Lesnická a dřevařská fakulta

Geodézie

Přednáška

Výpočet plochy
Měření objemu
Dělení pozemků

Mendelova univerzita v Brně

- určování plochy pozemků na plánu nebo mapě je vždy výpočet plochy obecného mnohoúhelníku
- plocha pozemku je vymezena vodorovným průmětem tohoto obrazce daného hranicemi pozemku
- pokud zjišťujeme plošný obsah v katastrálním operátu, pak místo termínu plocha používáme termín „výměra“

Pozemek

přirozená část zemského povrchu oddělená hranicí od sousedních částí, jedná se např. o hranici:

- územně správní
- katastrálního území
- vlastnickou
- druhů pozemků
- způsobu využití pozemků

Parcela

obraz pozemku, který je geometricky a polohově určen, zobrazen svislým průmětem hranic v katastrální mapě a označen parcelním číslem

Výměra parcely

vyjádření plošného obsahu průmětu hranic pozemku do zobrazovací roviny v plošných metrických jednotkách

- velikost výměry vyplývá z geometrického určení pozemku
- výměra parcely se určuje na čtvereční metry (m^2)
- povoleným násobkem je hektar (1 ha = 10 000 m^2)

Kvalita výměry

číselný znak, kterým se v souboru popisných informací v katastru nemovitostí označuje způsob výpočtu výměry parcely

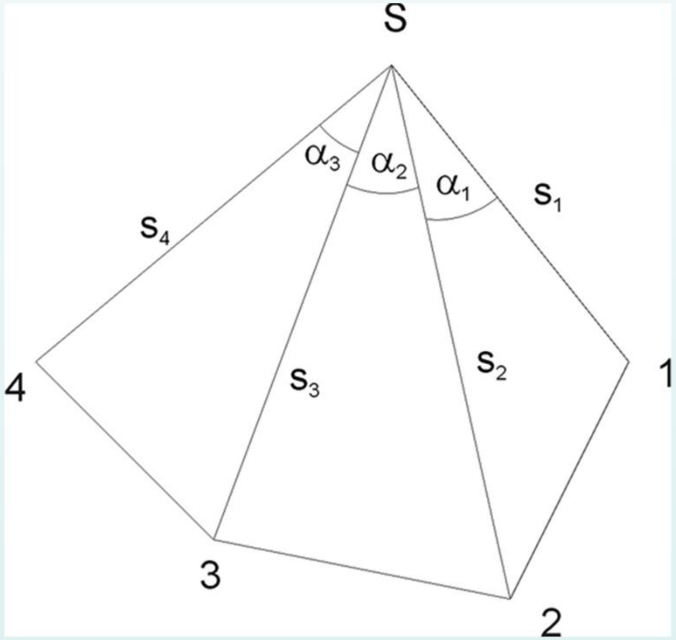
Způsob výpočtu výměry	Kvalita
Výměra vypočtená ze souřadnic v systému S-JTSK	2
Výměra vypočtena jiným číselným způsobem (z přímo měřených měr nebo ze souřadnic v místním systému)	1
Výměra vypočtena graficky nebo v digitalizované mapě	0

Plochu lze určovat

1. z původních měr zjištěných v terénu přímým měřením
   - ze souřadnic
     - polárních
     - pravoúhlých
   - ze stran a obvodových úhlů
2. z map a plánů
   - graficko-početní způsob (hodnoty odměřené z plánu nebo mapy)
     - rozkladem na jednodušší obrazce
     - převedením na jednodušší obrazce
   - planimetrický způsob (pomocí mechanických pomůcek - planimetrů)
     - proužkové – jednoduché, velmi přesné, časově náročné
       - nitkové (harfové)
       - transparentní (osnova rovnoběžek na průsvitné folii)
     - objížděcí – pohodlné rychlé, málo přesné
       - polární
       - přímkové
     - tyčové – konstrukčně nejjednodušší, nejméně přesné
3. kombinovaným způsobem (část měřena v terénu, část odměřena z plánu)

Určení plochy z polárních souřadnic

- počítáme na základě přímo měřených veličin v terénu
- dvojnásobek plochy je algebraický součet součinů vždy dvou sousedních stran a sinu úhlu jimi sevřeného

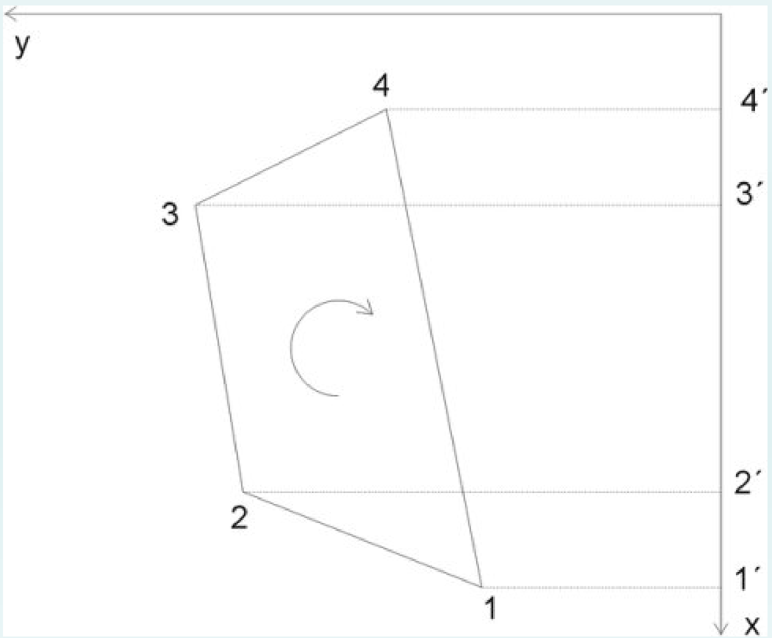


$$2 \cdot P = s_1 \cdot s_2 \cdot \sin \alpha_1 + s_2 \cdot s_3 \cdot \sin \alpha_2 + s_3 \cdot s_4 \cdot \sin \alpha_3$$

$$2 \cdot P = \sum_{i=1}^{n} s_i \cdot s_{i+1} \cdot \sin \alpha_i$$

Určení plochy z pravoúhlých souřadnic

- počítáme na základě l´ Hullierových vzorců
- hodnoty délek (staničení) a délky kolmic nám představují pravoúhlé souřadnice v místní soustavě
- vrcholy polygonu číslujeme pravostranně (směr pohybu hodinových ručiček)
- plochu budeme počítat z lichoběžníků: $P_{1,2,2',1'}$, $P_{2,3,3',2'}$, $P_{3,4,4',3'}$, $P_{1,4,4',1'}$
- výpočet plochy lichoběžníku: $P = \frac{1}{2}(a+b)\cdot v \qquad 2\cdot P = (a+b)\cdot v$



- výpočet dvojnásobku plochy:

$$
\begin{aligned}
2\cdot P = {} & (x_1 - x_2)\cdot(y_1 + y_2) + \\
& + (x_2 - x_3)\cdot(y_2 + y_3) + \\
& + (x_3 - x_4)\cdot(y_3 + y_4) + \\
& + (x_4 - x_1)\cdot(y_4 + y_1)
\end{aligned}
$$

- vynásobíme mnohočleny:

$$2 \cdot P = x_1y_1 + x_1y_2 - x_2y_1 - x_2y_2 +$$
$$+ x_2y_2 + x_2y_3 - x_3y_2 - x_3y_3 +$$
$$+ x_3y_3 + x_3y_4 - x_4y_3 - x_4y_4 +$$
$$+ x_4y_4 + x_4y_1 - x_1y_4 - x_1y_1$$

- první a čtvrtý sloupec dává po sečtení nulu, po vytknutí zbývajících členů x_i nebo y_i můžeme psát:

$$2 \cdot P = x_1 \cdot (y_2 - y_4) + x_2 \cdot (y_3 - y_1) + x_3 \cdot (y_4 - y_2) + x_4 \cdot (y_1 - y_3)$$

nebo

$$2 \cdot P = y_1 \cdot (x_4 - x_2) + y_2 \cdot (x_1 - x_3) + y_3 \cdot (x_2 - x_4) + y_4 \cdot (x_3 - x_1)$$

