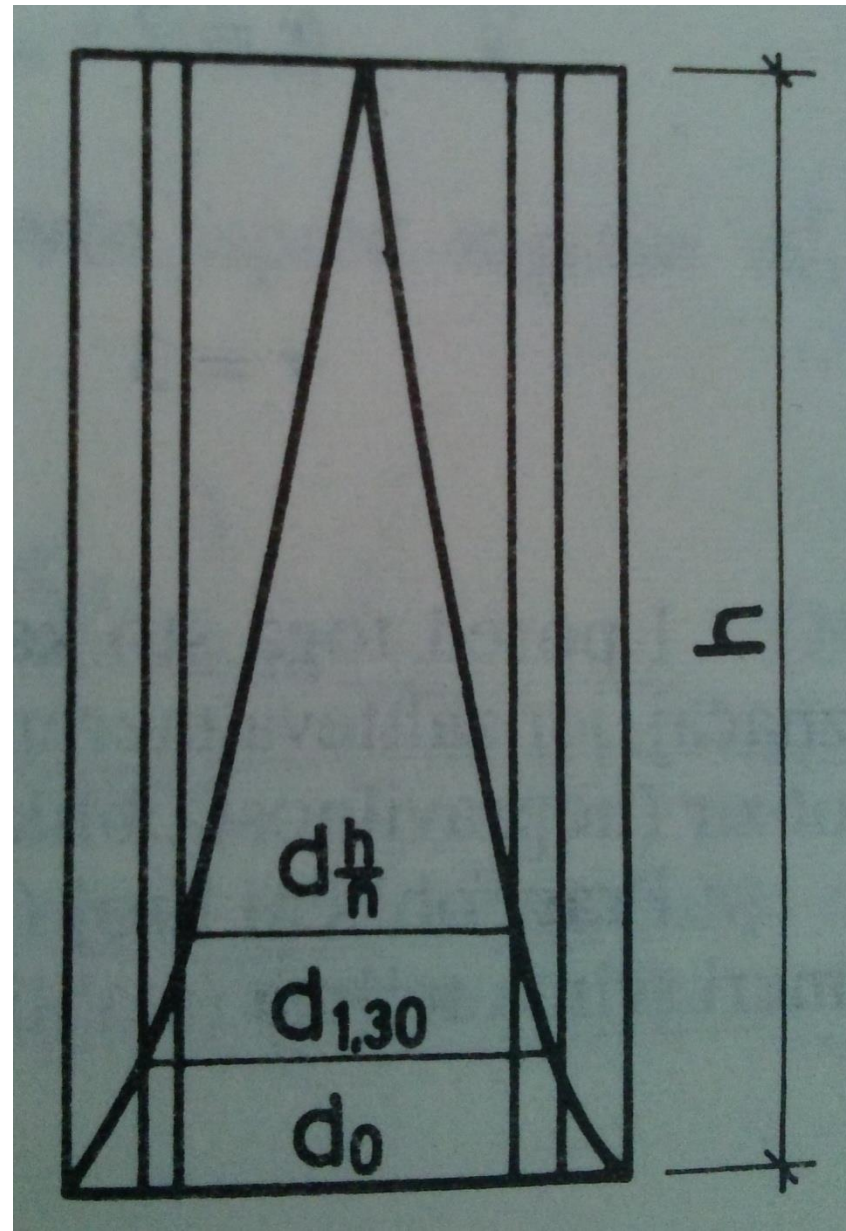
$$a = 0$$

$$a = \frac{h}{n}$$

$$a = \text{const.}$$

- Прсни облични број (неправи облични број) или запремински коефицијент – не карактерише облик стабла
- Хоенадлов облични број

