

6. Cvičení - měření geologickým kompasem, geologické značky

Při popisu tvarů geologických těles (geologických objektů) se sleduje zejména vnější geologická stavba, která je dána průběhy hraničních ploch tělesa v prostoru, tedy jeho omezením více či méně pravidelnými geologickými plochami – *planárními prvky*. Geologické plochy mohou být buď primární (vznikají současně s horninou, např. vrstevní plochy, plochy primární odlučnosti) nebo sekundární (jedná se o deformace prvotních tvarů, jež nastaly po vzniku horniny, např. zlomy, kliváž atd.). Průsečnice těchto ploch, ale i ostatní protažené prvky na vrstevních plochách, např. rýhy, vzniklé pohybem sedimentačního materiálu po nedostatečně zpevněném starším sedimentu, se označují jako *lineární* (čárové) *prvky*.

Popis, zobrazení a prostorová orientace v přírodě existujících těles, respektive jejich skutečných tvarů, je z důvodů nedokonalé vyjadřovací a zobrazovací techniky člověka často velmi obtížná. Proto dochází ke zjednodušování a nahrazování hraničních ploch geologického tělesa jednoduchými, matematicky definovanými obrazci, křivkami a tělesy (plochy jsou nahrazovány rovinami, lineace přímkami, geologická tělesa válci, hranoly aj.).

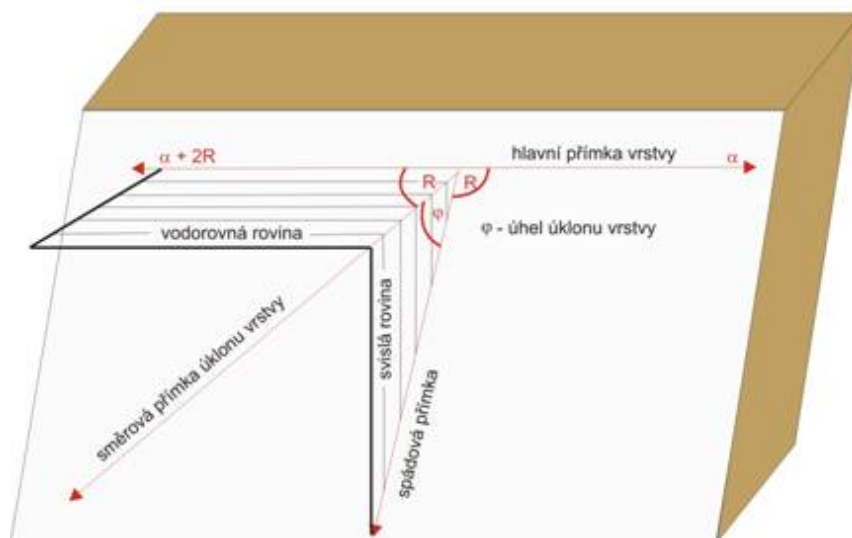
Polohy primárních i sekundárních ploch geologických těles a jejich nejružnější deformace je potřeba v praxi vhodným způsobem zobrazit. Ve všeobecné a strukturní geologii lze pro tyto účely použít různé zobrazovací metody, vycházející zejména z deskriptivní geometrie, matematické statistiky a aplikovaných kartografických projekcí (Foldyna, Grmela, 1988)

Polohu plochy v prostoru lze určit buď pomocí polohy tří bodů roviny, které neleží v jedné přímce (hlavně v hornictví a ve vrtném průzkumu), nebo pomocí polohy dvou různoběžek. Tento druhý způsob se velmi často používá při povrchovém geologickém mapování, kde vrstvení nebo hraniční polohy (geologické prvky) jsou přístupné pozorování. Prostorová poloha *planárních prvků* (rovin) je pak určena dvěma jednoznačně definovanými přímkami, hlavní a spádovou přímkou a je zpravidla vztažena k severnímu směru a horizontální rovině. ([obr. 6.1](#)).

Hlavní přímka je definována jako průsečnice vrstevní plochy s horizontální rovinou (je tedy horizontální).

Spádová přímka je určena jako průsečnice roviny kolmé k hlavní přímce s vrstvením plochou. Jedná se o spádnici dané plochy (přímka největšího spádu).

Obr. 6.1 Grafické znázornění hlavní a spádové přímky vrstvy, směrové přímky úklonu vrstvy a úhlu úklonu vrstvy (upraveno podle Homoly, 1971)



Směr roviny A_F (obr. 6.2) je úhel, který svírá hlavní přímka dané roviny se směrem magnetického severu N_m (informace z kompasu) nebo směrem zeměpisného severu N_g (informace z mapy). Úhel mezi magnetickým a zeměpisným poledníkem se označuje jako magnetická deklinace δ a lze jej pro dané místo pozorování určit pomocí mapy izogon.

