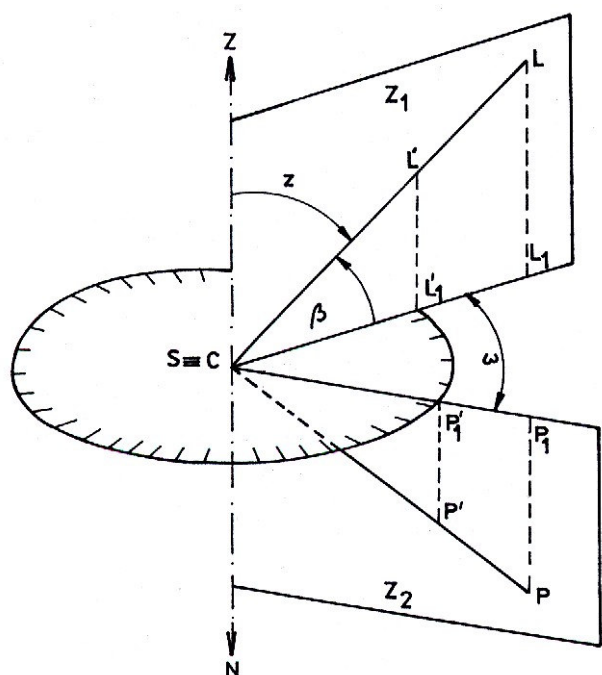


#### 4. MERANIE UHLOV



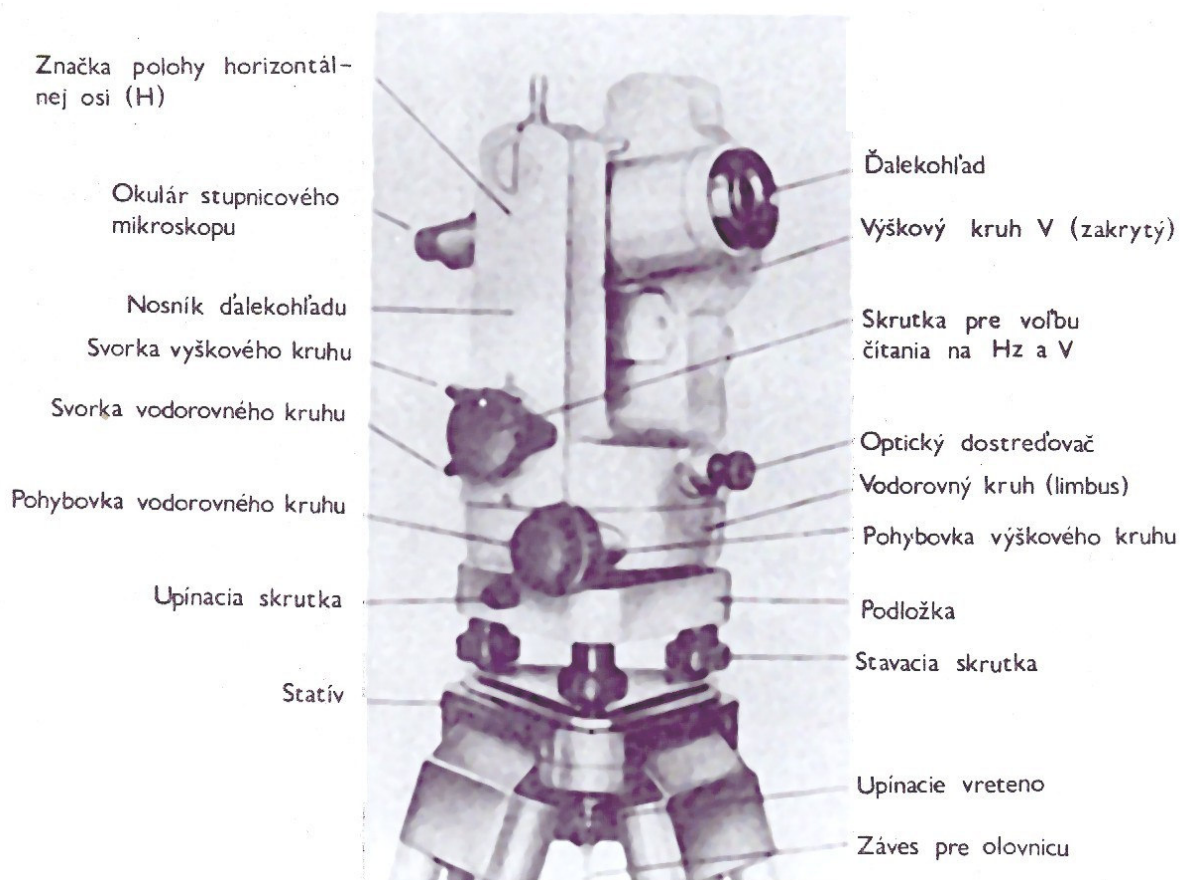
Jednou zo základných úloh v geodézii je meranie alebo vytyčovanie vodorovných a zvislých uhlov ľubovoľnej veľkosti.

Pod označením **vodorovný uhol** rozumieme vodorovnú uhlovú odľahlosť dvoch zvislých rovín preložených stanoviskom prístroja a cieľovými bodmi (obr. 4.1).

**Zvislý uhol** sa meria v zvislej rovine preloženej stanoviskom a cieľom buď od horizontály (výškové resp. hĺbkové uhly), alebo od vertikály (zenitové uhly). Vodorovné uhly sa používajú najmä pri polohovom meraní, zvislé uhly pri výškovom meraní.

Najpresnejšou pomôckou na meranie, resp. vytyčovanie vodorovných alebo zvislých uhlov, je teodolit (obr. 4.2 a 4.3). Okrem teodolitu môžeme na meranie vodorovných uhlov použiť aj buzolový prístroj.

