

JAROSLAV KNAP
JAROSLAV KUMPOŠT

Navigatione

pro sportovní letce



EDICE SVAZARMU

Svazek 7

Jaroslav Knap, – Jaroslav Kumpošt

NAVIGACE PRO SPORTOVNÍ LETCE

Naše vojsko

Svaz pro spolupráci s armádou

Praha 1960

U mnohých krajských aeroklubů a leteckých stanic Svazu pro spolupráci s armádou je výuka letecké teorie včetně navigace na značně vysoké úrovni. Je to zejména tam, kde výuku vedli odborníci z leteckých učilišť, výzkumných ústavů, leteckých závodů apod. Přínosem pro úroveň odborné výuky jsou i zkušenosti vojenští piloti a navigátoři v záloze. V mnoha leteckých stanicích však takoví odborníci nejsou anebo nestačí sami zvládnout veškerou výuku. V takových případech leteckou teorii včetně navigace přednášejí začátečníkům plachtaři, kteří sami někdy postrádají hlubší praktické i teoretické znalosti a zkušenosti. Nechybí jim sice dobrá vůle a snaha o další sebevzdělávání, dosud jim však chyběly takové učebnice letecké teorie, hlavně navigace, které by se sice nevyhýbaly obtížnějším partiím, které by je však vysvětlovaly způsobem pochopitelným i mladým zájemcům bez středoškolského vzdělání. Téměř každá z příruček letecké navigace, jež u nás čas od času vycházely, byla určena pro pokračovací studium již vycvičených pilotů a navigátorů. Některé z nich ani nebyly volně přístupné na knižním trhu, jiné byly krátce po vydání rozebrány. Krajské aerokluby Svazu pro spolupráci s armádou a jejich letecké stanice ani nemohly mít ve svých odborných knihovnách tolik příruček a učebnic, aby si je mohla většina svazarmovských letců vypůjčovat na dlouhou dobu.

Z iniciativy ústřední plachtařské sekce Svazu pro spolupráci s armádou se proto přikročilo k vypracování nových učebnic ze všech leteckých oborů, tedy i k vypracování nové učebnice navigace. Tyto učebnice jsou určeny pro studium začátečníků plachtařů. To ovšem neznamená, že k studiu těchto učebnic není třeba snahy, píle a přemýšlení.

V učebnici letecké navigace byl poněkud obtížnější výběr obsahu učebnice. Někteří zájemci o výcvik v bezmotorovém létání totiž chtějí zůstat věrni plachtění, jiní chtějí později přejít k výcviku v motorovém létání. Většina plachtařů opravdu dříve nebo později přechází k motorovému pilotnímu výcviku. Přitom je

© Naše vojsko, 1960

*Zpracoval Jaroslav Knap, kapitulu 4.2—4.2.5 mistr sportu Jaroslav Kumpošt.
Obrázky překreslil inž. Jan Kadlec*

nutné, aby si plachtaři přinášeli nejen správné návyky z techniky pilotáže, ale i teoretické znalosti, potřebné k tomu, aby se výuka při přechodu z jednoho výcviku do druhého mohla zaměřit především na to, v čem se oba druhy výcviku od sebe liší.

Hlavní pozornost bylo třeba věnovat prohloubení teoretických znalostí. Technika kráčí nesmírně rychle kupředu a všichni, kdo nechtějí zůstat pozadu, musí zvyšovat úroveň svých znalostí. S minimálními znalostmi z oboru letecké navigace, prakticky jen se srovnávací orientací by mohl vystačit jen ten plachtař, který by se nejen nechtěl v budoucnosti stát motorovým pilotem, ale který by ani netoužil po tom, aby dosáhl hodnotných sportovních výkonů. Takový postoj je ovšem v zásadě nesprávný a nezdravý.

Naši plachtaři dnes mají k dispozici větrně vynikající technické úrovně. Již jen ze sportovního zájmu by se proto měli zabývat o navigaci motorářů, dopravních letadel apod. Příkladem jim mohou být i jiní svazarmovští sportovci. Mnozí radioamatéři dnes mají hlubší znalosti než někteří radiomechanici z povolání, mnozí členové svazarmovských automotoklubů rozumí vozidlům lépe, než někteří řidiči z povolání. To je právě účel amatérských technických sportů: rozumět svému oboru tak, jako profesionál, ne-li dokonce lépe, neomezovat se jen na nejnutnější a nejpotřebnější, bez čeho se již opravdu nelze obejít.

Proto se ani tato učebnice neomezuje na problematiku čistě plachtařskou, nýbrž snaží se být prospěšná i motorářům. Nauku o mapách a o magnetismu rozvádí učebnice tak, aby tvořila solidní základ pro vyšší studium. Radionavigace, nauka o časech, informativní úvod do astronavigace a informativní přehled nejnovějších navigačních metod pak bude obsažen v další učebnici.

Poněvadž učebnice je určena nejen začátečníkům a pokročilým plachtařům, nýbrž i učitelům létání a učitelům letecké teorie, je třeba, aby příslušnou látku pro jednotlivé kategorie stanovili náčelníci leteckých stanic, učební odbory a učitelé létání a teorie podle stupně výuky, podle počtu hodin na přednášky a semináře apod.

Učebnice byla zpracována podle osnovy, jež autorovi po řadu let sloužila jako podklad pro výuku letecké navigace ve Svazarmu. Nauka o mapách například obsahuje výčet většiny možných druhů projekcí, i když se piloti v praxi s mnohými z nich třeba nebudou setkávat. To proto, že se snadněji zapamatuje i větší počet různých druhů projekcí, logicky seřazených podle principu konstrukce, než menší počet nejpoužívanějších druhů projekcí, seřazených bez vzájemné logické souvislosti jen podle jejich významu v praxi. Neuvedení některých projekcí by naopak rušivě působilo na toho,

kdo je zvyklý učivo logicky třídit a seřazovat. U většiny projekcí se klade důraz jen na princip konstrukce. Pouze u projekcí v letectví zvláště důležitých je třeba zapamatovat si také nejdůležitější charakteristické vlastnosti. Je na čase, aby se piloti nedívali na každou mapu tak důvěřivě jako dosud, nýbrž aby si kriticky uvědomovali, že mapa sice může, ale nemusí věrně zobrazovat úhly, velikosti ploch, tvary a vzdálenosti a aby si dovedli vybrat takovou mapu, která vyhovuje jejich účelu.

V mnoha krajských aeroklubech a leteckých stanicích se až dosud nedoceňoval význam kompasu. Letadlové kompasu nebyly mnohdy alespoň jednou za rok kompenzovány. Předpokládalo se, že se kompasu řádně a odpovědně kompenzují v opravárnách, některá letadla se však do opraven řadu let nedostala. Hřešilo se i na to, že letadlové kompasu jen zřídka ukazovaly nespolehlivě. V letadlech však byly často instalovány kompasu, na jejichž prstenci již ani nebylo dobře možné číst směry, nebo kompasu, jejichž kotlíky byly naplněny kapalinou jen do poloviny apod. Taková situace ovšem vedla k tomu, že se mnoho pilotů spolehalo spíše jen na vlastní srovnávací orientaci než na orientaci podle kompasu, že si uvykli udržovat směr letu nikoli podle kompasu, nýbrž podle orientačních bodů v terénu a že brzy po přetržení řetězu orientačních bodů byli bezradní. Nelze se pak divit, že v takovém případě začínali bezhlavě létat sem a tam, místo aby klidně pokračovali v letu podle kompasu původním kursem k význačné orientační čáře.

A tak i kapitola o magnetismu a kompasu je velmi důležitá, i když uvádí jen zjednodušené vzorce pro výpočet koeficientů deviace. Jisté je, že i jen částečná kompenzace letadlového kompasu je lepší než žádná. Krajské aerokluby či letecké stanice přirozeně mohou kompenzovat letadlové kompasu důkladnějšími a ovšem též složitějšími a pracnějšími metodami, popsány v jiných učebnicích letecké navigace.

Veškeré připomínky, které k učebnici dojdou, určitě přispějí k dalšímu zvýšení kvality výuky letecké navigace.

Jaroslav Knap

1. ÚVOD

1.1 CO JE „LETECKÁ NAVIGACE“

Letecká navigace je nauka o způsobech určování zeměpisných poloh letadel za letu a o způsobech vedení letadel po plánovaných tratích za viditelnosti země i bez její viditelnosti.

Některé navigační metody umožňují, aby letadlo bylo vedeno přesně na cíl přibližně po plánované trati, aniž by letec v daném okamžiku znal svou přesnou zeměpisnou polohu.

Letecká navigace měla předchůdce v námořní navigaci, od které dokonce i převzala některé navigační metody.

Slovo „navigace“ je složeno ze dvou latinských slov, a to ze slova „navis“, jež značí plavidlo, a „agere“, jež v překladu znamená hýbat se nebo řídit. Kromě toho se též někdy v letectví používá podobného výrazu, a to „avigace“, který je obdobným způsobem odvozen od latinského slova „avis“, tj. pták.

Zeměpisné polohy letadel se mohou za letu z jejich palub zjišťovat různými způsoby. Rovněž tak k vedení letadel po plánovaných tratích slouží různé navigační metody. Volba vhodné navigační metody závisí na okolnostech, například na tom, je-li či není-li za letu viditelný terén a dá-li se porovnávat s mapou, dále na druhu radionavigačního zařízení letadla a konečně i na kvalifikaci a zkušenostech pilota či navigátora.

V zásadě je možné leteckou navigaci provádět pomocí

a) srovnávací orientace, kdy pilot (navigátor) porovnává mapu s terénem a opačně. K tomu však musí být splněno několik předpokladů. Předně – terén musí být za letu viditelný, musí obsahovat dostatečný počet vhodných orientačních bodů a konečně musí letadlo letět v takové výši a takovou rychlostí, aby pilot (navigátor) měl pro srovnávací orientaci dostatek času;

b) výpočtů a přístrojů, kdy si pilot (navigátor) před letem s ohledem na vítr vypočítá, jakým směrem musí letět, aby při snášení větrem doletěl nad cíl a jakou přitom bude mít vůči zemi rychlost. Dodržuje-li pak za letu na přístrojích přesné hodnoty, jež si předem vypočítal, doletí přesně k cíli za předpokladu, že se za letu nezmění směr a síla větru a že přístroje ukazují správně;

c) výpočtů a vzdušného zákresu (plotování). Tohoto způsobu se někdy používá u větších letadel, jejichž osádku tvoří kromě pilota i navigátor nebo i radiotelegrafista. Navigační úlohy se přitom řeší zčásti početně, zčásti graficky na mapě Mercatorovy projekce, do níž se za letu zakresluje trať, různá zaměření, vítr apod. Tato metoda se zpravidla kombinuje s jinými metodami, například radionavigačními, astronavigačními apod.

d) radiozařízení na principu směrových účinků antén. Těchto radionavigačních metod je více a jsou dány především druhem radionavigačního výstroje příslušného letadla, jakož i druhem pozemního radionavigačního zařízení. Radionavigačních metod na principu směrových účinků antén se dnes v letectví nejvíce používá;

e) astronomie. Používá se jí zpravidla jen při dálkových letech větších letadel, zejména pak tehdy, není-li možné provádět ani srovnávací orientaci (let nad mořem, nad rozsáhlými jednotvárnými sněhovými a ledovými pláněmi, nad rozsáhlými pouštěmi apod.), ani radionavigaci (pro příliš velkou vzdálenost od nejbližších radiomajáků). Astronavigace se při delších letech provádí často jako doplněk radionavigace;

f) radiozařízení na principu odrazu a posuvu elektromagnetických vln (se současným využíváním směrových účinků antén). I tyto metody vlastně spadají pod radionavigaci, uvádíme je však samostatně proto, abychom je odlišili od starších „klasických“ radionavigačních metod. Při použití lokátorů (radarů) se vzdálenost cíle určuje podle velikosti časového posuvu přijatých odražených elektromagnetických vln vůči vyslaným, směr se určuje podle směrových účinků antén. Pomocí jiných radionavigačních palubních zařízení lze za letu určovat zeměpisné polohy tak, že specializovaný radiopřijímač na palubě letadla přijímá elektromagnetické, časově poněkud posunuté impulzy, vysílané ve stejných okamžicích pozemními vysílači (pokud letadlo právě není přesně stejně daleko od obou vysílačů). Velikost časového posuvu při příjmu impulzů závisí na rozdílu vzdáleností letadla od pozemních vysílačů. Výsledky jsou velmi přesné a na obsluhu zařízení stačí sám pilot.