- následně lze vyjádřit výpočet obecně:

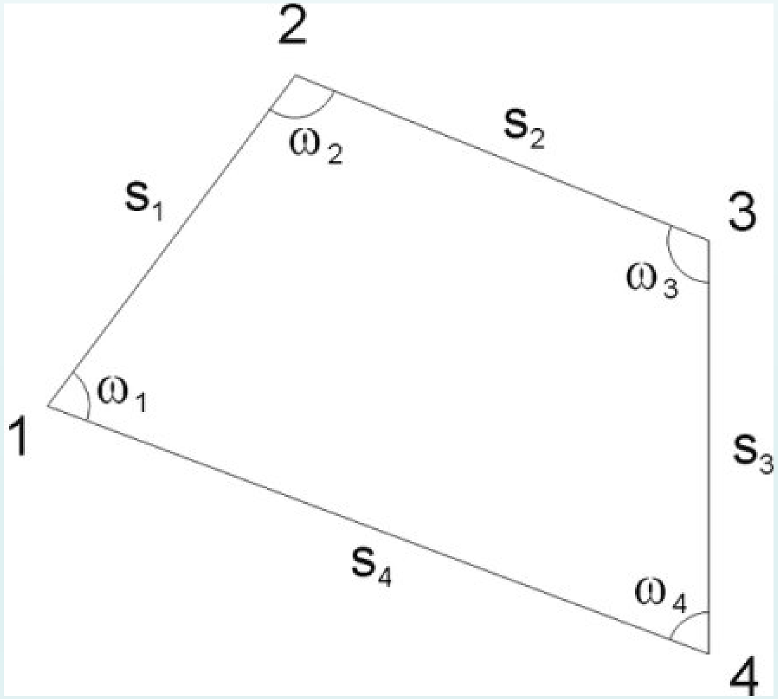
$$2 \cdot P = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot (y_{i+1} - y_{i-1}) \qquad 2 \cdot P = \sum_{i=1}^{n} y_i \cdot (x_{i-1} - x_{i+1})$$

Určení plochy ze stran a obvodových úhlů

- výpočet se provádí pomocí Mascheroniho vzorce:

$$2 \cdot P = \sum_{i=1, j=i+1}^{n-2} (-1)^{i+j+1} \cdot s_i \cdot s_j \cdot \sin \sum_{k=i+1}^{j} \omega_k$$

- dvojnásobná plocha mnohoúhelníku se rovná algebraickému součtu součinů vždy dvou stran a sinu součtu úhlů mezi nimi ležících
- součiny se tvoří ve všech kombinacích s vynecháním jedné strany
- siny lichého součtu úhlů jsou kladné a siny sudého součtu úhlů jsou záporné

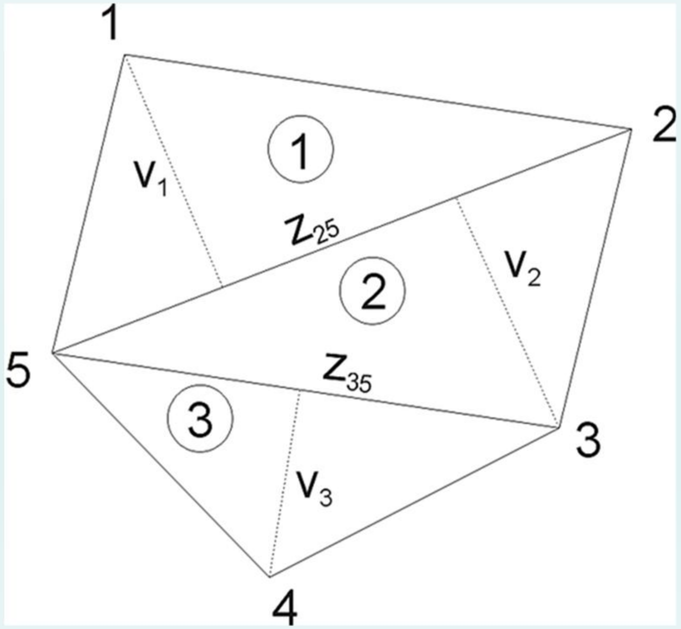


$$2 \cdot P = s_1 \cdot s_2 \cdot \sin\, \omega_2 - s_1 \cdot s_3 \cdot \sin\, (\omega_2 + \omega_3) + s_2 \cdot s_3 \cdot \sin\, \omega_3$$

Určení plochy rozkladem na jednodušší obrazce

- obrazec ve tvaru mnohoúhelníku rozložíme na jednodušší tvary, nejlépe na trojúhelníky, čtyřúhelníky nebo lichoběžníky
- jejich výměru vypočteme podle geometrických vzorců pro výpočet těchto obrazců
- výsledná výměra je pak součtem výměr těchto jednodušších obrazců
- jako kontrola je prováděno rozdělení na jiné obrazce

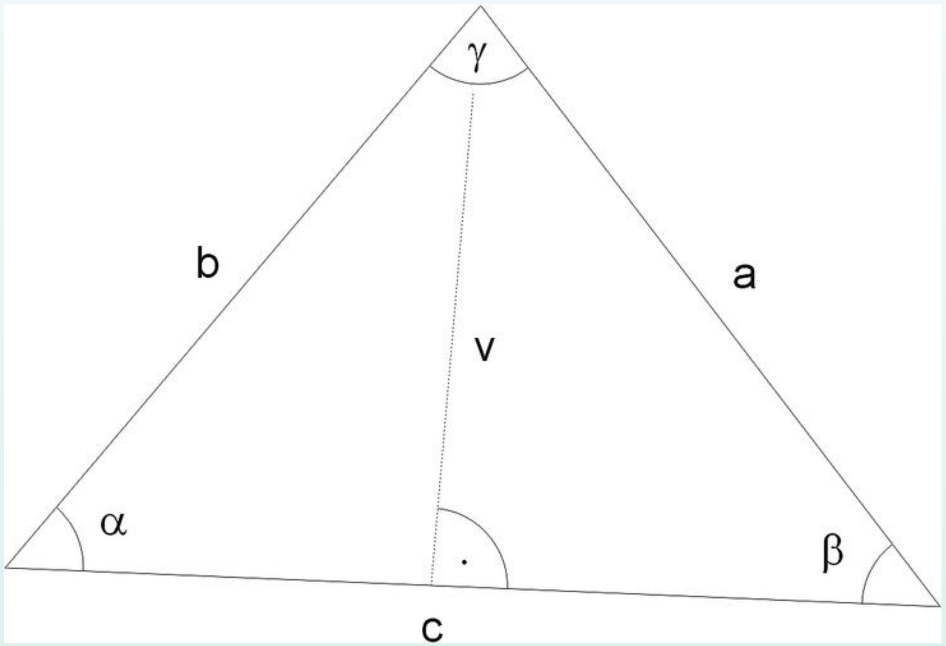
$$P = P_1 + P_2 + P_3$$



Výpočet obsahu trojúhelníku

a)pomocí výšky na příslušnou stranu v trojúhelníku:

$$P = \frac{1}{2} c \cdot v$$



b)pomocí Héronova vzorce:

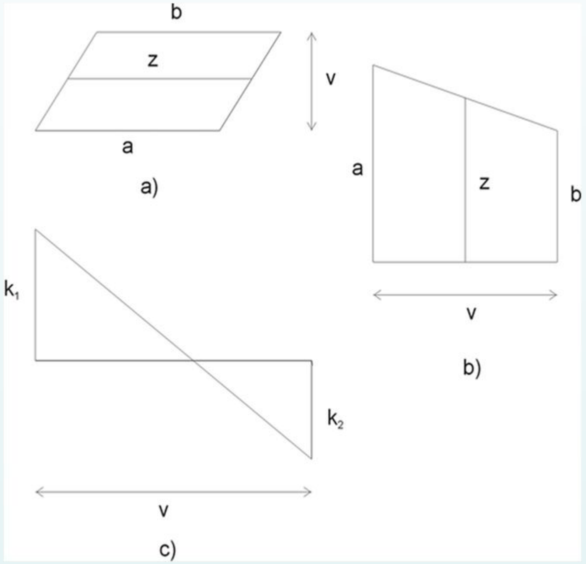
$$P = \sqrt{s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

c)pomocí stran a sevřeného úhlu:

$$2P = b \cdot c \cdot \sin\,\alpha = a \cdot c \cdot \sin\,\beta = a \cdot b \cdot \sin\,\gamma$$