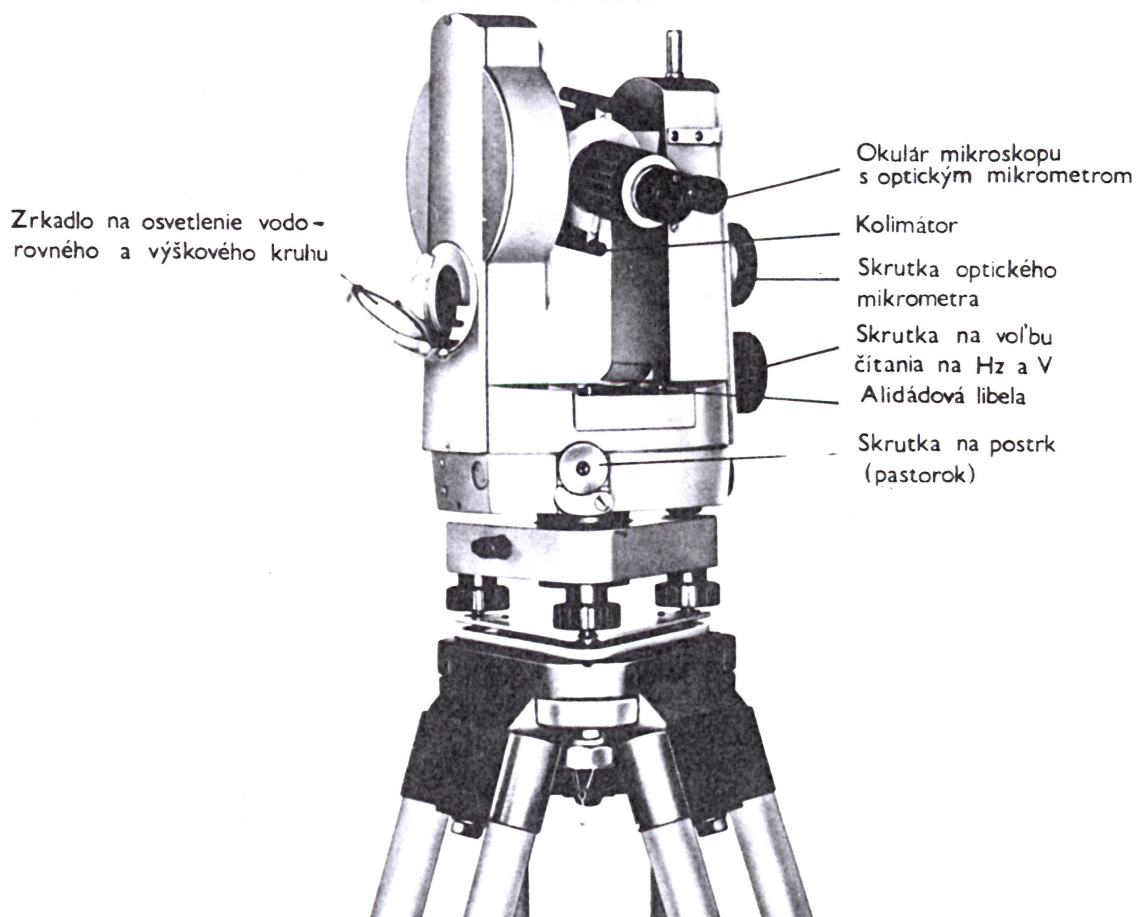
Obr. 4.1. Meranie vodorovných a zvislých uhlov



Obr. 4.2. Popis teodolitu Zeiss THEO 020 A

Na jednoduché meračské alebo vytyčovací úlohy dobre poslúžia aj iné uhlomerné pomôcky.

Aby bolo možné plne využiť všetky kvality a možnosti uhlomerných prístrojov (platí pre všetky geodetické prístroje), musí byť merač dôkladne oboznámený nielen s celkovou konštrukciou prístroja, ale aj s jeho jednotlivými konštrukčnými prvkami a ich funkciou.



Obr. 4.3. Popis teodolitu Zeiss THEO 010 A

U uhlomerných prístrojov, ako aj u iných geodetických prístrojov, si uvedieme:

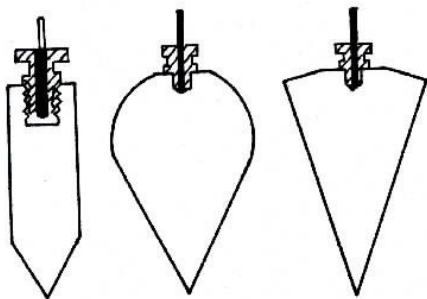
- a) pomôcky na určenie zvislého a vodorovného smeru,
- b) čítacie pomôcky a zariadenia.

#### 4.1 POMÔCKY NA URČENIE ZVISLÉHO A VODOROVNÉHO SMERU

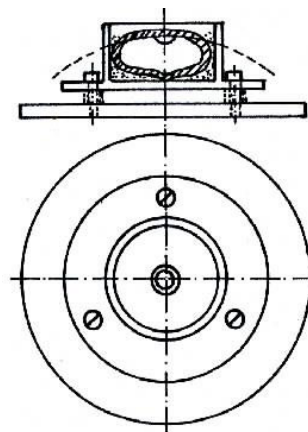
Pri geodetických prácach s prístrojmi je potrebné vždy realizovať aspoň jeden zo základných smerov – zvislý alebo vodorovný. Na ich určenie používame olovnice alebo libely.

##### 4.11 Olovnica

Použitie olovnice je založené na fyzikálnom jave, že záves olovnice sa stotožňuje so siločiarou, v smere ktorej pôsobí tiaž. Olovnice s vlákňovým závesom pozostávajú z tenkého závesu a z rotačného telesa zahroteného v spodnej časti (obr. 4.4). Olovnice slúžia na uvedenie pomôcok do zvislej polohy a na centráciu (dostred'ovanie) prístrojov. Presnosť zvislého smeru závisí od spôsobu zavesenia a na hrúbke závesu, t.j. čím tenší je záves olovnice, tým presnejšie možno určovať zvislý smer odhadom, napr. pri zvislom postavení výtyčky v stojane.



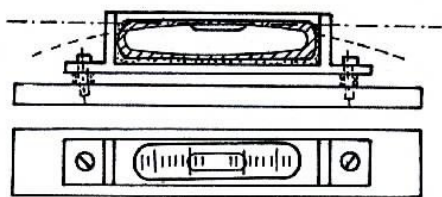
Obr. 4.4. Olovnice s vláknovým závesom



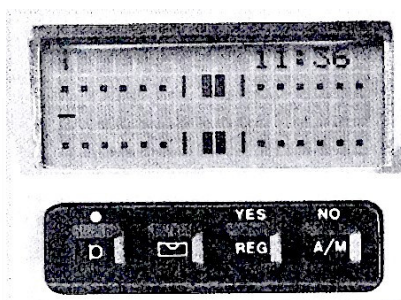
Obr. 4.5. Kruhovú libelu

#### 4.1.2 Libely

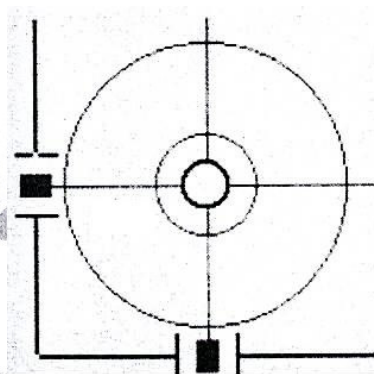
Libely sú najdôležitejšou pomôckou pri úprave prístroja alebo roviny do vodorovnej resp. zvislej polohy. Podľa konštrukcie delíme libely na **kruhovú** (Mayer 1770) a **rúrkovú** (Thévenot 1661).