Obr. 6.2 Příklad grafického znázornění směru roviny A_F



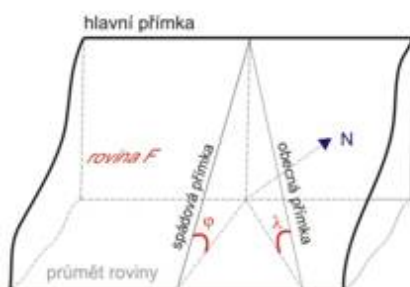
Směr úklonu roviny A_φ (obr. 6.3) je úhel, který svírá orientovaný půdorysný průmět spádové přímky dané roviny se směrem severním. Hodnota úhlu jednoznačně určuje, jakým směrem se rovina uklání. Zda např. při orientaci hlavní přímky severo-j jižním směrem k západu nebo k východu.

Obr. 6.3 Příklad grafického znázornění směru úklonu roviny A_φ



Pravý úklon roviny φ je úhel, který svírá spádová přímka dané roviny s rovinou horizontální. Zdánlivý úklon roviny λ je úhel, který svírá obecná přímka ležící v rovině (s výjimkou spádové přímky) s rovinou horizontální (obr. 6.4).

Obr. 6.4 Grafické znázornění pravého úklonu roviny φ (spádová přímka) a zdánlivého úklonu roviny λ (obecná přímka)



Na geologických plochách se lze často setkat s *lineárními prvky* - rýhy, lineárně protažené nerovnosti vrstevních ploch, usměrněné jehlicovité minerály aj. Poloha přímky v prostoru se zpravidla určuje podobně jako poloha spádové přímky, tj. směrem a velikostí úklonu. Liší se pouze v tom, že lineární útvary mohou mít na rozdíl od spádové přímky, která je linií největšího úklonu dané roviny a je kolmá na směr vrstvy, různou orientaci.

Směr obecné přímky je úhel, který svírá půdorysný průmět obecné přímky se směrem severu.

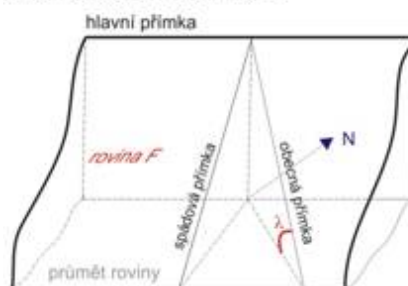
Směr úklonu obecné přímky A_L (obr. 6.5) je úhel, který svírá orientovaný půdorysný průmět dané přímky se směrem severním.

Obr. 6.5 Příklad grafického znázornění směru úklonu obecné přímky A_L



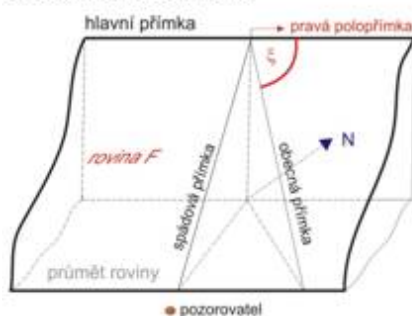
Úklon obecné přímky λ je úhel, který svírá daná přímka s horizontální rovinou (obr. 6.6).

Obr. 6.6 Grafické znázornění velikosti úklonu obecné přímky λ



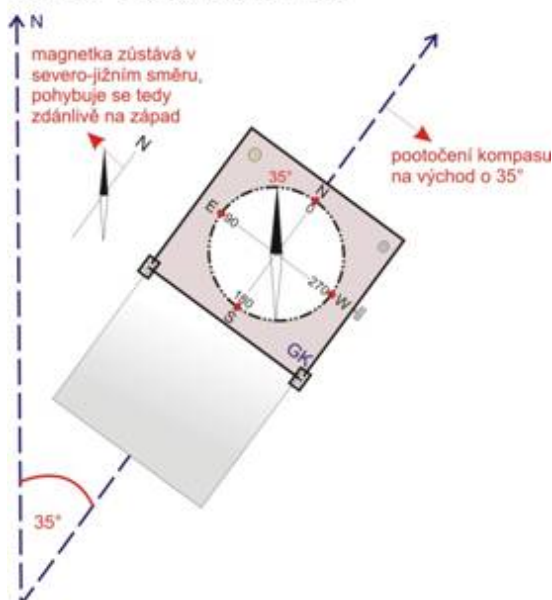
Poziční úhel obecné přímky ξ je úhel, který svírá obecná přímka ležící v dané rovině s kladnou větví hlavní přímky roviny. Kladná větev hlavní přímky je pravá polopřímka při orientaci spádové přímky ve směru klesání k pozorovateli (viz. obr. 6.7). Úhel se měří ve smyslu pohybu hodinových ručiček.