$$f_{0,1h} = \frac{1}{r+1} \left(\frac{1,0}{0,1} \right)^r$$



Коефицијент облика

- Однос два пречника измерена на различитим висинама

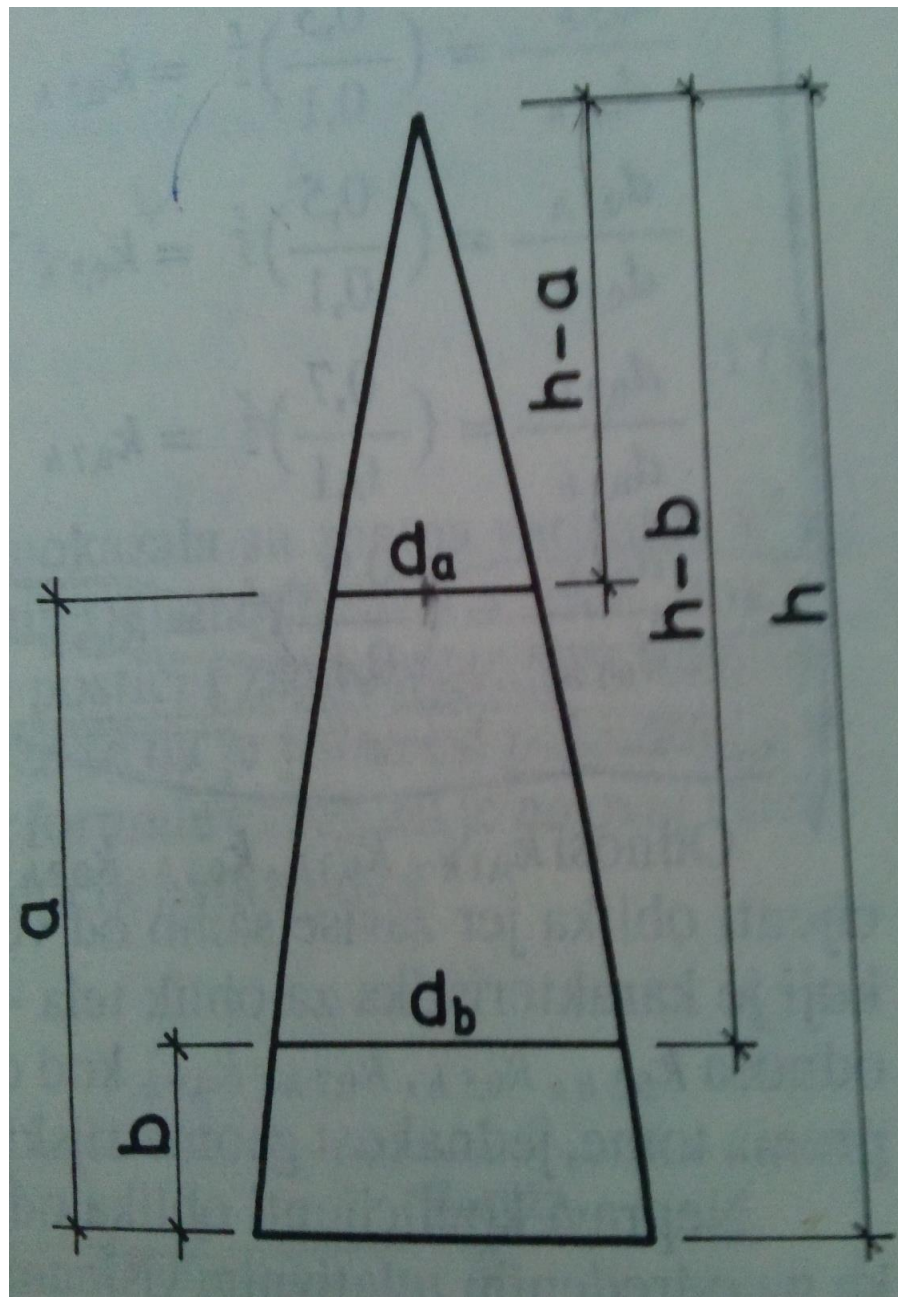
$$k_{a/b} = \frac{d_a}{d_b}$$

$$y^2 = px^r$$

$$\left(\frac{d_a}{2}\right)^2 = p(h - a)^r$$

$$\left(\frac{d_b}{2}\right)^2 = p(h - b)^r$$

$$\frac{d_a}{d_b} = \left(\frac{h - a}{h - b}\right)^{\frac{r}{2}}$$

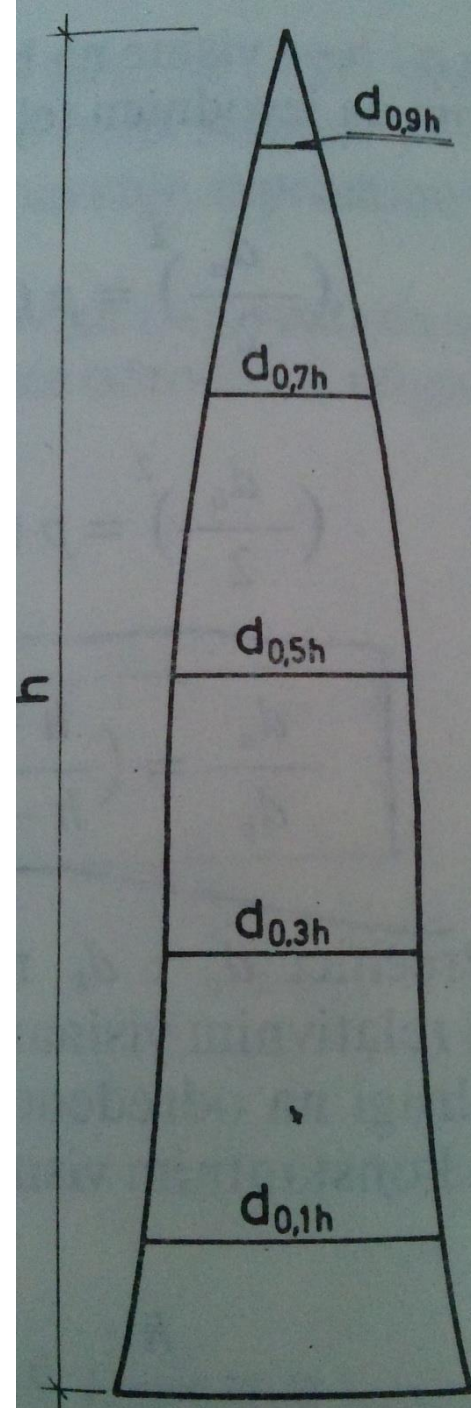


Хоенадлови прави коефицијенти облика

$$\frac{d_{0,1h}}{d_{0,1h}} = 1 = k_{0,1h}$$

$$\frac{d_{0,3h}}{d_{0,1h}} = \left(\frac{0,3}{0,1}\right)^{\frac{r}{2}} = k_{0,3h}$$

$$\frac{d_{0,9h}}{d_{0,1h}} = \left(\frac{0,9}{0,1}\right)^{\frac{r}{2}} = k_{0,9h}$$



Одређивање вредности запреминског коефицијента

- Посредни начин: веза између неправог обличног броја и неправог коефицијента облика
- Непосредни начин: директним мерењем на стаблу
- Посредни начин (полазиште): Проста Хуберова формула
- Практична истраживања ове једноставне везе показала су знатна варирања k^2

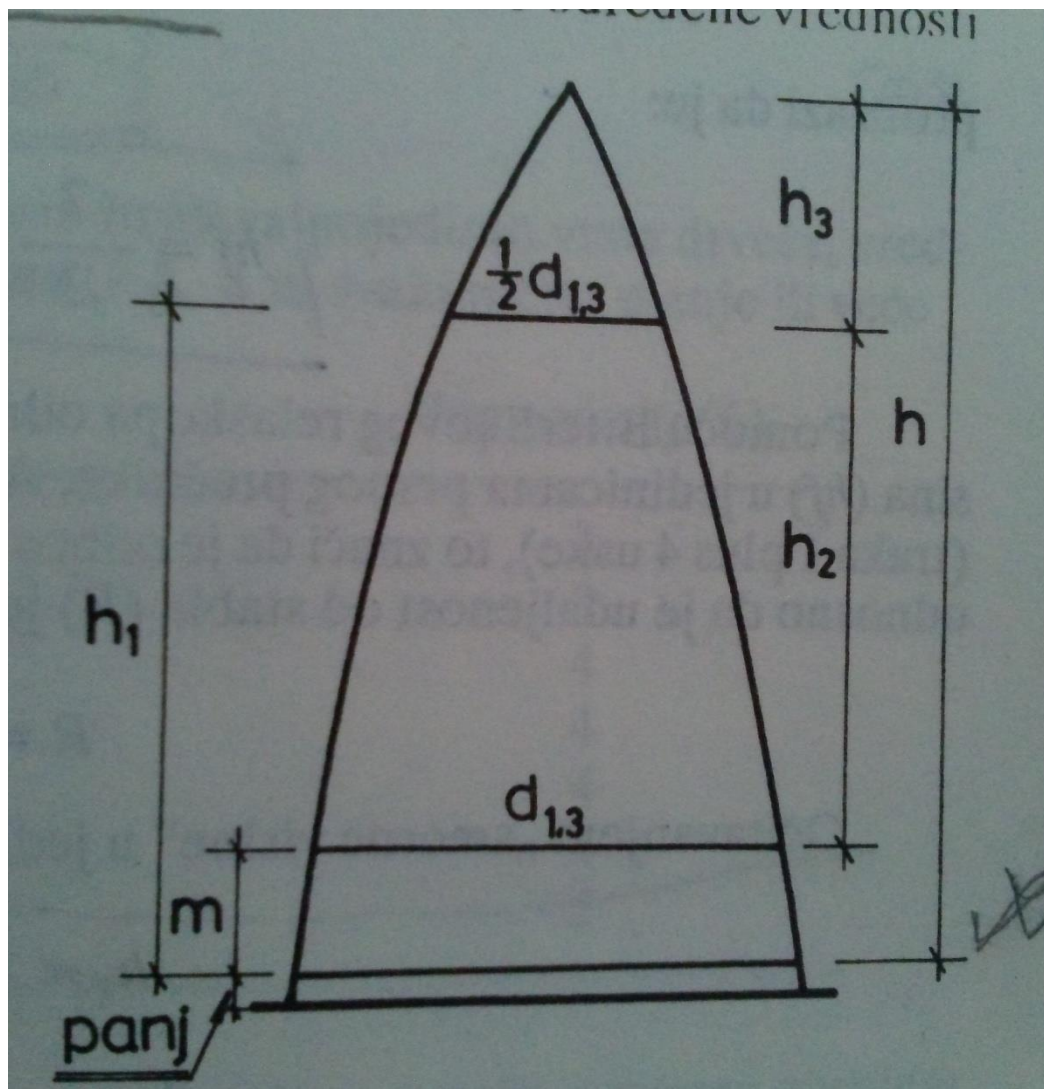
$$v = \frac{\pi}{4} d_{0,5h}^2 h$$

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 h$$

$$f = \frac{v}{w} = \frac{d_{0,5h}^2}{d^2} = k^2$$

- **Непосредни начин (Битерлихов реласкоп):**
 облични број се добија посредно деобом
 обликовисине са укупном висином стабла