Výpočet obsahu lichoběžníku



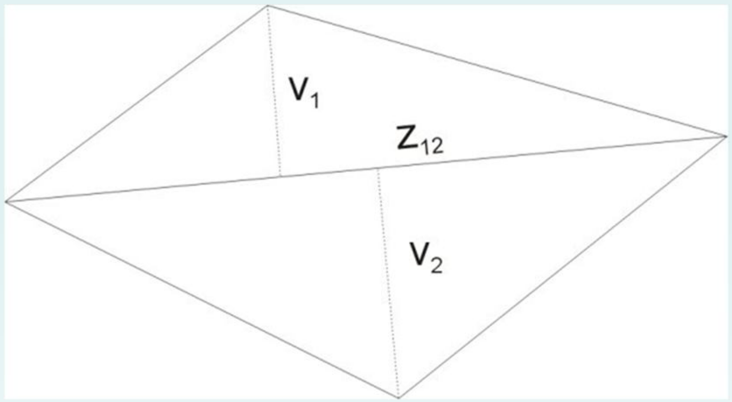
$$a)\ P = z \cdot v = \frac{a+b}{2} \cdot v$$

$$b)\ P = z \cdot v = \frac{a+b}{2} \cdot v$$

$$c)\ P = \frac{k_1 - k_2}{2} \cdot v$$

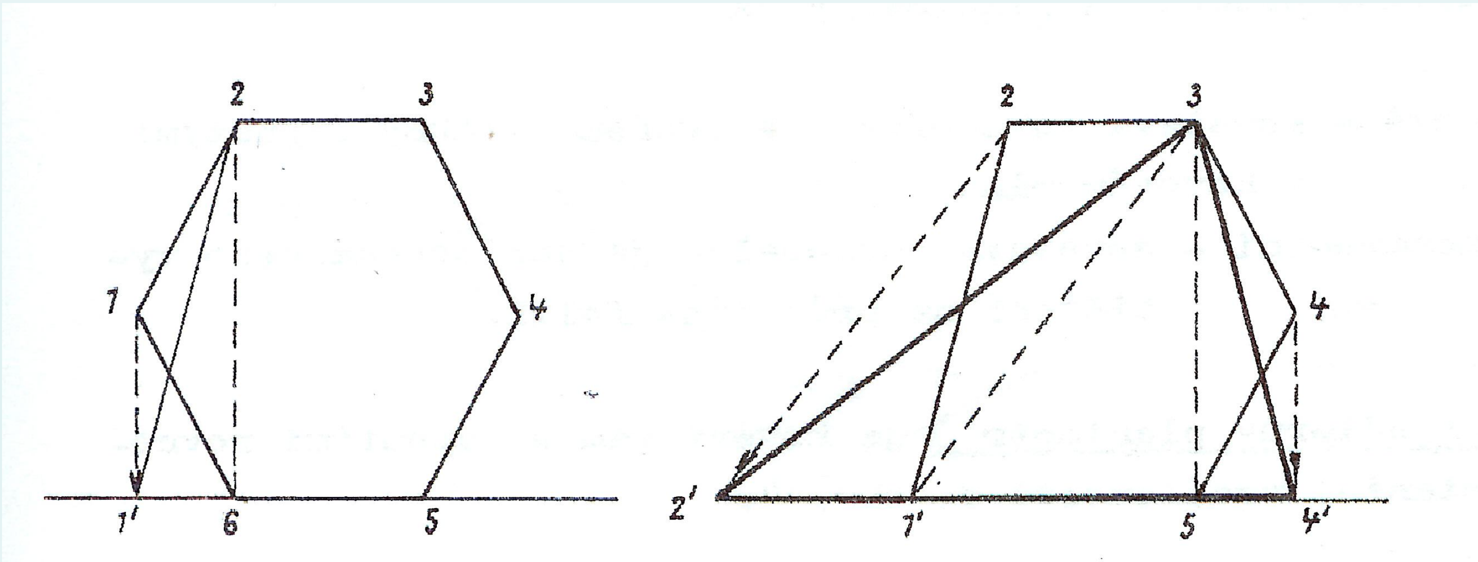
Výpočet obsahu čtyřúhelníku

$$P = z_{12} \cdot \frac{v_1 + v_2}{2}$$



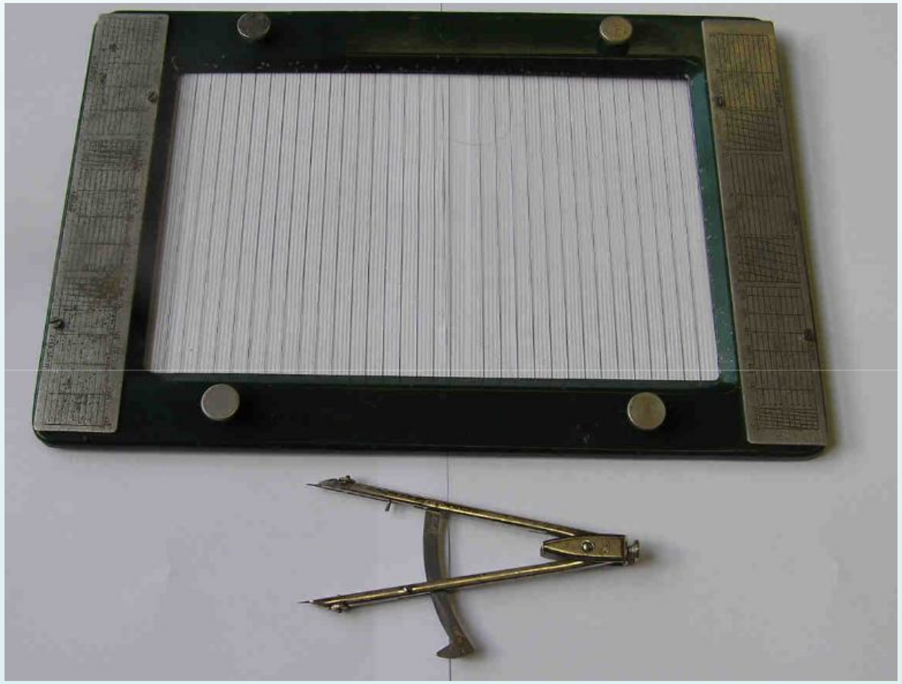
Určení plochy převodem na jednodušší obrazce

- využití poznatku, že **„plocha trojúhelníku se nezmění, nezmění-li se jeho základna a výška"**
- postupně změníme šestiúhelník na trojúhelník
- plochu trojúhelníku vypočteme z měr získaných měřením v plánu
- komplikovaný postup, menší přesnost
- v současnosti se již nepoužívá



Určení plochy nitkovým planimetrem

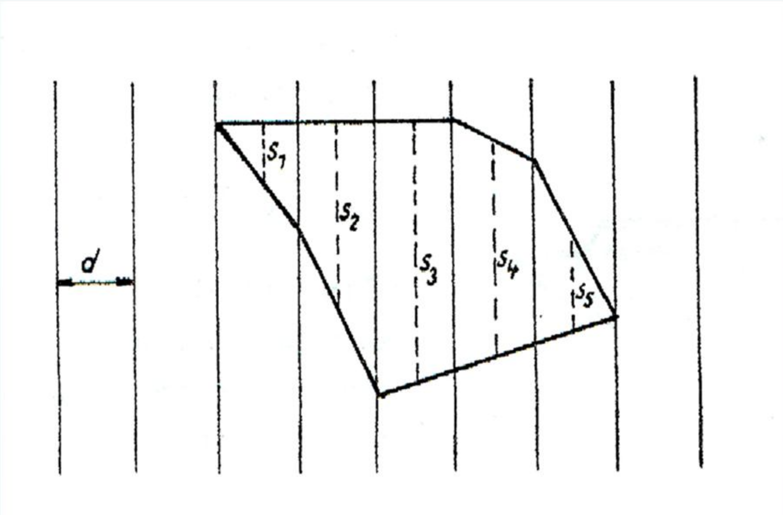
- je tvořen soustavou stejně vzdálených rovnoběžek (proužků)
- obvykle se jedná o nitě (vlákna) napnuté v obdélníkovém kovovém rámu
- vlákna jsou barevně odlišená (každé čtvrté vlákno je tmavší barvy)