Aby bylo za letu zcela vyloučeno nebezpečí ztráty orientace a zbloudění, provádí se v praxi letecká navigace současně dvěma i více navigačními metodami, na sobě navzájem zcela nezávislými. Selže-li pak z jakýchkoli důvodů jedna metoda, může letec pomocí druhé nebo dokonce i třetí dovést letoun bezpečně do cíle. Ve sportovním letectví kombinujeme nejčastěji srovnávací orientaci s navigací pomocí výpočtů a přístrojů, někdy též s radionavigací. V dopravním a vojenském letectvu se používá kombinace všech uvedených navigačních metod podle potřeby a okolností.

1.2. PŘEDPOKLÁDANÉ ZNALOSTI

Snahou každého pilota (navigátora) musí být, aby dokonale ovládal co největší počet nejrozličnějších navigačních metod. Jedině tak bude schopen provádět bezpečně meziletištní lety a přelety, zejména dálkové, zvláště pak lety a přelety za ztížených povětrnostních podmínek. Proto je žádoucí, aby každý pilot a navigátor ovládal

- a) nauku o konstrukcích map
- b) zeměpis
- c) srovnávací orientaci
- d) početní a grafické řešení navigačních úloh
- e) principy a způsoby používání navigačních přístrojů
- f) nauku o zemském magnetismu
- g) elektrotechniku, radiotechniku, radiokorespondenci a principy radionavigačních systémů
- h) astronomii

Kontrolní otázky

1. Vysvětlete, co je letecká navigace a jakými metodami je možné ji provádět. Proč je třeba leteckou navigaci provádět současně nejméně dvěma různými metodami? Které metody se spolu nejčastěji kombinují, hlavně ve sportovním letectví?

2. Z kterých oborů musí mít znalosti pilot a navigátor, aby mohl bezpečně provádět mimoletištní lety a přelety, a to i za ztížených povětrnostních podmínek?

2. NAUKA O MAPÁCH

2.1. ZEMĚ A SÍŤ MYŠLENÝCH ČAR NA NÍ

2.1.1. TVAR ZEMĚ

Plochá deska

Je to nejstarší představa lidstva o skutečném tvaru Země, dodnes zachovaná v některých starých bájích. Jistě by se však i dnes našly v Africe, Austrálii a Asii domorodé kmeny, které dosud mají takovou představu o tvaru Země.

Koule

A přece již dávno, dokonce ještě před začátkem našeho letopočtu dospěli učenci k závěru, že skutečným tvarem Země je koule. Byli to například řečtí filosofové Pythagoras a Aristoteles. Řek Eratosthenes, který žil v letech 276—195 před naším letopočtem, dokonce na základě vzdálenosti Alexandrie od Asuánu na Nilu vypočítal obvod Země, přičemž se zmýlil o pouhých šest desetin procenta, což je na tehdejší dobu přímo úžasná přesnost. Je smutné, že ve středověku upadla znalost skutečného tvaru Země opět v zapomenutí.

Rotační elipsoid

Již před třemi sty lety se na základě některých fyzikálních ukazů (například při pokusech s kyvadlem na různých místech Země) a později i na základě měření zjistilo, že Země je v důsledku odstředivé síly, vznikající při jejím otáčení, na pólech poněkud zploštělá, čili že její rovníkový průměr je delší než její osa. Tak se dospělo k pracovní domněnce, že skutečným tvarem Země není koule, nýbrž *rotační elipsoid*. (Rotační elipsoid vzniká, otáčíme-li elipsou kolem její osy.)

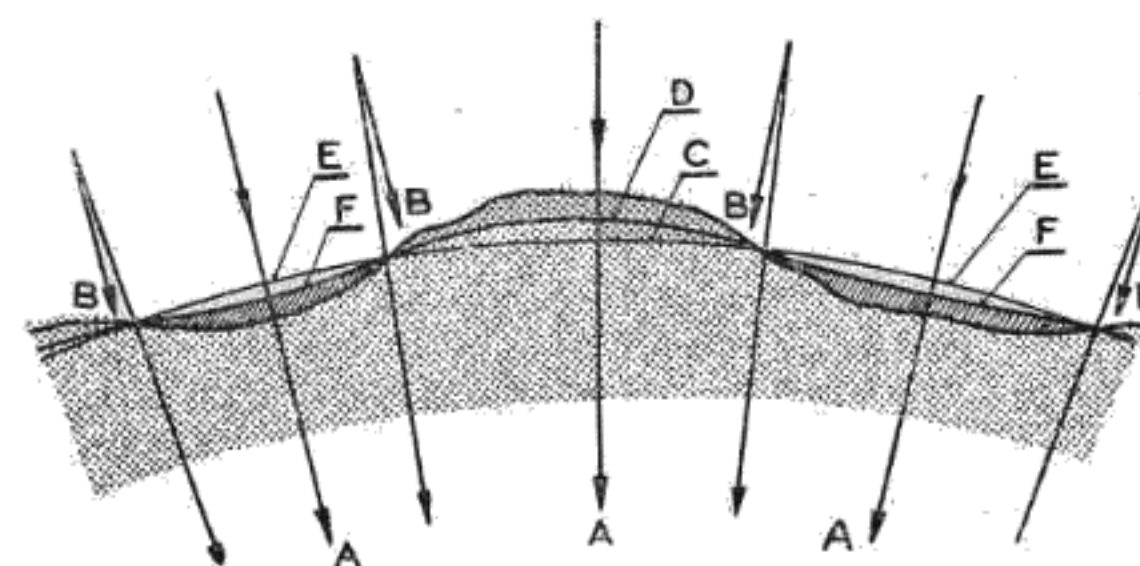
Poloměr Země v rovníkové rovině je 6378 km, kdežto poloměr v rovině, procházející oběma póly, je dlouhý 6356 km, idealizovaný

průměr pak je 6371 km. Tato deformace zemské koule by se projevila na glóbu o průměru 1 m tak, že by jeho svislá osa byla asi o 3 mm kratší než rovníkový průměr.

Geoid

Ani rotační elipsoid však není skutečným tvarem Země. Za skutečný tvar Země považujeme nulovou střední hladinu moře, prodlouženou pod všechny pevniny, která je všude kolmá k místnímu směru zemské přitažlivosti. Tomuto skutečnému idealizovanému tvaru Země říkáme *geoid*.

Vodní hladina je vždy kolmá ke směru zemské tíže. Směr zemské tíže však má četné místní odchylky čili anomálie. Gravitace totiž není výlučnou vlastností



Obr. 1 Úchylka směru zemské gravitace

A – původní směr zemské gravitace; B – odkloněný směr zemské gravitace v důsledku blízkosti hor; C – původní prodloužená střední nulová hladina moře pod horstvy; D – prodloužená střední nulová hladina moře pod horstvy, kolmá k místnímu směru zemské tíže; E – ideální střední nulová hladina moře, kolmá ke směru zemské tíže.

Země, nýbrž všeobecnou vlastností veškeré hmoty, která se ovšem při malém množství hmoty prakticky neprojevuje. Proto je v blízkosti hor směr gravitace odkloněn od ideálního směru k těmto horám. Viz obr. 1.

Předpokládaná mořská hladina, prodloužená pod pevniny, kolmá ke směru zemské přitažlivosti, je tudíž pod každým pohořím poněkud více vzdálena od středu Země, než kdyby tato odchylka směru zemské tíže směrem k pohoří nebyla. Dá se říci, že pod každým pohořím je předpokládaná mořská hladina poněkud vyboulená, přičemž velikost této vybouleniny závisí na hmotě příslušného pohoří. A opačně, čím větší je hloubka oceánu a čím větší je výška pobřežních horstev, tím je skutečný povrch mořské hladiny, totožný s povrchem geoidu, o něco níž, než by byl, kdyby místní odchylka směru zemské tíže nebyla.

Je jasné, že geoid, který je ideálně věrným tvarem Země, je pro nekonečný počet místních nepravidelností matematicky a geometricky nedefinovatelným tělesem a tudíž nemůže být podkladem pro mapování.

Sféroid

Závažný nedostatek geoidu – naprostou nemožnost vyjádřit matematicky jeho tvar – odstraňuje sféroid. Sféroid se má co nejvíce podobat geoidu, přitom však má být matematicky definovatelný. Sféroid opravdu oba tyto požadavky splňuje, jeho matematická definice je však tak složitá, že se rovněž nedá používat při pořizování map. (Podle Helmerta je sféroid algebraickou plochou 14. stupně).

Poznámka: Slovo sféroid je řeckého původu a znamená těleso kulovitého tvaru.

Referenční elipsoid

Pro potřeby kartografie byl definován další geometrický útvar, podobající se geoidu, jehož matematická definice však je podstatně jednodušší než u sféroidu. Nepodobá se ovšem geoidu tak věrně, jako sféroid. Tímto jednodušším geometrickým tělesem je takzvaný „referenční elipsoid“.

Časem vzniklo několik referenčních elipsoidů. Autor každého z nich se snažil, aby se jeho referenční elipsoid podobal co nejvíce skutečnému tvaru Země, geoidu, aby však přitom jeho matematická definice zůstala co nejjednodušší.

Jedním z nejstarších referenčních elipsoidů je referenční elipsoid Besselův z r. 1841, od roku 1909 se datuje referenční elipsoid Hayfordův, který byl v roce 1924 uznán za mezinárodní. V československé kartografii byl v roce 1953 zaveden referenční elipsoid profesora F. N. Krasovského, který byl vypočítán na základě měření v SSSR ve třicátých letech.

Se zploštěním Země je bezpodmínečně nutné počítat v kartografii. V letectví se musí se zploštěním Země počítat v radiolokaci při zjišťování objektů na velké vzdálenosti.

2.1.2. SÍŤ MYŠLENÝCH ČAR NA POVRCHU ZEMĚ

a) Zemská osa

Zemská osa, kolem níž se Země otáčí, je myšlená přímka, kolmá k rovině rovníku, procházející středem Země a oběma zeměpisnými póly. V kartografii považujeme polohu zemské osy v poměru k celé Zemi za stálou, třebaže zemská osa ve skutečnosti svou polohu nepatrně mění. Viz obr. 2.

b) Zeměpisné póly čili točny

Jsou to myšlené body na severní a jižní polokouli, ve kterých myšlená zemská osa protíná povrch Země. Poněvadž se poloha zemské osy časem mění, mění se i polohy zeměpisných pólů.

V kartografii se však na tyto změny polohy nebere ohled a polohy severního a jižního zeměpisného pólu se považují za stálé. Severním zeměpisným pólem (severní točnou) nazýváme ten pól, na němž se Země otáčí proti směru pohybu hodinových ručiček. Protilehlý pól je jižní zeměpisný pól (jižní točna). Viz obr. 2.

c) Poledníky

Poledníková kružnice je myšlená kružnice na povrchu Země, kterou dostaneme, proložíme-li rovinu středem Země a oběma póly. Je to tedy průsečnice roviny kolmé k rovníku, procházející středem Země, se zemským povrchem.

Poledník je polovinou poledníkové kružnice. Kterýkoli poledník je nejkratší spojnici pólů na povrchu Země a nejkratší spojnici míst, ležících na témže poledníku. Určuje vždy zeměpisný sever a zeměpisný jih. Poledník se dá proložit kterýmkoli místem na povrchu Země. Viz obr. 2.

Místním poledníkem se nazývá poledník, procházející určitým bodem na Zemi.

Greenwichský základní poledník (čti grynýčský) prochází londýnskou hvězdárnou v Greenwichu. Pootočíme-li poledníkovou kružnici greenwichského poledníku a jeho protipoledníku ještě 179krát kolem zemské osy, a to vždy o jeden stupeň, dostaneme celkem 180 poledníkových kružnic čili 360 poledníků. Tyto poledníky jsou číslovány od základního poledníku směrem na východ i na západ, takže protipoledník základního poledníku má číslo 180. Nultý poledník je tedy základní poledník.

Úhlovou vzdálenost jednoho stupně mezi dvěma sousedními poledníky můžeme rozdělit na 60 stejných dílků. Vedeme-li každým z těchto dílků další poledník, vzniknou minutové poledníky. Úhlové vzdálenosti jedné minuty mezi těmito poledníky můžeme opět rozdělit na 60 stejných dílků a vedeme-li těmito dílky další poledníky, vzniknou vteřinové poledníky.