$$hf = \frac{v}{g} = \frac{2}{3} \left(h_1 + \frac{m}{2} \right)$$



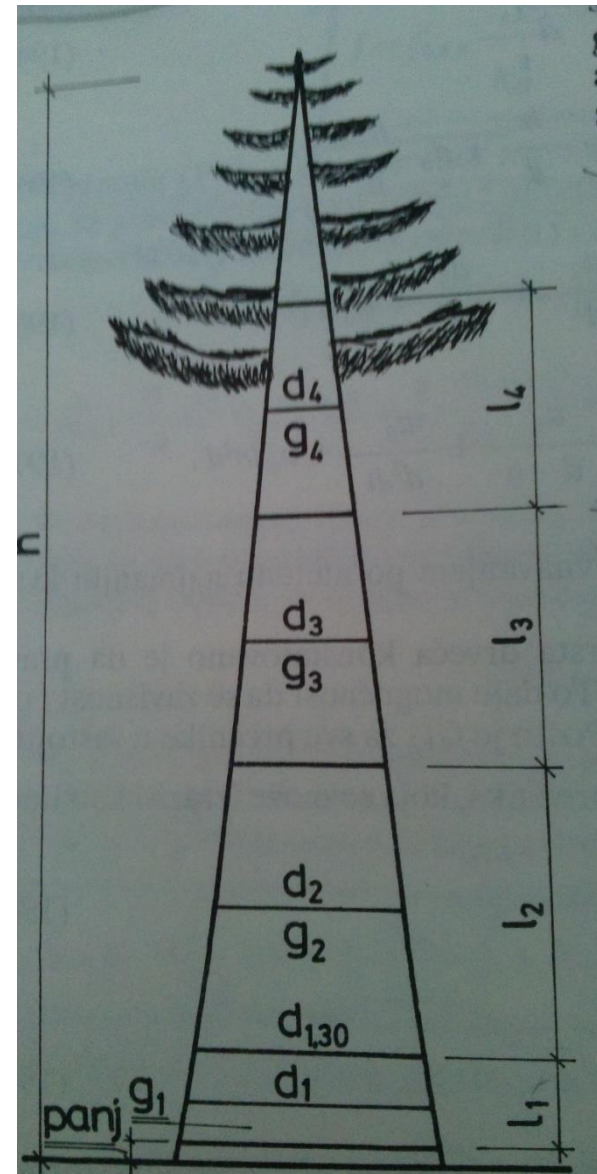
Одређивање запремине дубећег стабла секционим методом

- Ретка практична примена
- Најчешће секције различитих дужина
- Хуберова формула
- Лишћари (дебло) – гране процена
- Четинари (вретено)
- Инструмент за мерење горњих пречника и висиномер

$$v_1 = g_1 \cdot l_1$$

$$v_2 = g_2 \cdot l_2$$

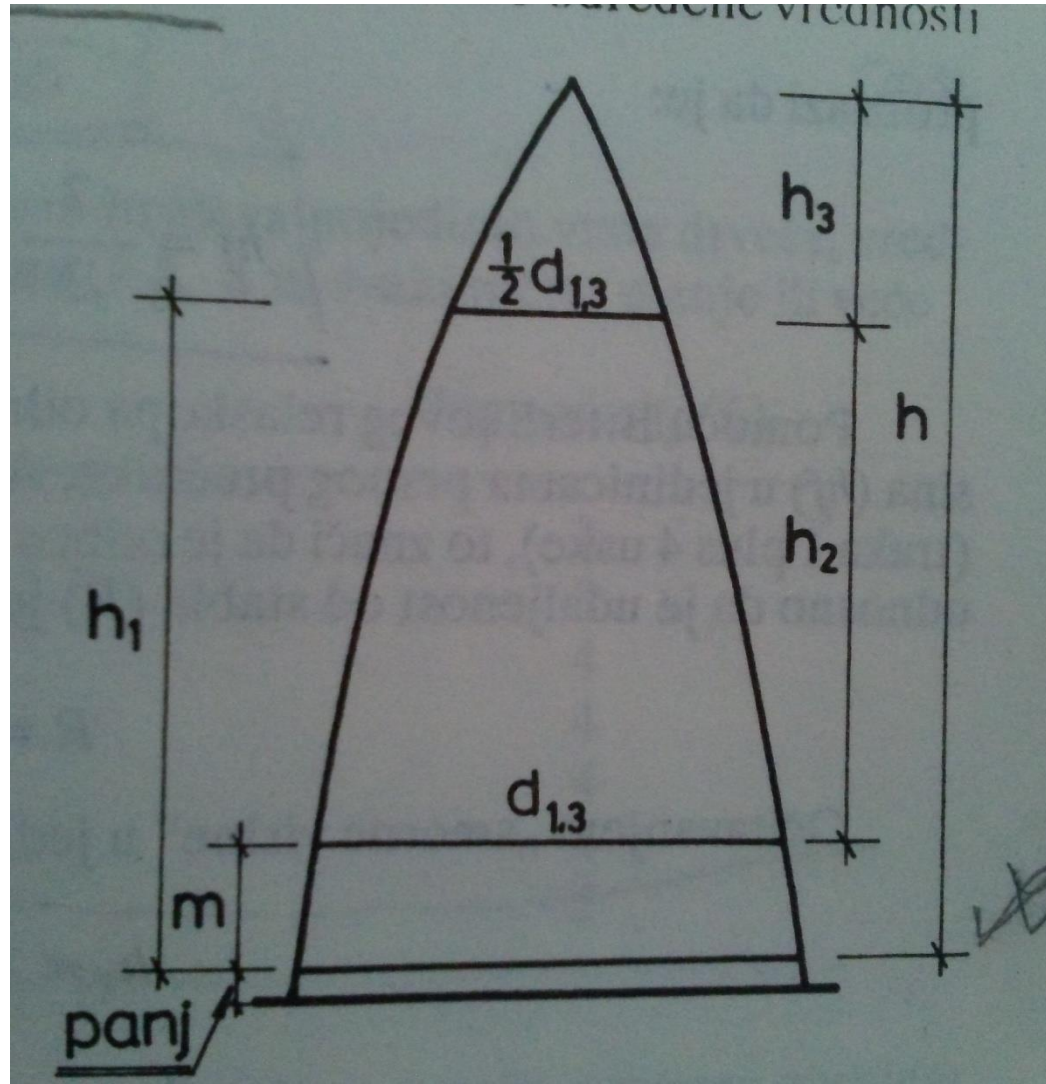
$$v = v_1 + v_2 + v_3 + v_4$$



Одређивање запремине Битерлиховим реласкопом

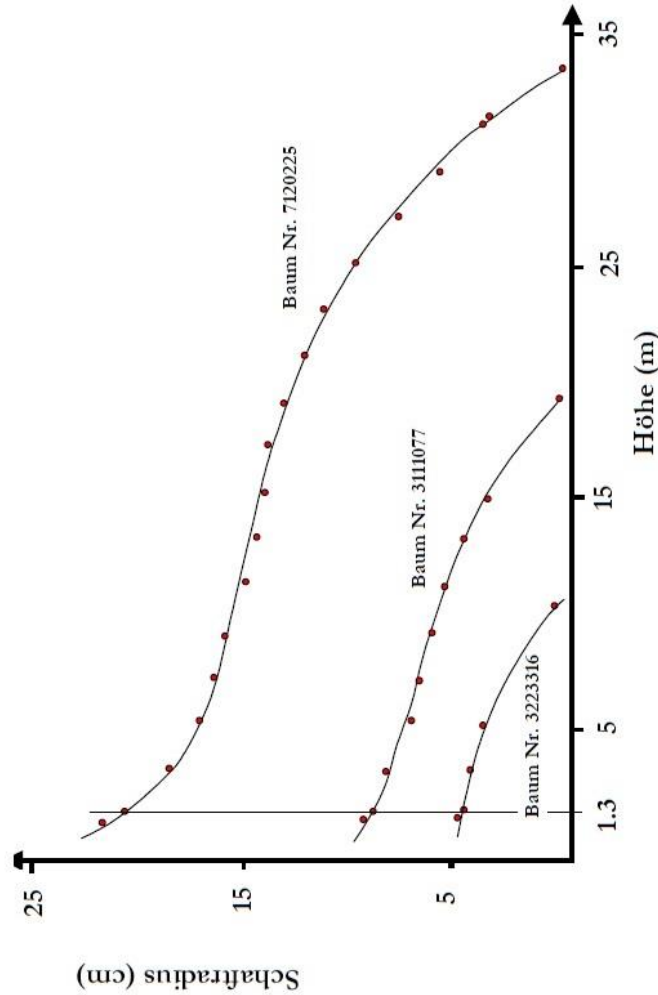
- Помоћу измерене релативне обликовисине

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 h f$$



Расподела запремине дуж вретена

$$y(x) = i + (y_0 - i) \frac{e^{p(x_0 - x)} - e^{p(x_0 - X)}}{1 - e^{p(x_0 - X)}} - i \frac{e^{q(x - X)} - e^{q(x_0 - X)}}{1 - e^{q(x_0 - X)}}$$