Obr. 4.6. Rúrková libela



Obr. 4.7. Elektronické libely



**Kruhovú libelu** pozostáva z valcovej, na spodku zatavenej sklenenej nádoby, ktorá je naplnená ľahko pohyblivou tekutinou (lieh, éter a pod.) (obr. 4.5). Bublínu libely predstavuje priestor vyplnený parami použitej tekutiny. Sklenená nádoba má vo vrchnej vnútornej časti guľový tvar. Pretože pary v bubline libely sú omnoho ľahšie ako tekutinová výplň, účinkom tiaže bublina libely bude vždy stáť na najvyššom mieste guľovej plochy. Okolo stredného bodu libely je vyrytá jedna alebo viac koncentrických kružníc, ktoré predstavujú priestor, kde sa má nachádzať bublina libely pri jej urovaní. Sklenená nádoba libely je umiestnená v púzdre, ktorého poloha sa môže upravovať rektifikačnými skrutkami.

Kruhovú libelu sa používa na predbežné urovanie geodetických prístrojov, alebo na uvedenie do vodorovnej, resp. zvislej polohy hrubších meračských pomôcok (cieľová značka, základnicová lata, nivelačná lata, atď.).

**Rúrková libela** je valcová sklenená nádoba zatavená na oboch koncoch. Rovnako ako kruhovú libelu je vyplnená ľahko pohyblivou tekutinou (lieh, éter a pod.). Zostávajúci voľný priestor predstavuje bublinu libely. Sudovitý profil libely vznikol rotáciou kružnicového oblúka. Pozdĺžny profil libely preto predstavuje časť kružnice (obr. 4.6). Na hornej strane libely je vyrytá stupnica po dvoch milimetroch. Libela je urovananá a jej os predstavuje horizontálu, keď sú obidva konce bubliny libely rovnako vzdialené od stredného bodu libely (normálny bod). Os libely voči podložke, alebo vzhľadom na ostatné osi prístroja, sa môže upravovať otáčaním jednej alebo dvoch rektifikačných skrutiek.

**Elektronická libela**, v závislosti na dvojsovom kompenzátore vertikálnej osi, umožňuje urovanie (horizontáciu) prístroja bez otáčania okolo vertikálnej osi. Libela je urovananá vtedy, ak je

hrubá dvojryška v strede medzi základnými ryskami (obr. 4.7a) alebo v strednej polohe ako kruhová libela, pričom sa uvádza pozdĺžna a priečna odchýlka vertikálnej osi od zvislice v gónoch. Elektronickou libelou sú vybavené elektronické teodolity: Geodimetre rady 400, TPS Systém 1000, Elta C a iné.

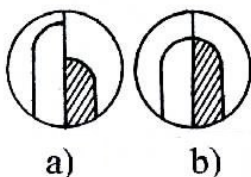
Zvláštne druhy libiel sú napr.:

- a) **Dvojosová** (reverzná) **libela** má delenie na hornej i spodnej časti, môže sa použiť pri meraní v tzv. prvej a druhej polohe ďalekohľadu.
- b) **Nasadzovacia libela** predstavuje prenosnú libelu, pomocou ktorej upravujeme polohu jednotlivých osí prístroja po jej uložení na vybrúsenú plošku, resp. na ložisko prístroja.
- c) Veľké astronomické prístroje sú vybavené **závesnými libelami**.

Jednoduché libely majú delenie od normálneho bodu symetricky na obidve strany, presné libely majú priebežné a očíslované delenie.

**Presnosť libely** sa posudzuje podľa pohyblivosti bubliny a citlivosti libely. *Pohyblivosť bubliny* je schopnosť, s akou bublina reaguje na malé zmeny polohy libely. Závisí od správneho výbrusu a vyhladenia steny sklenenej rúrky, dĺžky bubliny a použitej výplňovej kvapaliny. *Citlivosť libely* sa posudzuje podľa dĺžky dráhy, o ktorú sa bublina posunie, ak sa libela vychýli o určitý uhol. Z dvoch libiel je citlivejšia tá, u ktorej pri rovnakom naklonení sa bublina posunie po väčšej dráhe. Citlivosť libely sa vyjadruje uhlom  $\alpha$ , o ktorý sa libela vychýli zo svojej pôvodnej polohy, ak sa bublina posunie o jeden 2 mm dielik.

Podstatné zvýšenie presnosti urovnania rúrkovej libely dosiahneme koincenciou obrazov koncov bubliny libely. Optickým systémom sa obrazy koncov bubliny libely rozdelia a zobrazia vedľa seba. Obraz urovnanej libely tvorí symetrický útvar (obr. 4.8). Libely tohoto druhu nemajú delenie a sa nazývajú **koincidenčné libely**. U takýchto libiel nemôžeme čítať výchylku bubliny a musíme pracovať s urovnanou libelou.



Obr. 4.8. Koincidenčná libela a) neurovnaná b) urovnaná

#### 4.1.3 Kompenzátory

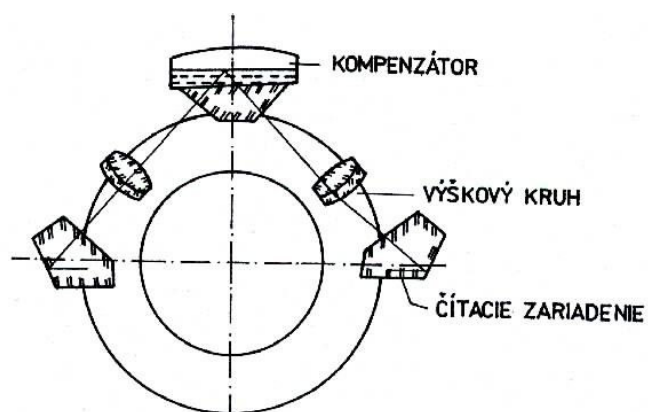
Významný krok v oblasti konštrukcie prístrojov bol vykonaný po roku 1950 vyvinutím kompenzátorov na samočinnú horizontáciu osi (u nivelačných prístrojov) a ako náhrada za indexovú libelu pri meraní zvislých uhlov.

Kompenzátor na výškovom kruhu teodolitu samočinne stabilizuje polohu indexu zvislého kruhu. Pracuje na rôznych princípoch. Ako kompenzačný prvok sa najčastejšie používa hladina kvapaliny, kyvadlo alebo klbový mechanizmus.