Ferrský základní poledník prochází ostrovem Ferro, ležícím v Atlantickém oceánu o $17^{\circ}39'46''$ na západ od greenwichského základního poledníku. Ostatní poledníky jsou vzhledem k ferrskému základnímu poledníku číslovány a děleny podobně jako ke greenwichskému základnímu poledníku.

Greenwichského protipoledníku se též používá jako poledníku základního. Ostatní poledníky jsou vzhledem ke greenwichskému protipoledníku v takovém případě číslovány směrem na východ do 360, takže greenwichský základní poledník je stoosmdesátým poledníkem.

d) Rovník

Rovník je průsečnicí roviny kolmé k zemské ose a procházející středem Země. Je to nejdelší kružnice na zemské kouli. Určuje vždy východ a západ. Rozděluje zemskou kouli na severní a jižní polokouli. Délka zemského poledníku na Besselovu referenčním elipsoidu je 40 070,37 km, na Hayfordovu referenčním elipsoidu je 40 076,59 km. Viz obr. 2.

e) Rovnoběžky

Rovnoběžka vzniká protnutím povrchu zemské koule jakoukoli rovinou, kolmou k zemské ose. Na zemské kouli můžeme vést nekonečné množství rovnoběžek. Rovnoběžky určují vždy východ a západ. Rovnoběžky se s poledníky protínají vždy v pravém úhlu. Délka rovnoběžek se zkracuje od rovníku směrem k pólům. Nejdelší rovnoběžkou je rovník. Viz obr. 2.

Rozdělíme-li kterýkoli poledník ze středu zemské koule na 180 stupňů a proložíme-li body, jež jsme takto získali, roviny kolmé k zemské ose, vznikne protnutím těchto rovin se zemským povrchem 180 rovnoběžek, 90 na každé polokouli. Číslovány jsou počínajíc nulou od rovníku, který je pokládán za nultou rovnoběžku, směrem k pólům, přičemž póly jsou současně devadesátými rovnoběžkami.

Úhlová vzdálenost jednoho stupně mezi sousedními rovnoběžkami se může rozdělit na 60 stejných dílků (minut) a každá minuta podobným způsobem na 60 vteřin. Vedeme-li těmito dílky roviny kolmé k zemské ose čili rovnoběžné s rovinou rovníku, dostaneme minutové a vteřinové rovnoběžky. Viz obr. 2.

2.1.3. UDÁVÁNÍ POLOH NA ZEMĚKOULI

a) Pomocí zeměpisných souřadnic

Každým bodem povrchu zemské koule, jehož polohu chceme určit pomocí zeměpisných souřadnic, můžeme proložit poledník a rovnoběžku.

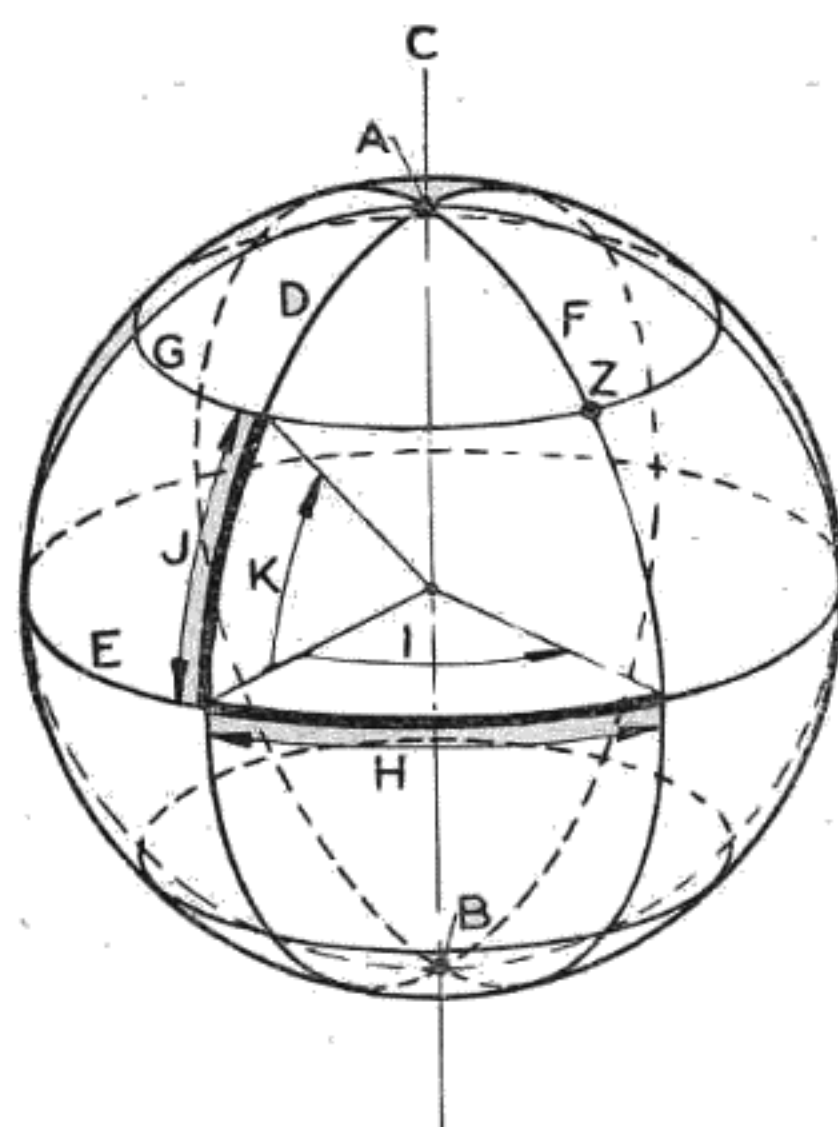
Je-li poledník bodu, jehož polohu na zemské kouli chceme určit, na východ od základního (nultého) poledníku, nazýváme vzdálenost tohoto poledníku od základního (nultého) poledníku, vyjádřenou ve stupních, minutách a vteřinách, východní zeměpisnou délkou. Je-li na západ, nazýváme tuto vzdálenost západní zeměpisnou délkou.

Při určování zeměpisné délky musíme mít vždy na zřeteli, podle kterého nultého poledníku je mapa vyhotovena. Nejčastěji se používá nultých poledníků Greenwiche a Ferra. Na mapě musí být vždy vyznačeno, podle kterého základního poledníku je kreslena. U map Československé republiky poznáme na první pohled, zda bylo použito základního poledníku Greenwiche nebo Ferra, i když to na mapě není vyznačeno. (Mapy, připravené pro používání na palubě letadla, mívají zahnuté nebo dokonce odstřižené okraje, takže údaje, vytištěné na okrajích, nebývají k dispozici.) Je-li číslo poledníku, procházejícího územím ČSR, vyšší než 30, pak byl vzat za základ ferrský poledník. Je-li číslo nižší než 20, byl vzat za základ greenwichský poledník.

Máme-li přenášet údaj zeměpisné délky z mapy, kde je zeměpisná délka označována podle ferrského poledníku na mapu, kde je zeměpisná délka označována podle greenwichského poledníku (nebo obráceně), musíme údaj zeměpisné délky opravit o úhlový rozdíl mezi nultým poledníkem Ferra a nultým poledníkem Greenwiche, to je o $17^{\circ}39'48''$. Tuto úhlovou vzdálenost připočítáme, chceme-li zeměpisnou délku podle Greenwiche převést na zeměpisnou délku podle Ferra. V opačném případě ji od údaje délky odečítáme.

Je-li rovnoběžka bodu, jehož polohu chceme určit na severní polokouli, nazýváme vzdálenost této rovnoběžky od rovníku ve stupních, minutách a vteřinách severní zeměpisnou šířkou. Je-li tato rovnoběžka na jižní polokouli, nazýváme její úhlovou vzdálenost od rovníku jižní zeměpisnou šířkou.

Vzdálenost poledníku určovaného bodu od základního (nultého) poledníku, vyjádřená ve stupních, minutách a vteřinách, rovná se úhlu mezi tímto poledníkem a základním (nultým) poledníkem, měřeným ze středu zemské koule v rovině rovníku.



Obr. 2 Sít myšlených čar na povrchu zemské koule

A – severní pól; B – jižní pól; C – zemská osa; D – základní (nultý) poledník; E – rovník; F – poledník bodu Z; G – rovnoběžka bodu Z; H – východní zeměpisná délka bodu Z jako část oblouku rovnoběžky bodu Z od základního (nultého) poledníku k bodu Z; I – východní zeměpisná délka bodu Z jako úhel, měřený ze středu zemské koule v rovině rovníku mezi nultým (základním) poledníkem a poledníkem bodu Z; J – severní zeměpisná šířka bodu Z jako část oblouku poledníku Z od rovníku k bodu Z; K – severní zeměpisná šířka bodu Z jako úhel, měřený ze středu zemské koule v rovině poledníku bodu Z, mezi rovníkem a rovnoběžkou bodu Z.

Vzdálenost rovnoběžky určovaného bodu od rovníku, vyjádřená ve stupních, minutách a vteřinách, rovná se úhlu mezi touto rovnoběžkou a rovníkem, měřeným ze středu zeměkoule v rovině kteréhokoliv poledníku.

Východní zeměpisná délka se označuje zkráceně „*vzd*“, západní zeměpisná délka „*zsd*“. Severní zeměpisná šířka se označuje „*szš*“, jižní zeměpisná šířka „*jzš*“. Kromě toho se zeměpisná délka označuje řeckým písmenem λ a zeměpisná šířka řeckým písmenem φ .

V armádách se někdy pro utajení používá očíslování poledníků a rovnoběžek podle smluveného klíče, který se čas od času mění.

b) Názvem místa

Tento způsob určování poloh na zeměkouli je nejznámější a nejjednodušší, dá se ho však použít jen tehdy, je-li k dispozici dostatečný počet pojmenovaných, obecně známých bodů. Nelze ho tedy uplatnit na širém moři, na rozsáhlých sněhových a ledových pláních, v pouštích, stepích, pralesích ap. I v hustě obydlených územích se dá tohoto způsobu udávání polohy letadla použít jen tehdy, je-li letadlo právě nad nějakým obecně známým pojmenovaným objektem, který však nesmí být plošně příliš veliký, aby byl údaj polohy přesný.

c) Směrem a vzdáleností od pojmenovaného místa

Tohoto způsobu se užívá tehdy, není-li určovaný bod totožný s nějakým pojmenovaným, na mapě přesně zakresleným objektem, avšak je v okolí takového objektu. Určení místa je tím přesnější, čím je pomocný objekt plošně menší.

d) Pomocí kilometrové čtvercové sítě

Je to systém velkých a malých čtverců, natištěných na některých mapách. Například u jednoho z těchto systémů mají velké čtverce rozměry 500×500 km a jsou označeny velkými tiskacími písmeny. Toto písmeno se pak při udávání polohy zpravidla vynechává, pokud to není nevyhnutelně nutné. Velké čtverce jsou rozděleny na menší 100×100 km, jež jsou opět označeny velkými písmeny. Menší čtverce se dále dělí vodorovnými a svislými čarami, jež jsou označeny číslicemi. Tyto čáry se nazývají koordináty (souřadnice). Každý čtverec je vyjádřen svislou a vodorovnou čarou (souřadnicí, koordinátou), měřenou od jihozápadního (levého

spodního) rohu. Napřed se uvádí souřadnice svislá, pak vodorovná. V malém čtverečku může být každý bod určen celým číslem a desetinami stran příslušného čtverce, a to nejprve ve směru východ-západ a pak sever-jih. Počet desetin se připojí k číslu, označujícímu strany čtverce.

Tento způsob udávání poloh je zvláště výhodný tehdy, kdy je třeba rovnoměrně rozdělit nějaké velké území na větší počet stejně velkých a pravidelných ploch. Jeho výhodou je i to, že systém označování čtverců se může podle dohody nebo rozkazu měnit.

2.1.4. DÉLKOVÉ MÍRY, POUŽÍVANÉ V NAVIGACI

Metr

Byl vytvořen jako jednotka délky. Jeho účelem bylo sjednotit množství do té doby používaných délkových jednotek, jež měl nahradit. Ideální metr se měl rovnat jedné desítmilióntině kvadrantu (čtvrtiny) zemského poledníku.