Запреминске таблице

Општа формула за запремину дубећег стабла

$$v = ghf$$

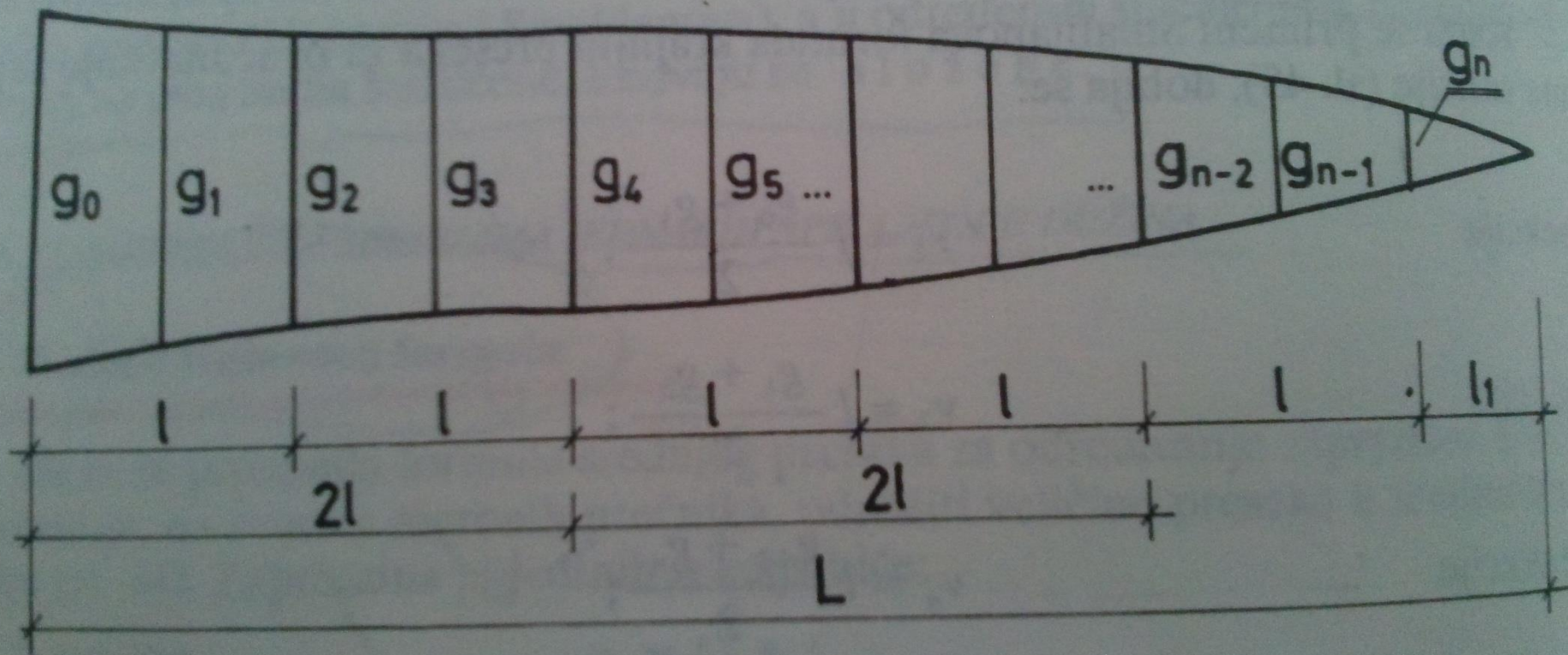
- Запремина је функција три величине: прсни пречник, укупна висина и облични број (запремински коефицијент)
- Основни “улази” за запреминске таблице: величине од којих запремина зависи а могу се лако измерити или одредити
- Једноулазне, двоулазне, троулазне и вишеулазне запреминске таблице
- Израда по врстама дрвећа (локалне, опште, свеопште)
- Укупна (тотална) запремина, запремина вретена, запремина крупног дрвета

$$v = f(d)$$

$$v = f(d, h)$$

Методи израде запреминских таблица

- Према великог броја оборених стабала секционим методом
- Према секција и “улаза”



Једноулазне запреминске таблице

$$v = f(d)$$

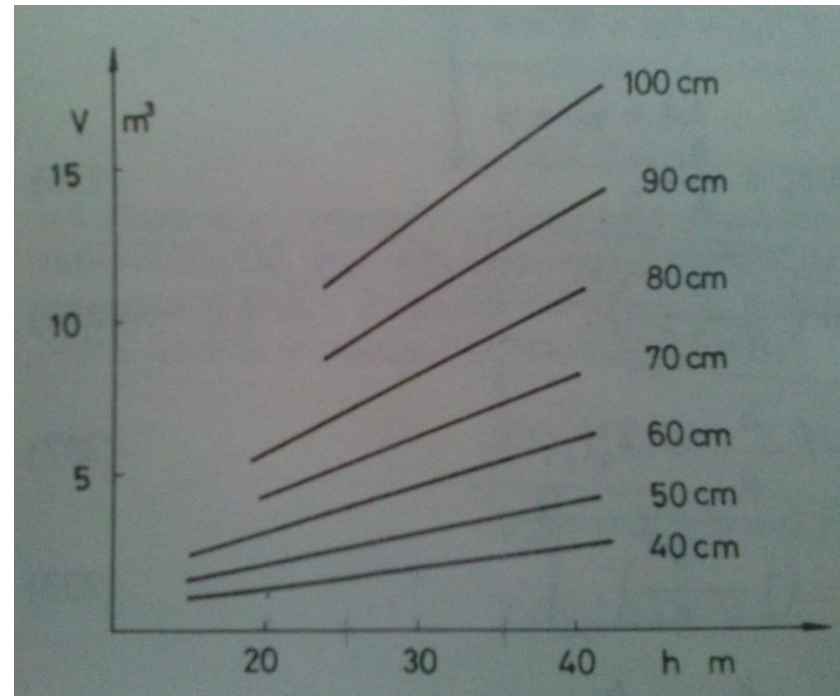
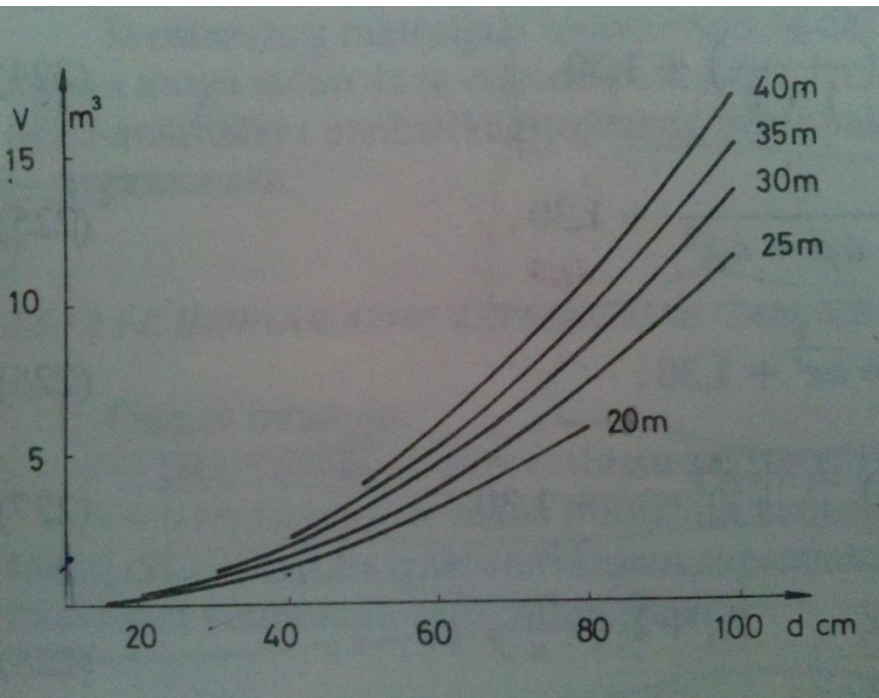
$$v = a + bd + cd^2$$

$$v = a + bd + cd^2 + ed^3$$

- Примена једноставне регресионе анализе за утврђивање параметара функције
- Утврђивање запремине стабала која одговара појединим прским пречницима (аналитички израз)
- Низ запремина по појединачним пречницима (једноулазне запреминске таблице)