- po přiložení na určovanou plochu vlána vymezují úzké lichoběžníky o konstantní výšce „d“ odpovídající zvolenému rozestupu vláken
- pomocí součtového kružítka se načítají střední příčky lichoběžníků „s_i“

Určování plochy

- rozvor kružítka nastavujeme na jednom z příčných plochových měřítek na jednoduše násobitelnou hodnotu
- výsledná plocha se určí z počtu celých rozvorů součtového kružítka, které odpovídají plošné jednotce a doměrku, určeného pomocí příčného měřítka



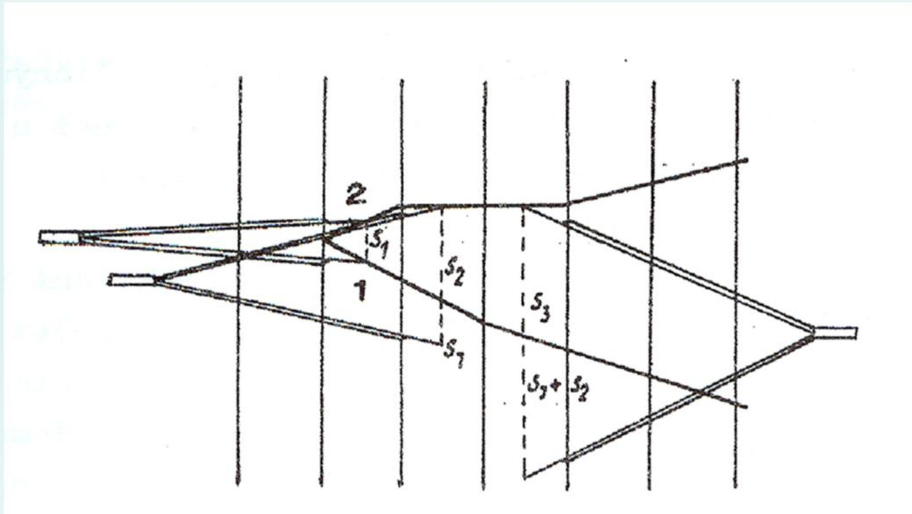
$$P = d \cdot (s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_i)$$

$$P = d \cdot \sum_i s_i$$

s_i … střední příčky
d … vzdálenost mezi vlákny

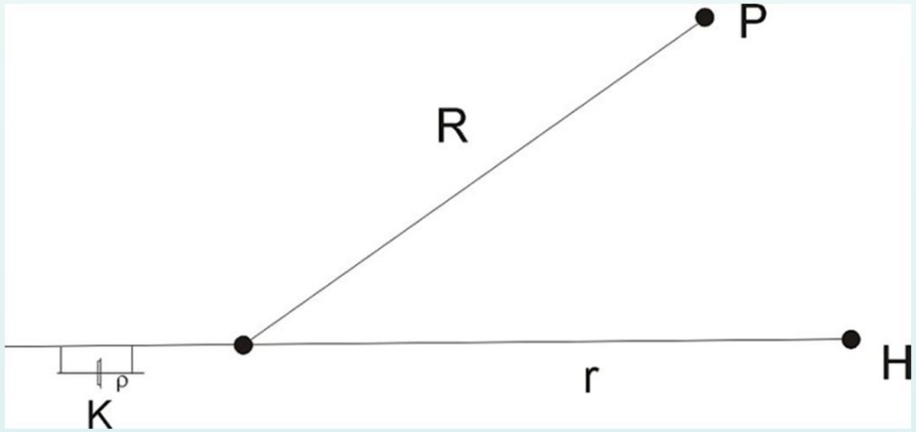
$$P = n \cdot l + z$$

n … střední příčky
l … plocha jednoho rozvoru
z … doměrek (zbytek rozvoru)



Určení plochy polárním planimetrem

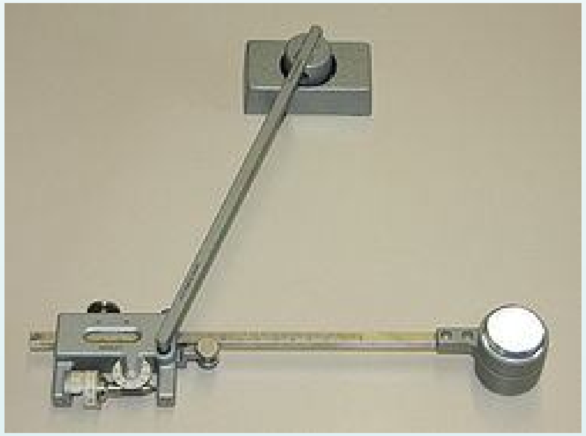
- je založen na principu mechanické integrace
- skládá se z ramene pevné délky „R“ s pólem „P“ a ramena proměnné délky „r“ zakončeného hrotem „H“, případně lupou
- obě ramena jsou spojena kloubem (viz. obr.)
- pojízdné rameno nese odečítací zařízení, tvořené měřícím kolečkem „K“

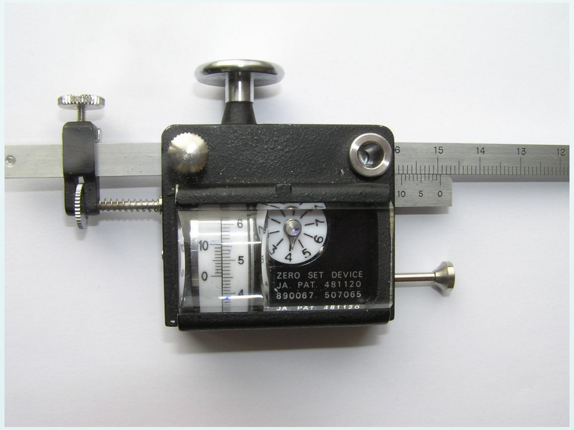


- plochu obrazce zjišťujeme objížděním uzavřeného obvodu obrazce hrotem přístroje
- pomocí měřícího kolečka se určuje délka dráhy odvalená na podložce v jednotkách podílu otoček (lze odečítat až 1/1 000 otočky kolečka)

Určování plochy

- délka dráhy je přímo úměrná ploše
- skutečná plocha se proto obdrží vynásobením této hodnoty patřičným koeficientem
- hodnotu koeficientu získáme z tabulky dodané s planimetrem na základě zvolené délky objízdného ramene





- <u>postup práce:</u>
  - nastavení délky objízdného ramene (na základě měřítka uvedeného v přiložené tabulce)
  - umístění pólu přístroje mimo obrazec (větší přesnost)
  - zvolení výchozího bodu na obrazci