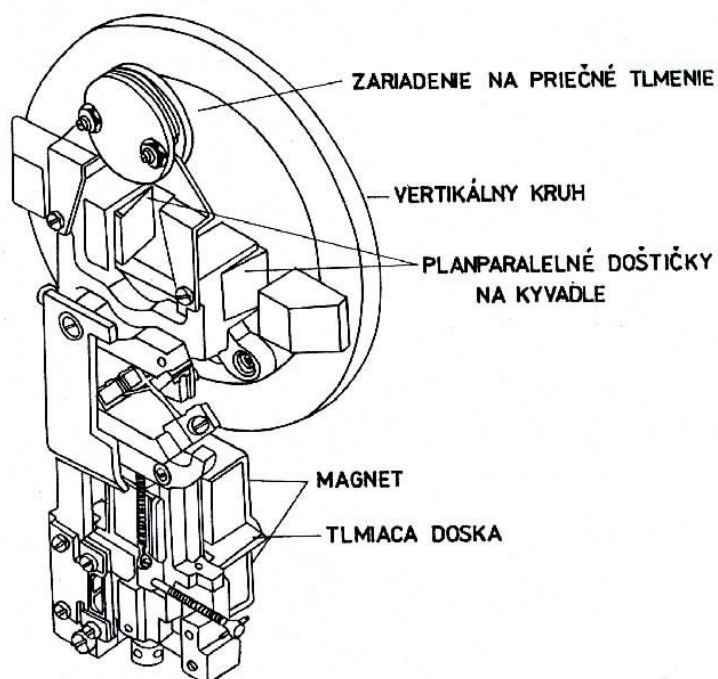
Kvapalinovým kompenzátorom je sklenená nádobka s hermeticky uzavretým špeciálnym olejom. Horizont vytvorený hladinou oleja sa optickou cestou premieta na výškový kruh, čím sa automaticky vylúči sklon vertikálnej osi teodolitu (obr. 4.9). Na obr. 4.10 je schéma mechanického kompenzátoru na stabilizáciu indexu zvislého kruhu. Veľká reaktívna dĺžka kyvadla a indukčné tlmenie ho robia necitlivým voči rušivému kmitaniu. Svetelný lúč po prechode planoparalelnou dosičkou umiestnenou na kyvadle je už vo vodorovnej polohe.

Na použitie kompenzátorov stačí horizontácia (urovnanie) prístroja podľa kruhovej libely. Princíp samočinnej horizontácie zámernej osi nivelačného prístroja je vysvetlený v kap. 7.312.

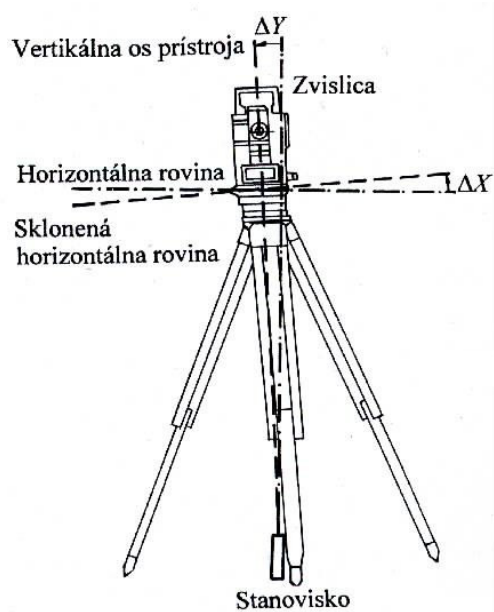
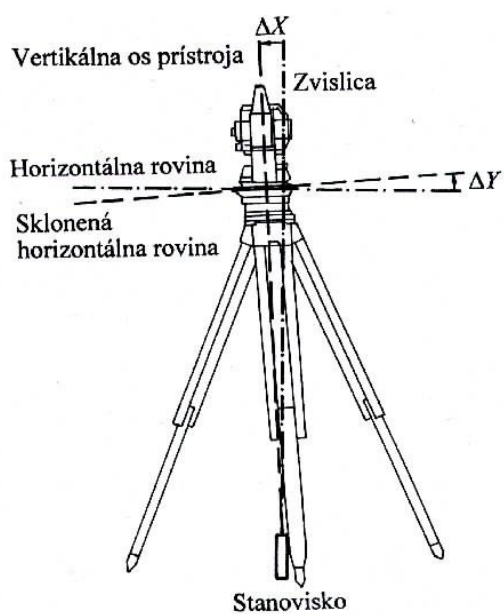




Obr. 4.9. Schéma kvapalinového kompenzátora



Obr. 4.10. Schéma mechanického kompenzátora



Obr. 4.11. Dvojosový kompenzátor vertikálnej osi

Niektoré elektronické teodolity (napr. *TPS Systém 1000*, *Elta C*) sú vybavené dvojsoovým kompenzátorom, ktorý automaticky opravuje čítanie vodorovného a výškového uhla o chybu (indexovú chybu) z nezávislej polohy vertikálnej (otočnej) osi elektronického teodolitu (obr. 4.11).

## 4.2 ČÍTACIE POMÔCKY A SYSTÉMY

Veľkosť meraných veličín (uhlov, dĺžok, atď.) sa číta na stupniciach, ktorými sú vybavené geodetické prístroje. K čítacím pomôckam patrí ukazovateľ (index), vernier a čítacie mikroskopy.

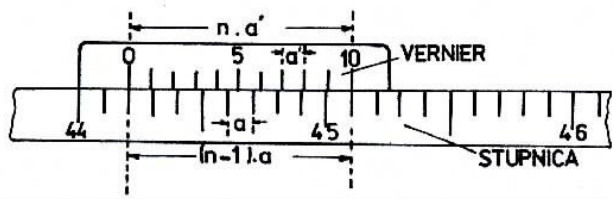
**Ukazovateľ** (index) je najjednoduchšia čítacia pomôcka. Zvyčajne je to čiarka, ryska alebo hrot (magnetickej ihly) (obr. 4.12), pomocou ktorej sa na stupnici čítajú celé dieliky a zvyšok sa odhadne.



Obr. 4.12. Čítacia značka (index)

**Vernier** (nónius) umožňuje presnejšie čítanie. Vernier je pomocná stupnica položená súbežne s hlavnou stupnicou, pomocou ktorej môžeme presne odmerať zvyšky celých dielikov hlavnej stupnice. Vernierova stupnica sa zostrojí tak, že  $(n - 1)$  dielikov hlavnej stupnice veľkosti  $a$  sa rozdelí na  $n$  dielikov veľkosti  $a'$  (obr. 4.13), čiže

$$(n - 1) a = n a' \quad (4.1)$$



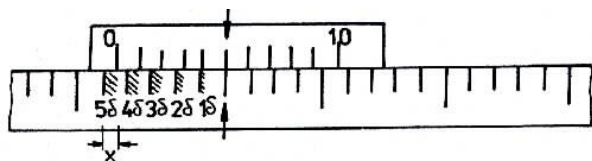
Obr. 4.13. Princíp konštrukcie verniera

Rozdiel veľkosti oboch dielikov,  $\delta = a - a'$ , je **vernierova diferencia**. Určí sa z rovnice (4.1)