Двоулазне запреминске таблице

- Директан и индиректан метод
- Директан (графички и аналитички)



$$v = f(d, h)$$

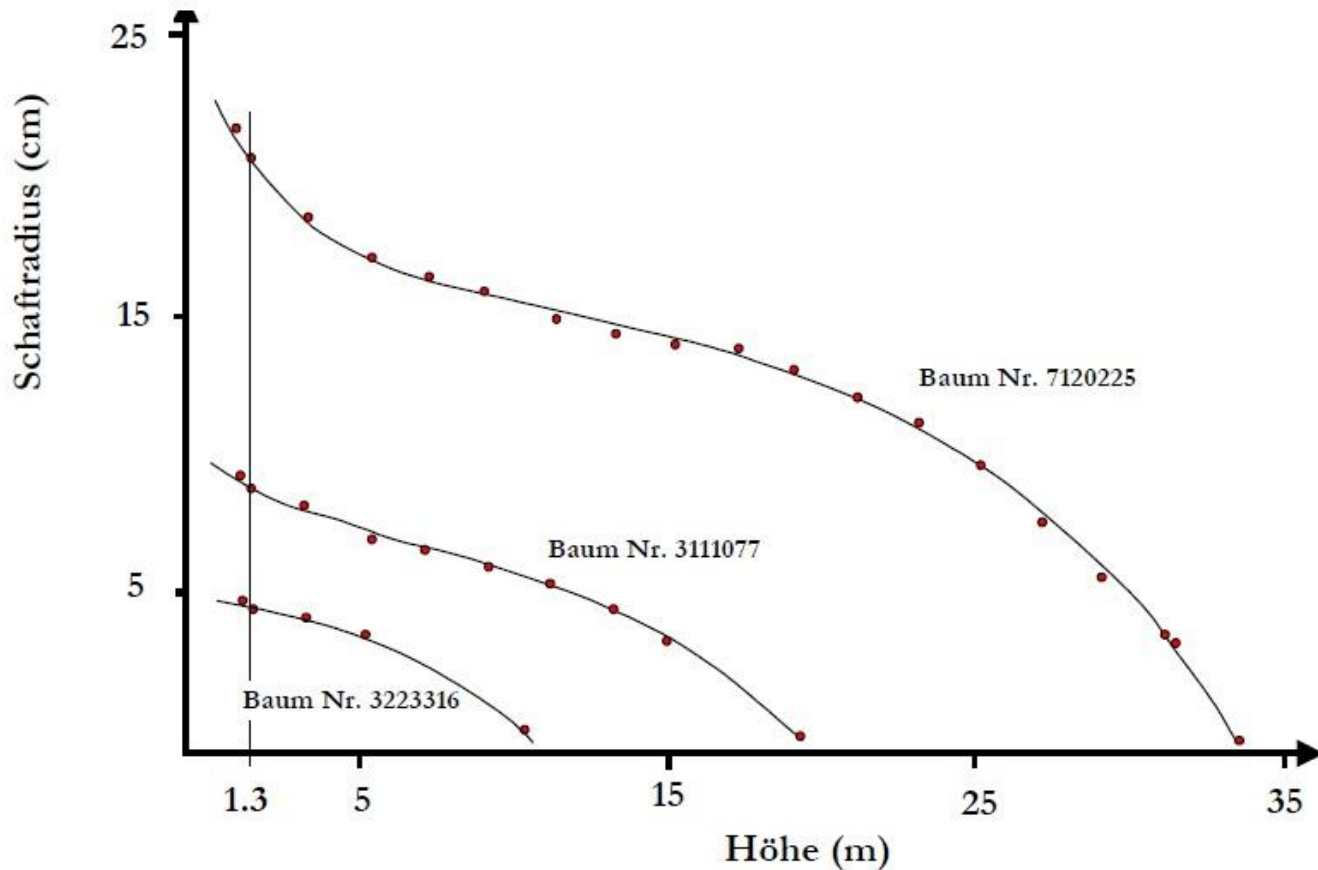
$$v = a \cdot d^b \cdot h^c$$

$$v = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2$$

Visina u m	P r s n i p r e č n i k (cm)									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	Z a p r e m i n a (m ³)									
15	0,990	1,039	1,090	1,141	1,193	1,247	1,306	1,362	1,419	1,479
16	1,050	1,101	1,155	1,209	1,264	1,321	1,383	1,442	1,503	1,567
17	1,109	1,162	1,220	1,277	1,335	1,395	1,461	1,523	1,587	1,654
18	1,167	1,224	1,284	1,344	1,405	1,468	1,537	1,603	1,670	1,740
19	1,226	1,286	1,349	1,411	1,476	1,541	1,614	1,683	1,753	1,827
20	1,285	1,347	1,413	1,479	1,546	1,615	1,690	1,762	1,836	1,913
21	1,343	1,408	1,477	1,546	1,616	1,688	1,767	1,842	1,919	1,999
22	1,402	1,470	1,542	1,613	1,686	1,761	1,843	1,921	2,002	2,086
23	1,460	1,531	1,606	1,680	1,756	1,834	1,919	2,001	2,084	2,171
24	1,519	1,592	1,670	1,747	1,826	1,906	1,995	2,080	2,167	2,257
25	1,577	1,653	1,733	1,813	1,895	1,979	2,071	2,159	2,249	2,343
26	1,635	1,714	1,797	1,880	1,965	2,052	2,147	2,238	2,331	2,428
27	1,693	1,774	1,861	1,947	2,034	2,124	2,223	2,317	2,413	2,514
28	1,735	1,835	1,925	2,013	2,104	2,197	2,299	2,396	2,495	2,599
29	1,809	1,896	1,988	2,080	2,173	2,269	2,374	2,475	2,577	2,684
30	1,867	1,956	2,052	2,146	2,243	2,341	2,450	2,553	2,659	2,770
31	1,925	2,017	2,115	2,212	2,312	2,413	2,525	2,632	2,741	2,855
32	1,983	2,078	2,179	2,278	2,381	2,485	2,601	2,710	2,822	2,940
33	2,040	2,138	2,242	2,345	2,450	2,558	2,676	2,789	2,904	3,025
34	2,098	2,199	2,305	2,411	2,519	2,630	2,751	2,867	2,987	3,111
35	2,156	2,259	2,369	2,477	2,587	2,700	2,817	2,938	3,062	3,190
36	2,214	2,319	2,431	2,543	2,658	2,776	2,897	3,021	3,148	3,279

$$y(x) = i + (y_0 - i) \frac{e^{p(x_0 - x)} - e^{p(x_0 - X)}}{1 - e^{p(x_0 - X)}} - i \frac{e^{q(x - X)} - e^{q(x_0 - X)}}{1 - e^{q(x_0 - X)}}$$

$$V(x) = \pi \int_0^x y^2(x) dx$$



Уређајне тарифе

- Посебан вид једноулазних таблица (прелаз ка двоулазним)
- Два начина израде (помоћу бонитетног висинског графикона и помоћу функција)
- БВГ је изравната зависност висине од прских пречника и бонитетта станишта у облику висинских кривих
- Бонитетни висински разреди (уједно чине низове запремина у тарифама)
- Низ запремина у тарифама представља једноулазне таблице