Mezinárodní metr je vzdálenost dvou vrypů na platiniridiové tyči, uložené v Paříži při stálé teplotě 0°C . Do ideálního metru mu chybějí 2 desetiny milimetru. Kopie č. 7 této platiniridiové tyče je uložena v Praze a je při teplotě 0°C delší o 0,1 mm. Podle nynější přesnější definice je metr 1 553 164,13 světelných vlnových délek červené čáry kadmiové Cd 1, měřené ve vzduchu při teplotě 15°C a tlaku 760 mm Hg (rtuti).

Vzdálenost jednoho tisíce metrů je kilometr. Je to v navigaci nejpoužívanější jednotka vzdálenosti.

Zeměpisná míle

Zeměpisná míle je délka jedné padesátiny stupně zemského poledníku (tj. 4 minut) a měří 7420,432 m.

Námořní míle

Této jednotky délky se rovněž velmi používá v námořní navigaci, odkud přešla i do letecké navigace. Je to délka jedné minuty zemského poledníku.

Pro zploštění Země záleží na tom, na jaké zeměpisné šířce měříme délku námořní míle. Jistou roli při tom má i okolnost, kterého elipsoidu používáme při měření. Při použití Besselova referenčního elipsoidu měří námořní míle 1852,01 m, jindy se její délka udává na 1852,3 m. V Itálii používají námořní míle o délce 1851,85 m, v USA 1853,25 m.

V praxi se délka námořní míle zaokrouhluje na 1852 m.

Rychlost jedné námořní míle za hodinu se jmenuje uzel čili knot. V těchto jednotkách rychlosti se často udává rychlost větru.

Statutární čili anglická míle

Je to délka jedné délkové minuty na rovnoběžce, a to na 56° severní zeměpisné šířky. Svého času byla uzákoněna vládním aktem a proto se jmenuje statutární. Používá se jí k udávání rychlosti letu u rychloměrů amerických a anglických letadel. Má zkratku MPH (míle za hodinu). Měří 1609,35 m.

Stopa (feet)

Anglická stopa (feet, čti fit) měří 30,48 cm. Používá se jí například k udávání výšky u anglických a amerických letadel.

2.1.5. „VELKÁ“ A „MALÁ“ KRUŽNICE NA ZEMĚKOULI, LOXODROMA A ORTODROMA, KONVERGENCE, KONVERZNÍ ÚHEL

a) „Velká kružnice“ na zeměkouli

Protneme-li povrch zeměkoule rovinou, procházející středem zeměkoule, vytvoří nám průsečnice této roviny s povrchem zeměkoule takzvanou „velkou kružnici“. Jinak řečeno, je „velkou kružnicí“ na zeměkouli každá kružnice, jejíž střed je totožný se středem zeměkoule. To znamená, že například všechny poledníky a rovník jsou takzvanými „velkými kružnicemi“. Viz obr. 3.

Doporučuje se, aby si krajské aerokluby a letecké stanice pořídily pro přednášení této a další látky výbornou učební pomůcku, již je glóbus, nejlépe dřevěný, natřený černou matnou tabulovou barvou. Na glóbusu jsou znázorněny jen rovnoběžky, poledníky a rovník, a to bílými čarami (jen asi každá patnáctá rovnoběžka a každý patnáctý poledník). Tento glóbus slouží při výkladu látky pro názorné zakreslování malých a velkých kružnic, ortodrom a loxodrom. Pomocí plošných obrázků (na tabuli nebo na papíru) není možné tuto látku tak dobře vysvětlit.

b) „Malá kružnice“ na zeměkouli

Protneme-li povrch zeměkoule rovinou, jež neprochází středem zeměkoule, vytvoří průsečnice této roviny s povrchem zeměkoule takzvanou „malou kružnici“. Jinak řečeno „malou kružnicí“ na zeměkouli je každá kružnice, jejíž střed není totožný se středem zeměkoule. To znamená, že například všechny rovnoběžky kromě

rovníku jsou takzvané „malé kružnice“. Naprosto však není podmínkou, aby roviny malých kružnic na zeměkouli byly kolmé k zemské ose, jako je tomu právě u rovnoběžek. Viz obr. 3.

c) Loxodroma

Loxodroma je křivka na povrchu zeměkoule, jež protíná všechny poledníky pod stále stejným úhlem.

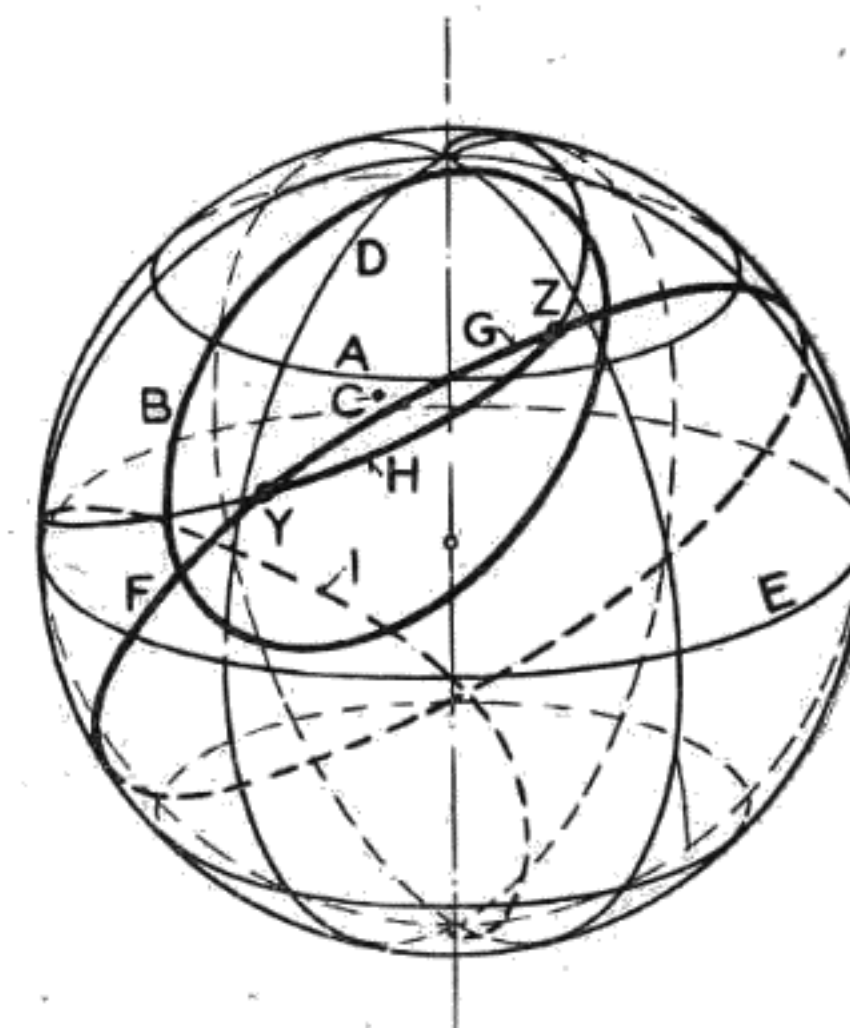
Je-li tento úhel devadesát stupňů, má loxodroma podobu uzavřené kružnice. To znamená, že všechny rovnoběžky včetně rovníku jsou loxodromami. Rovněž všechny poledníky jsou vlastně loxodromami, neboť svírají samy se sebou stále stejný, nulový úhel.

Je-li úhel mezi loxodromou a poledníky větší než 0° a menší než 90° , má loxodroma podobu spirály, obtáčeující nekonečným počtem závitů povrch zeměkoule a končící na jedné straně v jižním zeměpisném pólu, na druhé straně v severním zeměpisném pólu. Viz obr. 3 a 4.

d) Ortodroma

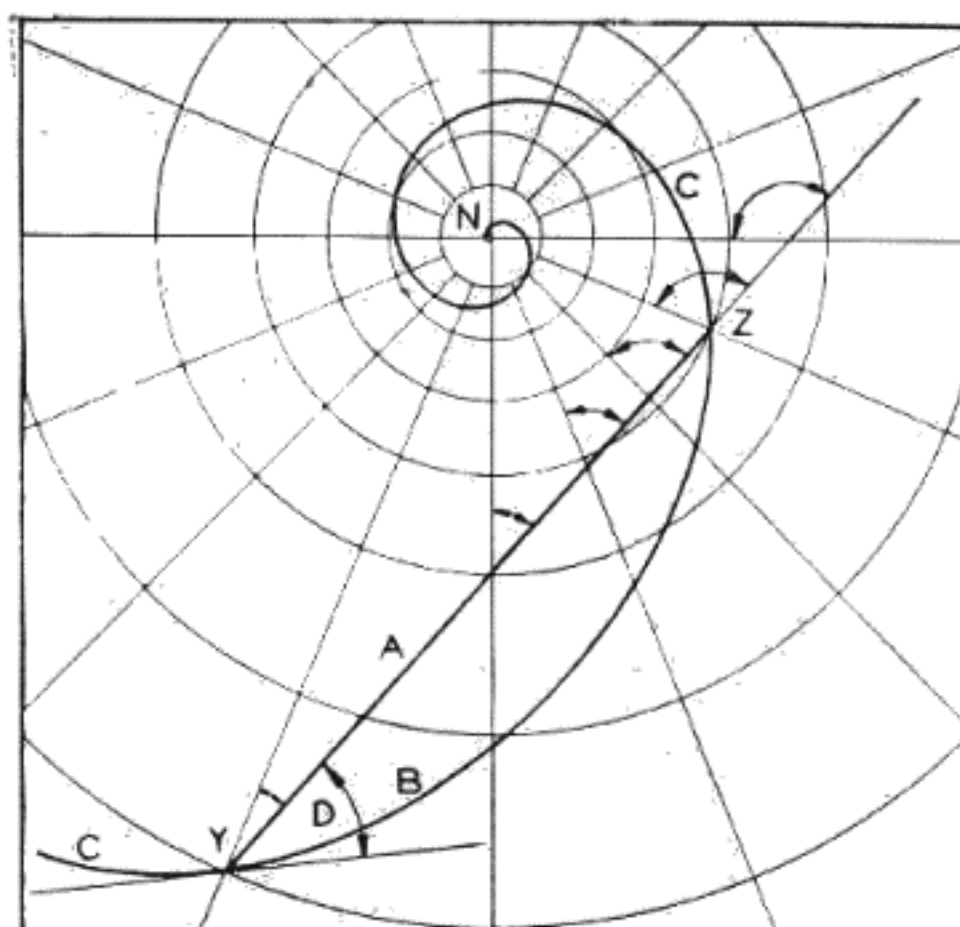
Ortodroma je nejkratší spojnice dvou bodů na povrchu zeměkoule. Je vždy kratším obloukem takzvané „velké kružnice“, procházející oběma body na povrchu zeměkoule, jež chceme nejkratším způsobem spojit. Všechny poledníky a rovník jsou tedy ortodromami (poněvadž jsou jako takzvané „velké kružnice“ na zeměkouli nejkratšími spojnici míst, ležících na těchto kružnicích), a současně jsou i loxodromami (poněvadž zaujímají vůči všem poledníkům stále tentýž úhel).

Nejkratší spojnice dvou bodů na zeměkouli čili ortodroma zaují-



Obr. 3. Velká a malá kružnice na zeměkouli, průběh loxodromy, svírající s poledníky větší úhel než 0° a menší než 90° , průběh loxodromických a ortodromických spojníc

A – rovnoběžka jako zvláštní případ „malé kružnice“ na zeměkouli zaujímá vůči všem poledníkům tentýž úhel 90° ; B – obecná „malá kružnice“ na zeměkouli; C – střed zakreslené malé kružnice je mimo střed zeměkoule; D – poledník jako zvláštní případ „velké kružnice“ na zeměkouli; E – rovník jako zvláštní případ „velké kružnice“ na zeměkouli; F – obecný případ „velké kružnice“ na zeměkouli (v našem příkladu prochází body Y–Z); G – kratší oblouk této „velké kružnice“ je nejkratší čili ortodromickou spojnici bodů Y–Z; H – loxodromická spojnice bodů Y–Z, zaujímající vůči všem poledníkům stejný úhel; I – průběh prodloužené loxodromické spojnice bodů Y–Z na zeměkouli (je to nekonečná spirála).