Obr. 6.7 Grafické znázornění pozičního úhlu obecné přímky ξ



Měření výše uvedených základních geologických prvků lze provádět pomocí *geologického kompasu*, jenž představuje dostatečně přesný způsob zaměření nepravidelných geologických ploch v prostoru. Geologický kompas se původně vyvinul z hornického kompasu, který se používal k zaměřování důlních chodeb a rudních žil. Oproti normální buzole má stupnice geologického kompasu zaměřený východ se západem, tj. V (90°) je na stupnici vlevo, Z (270°) je na stupnici vpravo. Tato změna je nutná proto, že při otáčení krabice s pevně vsazenou větrnou růžicí vykonává růžice proti stálému odměrnému bodu (S konec magnetky) relativně opačný pohyb než je tomu u buzoly, u níž se pohybuje otočný průzor proti růžici pevně fixované k S (Foldyna, 1971). Zjednodušeně, stál-li např. horník s kompasem tak, že byl čelem obrácen k magnetickému severu, byl severo-jihní směr dělené stupnice shodný s magnetkou. Pokud se začal otáčet k východu, otáčel se také sever dělené stupnice, avšak magnetka zůstávala ve svém původním směru. Magnetka se tedy zdánlivě pohybovala proti směru hodinových ručiček na západ. Proto došlo k záměně východu na západní stranu a naopak, jak je patrné z [obr. 6.8](#).

Obr. 6.8 Geologický kompas

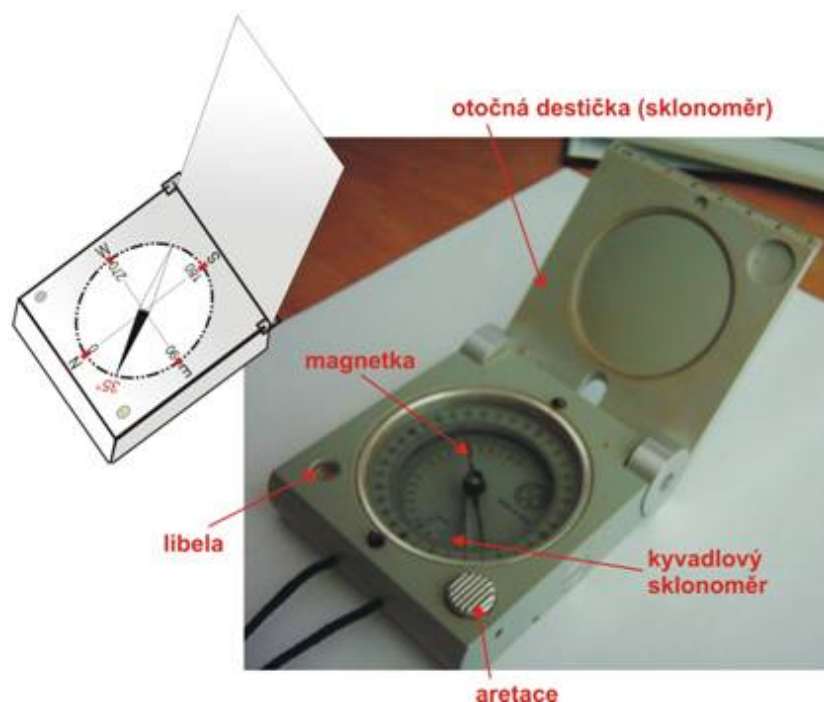


Mezi základní typy kompasů, které se vyskytovaly, popř. se ještě vyskytují v našich provozech, patří (Grmela, Foldyna, 1988):

- rakouský (vídeňský) nebo německý kompas Briehauptův s dřevěným nebo mosazným kompasovým pouzdem. Stupnice je dělena ve stupních, popřípadě v tzv. hórách (jedna hóra - hodina se rovná 15° , celý kruh má potom 24 hór - hodin), sklonoměr je kyvadlový;