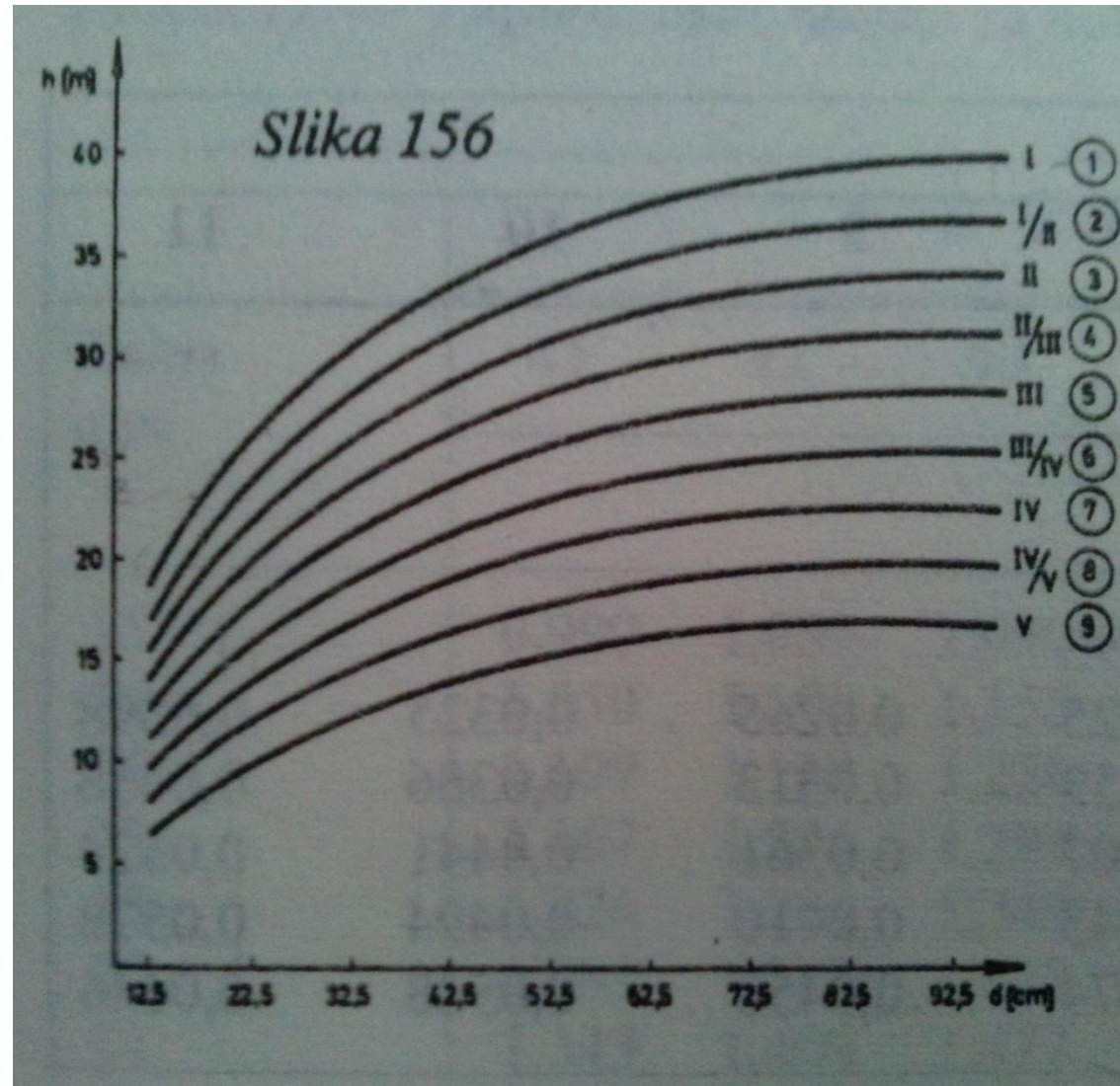


Tabela 29. Tarife za bukvu u Srbiji (drvena zapremina od 3 cm naviše) (Mirković, 1959) ✓

Debljinski stepen		Bonitetni razred (tarifni niz)														
		I (1)			II (3)			II (5)			IV (7)			V (9)		
d №	d cm	h m	hf m	v m^3	h m	hf m	v m^3	h m	hf m	v m^3	h m	hf m	v m^3	h m	hf m	v m^3
1	12,5	18,8	8,90	0,109	15,6	7,21	0,089	12,4	5,51	0,068	9,4	3,92	0,048	6,4	2,33	0,029
2	17,5	23,5	11,45	0,276	19,1	9,12	0,220	15,5	7,21	0,174	12,0	5,35	0,129	8,4	3,44	0,083
3	22,5	26,0	12,83	0,511	22,0	10,71	0,426	18,0	8,59	0,342	14,0	6,47	0,258	10,0	4,35	0,173
4	27,5	28,5	14,20	0,843	24,3	11,98	0,712	20,0	9,70	0,576	15,7	7,42	0,441	11,4	5,14	0,305
5	32,5	30,8	15,48	1,285	26,4	13,14	1,091	21,7	10,65	0,884	17,2	8,27	0,686	12,7	5,88	0,488
6	37,5	32,6	16,48	1,819	27,8	13,94	1,539	23,0	11,40	1,259	18,4	8,96	0,989	13,7	6,47	0,714
7	42,5	34,2	17,38	2,466	29,4	14,84	2,106	24,3	12,14	1,723	19,4	9,54	1,354	14,5	6,94	0,985
8	47,5	35,7	18,23	3,230	30,4	15,42	2,732	25,2	12,67	2,245	20,2	10,02	1,776	15,1	7,31	1,295
9	52,5	36,5	18,71	4,051	31,3	15,95	3,453	26,1	13,20	2,858	20,8	10,39	2,249	15,7	7,68	1,663
10	57,5	37,4	19,24	4,997	32,1	16,43	4,267	26,8	13,62	3,537	21,4	10,76	2,794	16,3	8,06	2,093
11	62,5	38,2	19,72	6,050	32,8	16,85	5,170	27,3	13,94	4,277	22,0	11,13	3,415	16,6	8,27	2,537
12	67,5	38,7	20,03	7,167	33,3	17,17	6,143	27,8	14,26	5,102	22,3	11,34	4,057	16,8	8,43	3,016
13	72,5	39,2	20,35	8,400	33,7	17,44	7,199	28,1	14,47	5,937	22,5	11,50	4,747	16,9	8,53	3,521

Пример крошње

- Параметри и индекси крошње

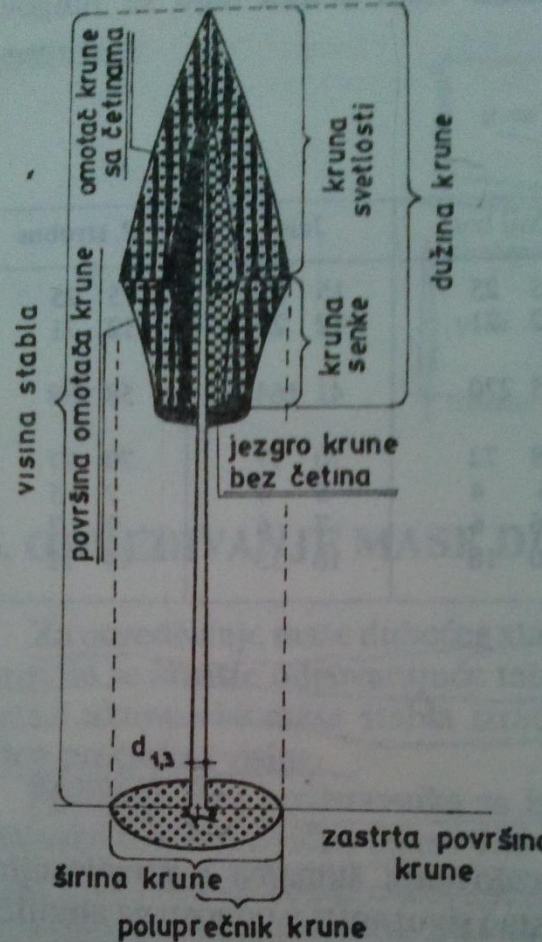
$$\text{procenat krune} = \frac{\text{dužina krune}}{\text{visina stabla}} \cdot 100$$

$$\text{indeks krune} = \frac{\text{dužina krune}}{\text{širina krune}} \cdot 100$$

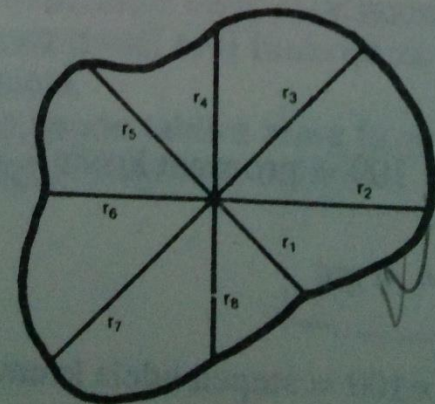
$$\text{zdepastost} = \frac{\text{širina krune}}{\text{dužina krune}} \cdot 100$$

$$\text{odnos širenja} = \frac{\text{širina krune}}{\text{prsni prečnik}} \cdot 100$$