Obr. 4. Průběh loxodromy a ortodromy na gnómonické mapě

A – ortodromická spojnice bodů Y–Z (jeví se jako přímka); B – loxodromická spojnice bodů Y–Z (jeví se jako křivka vypuklá k rovníku); C – pokračování prodloužené loxodromické spojnice bodů Y–Z směrem k oběma pólům; D – konverzní úhel (úhel mezi ortodromou a loxodromou).

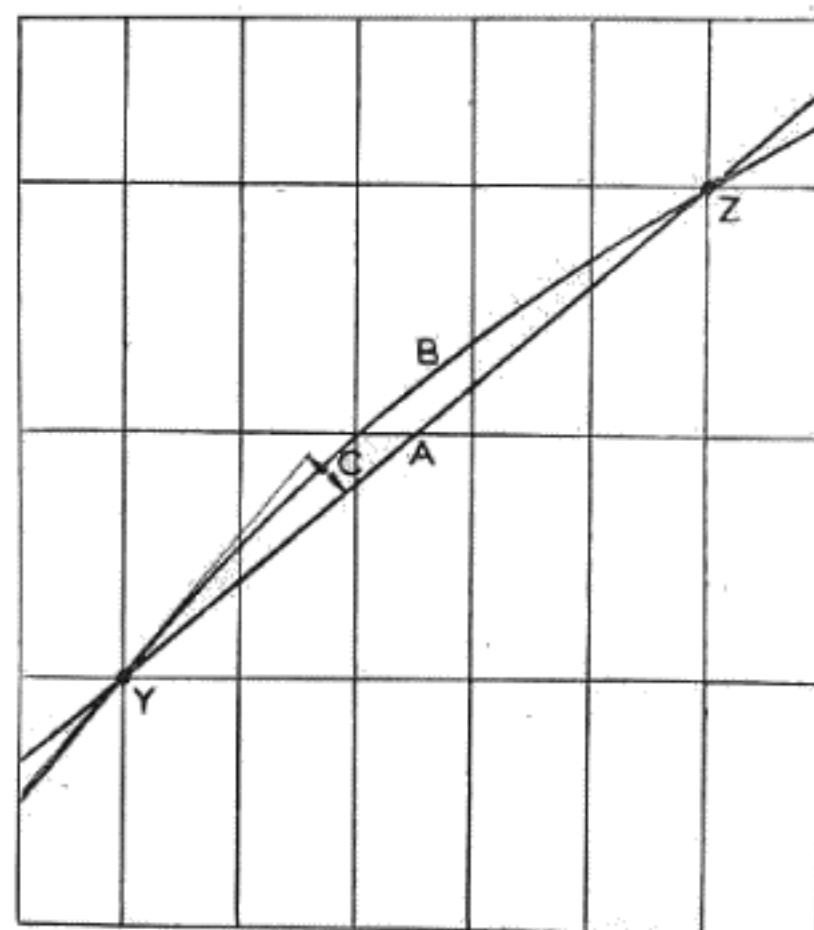
Tuto sbíhavost poledníků nazýváme konvergencí.

Sbíhavost poledníků závisí na vzdálenosti od rovníku (na velikosti zeměpisné šířky). Čím větší vzdálenost od rovníku (čím větší zeměpisná šířka), tím více se poledníky sbíhají. Nejlépe tomu porozumíme na glóbu, přimyslíme-li si k jednotlivým poledníkům tečny. Sbíhavost tečen poledníků se bude směrem od rovníku k pólům zvětšovat. Tečny poledníků, vzdálených od sebe 45° zeměpisné délky, budou na rovníku rovnoběžné, tečny těchto poledníků na 30° zeměpisné šířky se již budou sbíhat pod úhlem $22,5^\circ$, na 60° zeměpisné šířky se budou sbíhat pod úhlem 39° a na pólech se budou poledníky sbíhat (protínat) pod úhlem 45° . Viz obr. 6.

Každé dva body na zemském povrchu můžeme navzájem spojit dvěma různými způsoby:

Obr. 5. Průběh loxodromy a ortodromy na Mercatorově mapě

A – loxodromická spojnice bodů Y–Z (jeví se jako přímka); B – ortodromická spojnice bodů Y–Z (jeví se jako křivka vypuklá k pólu – na severní polokouli k severnímu, na jižní polokouli k jižnímu); C – konverzní úhel (úhel mezi ortodromou a loxodromou).



má vůči všem poledníkům stále stejný úhel jen tehdy, jsou-li oba body v témže poledníku nebo na rovníku. V prvním případě je to úhel nulový, v druhém případě je to úhel 90° . Ve všech ostatních případech svírá ortodromická spojnice (to je nejkratší možná spojnice) dvou míst na zemské kouli s každým poledníkem vždy jiný úhel. Viz obr. 3, 4 a 5.

e) Konvergence, konverzní úhel

Poledníky se směrem na sever a na jih od rovníku vzájemně sbíhají.

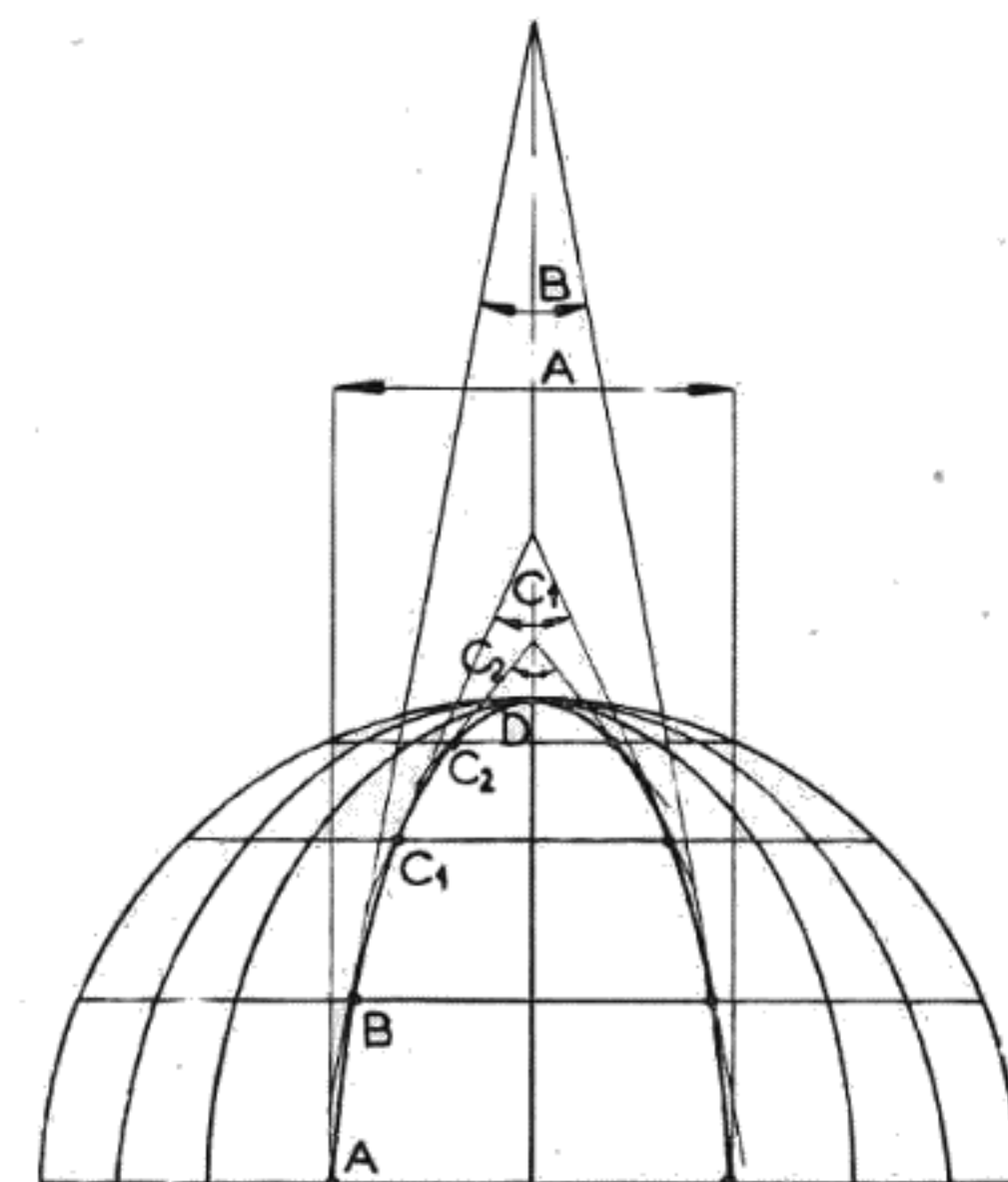
jednak nejkratší spojnici, ortodromou, jež je, jak jsme si již řekli, kratším obloukem takzvané „velké kružnice“ a jednak loxodromou, to je spojnici, jež má ke každému poledníku stále stejný úhel. Jen v jednom případě bude loxodromická spojnice totožná s ortodromickou, a to tehdy, jestliže oba body leží na témže poledníku nebo na rovníku. Ve všech jiných případech budou obě spojnice, loxodromická a ortodromická, zcela různé. Přitom bude loxodromická spojnice ve skutečnosti vždy delší než ortodromická, i když to někdy bývá – ale jen na některých mapách – obráceně.

Ortodroma vždy svírá s loxodromou v bodech, jež jimi chceme vzájemně spojit, jistý úhel. Matematicky i geometricky se dá dokázat, že tento úhel, který nazýváme „konverzním úhlem“, je polovinou konvergence čili sbíhavosti obou poledníků, na nichž leží příslušné dva body, v průměrné zeměpisné šířce obou bodů. Viz obr. 4 a 5.

V praxi někdy potřebujeme zjistit velikost konverzního úhlu čili velikost úhlu mezi ortodromou a loxodromou. V takovém případě si můžeme konverzní úhel vypočítat buď podle následujícího vzorce nebo zjistit podle abaku, který bývá někdy vytištěn na okrajích navigačních map. (Abak viz na obr. 7). Kromě toho se dá konverzní úhel vypočítat pomocí kruhového navigačního počítadla nebo navigačního logaritmického pravítka.

$$\text{konverzní úhel} = \frac{\text{rozdíl zd} \times \sin \text{střední zš}}{2}$$

V každém případě musíme nejdříve na mapě zjistit, jaký je rozdíl zeměpisných délek obou bodů a jejich střední (to je průměrnou) zeměpisnou šířku. Použijeme-li ke zjištění konverzního úhlu vzorce, vyhledáme v tabulkách

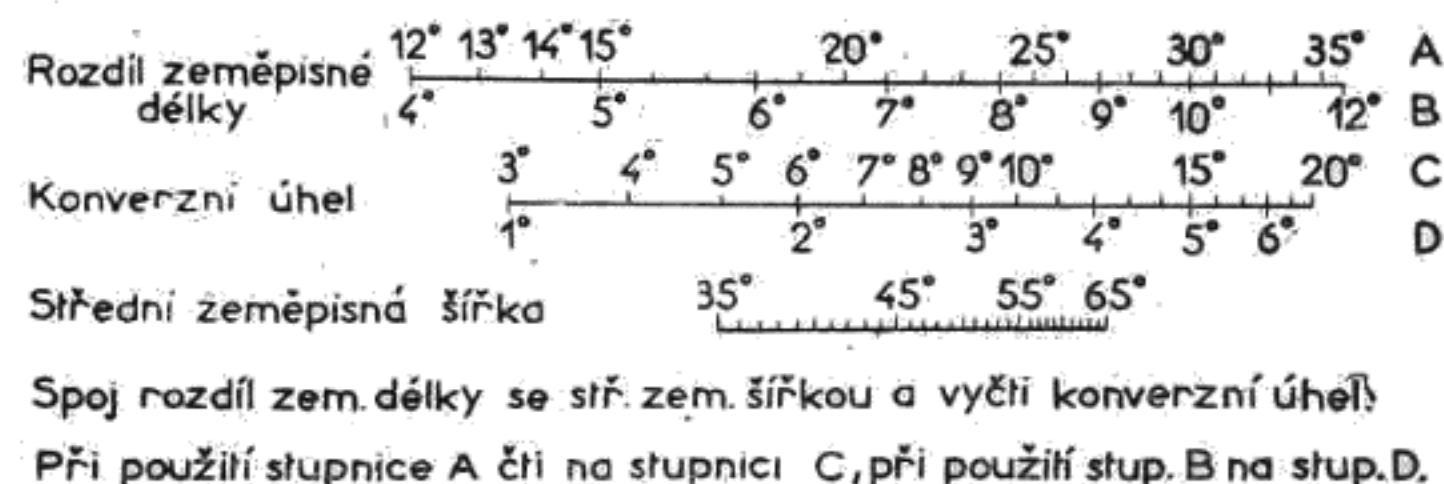


Obr. 6. Sbíhavost tečen poledníků v závislosti na zeměpisné šířce

A – na rovníku se tečny poledníků ne sbíhají; B – na sever a na jih od rovníku se tečny poledníků sbíhají pod úhlem, kterému říkáme konvergence; C – čím více se vzdalujeme od rovníku, tím více se zvětšuje sbíhavost poledníků čili konvergence; D – na pólech dosahuje sbíhavost poledníků maxima (konvergence poledníků je na pólech totožná s rozdílem jejich zeměpisné délky).

goniometrických funkcí sinus této střední zeměpisné šířky. Konverzní úhel pak dostaneme, jestliže rozdíl zeměpisných délek vynásobíme tímto sinem a součin dělíme dvěma. Výsledek je přímo ve stupních.