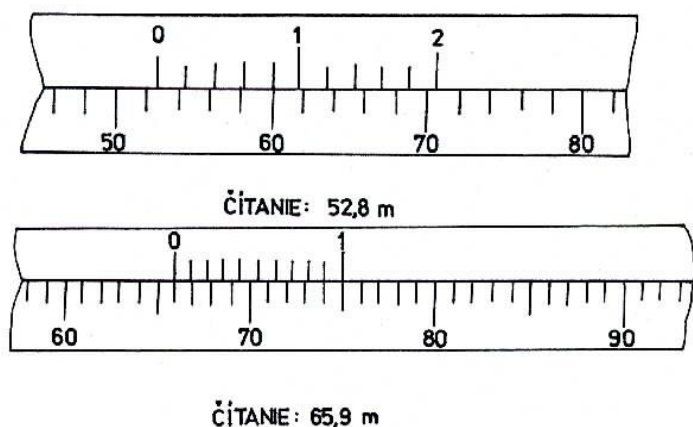
$$\delta = a - a' = \frac{a}{n} \quad (4.2)$$

predstavuje podiel hodnoty dielika hlavnej stupnice a počtu dielikov na vernieri. Ak má vernier 10 dielikov, na stupnici verniera čítame desatiny stupnicového dielika  $a$ .

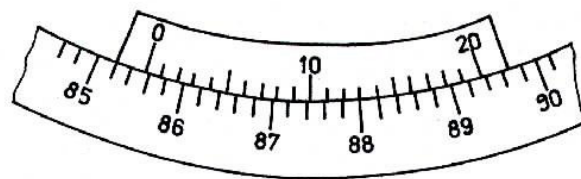
Princíp čítania pomocou verniera je znázornený na obr. 4.14. Najprv sa číta hodnota celého dielika hlavnej stupnice pred nulovou ryskou verniera, ktorá v tomto prípade slúži ako jednoduchý index (čítanie A). Potom sledujeme rysky vernierovej stupnice a hlavnej stupnice a určíme, ktorá vernierová ryska koinciduje s ryskou stupnice. Podľa obr. 4.13 koinciduje piata ryska verniera s hlavnou stupnicou. Zvyšok čítania  $x$ , ktoré sa pridáva k čítaniu A, predstavuje súčin poradového čísla vernierovej rysky (piata ryska) a vernierovej diferencie. Ak ani jedna z vernierových rysiek nekoinciduje s niektorou ryskou stupnice, berie sa stredná hodnota medzi dvoma susednými, približne splývajúcimi ryskami.



Obr. 4.14. Princíp čítania pomocou verniera



Obr. 4.15. a) Dĺžkový vernier



Obr. 4.15. b) Uhlový vernier

Verniery sa konštruujú na meranie dĺžok (dĺžkové verniery) (obr. 4.15. a) a v minulosti aj na meranie uhlov (uhlové verniery) (obr. 4.15. b).

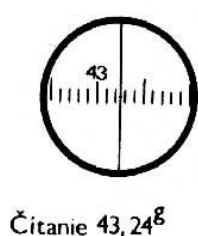
U uhlomerných vernierov je vernierova diferencia závislá na polomere deleného kruhu a spravidla dosahuje hodnotu  $1^\circ$  ( $20''$  -  $30''$ ). Vernier sa zvyčajne kombinuje s lupou, ktorá má 6 až 8-násobné zväčšenie. S čítacím zariadením – vernierom s lupou sa stretneme u starších teodolitov, napr. Meopta Th 30x.

**Čítacie mikroskopy.** Na čítanie stupníc geodetických prístrojov sa používajú rôzne upravené mikroskopy. Podľa úpravy čítacej pomôcky rozlišujeme mikroskopy čiarkové, vernierové, stupnicové a skrutkové.

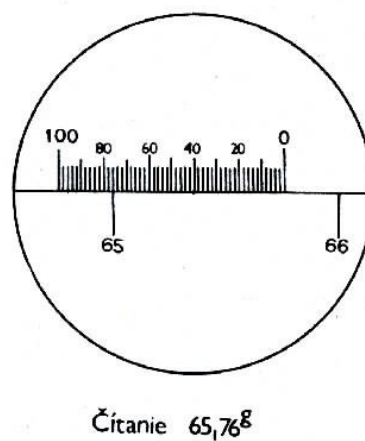
**Čiarkový mikroskop** má v obrazovej rovine čiarkový index (jemnú rysku vyrytú na skle), podľa ktorej čítame celé dieliky delenia a odhadujeme jeho desatiny (obr. 4.16).

**Vernierový mikroskop** má ako čítaciu pomôcku vernier vyrytý na sklenenej doštičke.

**Stupnicový (mriežkový) mikroskop** tvoria čítacie rysky, pohybujúce sa pozdĺž hlavnej stupnice a označujúce miesto čítania. Ryska je doplnená pomocnou stupnicou, ktorá umožňuje presnejšie určenie zvyšku dielika (obr. 4.17). Číslovanie stupnice postupuje v opačnom smere než číslovanie hlavnej stupnice.



Obr. 4.16. Zorné pole čiarkového mikroskopu



Obr. 4.17. Zorné pole stupnicového mikroskopu

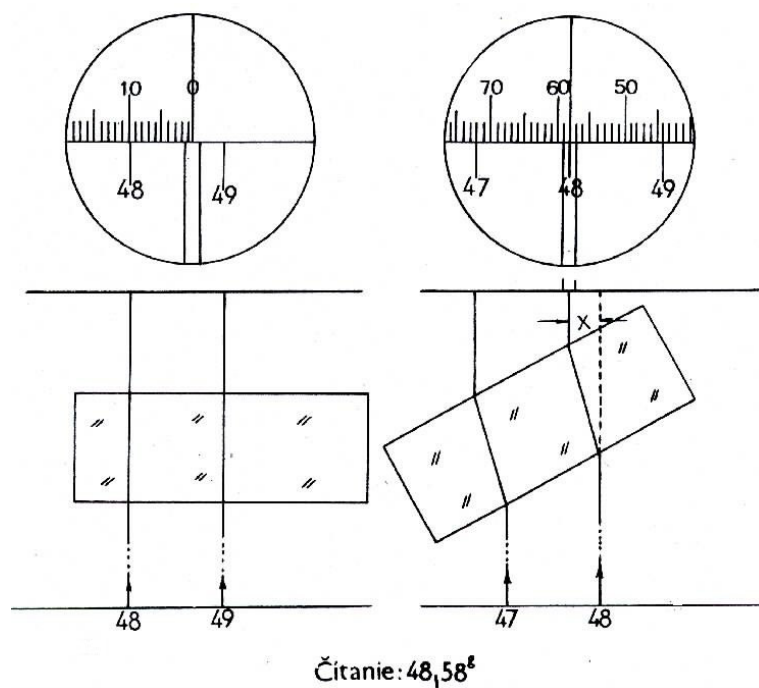
Hlavná stupnica, ktorej najmenší dielik býva spravidla  $1^\circ$ , sa pozoruje mikroskopom o celkovom 60 až 70-násobnom zväčšení. Obraz hlavnej stupnice vytvorí objektív mikroskopu v obrazovej rovine, do ktorej sa umiestni obraz stupnice – mriežky. Veľkosť stupnice sa musí rovnať obrazovej veľkosti najmenšieho dielika hlavnej stupnice. Mriežka býva nanosená na sklenenej doštičke (vyrytím, fotografickou cestou a pod.).