Určování plochy

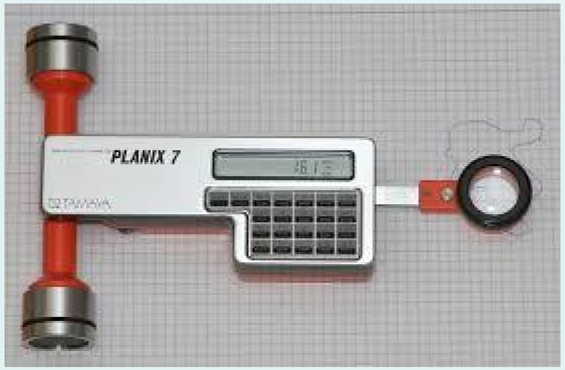
- přiložení hrotu a odečtení počátečního údaje na měřícím kolečku „$č_1$“
- přesné objetí obvodu obrazce až do výchozího bodu a odečtení konečného údaje na měřícím kolečku „$č_2$“
- z rozdílu obou čtení získáme údaj, který použijeme při výpočtu plochy

$$\mathbf{P = k\ .\ č}, \text{ kde} \qquad č = č_2 - č_1$$

- změníme polohu pólu a měření opakujeme
- výsledná plocha bude průměr z obou měření
- chceme-li přesnější hodnoty, opravíme výsledky o srážku papíru
- pro větší obrazce umístíme pól uvnitř (menší přesnost)
- vhodnější je větší obrazec rozdělit a planimetrovat s pólem vně každou plochu samostatně

Digitální planimetr

- současné digitální planimetry se konstruují na principu planimetrů valivých
- jejich pracovní rozsah tak není omezen umístěním pólu
- tyto planimetry jsou pohodlné, rychlé a přesné (přesnost souřadnic je lepší než 0,1 mm)
- jsou vybaveny množstvím funkcí – měření délky křivky, výpočet těžiště plochy, snímání souřadnic, digitalizace plánů, výpočet kubatur z vrstevnic
- některé lze propojit s počítačem (přenášení a zpracování údajů)



Převody měřítek a přesnost

- vztah mezi plochou zobrazenou na plánu a plochou ve skutečnosti lze odvodit z plochy obdélníku: $P = a \cdot b$
- plocha v měřítku m = 1 : M je dána vztahem: $P_m = \dfrac{a}{M} \cdot \dfrac{b}{M}$
- po dosazení: $P_m = \dfrac{P}{M^2}$ nebo $P = P_m \cdot M^2$

P … skutečná plocha

P_m … plocha v měřítku plánu nebo mapy

M … měřítkové číslo

- skutečná plocha se rovná plocha zjištěná z plánu nebo mapy násobená čtvercem měřítka
- obvykle se plocha měří a počítá tak, že potřebné míry odměřujeme z mapy, případně plánu ve skutečných rozměrech (již převedených do měřítka)
- pro převody mezi měřítky lze použít: $P = P' \cdot \dfrac{M^2}{M'^2}$

P … plocha, kterou chci určit (měřítko M)

P´ … plocha určená (vypočtená) v měřítku M´

- dovolené odchylky v měření ploch slouží ke kontrole vypočtené plochy z více měření
- počítá se podle obecného vzorce: $\Delta P = a \cdot P + b \cdot \sqrt{P}$

a … koeficient vlivu systematických chyb

b … koeficient vlivu náhodných chyb

- pro jednotlivá měřítka se tento obecný vzorec upraví na:

$$\Delta P = 0{,}001 \cdot P + \left(\frac{M}{5000} \right) \cdot \sqrt{P}$$

P … plocha určená v m^2
M … měřítkové číslo určené plochy

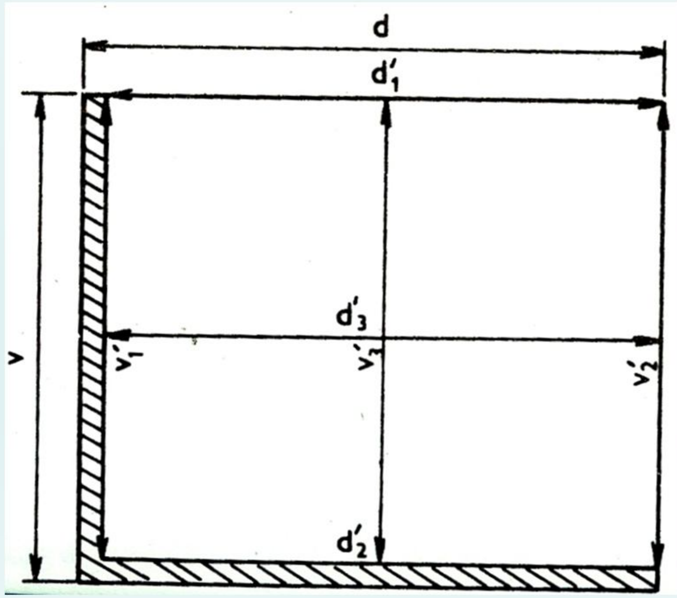
Srážka mapového listu

- pro přesné určení výměry parcely je nutné provést určení srážky papíru
- jedná se o změnu rozměrů mapových listů a plánů
- je dána vlastnostmi (strukturou) použitého papíru
- velikost srážky se mění s časem, proto je třeba ji určit před každým měřením
- papír plánu a mapy mění své rozměry stářím, vlivem vlhkosti, změnami teploty a tiskem mapy (místní deformace)
- srážka není rovnoměrná po celé ploše plánu nebo mapy, ale pro praktické účely ji určujeme jako průměrnou hodnotu v %
- srážce se bráníme:
  - nalepováním plánů a map na hliníkové desky
  - vhodným skladováním
  - použitím kvalitního papíru při tisku mapy
- velikost srážky se určuje:
  - z rozměrů sekčního rámu mapy
  - ze čtvercové (kilometrové) sítě – pouze pro lokální určení (jednotlivé menší parcely)

- za základní (přesné) rozměry pro výpočet považujeme ty, které byly v době vyhotovení mapy nebo plánu
- rozeznáváme srážku délkovou a plošnou

Délková srážka

  - srážku určíme porovnáním správných a sražených rozměrů rámu mapy ve směru sekčních čar
  - potom odvodíme procentní srážku pro oba rozměry sekčního rámu (délku p, šířku v)



$$d' = \frac{d'_1 + d'_2 + 2d'_3}{4} \qquad v' = \frac{v'_1 + v'_2 + 2v'_3}{4}$$

$$p = 100 \cdot \frac{d - d'}{d} \quad (\%)$$

$$v = 100 \cdot \frac{v - v'}{v} \quad (\%)$$

Plošná srážka

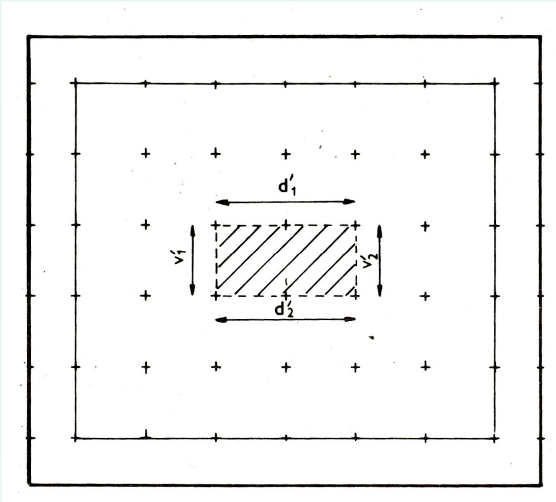
- průměrnou srážku vypočteme v procentech z podélné a příčné procentuální srážky podle vztahu: S (%) = p (%) + v (%)
- procentuální srážka nám udává opravu v m^2 na 100 m^2 měřené plochy
- výpočet přesné výměry parcely: $P = P' + S_p$

$$S_p = \frac{S_m}{P_m} \cdot P' \qquad S_m = d \cdot v - d' \cdot v'$$

P … přesná výměra (opravená o plošnou srážku)
P´… výměra určená z mapy nebo plánu (zatížená chybou ze srážky papíru)
S_p … plošná srážka parcely
S_m … plošná srážka listu mapy
P_m … přesná plocha listu mapy