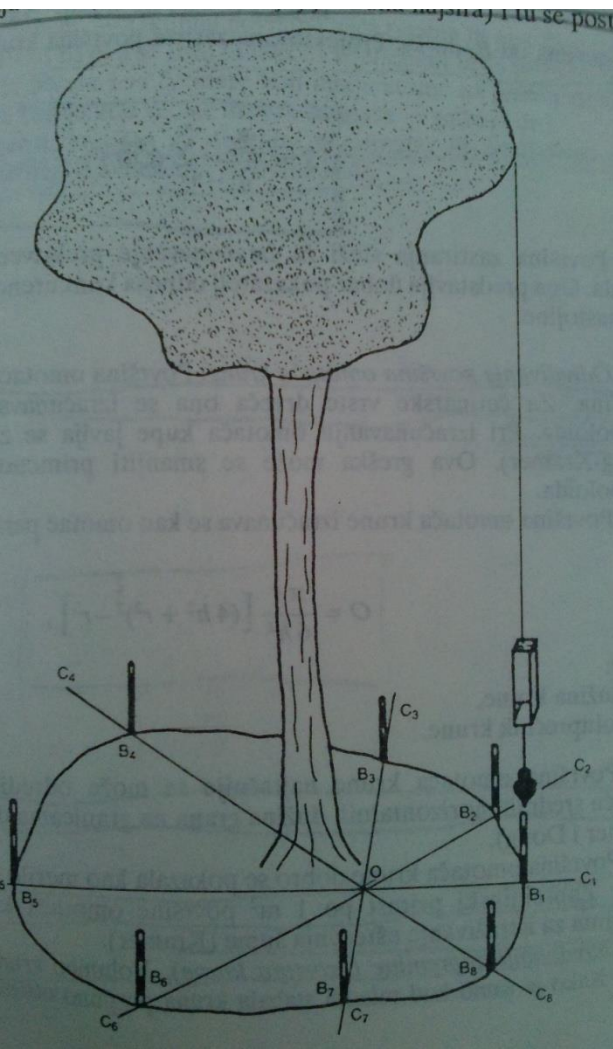
$$\text{stepen raširenosti} = \frac{\text{širina krune}}{\text{visina stabla}} \cdot 100$$



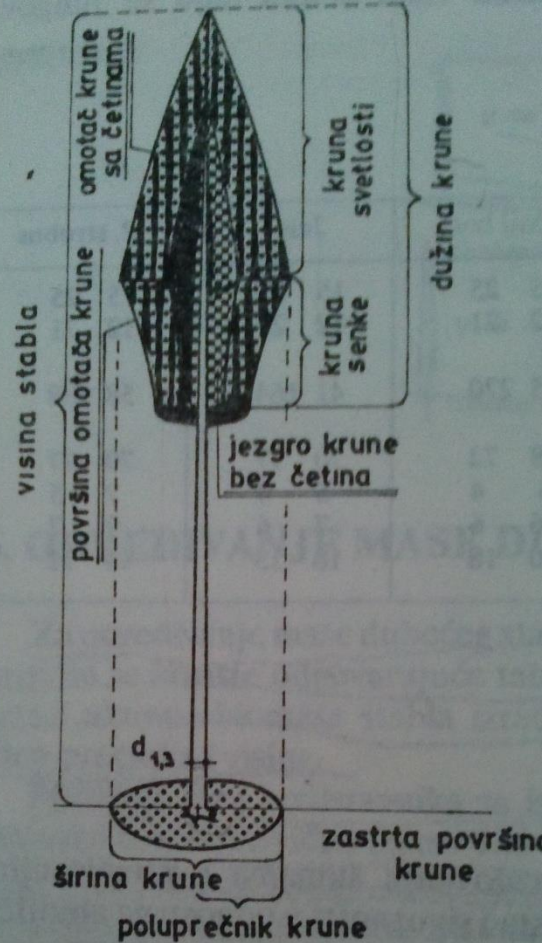
Slika 150



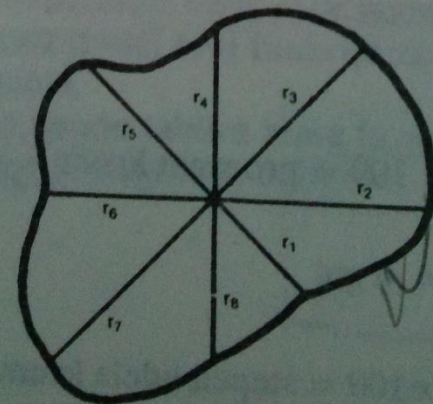
- Премамер полупречника круне
- Премамер дужине круне
- Премамер застрте повшине



$$S = \frac{\pi}{n} \sum_{i=1}^n (\overline{OB_i})^2$$



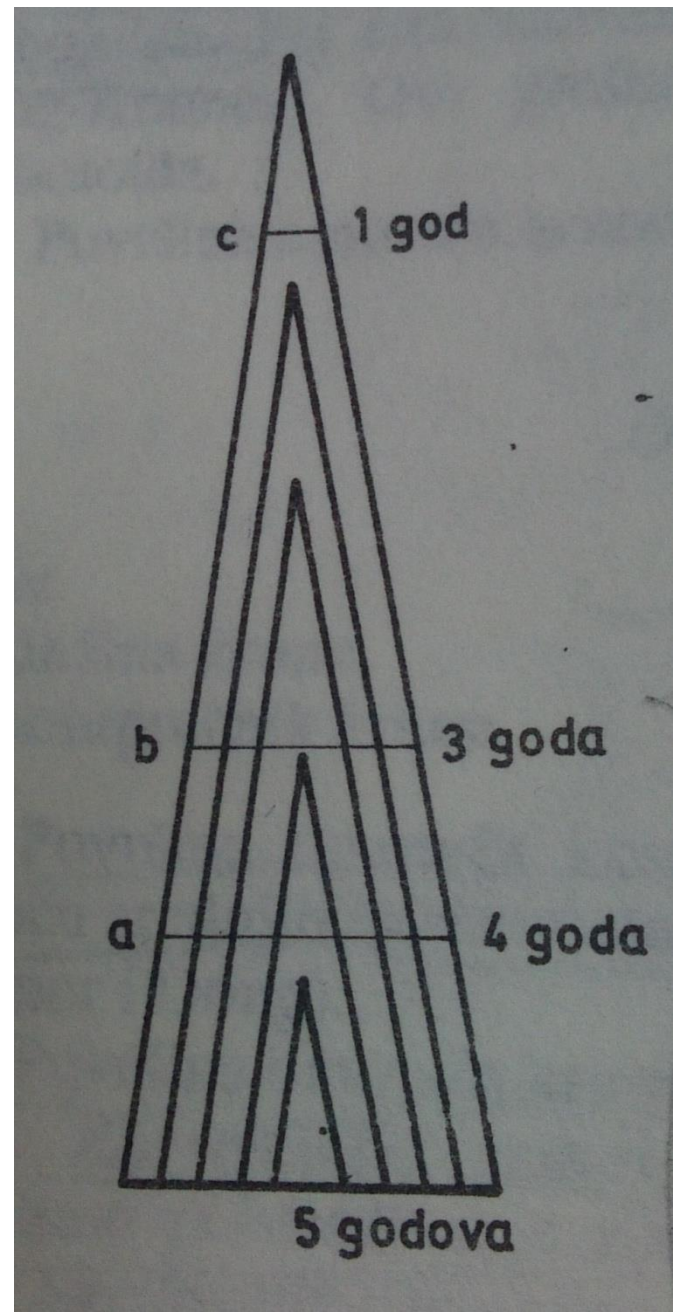
Slika 150



Одређивање старости обореног стабла



- Прстенови прираста (годови) – умереноконтинентална зона
- Број година на пресеку представља старост дела стаблаизнад тог пресека
- Укупна старост (утврђује се на прелазу кореновог врата у дебло)
- У пракси најчешће на висини пања (потребно је додати број година који је потребан да стабло порасте до висине пања)
- Припрема узорака за утврђивање старости