**Mikroskop s optickým mikrometrom.** S týmto čítacím zariadením sú vybavené sekundové teodolity. K odmeraniu zvyšku dielika na hlavnej stupnici sa používajú optické prvky, planparalelné dosky alebo klíny. Podľa konštrukcie sa optické mikrometre rozdeľujú na:

- a) mikrometre s jednou doskou (klinom),
- b) mikrometre s dvojicou dosák (klinov).

a) **Mikrometer s jednou planparalelnou doskou** (klinom). Medzi objektívom mikroskopu, ktorým sa pozoruje hlavná stupnica a jeho obrazovou rovinou, v ktorej je umiestnená doštička s ryskou (dvojryskou) označujúcou miesto čítania, sa nachádza planparalelná doska. Natáčanie tejto dosky vyvoláva rovnobežný posun lúčov, ktorý sa prejavuje posunom rysiek hlavnej stupnice v obrazovej rovine. Keď sa doska pootočí tak, aby obraz príslušnej rysky hlavnej stupnice splynul s čítacou ryskou, potom údaj na mikrometrickej stupnici zodpovedá veľkosti posunu. Posun vyjadruje hodnotu zvyšku dielika  $x$  medzi čítacou ryskou a susednou ryskou hlavnej stupnice (obr. 4.18). Obraz mikrometrickej stupnice sa optickou cestou prevádza do zorného poľa okuláru mikroskopu.

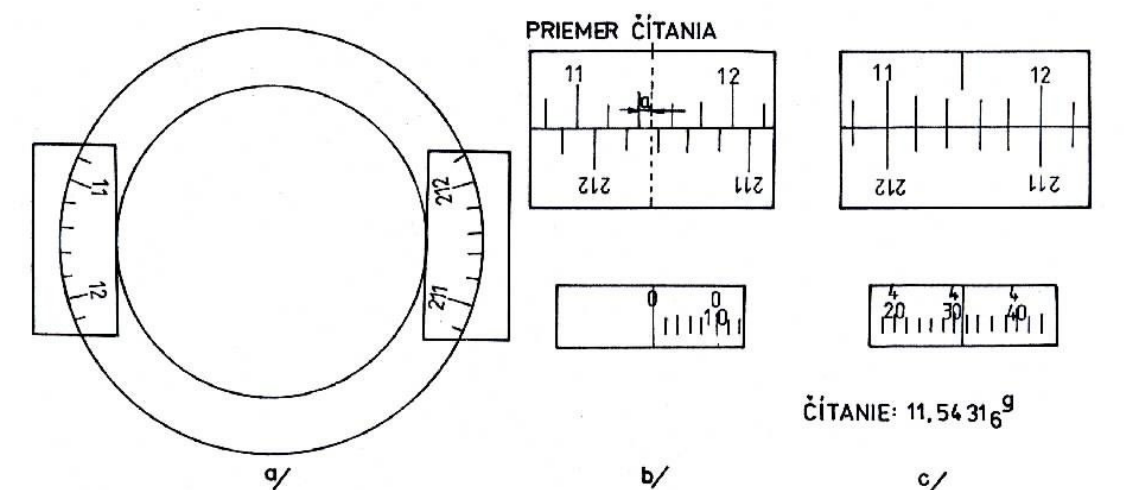
Čítanie meranej uhlovej hodnoty sa vykoná tak, že skrutkou mikrometra sa pootočí planparalelná doska, aby príslušná ryska hlavnej stupnice splynula s čítacou ryskou, určí sa čítanie zodpovedajúce tejto ryske a doplní sa údajom na stupnici mikrometra (obr. 4.18).



Obr. 4.18. Mikrometer s jednou planparalelnou doskou

b) **Mikrometer s dvojicou dosiek** (klincov) – **koincidenčný mikrometer**. Koincidenčný mikrometer skonštruoval H. Wild (1924). Do zorného poľa mikroskopu sa pomocou optickej sústavy (hranoly a šošovky) prevedie obraz dvoch protiľahlých častí uhlomernej stupnice (obr. 4.19a). Obraz oboch častí, jednej so vzpriamenými číslicami, číslovanými zľava doprava a druhej, s prevráteným číslovaním sprava doľava, je od seba oddelený jemnou ryskou, vytvorenou tzv. rozdeľovacím zariadením (sústavou hranolov). Výsledné čítanie sa vzťahuje k miestu, kde sa údaj na jednej časti stupnice vzpriamenej a na druhej (prevrátenej) líši presne o  $200^\circ$ . Toto miesto, tzv. priemer čítania sa nachádza v strede medzi ryskami, ktorých čítanie sa líši o  $200^\circ$  (obr. 4.19b). Výsledné čítanie sa získa tým, že sa doplní hrubé čítanie (získané na vzpriamenej časti hlavnej stupnice) o zvyšok dieliku  $a$ , medzi priemerom čítania a susednou ryskou zľava. Veľkosť zvyšku dielika sa odmeria optickým mikrometrom, vybaveným dvoma planparalelnými doskami alebo klinmi. Pohybom skrutky mikrometra sa posúvajú obrazy oboch častí hlavnej stupnice proti sebe tak, aby ich rysky koincidovali (obr. 4.19c). Tým sa obrazy rysiek posunú práve o hodnotu  $a$ , ktorej veľkosť prečítame na stupnici mikrometra.