Určení srážky pomocí čtvercové sítě

$$d' = \frac{d'_1 + d'_2}{2} \qquad v' = \frac{v'_1 + v'_2}{2}$$



Určování objemu

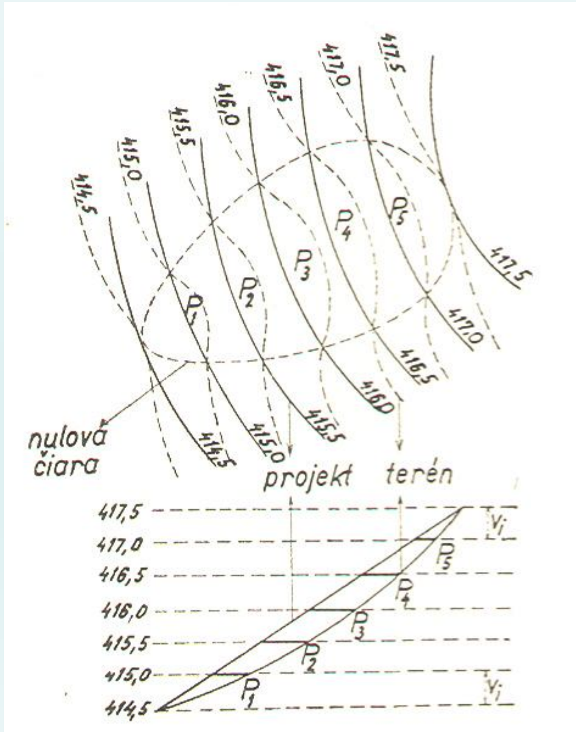
- hlavním cílem výpočtu objemů (kubatur) je zjistit, kolik materiálu bylo v určité oblasti odtěženo nebo navezeno
- kubatura je dána rozdílem objemů ze dvou etap měření, případně mezi měřením a projektovanou hodnotou
- metody měření můžeme rozdělit na:
  - přímé (kontaktní) – tachymetrie, plošná nivelace, GNSS
  - nepřímé (bezkontaktní) – laserové skenování, fotogrammetrie
    - měření na větších územích, nepřístupné nebo nebezpečné objekty
- hlavní oblasti využití výpočtu objemu jsou: zemní práce, skládky, povrchová těžba a přesuny hmot
- objem těles pravidelného tvaru (krychle, hranol, kvádr, jehlan, kužel) určíme jednoduchým délkovým měřením a výpočtem podle známých geometrických vzorců
- výpočet objemu složitějších nepravidelných těles provádíme pomocí:
  - vrstevnicového plánu
  - příčných profilů
  - čtvercové sítě
  - trojúhelníkové sítě

Měření objemu z vrstevnicového plánu

- předpokládá se, že v plánu je zakreslen projekt úpravy terénu návrhovými vrstevnicemi
- potom je možné vyznačit rozhraní mezi výkopy a násypy sestrojením tzv. **nulové čáry** (spojení průsečíků vrstevnic terénu a projektu o stejných výškách)
- plochy P_1 až P_5 (obr.) se určí planimetrem a kubatura se vypočítá podle vzorce pro výpočet objemu komolého jehlanu

$$V = \frac{v_i}{3}\left[P_1 + P_5 + 2\left(P_2 + P_3 + P_4\right) + \sqrt{P_1.P_2} + \sqrt{P_2.P_3} + \sqrt{P_3.P_4} + \sqrt{P_4.P_5}\right]$$

v_i … vrstevnicový interval v m



- menší nároky na přesnost:

$$V = v_i\left(\frac{P_1}{3} + \frac{P_1 + P_2}{2} + \frac{P_2 + P_3}{2} + \frac{P_3 + P_4}{2} + \frac{P_4 + P_5}{2} + \frac{P_5}{3}\right)$$

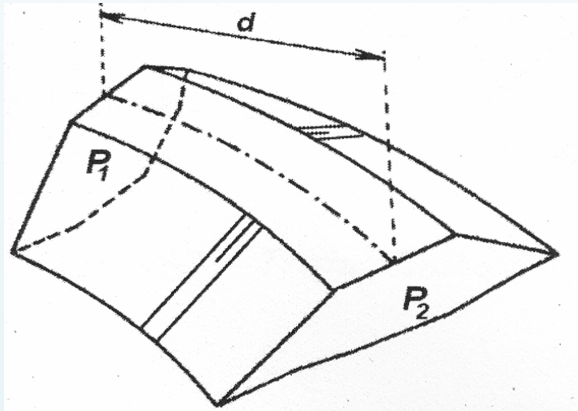
- zjednodušený vzorec pro méně náročné práce:

$$V = v_i\left(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5\right)$$

Výpočet objemu z profilů

- pro profily (kolmé na osu tělesa) s přibližně stejnými plochami a pravidelně probíhajícím terénem mezi profily:

$$V = \frac{d}{2}\left(P_1 + P_2\right)$$



- pro značně rozdílné velikosti profilových ploch použijeme přesnější vzorec:

$$V_i = \frac{d}{3}\left(P_i + P_{i+1} + \sqrt{P_i . P_{i+1}}\right)$$

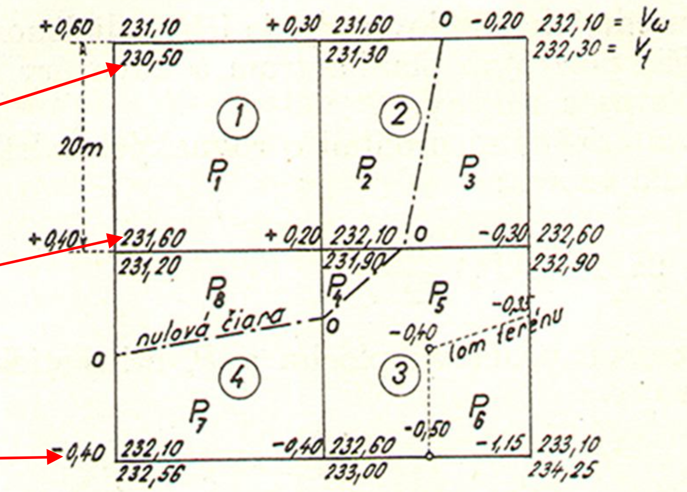
P_i, P_{i+1} … plochy sousedních profilů (řezů)
d … vzdálenost sousedních profilů

- přesnost výpočtu závisí na hustotě příčných profilů a na tvaru terénu
- metoda není vhodná pro členitý terén – hodně profilů (časově náročné, nehospodárné)
- využití v cestním stavitelství

Výpočet objemu ze čtvercové sítě

- pro stavby s velkou plochou (rozlohou)
- pracovní území stavby se pokryje čtvercovou sítí se stranami 5 m až 30 m (podle členitosti terénu)
- do výpočetního náčrtu se ke každému vrcholu sítě zapíše:
  - výška původního terénu v_p (vpravo pod čáru)
  - výška upraveného terénu v_u (vpravo nad čáru)
  - pracovní výška h – rozdíl výšek (vlevo i se znaménkem)

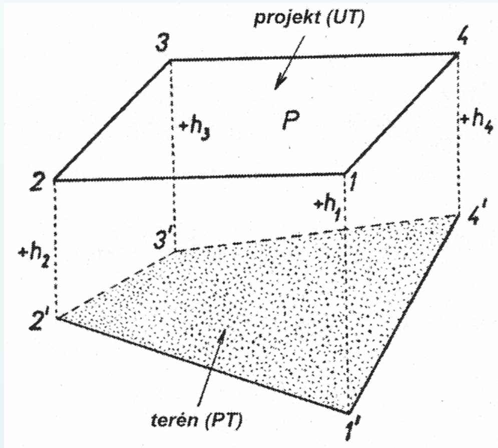
$$h = v_u - v_p$$



$Š_i$	P_i		[h]	n	[h]:n	V
1	1	400 m²	+1,5 m	4	0,375 m	+150 m²
2	2	200	+0,5	4	+0,125	+ 25
	3	200	−0,5	4	− 0,125	− 25
3	4	27	+0,2	3	+0,067	+ 2
	5	266	− 1,95	7	− 0,278	− 74
	6	107	−2,40	4	−0,60	− 64
4	7	234	−0,80	4	− 0,20	− 47
	8	166 m²	+0,60	4	+ 0,15	+ 25 m²