Abak na obrázku č. 7. má pět stupnic na třech přímkách. Na horní straně první přímký je stupnice rozdílů zeměpisných délek „A“, a to v rozsahu 12 až 35 stupňů. Na spodní straně této přímký je stupnice rozdílů zeměpisných délek „B“ v rozsahu 4 až 12 stupňů. Na spodní přímce je stupnice střední zeměpisné



Obr. 7. Abak pro zjišťování konverzního úhlu

šířky. Při použití tohoto abaku k zjištění velikosti konverzního úhlu spojíme střední zeměpisnou šířku obou bodů (na spodní stupnici) s rozdílem zeměpisných délek na první stupnici. Konverzní úhel pak čteme přímo ve stupních na stupnici na střední přímce. Jestliže jsme použili k vyznačení rozdílu zeměpisných délek stupnice „A“, čteme výsledek na stupnici „C“. Použili-li jsme stupnice „B“, čteme výsledek na stupnici „D“.

S případy, ve kterých je nutné počítat s velikostí konverzního úhlu, se seznámíme později.

Kontrolní otázky

1. Jak se vyvíjely názory na skutečný tvar země?
2. Co víte o zemské ose, pólech a o polednících?
3. Co víte o rovníku a o rovnoběžkách?
4. Jakými způsoby je možné určovat polohu objektu na zeměkouli?
5. Jistá obec v ČSR má tuto východní zeměpisnou délku: $17^{\circ}15'20''$. Určete, je-li tato zeměpisná délka podle základního poledníku Ferra nebo podle základního poledníku Greenwiche a přepočtete ji podle druhého základního poledníku!
6. Určete na mapě pomocí zeměpisných souřadnic polohu těchto obcí v ČSR: Kynžvart, Telč, Chynorany, Kapušany! Je-li mapa, již použijete, podle základního poledníku Greenwich, přepočtete zeměpisné délky obcí podle základního poledníku Ferra (nebo naopak)!
7. Najděte na glóbu body, dané těmito zeměpisnými souřadnicemi: $27^{\circ}10'$ vzd $15^{\circ}30'$ szš, 45° vzd $86^{\circ}30'$ jzš, 175° vzd 60° szš!
8. Co víte o těchto délkových jednotkách: metr, kilometr, stopa?
9. Co víte o zeměpisné míli, o námořní míli, o statutární míli?
10. Co je takzvaná velká kružnice na zeměkouli a ortodroma?
11. Co víte o takzvané malé kružnici na zeměkouli a o loxodromě?
12. Co víte o konvergenci a o konverzním úhlu? Na čem závisí jejich velikost?
13. Vypočítejte konverzní úhel, má-li bod A polohu 13° vzd a 51° szš a bod B polohu 22° vzd a 48° szš! Výpočet proveďte podle možnosti jak pomocí abaku na str. 18, tak matematicky podle vzorce na str. 18!

2.2. ZNÁZORNĚNÍ ZEMĚKOULE

2.2.1. POVRCH ZEMĚ

a) Topografická plocha – nadmořská výška

Za ideální povrch zeměkoule se pokládá střední nulová hladina moře, prodloužená pod všechny pevniny. Tvar zeměkoule, daný touto hladinou, se velmi podobá elipsoidu.

Ve skutečnosti je ovšem tvar povrchu zeměkoule jiný. Přibližně jednu třetinu zemského povrchu pokrývají pevniny, jež nulovou střední hladinu moře více či méně převyšují. Naproti tomu je jen zcela ojediněle povrch zeměkoule (pevnin) níž než zmíněná střední nulová hladina moře. Takovým místům říkáme prolákliny. Vertikální vzdálenost jednotlivých bodů v terénu od střední nulové hladiny moře se nazývá nadmořskou nebo také absolutní výškou. Mořské dno je rovněž výškově značně nepravidelně rozčleněné. Hloubkou jednotlivých bodů mořského dna se nazývá vertikální vzdálenost od nulové střední hladiny moře.

Tomuto skutečnému tvaru zemského povrchu, odmyslíme-li si vše, co na něm je, říkáme topografická plocha nebo také zkráceně topoplocha.

b) Topografická situace

Jen místy je zemský povrch – terén – docela holý. Většinou ho pokrývají vody (moře, jezera, rybníky, řeky, trvalý sníh a led), místy pak lesy, louky, obděláná pole apod. Kromě toho jsou na zemském povrchu čili topoploše města, vesnice, železnice, silnice a jiné větší či menší objekty, vytvořené lidskou rukou.

Souhrnu všeho, co je na zemském povrchu čili na topografické ploše, říkáme topografická situace nebo též zkráceně toposituace.

2.2.2. POSTUP PŘI SESTROJOVÁNÍ MAP

Mapa je zmenšený rovinný obraz kulovitě zakřiveného a výškově rozčleněného zemského povrchu. Mapa může znázorňovat buď jen topoplochu, nebo jen toposituaci, nebo jak topoplochu, tak i toposituaci. Z metodického hlediska můžeme rozdělit postup při sestrování mapy na tři fáze:

První fáze činnosti při sestrojování mapy:

Zemský povrch (topografickou plochu i topografickou situaci) promítáme na nulovou střední hladinu moře, a to paprsky k této hladině kolmými. Podle toho nazýváme nulovou střední hladinu moře průmětnou.

Chceme-li být obzvláště přesní, považujeme tvar střední nulové hladiny moře za elipsoid.

V mnoha případech dosáhneme postačující přesnosti, považujeme-li tvar střední nulové hladiny moře za kouli.

Chceme-li znázornit území menší než cca 200 čtverečních kilometrů, můžeme považovat tvar střední nulové hladiny moře za rovinu, aniž se tím dopustíme velké nepřesnosti.

Druhá fáze činnosti při sestrojování mapy:

Útvar, který jsme dostali v první fázi, zmenšíme se všemi podrobnostmi ve vhodném měřítku, čímž dostaneme věrný glóbus anebo jeho část.

V navigaci nás různé druhy map zajímají především z hlediska jejich vlastností, z hlediska možných druhů zkrácení. Proto opomineme principy základních prací při mapování (prací astronomicko-geodetických, topografických, fotogrammetrických i reprodukčních) a budeme nadále předpokládat, že máme glóbus, který v jistém měřítku věrně znázorňuje topoplochu i toposituaci celé zeměkoule. V dalším výkladu se proto budeme zabývat již jen principy přenesení obrazu povrchu země (topoplochy a toposituace) z glóbu do roviny.

Třetí fáze činnosti při sestrojování mapy:

Poněvadž glóbus je pro své rozměry nepraktický, sestrojíme co nejvěrnější obraz jeho povrchu (topoplochy a toposituace) na rovině. Tím dostaneme mapu.

Obraz povrchu glóbu na rovině se dá pořídit geometricky a matematicky.

Dá-li se obraz povrchu glóbu na rovině pořídit promítáním (projekcí), mluvíme o projekci pravé. Nedá-li se pořídit promítáním, mluvíme o projekci nepravé (matematické).

Obraz zemského povrchu projekcí z glóbu si představujeme tak, jako bychom průsvitný povrch glóbu se všemi podrobnostmi promítli ze středu glóbu nebo z jiného bodu (ohniska) silným světelným bodovým zdrojem na rovinu (nebo na válec, kužel či mnohostrán), dotýkající se povrchu glóbu.

Doporučuje se, aby si krajské aerokluby a letecké stanice pořídily jako výtečnou učební pomůcku pro přednášení letecké navigace glóbus, sestrojený pouze

z navzájem svařených drátů o průměru asi 5 mm, jež znázorňují například každý desátý (patnáctý) poledník a každou desátou (patnáctou) rovnoběžku. Vložením silného světelného zdroje (žárovky) do takového glóbu a přiložením bílého papíru k jeho povrchu (papíru tvaru roviny, kuželu nebo válce – postačí obyčejný bílý balicí papír) lze při částečném zatemnění místnosti názorně předvádět jednotlivé druhy projekcí. Změnou polohy žárovky v glóbu (nebo mimo glóbus) měníme polohu ohniska promítání, změnou polohy papírové roviny, kuželu nebo válce vůči glóbu měníme druh projekce. Dráty, znázorňující poledníky a rovnoběžky, promítají se na papír a žáci názorně vidí, jaký mají tvar při různých projekcích.

2.2.3. ZKRESLENÍ MAP

Zakřivený povrch glóbu nelze znázornit na rovině bez jakékoli deformace. Tyto deformace, jimž není možné se vyhnout, mohou být v zásadě čtverého druhu. Jednotlivé druhy map pak nazýváme podle toho, v čem jsou přesné, bez deformací. Podle toho rozeznáváme:

a) Mapy tvarověné čili ortomorfózní

Jsou to takové mapy, u nichž tvar jednotlivých objektů ve skutečnosti (tvar moří, lesů, hranic států apod.) odpovídá přesně tvarům těchto objektů na mapě.

Mapy, při jejichž sestrojování bylo použito jako průmětny zemského povrchu elipsoidu nebo koule (těmto mapám říkáme mapy geografické), nikdy nemohou být absolutně tvarověné, poněvadž žádná projekce glóbu na rovinu nemůže být naprosto tvarověná. Tvarověné jsou pouze mapy (většinou vlastně jen plány), při jejichž konstrukci bylo použito roviny jako průmětny zemského povrchu místo koule nebo elipsoidu.

b) Mapy úhlovné čili konformní (někdy též stejnoúhlé)

Pouze na těchto mapách odpovídají naměřené úhly úhlům ve skutečnosti.

c) Mapy dálkové čili ekvidistantní

Pouze na těchto mapách platí na celé jejich ploše totéž měřítko. U všech jiných map platí vyznačené měřítko jen na jisté části mapy (například podle některé rovnoběžky), zatímco na všech ostatních místech platí měřítko jiné. I na takových mapách se však dá vzdálenost přesně měřit, jak si ukážeme v následujících kapitolách, postup je však o něco složitější. Záleží-li nám tudíž při měření

vzdálenosti na mapě na dosažení maximální možné přesnosti (například při přípravě nebo vyhodnocování rekordních letů na vzdálenost), musíme především zjistit, je-li mapa dálkojevná.

d) Mapy plochojevné čili ekvivalentní (někdy též stejnoploché)

Poměr mezi plošnými velikostmi kterýchkoli ploch na těchto mapách přesně odpovídá poměru mezi plošnými velikostmi těchže ploch ve skutečnosti.

Žádná mapa nemůže být současně tvarojevná, dálkojevná, úhlojevná a plochojevná. Těchto vlastností lze najednou dosáhnout jen při mapování plošně malých území, to je při pořizování plánů, kdy používáme jako průmětny zemského povrchu roviny. Poměrně snadno sice můžeme sestavit mapu, která přesně vyhovuje jedno-
mu požadavku, která však ostatním požadavkům odporuje.