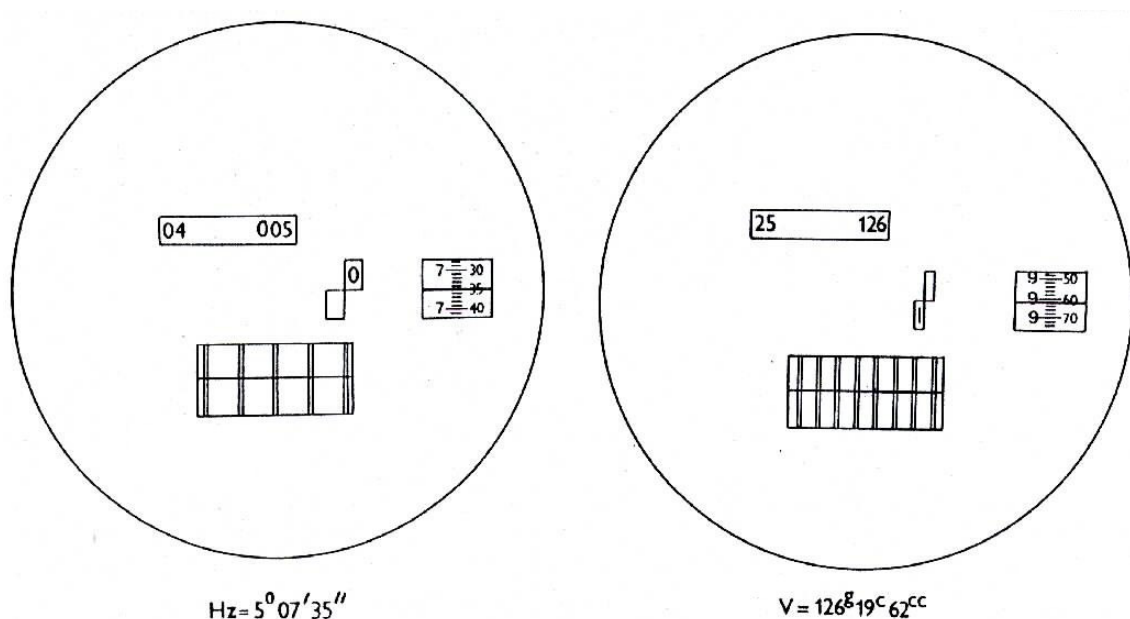




Obr. 4.19. Koincidenčný spôsob čítania

**Postup pri čítaní.** Otáčaním skrutky mikrometra sa najprv rysky oboch častí hlavnej stupnice skoincidujú. Hrubé čítanie sa vykoná vždy na stupnici so vzpriamenými číslicami podľa tej očíslovanej rysky, ktorá je najbližšie vľavo od rysky, ktorej údaj sa líši o  $200^g$ . Spočítajú sa dieliky medzi týmito očíslovanými ryskami a vynásobia sa polovičnou hodnotou najmenšieho dielika hlavnej stupnice. Tento údaj spolu s celými grádmi tvorí hrubé čítanie, ktoré sa doplní jemným čítaním, získaným na stupnici mikrometra.

Novšie konštrukcie optických teodolitov sú vybavené koincidenčným mikrometrom s polodigitálnym čítaním na vodorovnom a výškovom kruhu. Na obr. 4.20 je čítanie na kruhoch teodolitu THEO 010A Zeiss. Po koincidenzii dvojrysiel digitálne čítame miligóny ( $V = 126,196^g$ ), sekundy ( $2^{cc}$ ) čítame na stupnici optického mikrometra.



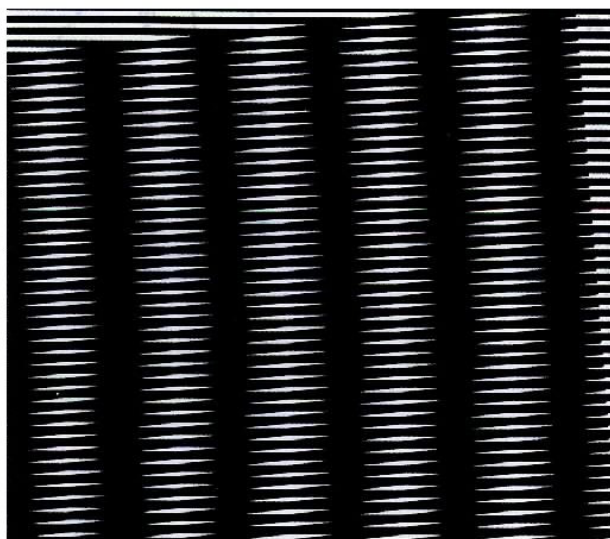
Obr. 4.20. Čítanie na teodolite THEO 010A Zeiss

**Elektronické meracie systémy.** Skrátene merania, zvýšenie presnosti čítania a možnosť následného automatického spracovania meraných uhlov a dĺžok umožňujú elektronické meracie systémy. Ich spoločným znakom je digitálny údaj meraného uhla alebo dĺžky, ktorý sa priamo číta, alebo registruje na ďalšie spracovanie.

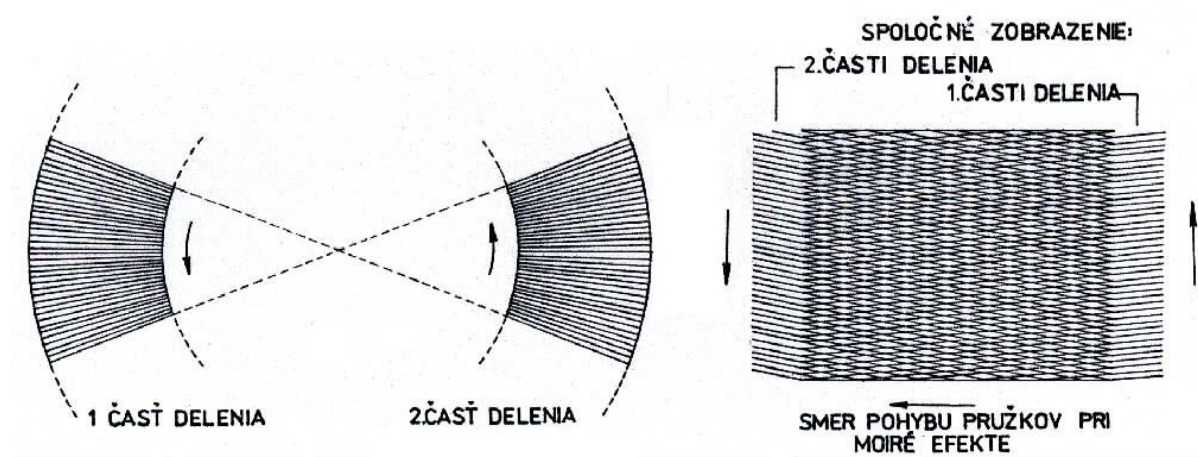
Uhlový údaj vznikne ako súčet elektrických impulzov medzi dvoma meranými smermi (elektronické teodolity TPS Systém 1000, Elta C a iné), alebo elektronickým čítaním kódového kruhu (elektronický tachymeter Elta 4 Opton).