- objem každého hranolu se vypočítá jako součin plochy průmětu podstavy tělesa do vodorovné roviny s aritmetickým průměrem pracovních výšek

$$V = P \,.\, \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$$



- v nerovném terénu je zapotřebí přihlédnout i k lomům terénu uvnitř čtverců
- interpolací mezi sousedními pracovními výškami zjistíme body nulové čáry
- průsečíky nulové čáry se stranami obrazců (nulové body) mezi pracovními výškami s rozdílným znaménkem se určí graficky nebo výpočtem
- kubaturu v každém čtverci nebo jeho části počítáme zvlášť pro výkopy a násypy podle přibližného vztahu:

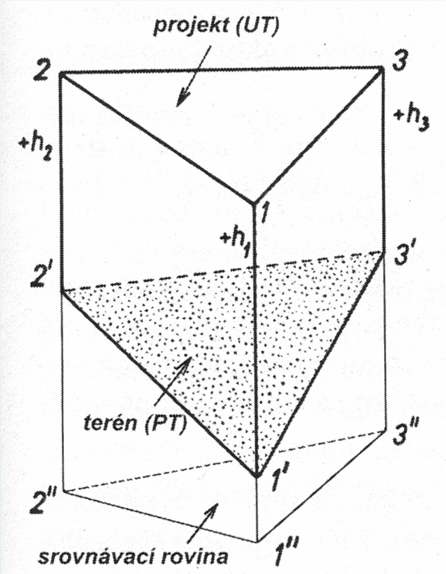
$$V_j = P_j \,.\, \frac{h_1 + h_2 + \ldots + h_n}{n}$$

- přesnost výpočtu závisí na rozměrech sítě a tvaru terénní plochy

Výpočet objemu z trojúhelníkové sítě

- vhodné pro výpočet objemu tělesa u něhož je původní i upravený terén dán pomocí digitálních údajů podrobných bodů (tachymetrie, GNSS)
- jde o výpočet metodou trojbokých hranolů – jedná se o variantu výpočtu ze čtvercové sítě

$$V = P\,.\,\frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}$$

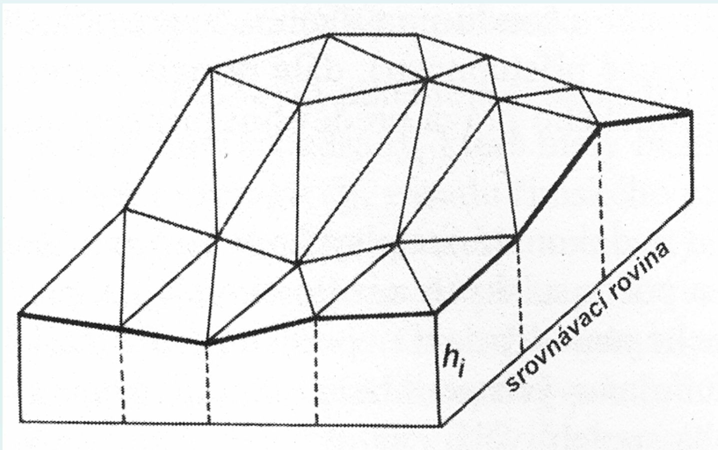


P … plocha normálového řezu (průmět do vodorovné roviny)

- určení objemu mezi upraveným terénem a srovnávací rovinou
- následně určení objemu mezi původním terénem srovnávací rovinou
- výsledný objem se určí jako rozdíl objemů těchto těles
- výšku srovnávací roviny je možno zvolit jako absolutní (vhodné pro počítačové zpracování) nebo jako relativní – její výška je nižší než nejnižší bod upraveného nebo původního terénu (ruční výpočet)

Určování objemu

- jednoduchá a vhodná metoda pro určování objemů
- výhodou je, že odpadá pracné vytyčování svislých profilů nebo čtvercové sítě v terénu
- výpočet je na rozdíl od výpočtu ze čtvercové sítě exaktní
- metoda lépe přizpůsobuje terénní stupně a hrany – nekříží strany trojúhelníků
- přesnost je dána kvalitou vyjádření povrchu polyedrické plochy zemního tělesa – jak jednotlivé plochy trojúhelníků aproximují plochu tělesa



Dělení pozemků

- dělení pozemků se provádí, potřebuje-li:
  - rozdělit pozemek na několik stejných částí
  - oddělit z pozemku část o určité dané výměře
- v zemědělské a lesnické praxi se tyto úlohy vyskytují:
  - při vytyčování osevních ploch a ploch pro sadbu
  - při oddělování pokusných polí a jiných ploch
  - při rozdělení lesní školky, zahrady, sadu atd.
- před rozdělením pozemku – vhodným způsobem určit a ověřit jeho výměru:
  - zaměřit v terénu a následně vypočítat výměru
  - odměřit výměru z plánu
- způsob dělení závisí na:
  - tvaru pozemku (trojúhelník, lichoběžník, rovnoběžník, mnohoúhelník)
  - na směru vedení dělící přímky
- postup oddělování:
  - zaměření pozemku pravoúhlou (ortogonální) metodou a vyhotovení měřického náčrtu
  - vykreslení situace v měřítku z měr měřického náčrtu a určení plochy z tohoto situačního plánu (rozdělením na trojúhelníky, planimetricky)

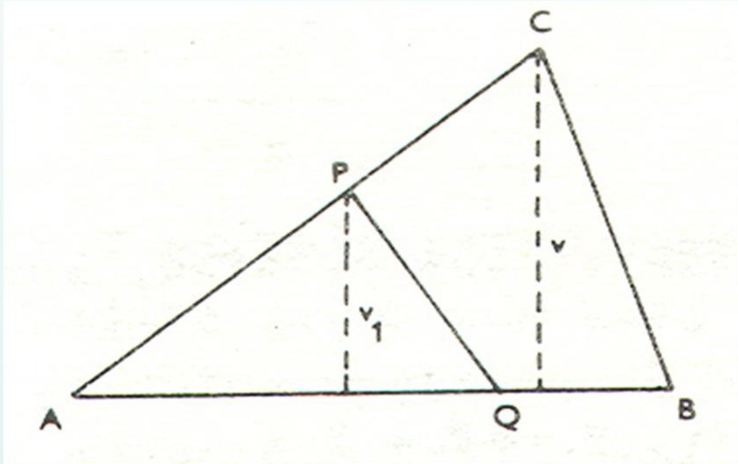
Pozemek tvaru trojúhelníku

1.Oddělit část o ploše „p“, přímou hranici vést z bodu „P“

- změříme všechny strany (a, b, c), výšky v a v_1
- vypočteme plochu:

$$P = \sqrt{s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$



kontrolně: $$P = \frac{1}{2} z \cdot v$$

- vypočteme základnu x = AQ z rovnice: $p = \frac{1}{2} x \cdot v_1$ $\quad x = \frac{2p}{v_1}$
- tuto vzdálenost naneseme na stranu AB a dostaneme druhý bod dělící přímky Q

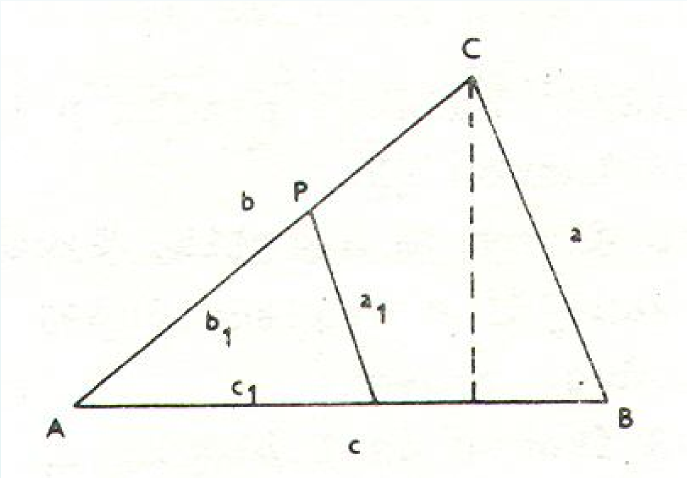
2. Oddělit plochu „p“ přímkou „QP“ rovnoběžnou se stranou „BC“