- kompas fy. Meopta s celokovovým pouzdrém, se stupnicí dělenou ve stupních nebo v hórách. Sklonoměr je pérový, kotoučový, s aretací na boku pouzdra, u tohoto kompasu je viditelný pouze severní hrot magnetky (umožňuje to velmi jednoduché odečítání příslušných úhlů);
- kompas fy. Meopta, tzv. Maškův, představuje speciální typ kompasu s kovovým pouzdrém v kombinaci s umělou hmotou. Stupnice je dělena na stupně nebo grády. Směr sever-jih je totožný s kratší stranou kompasu. Součástí je i speciální geologický kuličkový sklonoměr na měření pozičního úhlu lineárních prvků. Ke kompasu byly dodávány i průsvitky pólové síť Lambertovy projekce a pracovní průsvitky;
- v současné době se lze velmi často setkat s německými kompasy typu "**Freiberg**" (v rámci RVHP byla výroba převedena do NDR). Kompasy mají celokovové pouzdro, kompasová stupnice je dělena ve stupních nebo grádech s desítkovým označením ($1=10^\circ$, $2=20^\circ$ atd.). Na boku pouzdra je šroub k nastavení deklinace, směr sever-jih je možné nastavit libovolně (buď ve směru podélné nebo příčné osy pouzdra). Součástí kompasu je i aretace magnetky (slouží k jejímu uvolnění a opětovnému uzamknutí), dvě libely a otočný sklonoměr. Starší typ měl sklonoměr pouze na klopné ose víka s dělením po 5° , nový "typ 69" má sklonoměr označen červeně podle barvy příslušného hrotu magnetky a dále sklonoměr kyvadlový, souosý s magnetkou ([obr. 6.9](#)).

obr. 6.9 Geologický kompas typu Freiberg

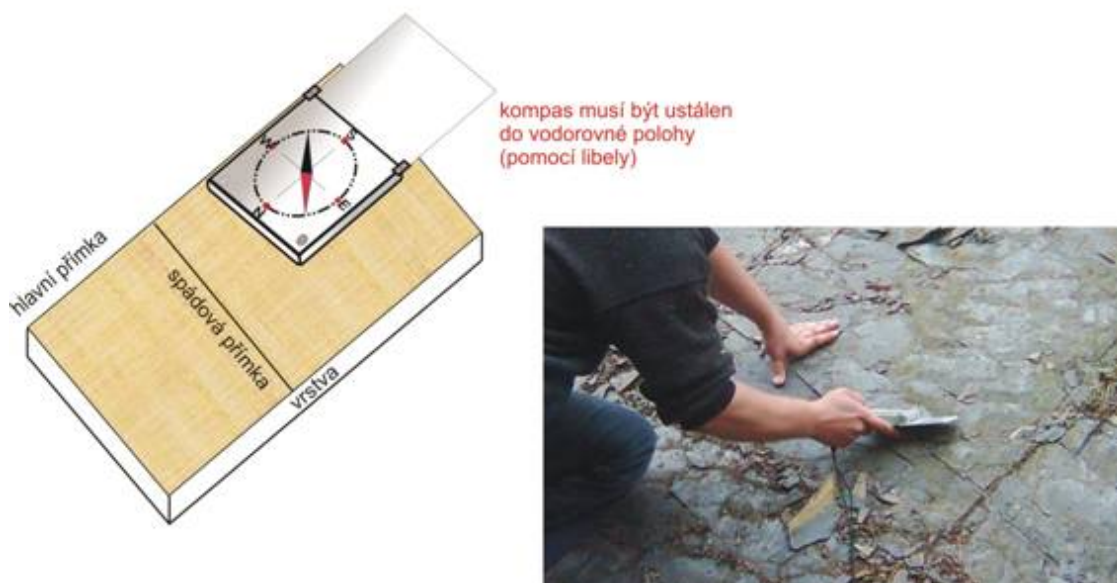


Vlastní měření geologickým kompasem (typu "Freiberg") se pomocí magnetky a dělené stupnice provádí následovně.

Směr vrstvy A_F ([obr. 6.10](#)) se zaměřuje tak, že se geologický kompas přikládá svou delší stranou (spojnice sever-jih) k vrstevní ploše (hlavní přímce roviny), přičemž se krabice kompasu urovná do vodorovné polohy. Je jedno, jestli je kompas orientován k vrstvě pravou nebo levou stranou, protože směr vrstvy α je shodný se směrem $\alpha + 2R$ ([viz. obr. 6.1](#)). V případě, že je vrstva rovná (nedeformovaná), lze kompas přímo přiložit hranou na plochu vrstvy, je-li vrstva nerovná (deformovaná, např. zvlněná), je nutné kompas trochu od

plochy vrstvy odsadit, aby nedošlo k měření zcela bezvýznamného lokálního směru. Po uvolnění aretace a po ustálení magnetky se čte směr vrstvy na libovolném hrotu magnetky.