2.2.4. NĚKTERÉ POŽADAVKY LETECKÉ NAVIGACE NA MAPY

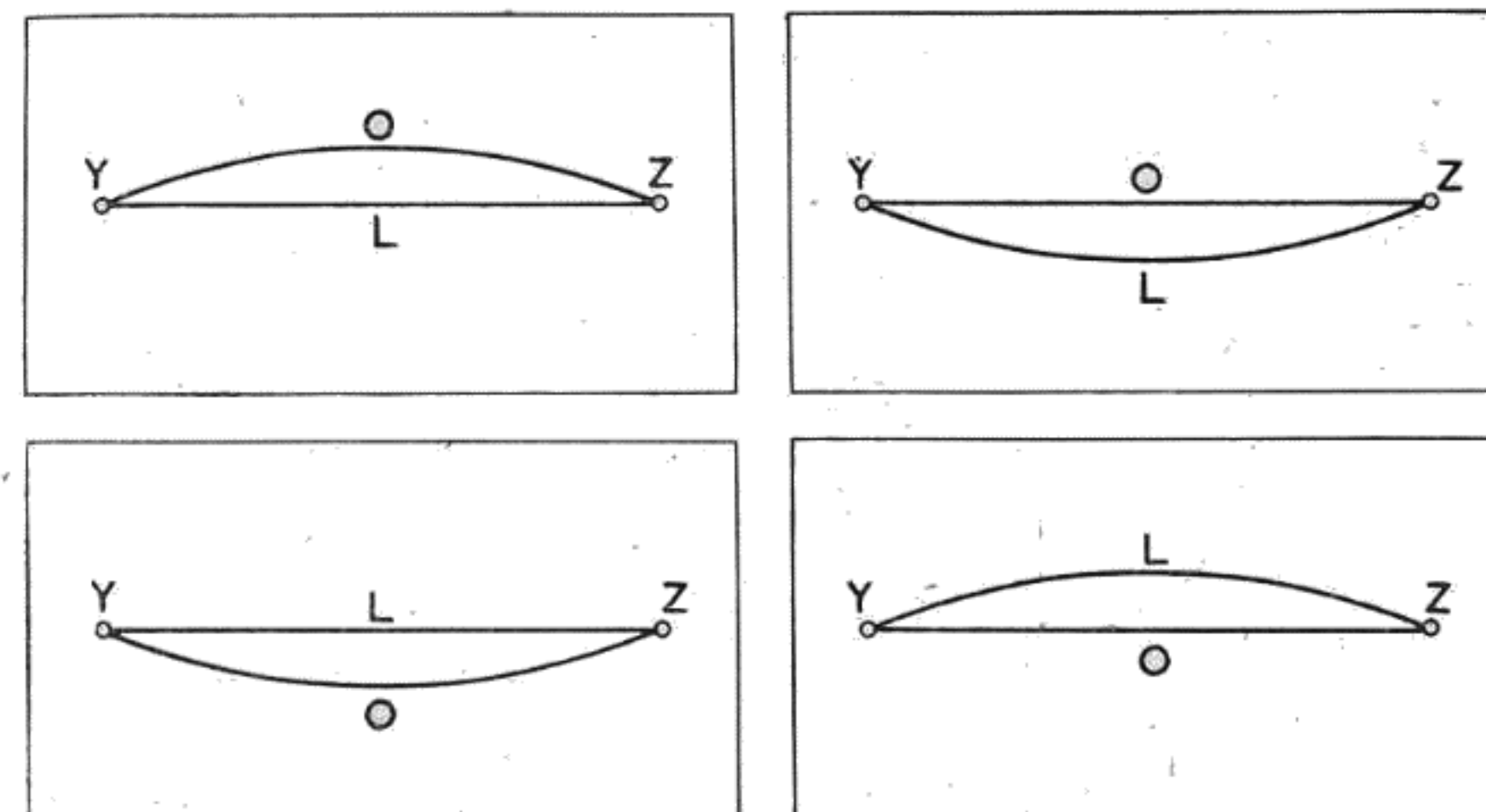
Je důležité, aby si každý letec uměl vybrat mapu podle účelu, ke kterému ji potřebuje. Je pravda, že například k provádění srovnávací orientace (nikoli však již k přesnému měření úhlů a vzdáleností) postačí mapa kterékoli projekce o vhodném měřítku, která věrně zobrazuje topoplochu a toposituaci a jejíž zakreslení úhlů a vzdáleností není příliš markantní. Chceme-li však na mapě měřit přesně úhly, potřebujeme mapu úhlojevnou, chceme-li měřit vzdálenosti, potřebujeme mapu délkojevnou nebo musíme znát i jiné metody zjišťování vzdáleností podle map, než kterých se nejčastěji používá. V letectví se však velmi často vyskytují ještě dva jiné požadavky, a to:

- 1) požadavek, aby se na mapě jevila loxodroma jako přímka a
- 2) požadavek, aby se na mapě jevila ortodroma jako přímka.

a) Dráha letadla (lodi), udržujícího podle kompasu stále stejný kurs, protíná všechny poledníky pod stále stejným úhlem. Takové letadlo (loď) se tedy pohybuje po loxodromě. Avšak zakreslování dráhy, jež by byla křivkou o velkém poloměru, by bylo zejména v letadle velmi obtížné, ba nemožné. Proto navigátor, který má zakreslovat dráhu letadla (lodi) do mapy jako přímku, potřebuje bezpodmínečně takovou mapu, na které se všechny loxodromy jeví jako přímky. Takovou mapou je mapa Mercatorovy projekce. Jeví-li se ovšem na této mapě loxodroma, jež je ve skutečnosti delší spojnici, jako přímka, pak ortodroma, to je nejkratší možná spoj-

nice, bude se na ní nutně jevit jako křivka, a to křivka vypouklá vždy směrem od rovníku k pólu (na severní polokouli k severnímu, na jižní k jižnímu). Viz obr. 5 a 8.

b) Potřebujeme-li zjistit, kudy probíhá nejkratší možná spojnice dvou bodů na zemské kouli, musíme mít mapu, na které se jeví ortodroma jako přímka. Takovou mapu potřebujeme i tehdy, chceme-li do mapy zakreslit radiosměrník, to je směr od pozemní



Obr. 8. Průběh loxodromy a ortodromy na Mercatorově mapě a na mapě gnómonické na jižní a na severní polokouli. Levé dva obrázky mapa Mercatorova, pravé dva obrázky mapa gnómonická. Horní dva obrázky představují průběh na severní polokouli, dolní dva obrázky na jižní polokouli. L = loxodroma, O = ortodroma

zaměřovací stanice k letadlu nebo od letadla k pozemnímu vysílači, poněvadž rádiové paprsky se v prostoru šíří přímočaře, tedy po ortodromě.

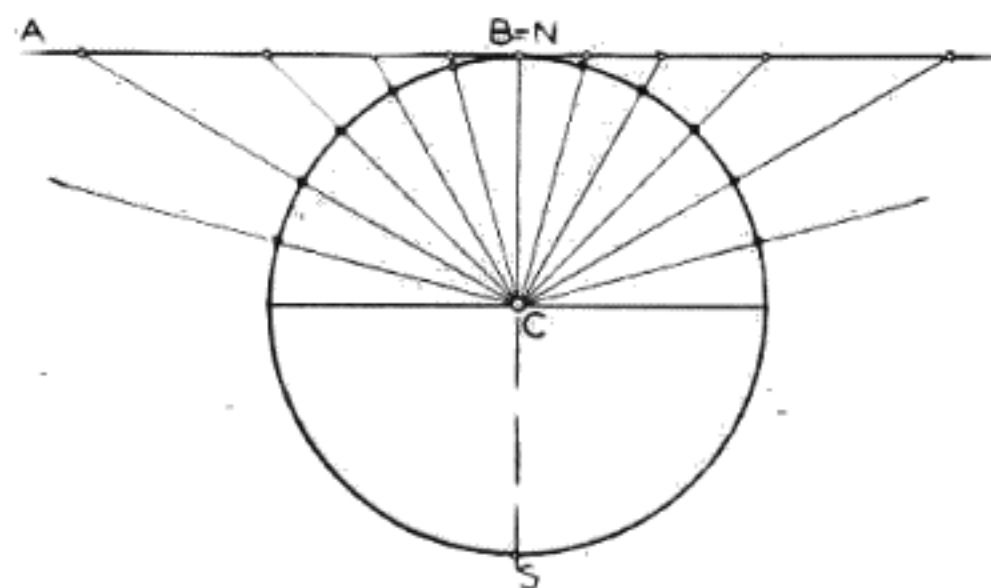
Požadavku, aby se na mapě jevila ortodroma jako přímka, odpovídají všechny mapy gnómonické, to je takové, na nichž se povrch glóbu promítá na rovinu ze středu glóbu. Na těchto mapách se pak jeví loxodroma – na rozdíl od projekce Mercatorovy – jako křivka, a to křivka vypuklá vždy směrem od pólů k rovníku. Viz obr. 4 a 8.

Uvedené příklady dokazují, že požadavek, aby letci znali alespoň základy konstrukcí map, není samoučelný. V dalších kapitolách se k zakreslování ortodrom a loxodrom do map různých projekcí ještě vrátíme.

2.3. ZNÁZORNĚNÍ ZEMĚKÓULE – DRUHY PROJEKČÍ PODLE ZPŮSOBU KONSTRUKCE

2.3.1. PROJEKCE PRAVÉ

Jsou to všechny projekce, jež lze sestavit přímým promítáním povrchu glóbu na některý geometrický útvar, dotýkající se povrchu glóbu. V praxi se ovšem mapy sestavují jinými metodami, než přímým promítáním. Projekce pravé dělíme na 1. projekce na rovinu čili projekce azimutální nebo perspektivní



Obr. 9. Azimutální polární gnómonická projekce (jinak též perspektivní polární centrální projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je bod dotyku totožný s pólem); C – ohnisko, z něhož povrch glóbu promítáme na tečnou rovinu (v tomto případě je ve středu glóbu).

2. projekce na kužel čili projekce kónické

3. projekce na válec čili projekce cylindrické

4. projekce na mnohostěn čili projekce polyedrické.

A. Projekce na rovinu čili projekce azimutální nebo perspektivní dělíme:

a) podle polohy bodu, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu na projekce

1. **polární.** Název říká, že se rovina, na kterou promítáme, v tomto případě dotýká glóbu na pólu, a to buď na jižním nebo severním – viz obr. 9, 12, 15, 18

2. **rovníkové** neboli **ekvatoriální** čili **transverzální.** Český název říká, že se rovina, na kterou promítáme, v tomto případě dotýká povrchu glóbu na rovníku. Cizí slovo ekvátor, znamenající v českém překladu rovník, se snadno zapamatuje podle jména jihoamerického státu Ecuador, který tak byl pojmenován podle své polohy na rovníku. Viz obr. 10, 13, 16, 19

3. **obecné.** Název říká, že se rovina, na kterou promítáme, v tomto případě dotýká povrchu glóbu v libovolném bodě čili v obecném bodě – viz obr. 11, 14, 17, 20.

b) podle polohy ohniska promítání povrchu glóbu na rovinu dělíme tyto projekce na

1. **centrální** čili **gnómonické.** U těchto projekcí je ohnisko promítání ve středu čili v centru glóbu – viz obr. 9, 10, 11

2. **stereografické.** U těchto projekcí je ohnisko promítání v takzvaném protilehlém bodu glóbu, to je v bodu, kde přímka, procházející bodem dotyku roviny s glóbem a středem glóbu protíná na protější straně jeho povrch – viz obr. 12, 13, 14

3. **externí.** U těchto projekcí je ohnisko promítání mimo glóbus, ale na prodloužené přímce, procházející bodem dotyku roviny s glóbem a středem glóbu – viz obr. 15, 16, 17

4. **ortografické** čili **ortogonální.** U těchto projekcí na rovinu je ohnisko promítání v nekonečnu, paprsky jsou rovnoběžné, kolmé k promítací rovině – viz obr. 18, 19, 20