- Појам газдинске старости (код стабала са стадијумом вегетирања) – време које би стаблу било потребно да под константно повољним условима постигну садашње димензије

Просечно годишње повећање пречника

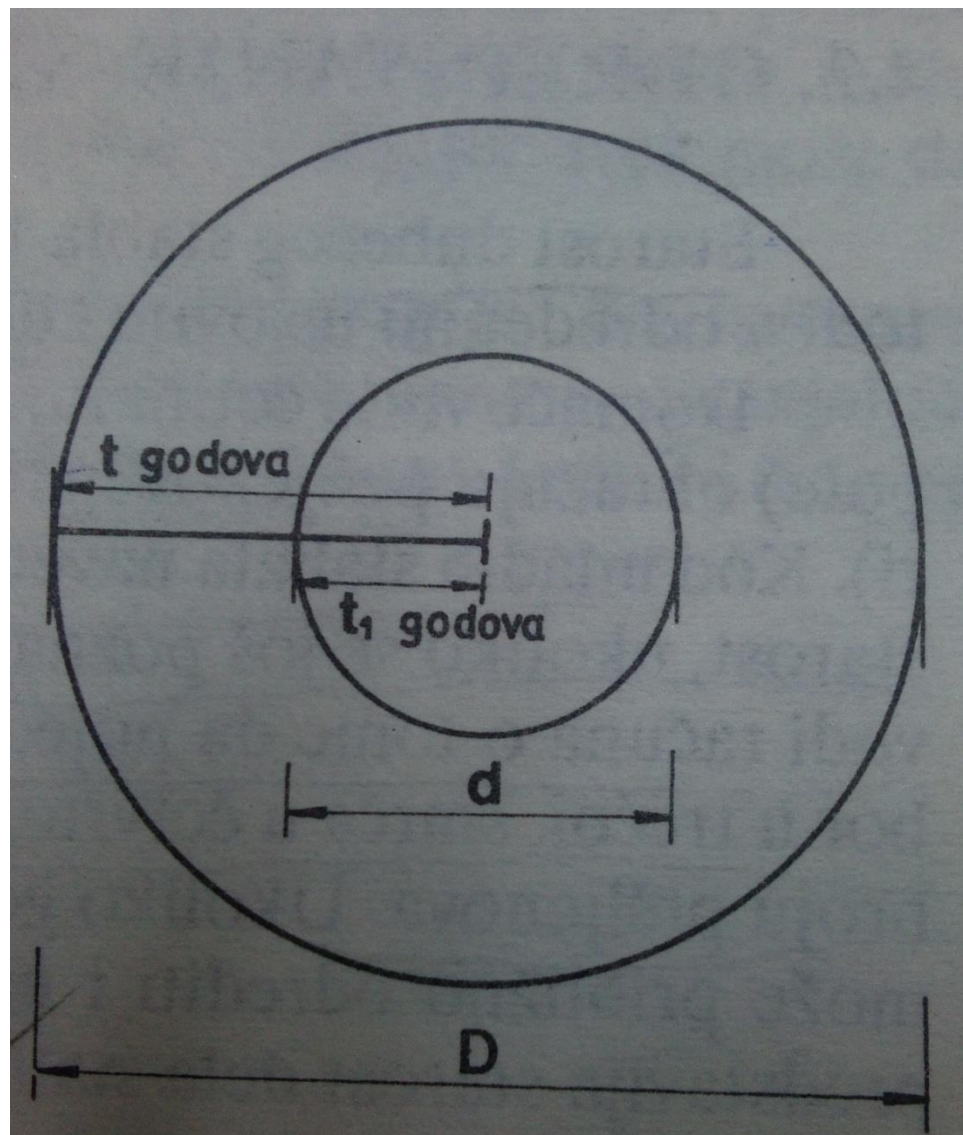
$$\frac{D - d}{t - t_1}$$

Нормалним порастом стабло би постигло пречник за време

$$\frac{d}{D - d} = \frac{d(t - t_1)}{D - d}$$

$$t_{gazd} = (t - t_1) + \frac{d(t - t_1)}{D - d}$$

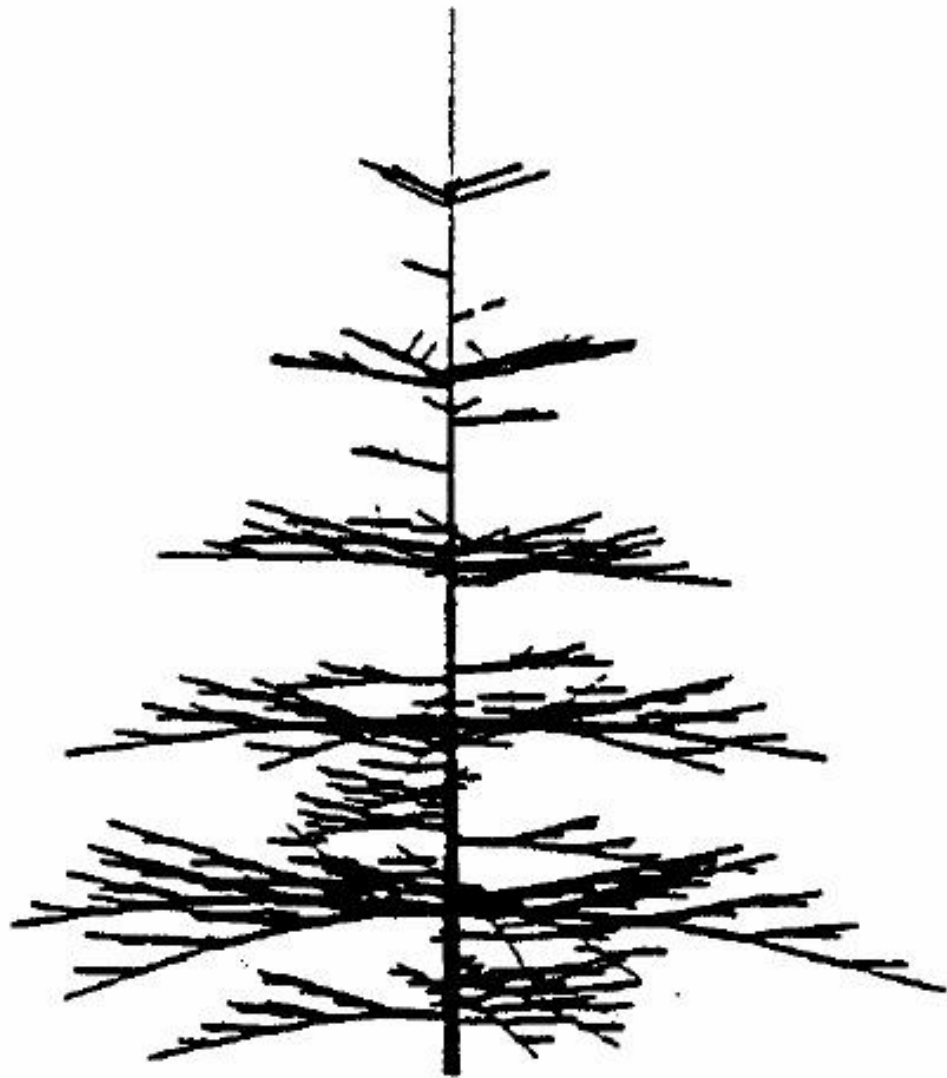
$$t_{gazd} = \frac{D(t - t_1)}{D - d}$$



Одређивање старости дубећег стабла



- **Бројање пршљенова грана**
- Младе четинарске културе
- Плантаже топола
- Додавање одређеног броја година пре образовања првог пршљена



- Бушење стабла прираштајним сврдлом
- Бушење стабала до центра (у приданку стабла или на прсној висини)

$$l : \left(\frac{d}{2} - l \right) = t_1 : x$$

$$x = \frac{t_1 \left(\frac{d}{2} - l \right)}{l}$$

$$t = t_1 + x$$

$$T = t_1 + x + t_2$$