Obr. 6.10 Schematický náčrtek měření azimutu A_F pomocí geologického kompasu



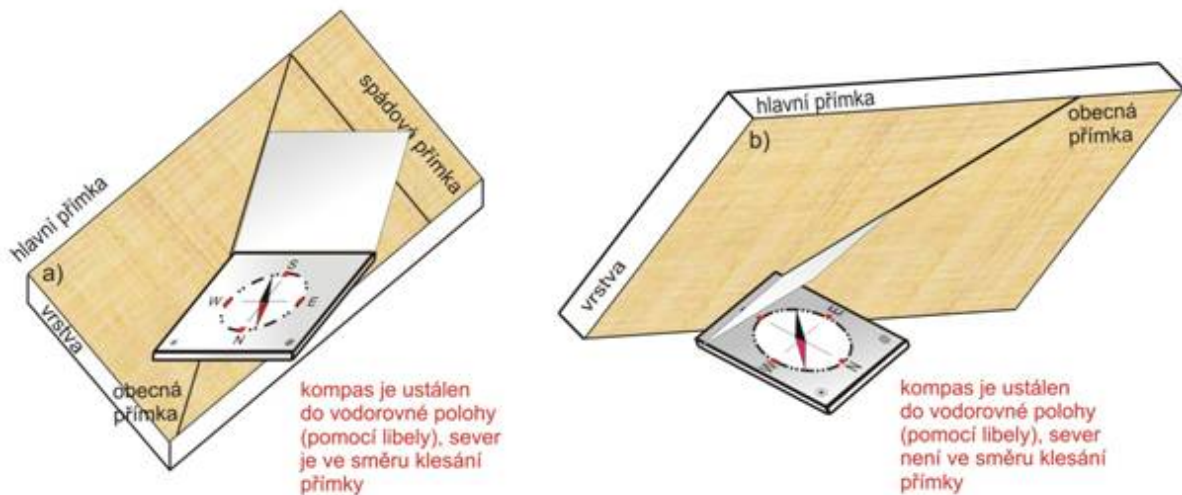
Směr úklonu vrstvy A_ϕ se zaměřuje tak, že se sklonoměr (otočná destička kompasu) přiloží svou plochou ke spádnici vrstvy, tzn. že i spojnice S-J na větrné růžici kompasu je ve směru spádové přímky. J směr růžice je přiložen k vrstvě a směr S růžice ukazuje směr největšího klesání spádové přímky ([viz. obr. 6.11a](#)). Kompas se ustálí do horizontální polohy (pomocí libely na horní ploše kompasu), stiskne se aretační tlačítko, čímž se uvolní magnetka a po ustálení lze číst hodnotu odklonu na černém hrotu magnetky. V případě, že není splněna podmínka orientace S růžice (neukazuje směr největšího klesání spádové přímky, [viz. obr. 6.11b](#)) odečítá se hodnota odklonu na červeném hrotu magnetky. Při nerovném povrchu vrstvy se kompas trochu odsadí.

Obr. 6.11 Schematický náčrt měření směru úklonu roviny $A\phi$ pomocí geologického kompasu



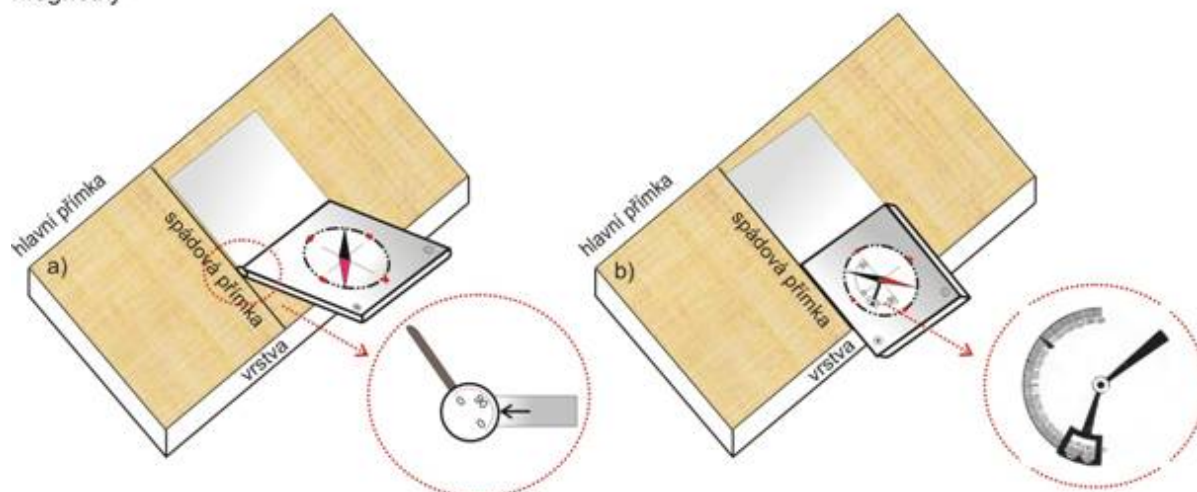
Měření směru úklonu obecné přímky A_L se provádí obdobně jako měření směru úklonu vrstvy (spádové přímky). Otočná destička kompasu se přiloží svou delší hranou k lineárnímu prvku tak, aby spojnice S-J na růžici kompasu byla ve směru půdorysného průmětu přímky. Kompas se ustálí do horizontální polohy a pokud S růžice kompasu ukazuje směr klesání obecné přímky odečte se hodnota na černém hrotu magnetky ([viz. obr. 6.12a](#)), v opačném případě, se hodnota odečte na červeném hrotu magnetky ([viz. obr. 6.12b](#)).