- změříme všechny strany v trojúhelníku a výšku v
- vypočteme plochu:

$$P = \sqrt{s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

kontrolně: $$P = \frac{1}{2} z \cdot v$$



- z podobnosti trojúhelníků ABC a AQP vypočteme strany a_1, b_1, c_1 trojúhelníka AQP
- platí, že plochy podobných trojúhelníků jsou úměrné čtvercům stejnolehlých stran:

$$\frac{P}{p} = \frac{a^2}{a_1^2} \Rightarrow a_1 = a \, . \sqrt{\frac{p}{P}}$$

P = plocha trojúhelníka ABC
p = plocha trojúhelníka AQP

$$\frac{P}{p} = \frac{b^2}{b_1^2} \Rightarrow b_1 = b \cdot \sqrt{\frac{p}{P}} \qquad \frac{P}{p} = \frac{c^2}{c_1^2} \Rightarrow c_1 = c \cdot \sqrt{\frac{p}{P}}$$

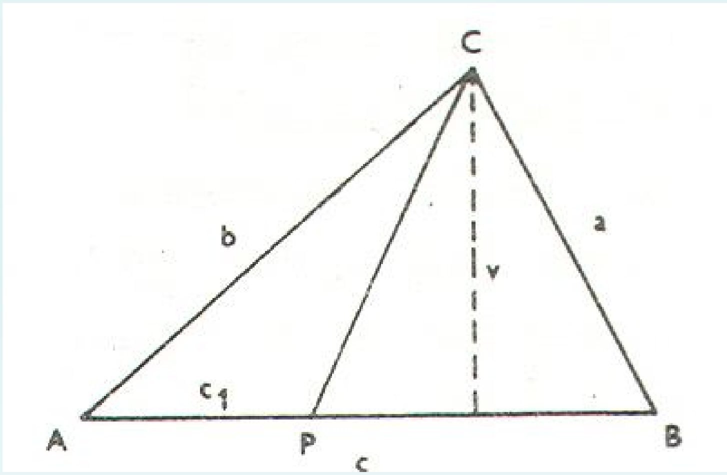
- délku b_1 naneseme na stranu AC a c_1 na stranu AB
- spojnice koncových bodů b_1, c_1 je hledaná přímka QP
- pro kontrolu přeměříme => délka musí být shodná s a_1

2. Oddělit plochu „p“ přímkou vedoucí z bodu „C“

- trojúhelníky ABC a ACP mají společnou výšku v
- plochy obou trojúhelníků jsou úměrné základnám c, c_1

$$\frac{P}{p} = \frac{c}{c_1} \Rightarrow c_1 = c \cdot \frac{p}{P}$$

- délku c_1 naneseme na stranu AB a dostaneme bod P

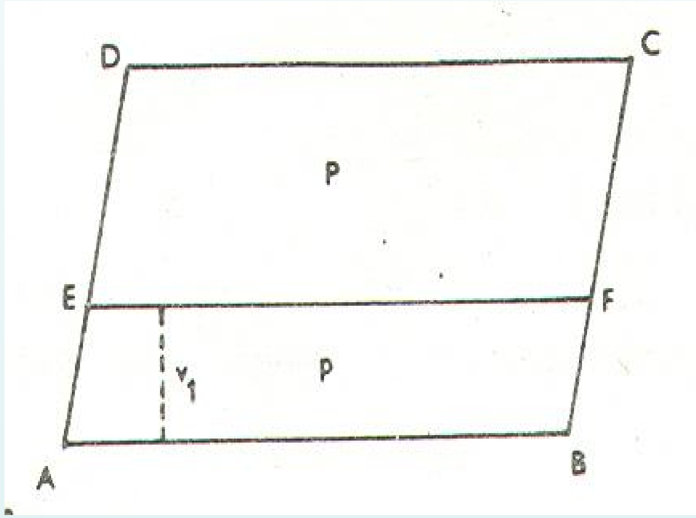


Pozemek tvaru rovnoběžníku

- **Oddělit plochu „p“ od celkové plochy rovnoběžníku**
  - musíme určit výšku v_1 rovnoběžníku ABFE
  - stranu AB změříme
  - vzorec pro výpočet plochy rovnoběžníku:

$$p = z \cdot v_1 = AB \, . \, v_1$$

$$v_1 = \frac{p}{z} = \frac{p}{AB}$$



  - na straně AB vztyčíme na obou koncích kolmice o délce v_1
  - prodloužená přímka obou konců kolmic protne strany AD a BC v bodech E a F
  - spojnice těchto bodů je hledanou dělící příčkou

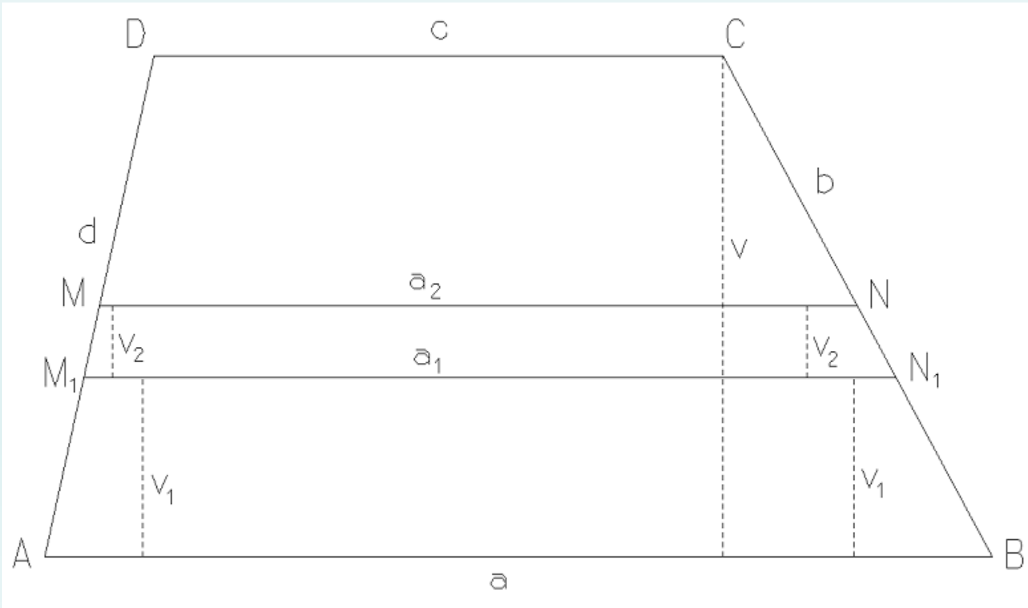
Pozemek tvaru lichoběžníku

- **Oddělit plochu „p“ tak, aby dělící přímka byla rovnoběžná s AB**
  - oddělovanou část plochy p považujeme za rovnoběžník o základně a (délka strany AB) a výšce v_1
  - vypočteme: $v_1 = \frac{p}{a}$
  - výšky naneseme na konce základny a, spojíme a určíme body M_1 a N_1
  - změříme $M_1N_1 = a_1$ a vypočteme plochu p_1:

$$p_1 = \frac{a + a_1}{2} . v_1$$

  - vypočteme rozdíl mezi plochou p, kterou máme oddělit a již oddělenou plochou p_1: $\Delta p = p - p_1$
  - o tento rozdíl musíme předběžně oddělenou část hranicí M_1N_1 zvětšit nebo zmenšit
  - vycházíme z lichoběžníku M_1N_1NM, který považujeme za rovnoběžník o známé ploše Δp a základně a_1

- vypočteme výšku v_2 a naneseme od základny a_1
- prodloužená přímka konců výšek protne strany AD a BC v bodech MN
- tyto body nám určují definitivní dělící přímku (základnu a_2)
- změříme tuto základnu a pro kontrolu vypočteme plochu odděleného lichoběžníku ABNM
- pokud by se vyskytl znovu rozdíl mezi plochami, vypočetli bychom z něho novou výšku
- o tuto výšku bychom znovu posunuli dělící přímku MN



Děkuji za pozornost

Ing. Miloš Cibulka, Ph.D.

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky
Lesnická a dřevařská fakulta
uhulag.mendelu.cz
tel.: 545 134 015