Princíp čítania na kruhoch elektronického teodolitu si uvedieme napr. pre TPS Systém 1000. Vodorovný a výškový kruh má 25 000 rysiek, ktorých šírka je rovnako veľká ako sú medzery medzi nimi. Jedna časť výseče delenia je zväčšená 1,01-krát a diametrálne sa zobrazuje na protiľahle ležiacu výseč. Otáčaním alidády alebo ďalekohľadu vzniká moiré-efekt (obr. 4.21) s tmavými a svetlými prúžkami (minimami a maximami jasů), ktorý sa pohybuje cez výseč delenia (obr. 4.22). Posun jedného svetlého prúžku na miesto predchádzajúceho zodpovedá pootočeniu alidády, alebo ďalekohľadu o  $80''$ . Elektronické delenie umožňuje spresniť čítanie až na  $1''$ . Presnosť merania smerov alebo zenitových uhlov vo dvoch polohách ďalekohľadu je asi  $5''$  (TC 1700). Meranie uhlov je prípustné pri otáčaní alidády alebo ďalekohľadu až po rýchlosť 1,5 otáčky za sekundu. Pri prekročení tejto rýchlosti sa ozýva výstražný signál. Uhlové údaje sa dajú čítať 0,2 sekundy po zastavení otáčania prístrojom.

Jemné pohybovky u niektorých elektronických teodolitov sú vybavené krokovacím pohybom po  $5''$ , s ktorým sa mení digitálne čítanie (napr. Elta S 10 a S 20).



Obr.4.21. Moiré efekt



Obr. 4.22. Princíp vytvorenia moiré efektu

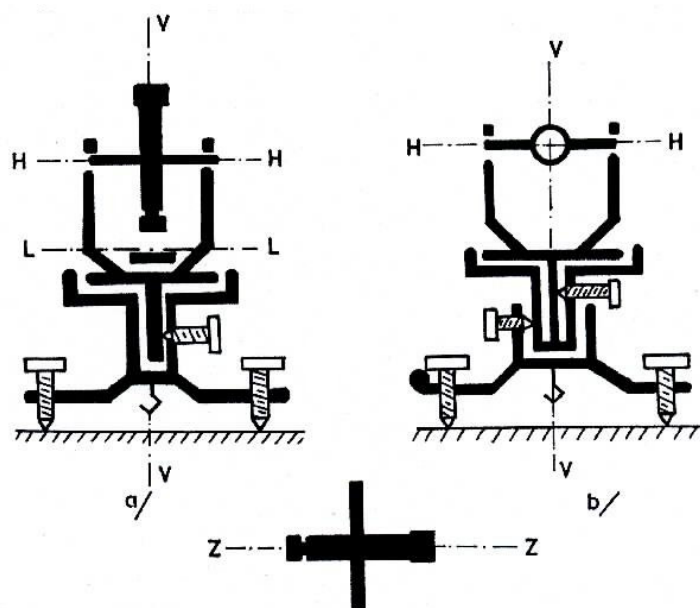
#### 4.3 TEODOLITY A ICH POPIS

Teodolit (obr. 4.2 a obr. 4.3) je prístroj na presné meranie a vytyčovanie vodorovných a výškových uhlov ľubovoľnej veľkosti.

Teodolit sa skladá z troch hlavných častí:

a) **podložky** (obr. 4.2), umožňujúcej postavenie prístroja na stojan alebo iné centračné zariadenie (pilierovú podložku). Podložka sa skladá z troch stavacích skrutiek potrebných na horizontáciu prístroja, puzdra čapu vertikálnej osi teodolitu a upínacej skrutky, slúžiacej na zaistenie čapu prístrojov a pomôcok pri aplikácii závislej centrácie;

b) spodnej časti nazvanej **limbus**, ktorá sa pri meraní nepohybuje. Tvorí ju predovšetkým vodorovný kruh, na obvode ktorého je umiestnený delený kruh (uhlová stupnica) vodorovných uhlov. Vodorovný kruh má číslovanie v smere chodu hodinových ručičiek. Pri jednoduchom, čiže jednoosovom teodolite (obr. 4.23a) je limbus s vodorovným kruhom pevne spojený s podložkou prístroja. U dvojsoových teodolitov sa limbus s vodorovným kruhom môže voči podložke otáčať. Schéma dvojsoového teodolitu, nazvaného tiež aj **repetičný teodolit**, je na obr. 4.23b. K spodnej časti dvojsoového teodolitu patrí svorka a pohybovka (limbová) na upevnenie vodorovného kruhu vo vyžadovanej polohe. Pohybovka je v podstate mikrometrická skrutka, ktorou po utiahnutí svorky môžeme vykonať jemný pohyb v malých medziach (pohyb limbu voči podložke);



Obr. 4.23. Schéma konštrukcie teodolitu (a/ jednoosový, b/ repetičný teodolit)

c) vrchnej časti nazvanej **alidáda**, ktorá sa pri meraní otáča. Tvorí ju čap zapadajúci do puzdra valca v podložke. Čap umožňuje otáčanie prístroja okolo jeho zvislej osi  $V$  (os alidády). S čapom je pevne spojený nosník ďalekohľadu ukončený puzdrami, do ktorých je uložená os ďalekohľadu (vodorovná os  $H$ ). Okolo tejto osi sa otáča ďalekohľad vo zvislej rovine. Väčšina teodolitov má otočný ďalekohľad, ktorý umožňuje meranie teodolitom v dvoch polohách ďalekohľadu. Prvá poloha ďalekohľadu je tá, pri ktorej je zvislý kruh vľavo od ďalekohľadu, v druhej polohe je vpravo od ďalekohľadu. Na otočnej osi ďalekohľadu je pevne nasadený zvislý kruh na meranie zvislých uhlov. Na alidáde sú ďalej umiestnené čítacie zariadenia pre vodorovný a zvislý kruh, libely – alidádová umiestnená v spodnej časti alidády, indexová pevne spojená s čítacím zariadením zvislého kruhu, u starších prístrojov nivelačná, umožňujúca nastaviť zámernú priamku do vodorovnej polohy. Každý teodolit je vybavený alidádovou svorkou a pohybovkou a svorkou a pohybovkou na ovládanie pohybu ďalekohľadu vo zvislom smere. Indexovú libelu urovnáme pohybovkou indexovej libely. Nastavenie vyžadovaného čítania na vodorovnom kruhu u presných jednoosových prístrojov vykonávame skrutkou na postrk (pastorkom), u repetičných teodolitov pomocou repetičnej svorky.

Teodolity môžu byť vybavené aj niektorými ďalšími súčiastkami, ako napr. optickým dostreďovačom, magnetickým usmerňovačom, nasadzovacou libelou, kruhovou libelou, atď. Taktiež z vymenovaných súčastí môžu niektoré chýbať, napr. nivelačná libela, svorka a limbová pohybovka, ktorá u niektorých dvojsoových teodolitov sa nahrádza repetičnou sponou, indexovú libelu nahrádza kompenzátor, atď.