Obr. 6.12 Schematický nákres měření směru úklonu přímky A_L pomocí geologického kompasu



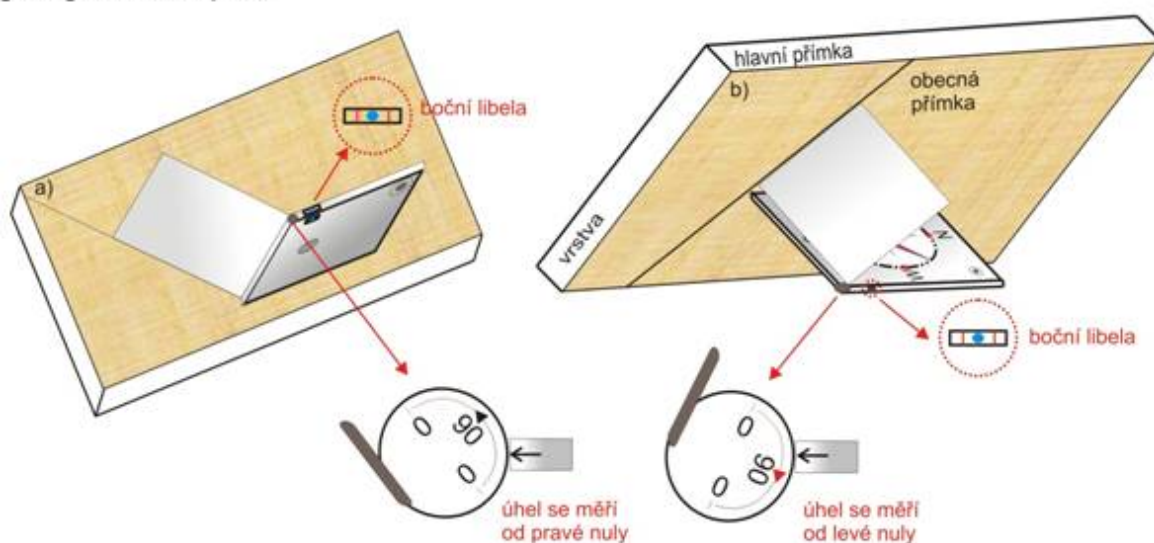
Úklon geologických prvků φ , λ se měří pomocí sklonoměru, jenž bývá různě upraven. Prvním typem sklonoměru, se kterým se lze u geologického kompasu typu "Freiberg" setkat, je sklonoměr ve formě otočné destičky. Stupnice úklonu je zde uvedena na boku kompasu. Měření se provádí tak, že se otočná destička přidrží svou delší stranou ke spádnici vrstvy (φ) nebo v případě lineárního prvku ke směru klesání obecné přímky (λ) a krabice se urovná do horizontální polohy. Hodnota úklonu se odečte na boku kompasu ([viz. obr. 6.13a](#)). Druhým typem je sklonoměr v podobě kyvadla na ose magnetky. K měření úklonu se používá celá boční strana kompasu, která se přikládá ke spádnici vrstvy nebo ke směru klesání obecné přímky ([viz. obr. 6.13b](#)).

Obr. 6.13 Schematický nákres měření úklonu φ pomocí a) otočné destičky, b) kyvadla na ose magnetky



Měření pozičních úhlů lineárních prvků ξ se provádí tak, že se kompas přiloží svou boční stranou k dané rovině, ve které lineární prvek leží, přičemž boční libela kompasu je orientována čelem k pozorovateli. Kompas se ustálí do vodorovné polohy (pomocí boční libely) a otočná destička se nastaví (v poloze otevřeno) na hodnotu nula. Poté se delší hrana otočného sklonoměru postupným pootáčením ve směru uzavírání kompasu ztotožní s měřenou lineací. Pokud pozorovatel stojí ve směru klesání spádové přímky roviny ([obr. 6.14a](#)) hodnota úhlu se odečte na boku sklonoměru od pravé nuly (tj. nula v poloze otevřeno), v případě, že pozorovatel nestojí ve směru klesání spádové přímky ([obr. 6.14b](#)), hodnota se odečte od levé nuly sklonoměru (tj. nula v poloze zavřeno).

Obr. 6.14 Schematický nákres měření pozičního úhlu ξ lineárního prvku v dané rovině pomocí geologického kompasu



pozorovatel stojí ve směru klesání spádové přímky

Takto naměřené úhly se zanáší do map pomocí jasně definovaných geologických značek.

Seznam smluvních značek důlních map je vydán ÚBÚ ze dne 7.7.1967, čj. 4700/1967 a je součástí důlně měřického předpisu. Je určen pro jednotné vypracování hlavních druhů map na všech hornických závodech, zejména v průzkumných, těžebních a ostatních organizacích, jejichž činnost podléhá hornímu zákonu.

V roce 1972 byly vydány interní směrnice pro organizace podléhající ÚÚG "Jednotná legenda pro základní geologické mapy 1: 25 000" obsahující geologické značky, jejichž používání je závazné pro organizace provádějící geologický průzkum a mapování státního území.

Pro planární prvky (vrstevní plochy, plochy metamorfní břidličnatosti atd.) se používají značky ve formě písmene T. Delší čárka (zpravidla se používá 10 mm) je směrově totožná s hlavní přímkou roviny, kratší čárka (zhruba 2 mm) je na ni kolmá a je směrově totožná se spádovou přímkou dané roviny. Velikost úklonu se přisuzuje ke kratší čarce. V případě, že je rovina v horizontální poloze, tedy $\varphi=0$ je délka čárky totožná s délkou hlavní přímky a je kreslena napříč hlavní přímkou (značka má potom tvar křížku), při úklonu $\varphi=90^\circ$ se kreslí čárka také napříč hlavní přímkou, je však kratší ([obr. 6.15a](#))

Pro vyjádření směru a úklonu lineárního prvku se používá šipka s číselnou hodnotou udávající úklon ([viz. obr. 6.15b](#)).

Obr. 6.15 Smluvní geologické značky pro a) planární a b) lineární prvky

a) planární prvek



Pro φ různé od 0° a 90°

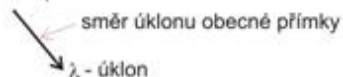


Pro φ rovno 0°



Pro φ rovno 90°

b) lineární prvek



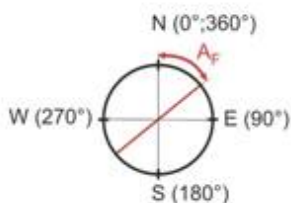
Základní smluvní formy zápisu planárních a lineárních prvků jsou následující.

U plošných prvků existují tři smluvní formy zápisu - geologický, geologický s orientací a hornický zápis.

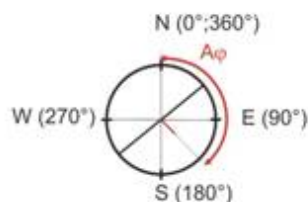
Geologický zápis má formu $A_F/A_\varphi/\varphi$, např. 50/140/40. Vyneše se směr hlavní přímky roviny A_F (delší čárkou) a kolmo na hlavní přímku směr úklonu roviny A_φ (kratší čárkou). Hodnota úklonu φ se připsá ke kratší čáře (obr. 6.16).

Obr. 6.16 Znázornění postupu grafického vyjádření geologického zápisu 50/140/40

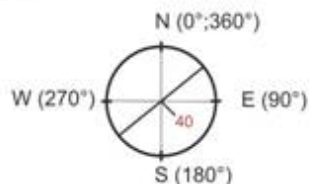
1) vynese se směr hlavní přímky $A_F = 50^\circ$



2) kolmo na hlavní přímku je směr úklonu spádové přímky $A_\varphi = 140^\circ$



3) velikost úklonu $\varphi = 40^\circ$ se připsá ke kratší čáře



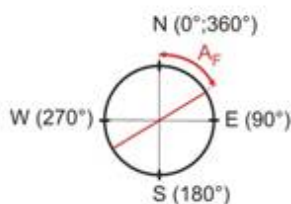
4) výsledná geologická značka má potom tento tvar



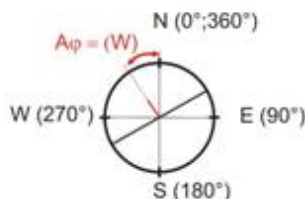
Geologický zápis s orientací má formu $A_F/\varphi + \text{orientace}$, např. 60/40 (W) - z anglického west - západ. Vyneše se opět směr hlavní přímky roviny A_F (delší čárkou) a podle orientace kolmo na hlavní přímku směr úklonu (kratší čárkou). Hodnota úklonu φ se připsá (obr. 6.17).

Obr. 6.17 Znázornění postupu grafického vyjádření geologického zápisu s orientací 60/40 (W)

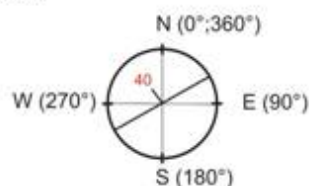
1) vynese se směr hlavní přímky $A_F = 60^\circ$



2) podle orientace se vynese kolmo na směr hlavní přímky směr úklonu spádové přímky (W)



3) velikost úklonu $\varphi = 40^\circ$ se připiše ke kratší čárce



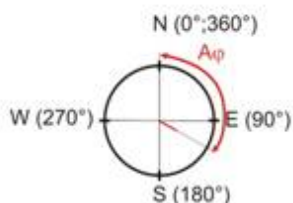
4) výsledná geologická značka má potom tento tvar



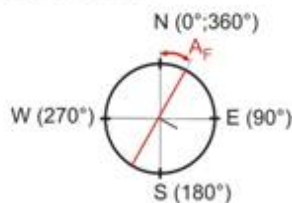
Hornický zápis má formu A_φ/φ , např. 120/35. Vynese se směr úklonu A_φ (kratší čárkou), hlavní přímka je na směr úklonu kolmá (delší čárkou). Úklon φ se připiše ([obr.6.18](#)).

Obr. 6.18 Znázornění postupu grafického vyjádření hornického zápisu 120/35

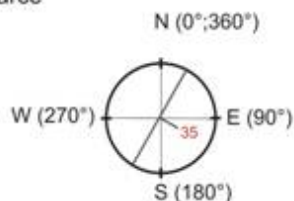
1) vynese se směr úklonu $A_\varphi = 120^\circ$



2) hlavní přímka se vynese kolmo na směr úklonu



3) velikost úklonu $\varphi = 35^\circ$ se připiše ke kratší čárce



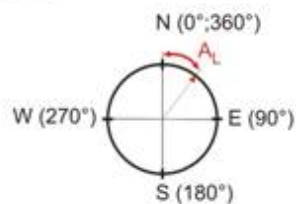
4) výsledná geologická značka má potom tento tvar



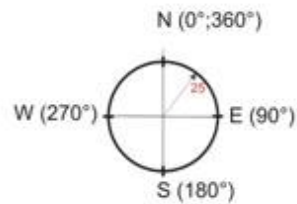
U lineárních prvků je smluvní forma zápisu A_L/λ , např. 40/25. Pomocí šipky se vynese směr úklonu obecné přímky A_L s číselným udáním hodnoty úklonu λ ([viz. obr. 6.19](#)). Nedostatek, který tady vzniká je ten, že forma zápisu přímky je totožná z formou hornického zápisu. Proto je vždy nutné uvést, že se jedná o lineární prvek. Forma zápisu bude tedy - lineace 40/25. V případě, že se vynáší přímka určená pozičním úhlem ξ , je vždy známá rovina, ve které přímka leží. Pro zápis roviny se použije jakákoli z výše uvedených smluvních forem a hodnota pozičního úhlu se připiše dozadu, např. 250/125/20 $\xi=70$. Poziční úhel přímky se vynáší vždy od kladné větve hlavní přímky (tj. ve směru hodinových ručiček, [obr. 6.20](#)).

Obr. 6.19 Znázornění postupu grafického vyjádření zápisu přímky lineace 40/25

1) vynese se směr úklonu obecné přímky
 $A_L = 40^\circ$



2) velikost úklonu se připiše k šípce

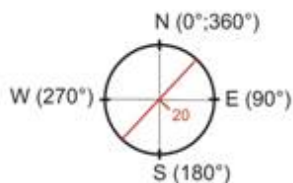


3) výsledná geologická značka má potom tento tvar

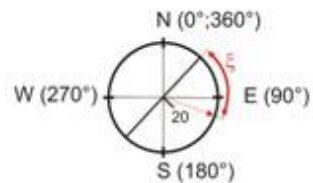


Obr. 6.20 Znázornění postupu grafického vyjádření obecné přímky pomocí pozičního úhlu $\xi = 70^\circ$

1) vynese se známá rovina, např. 45/135/20



2) poziční úhel se vynese od kladné větve hlavní přímky, $\xi = 70^\circ$



3) výsledná geologická značka má potom tento tvar



Jak ukazuje obr. 6.17-20, byl vždy směr severu, tedy i smluvní značka geologického prvku, orientován ve smyslu zdola nahoru. Je to dáno tím, že na naprosté většině našich map je severní směr rovnoběžný s postranními okraji mapy.

6.1 Úlohy a programy

Program č.1

Vyneste soubor měření pomocí geologických značek.

70/30

50/80 $\zeta=120$

Lineace 160/70

20/80 (E)

60/150/50

150/75 (NE) $\zeta=25$

Program č.2

Zapište příslušnou smluvní formu zápisu nakreslených geologických značek. Určení hodnot úhlu proveďte odhadem.

a) geologický zápis

b) geologický zápis s orientací

c) hornický zápis