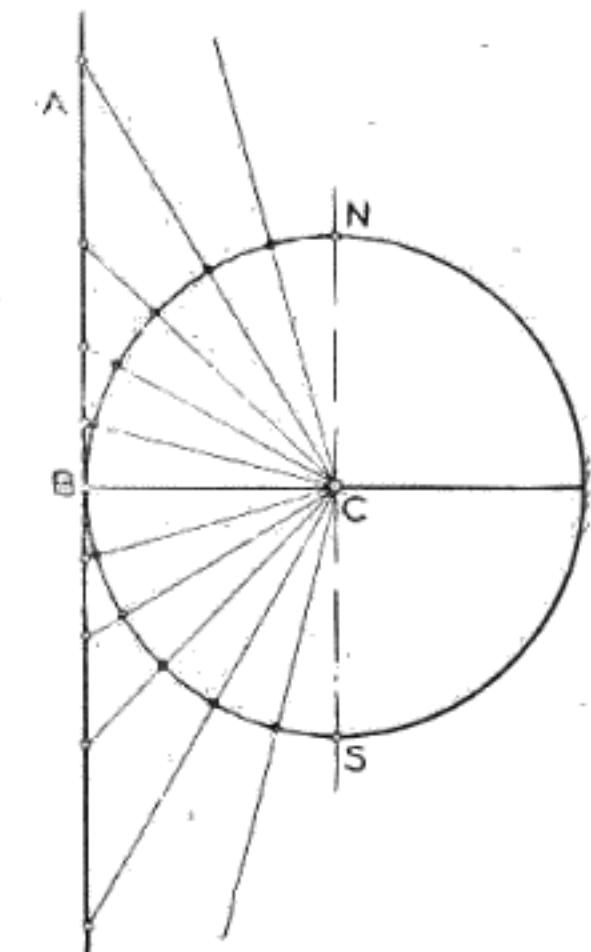
Poznámka: Vidíme, že některé druhy projekcí mají několik různých, avšak stejně správných a výstižných názvů. Není nutné, aby sportovní letci znali nazpaměť všechny tyto názvy, zejména pokud jde o méně používaná cizí slova. Zcela postačí, porozumí-li principům jednotlivých projekcí, zapamatují-li si jejich nejdůležitější charakteristiky a dovedou-li je pojmenovat česky nebo jen všeobecně známými cizími slovy (např. polární, centrální, externí apod.) Názvy projekcí méně známými cizími slovy tu uvádíme jen proto, že se jich používá v odborné literatuře. Ten, kdo by znal jen české názvy projekcí, by se při studiu jiných příruček mohl domnívat, že jsou v nich popisovány projekce, které vůbec nezná. Proto na všech místech uvádíme výčet všech názvů a opakujeme, že zcela postačí zapamatovat si jen jeden z nich. V každém případě však z názvu musí být jasné, že jde o projekci na rovinu a název musí udávat polohu bodu dotyku roviny s glóbem a polohu ohniska promítání. Bez těchto údajů bychom si o příslušné projekci nemohli udělat sebemenší představu.

Vynásobíme-li tři možnosti polohy roviny promítání vůči glóbu čtyřmi možnostmi polohy ohniska promítání, dostáváme těchto dvanáct možných druhů projekcí na rovinu:

1. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) polární ze středu glóbu (centrální, gnómonická)

Rovina se dotýká glóbu na pólu, ohnisko promítání je ve středu glóbu – viz obr. 9.

Střed mapy této projekce je totožný s příslušným pólem. Poledníky se jeví jako svazek přímočarých paprsků, rozsbíhajících



Obr. 10. Azimutální rovníková gnómonická projekce (jinak též perspektivní ekvatoriální čili transverzální centrální projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je bod dotyku na rovníku); C – ohnisko, z něhož povrch glóbu promítáme na tečnou rovinu (v tomto případě ve středu glóbu).

se z pólu, rovnoběžky jako soustředné kružnice kolem pólu. Vzdálenosti mezi sousedními rovnoběžkami se zvětšují, vzdalujeme-li se od pólu, rovník se zobrazuje v nekonečno. Viz přílohu, obr. 1.

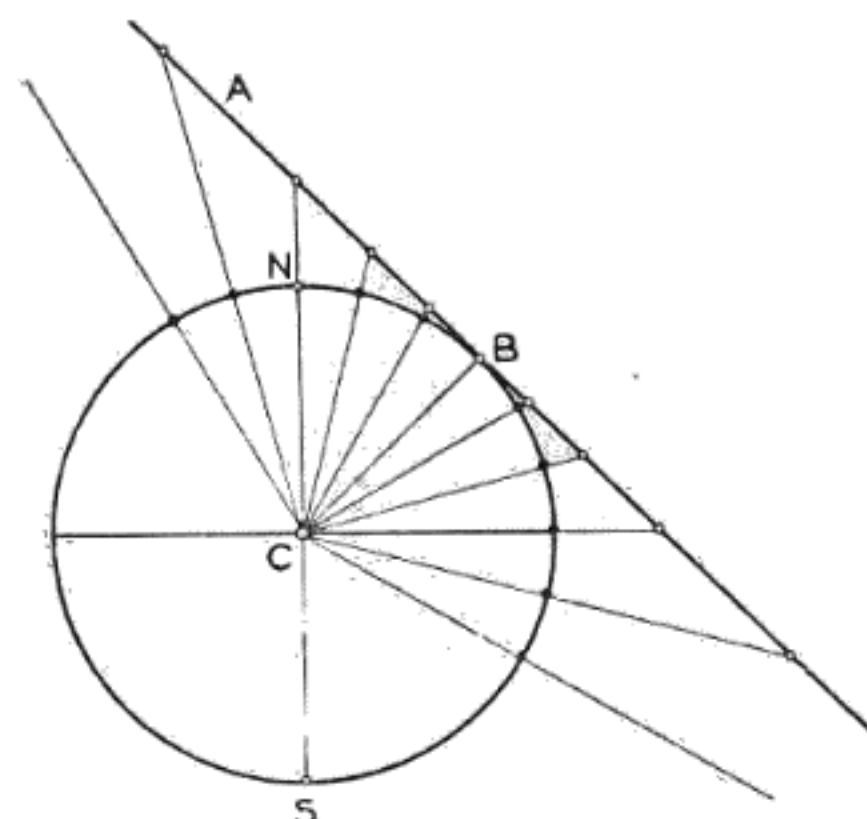
2. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) rovníková (ekvatoriální, transverzální) ze středu glóbu (centrální, gnómonická)

Rovina se dotýká glóbu na rovníku, ohnisko promítání je ve středu glóbu – viz obr. 10.

Obraz poledníků na mapách této projekce tvoří osnovu rovnoběžných přímek, rovnoběžky se jeví jako hyperboly. Rovník je přímka, kolmá k poledníkům. Viz příloha, obr. 4.

3. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) obecná ze středu glóbu (centrální, gnómonická)

Rovina se dotýká glóbu v libovolném, obecném bodě, ohnisko je ve středu glóbu – viz obr. 11.



Obr. 11. Azimutální obecná gnómonická projekce (jinak též perspektivní obecná centrální projekce)

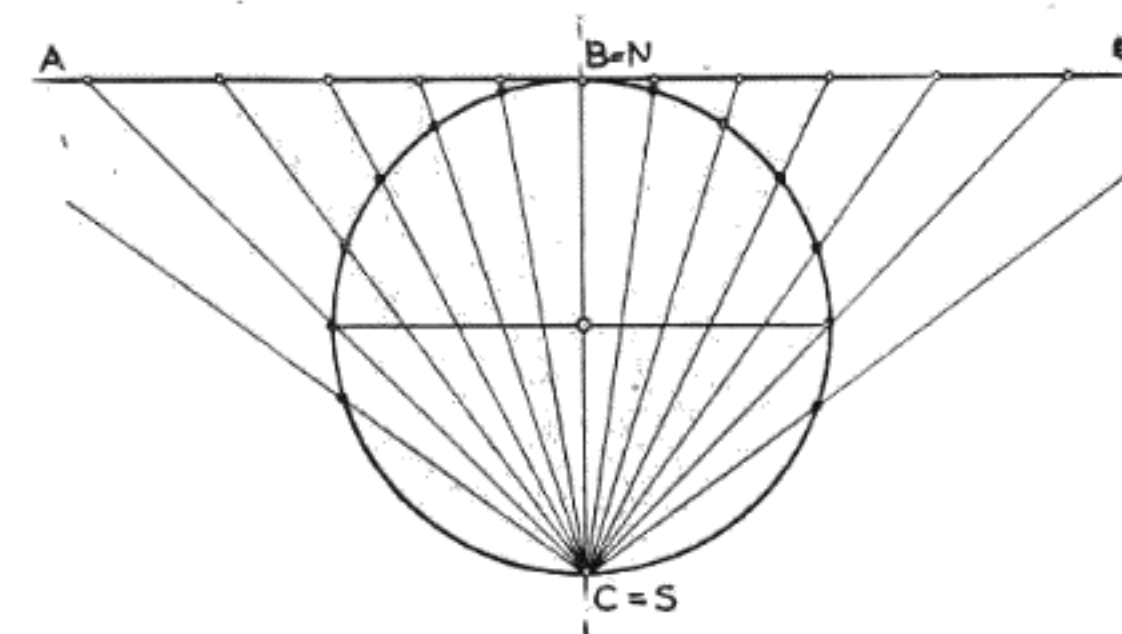
A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je to obecný bod na povrchu glóbu); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na tečnou rovinu (v tomto případě je ve středu glóbu).

mapy značný význam v navigaci, astronomii a pod. Gnómonická projekce byla známá již 600 let před naším letopočtem!

4. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) polární stereografická

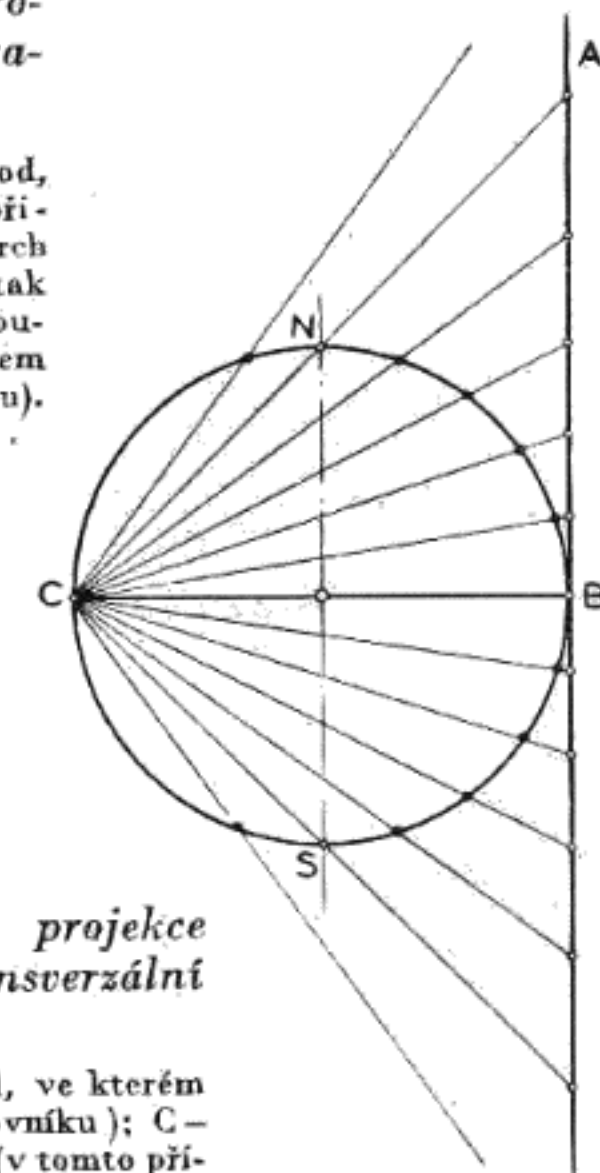
Rovina se dotýká glóbu na pólu, ohnisko promítání je v takzvaném protilehlém bodě na povrchu glóbu – viz obr. 12.

Poledníky se jeví opět jako svazek přímočarých paprsků, vycházejících z pólu. Rovnoběžky jsou rovněž soustředné kružnice kolem pólu. Se vzrůstající vzdáleností od pólu se vzdálenosti mezi nimi opět zvětšují. Poloměr rovníkové kružnice je dvojnásobkem



Obr. 12. Azimutální polární stereografická projekce (jinak též perspektivní polární stereografická projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je to jižní zeměpisný pól; C – ohnisko, z něhož povrch glóbu promítáme na tečnou rovinu (v tomto případě je v takzvaném protilehlém bodě na glóbu – v bodu, kde prodloužená přímka, procházející bodem dotyku roviny s glóbem a středem glóbu protíná na protější straně povrch glóbu).



Obr. 13. Azimutální rovníková stereografická projekce (jinak též perspektivní ekvatoriální čili transverzální stereografická projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je na rovníku); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na tečnou rovinu (v tomto případě je na glóbu v tzv. protilehlém bodě).

poloměru glóbu. Obraz druhého pólu se promítne v nekonečno. Viz přílohu, obr. 2.

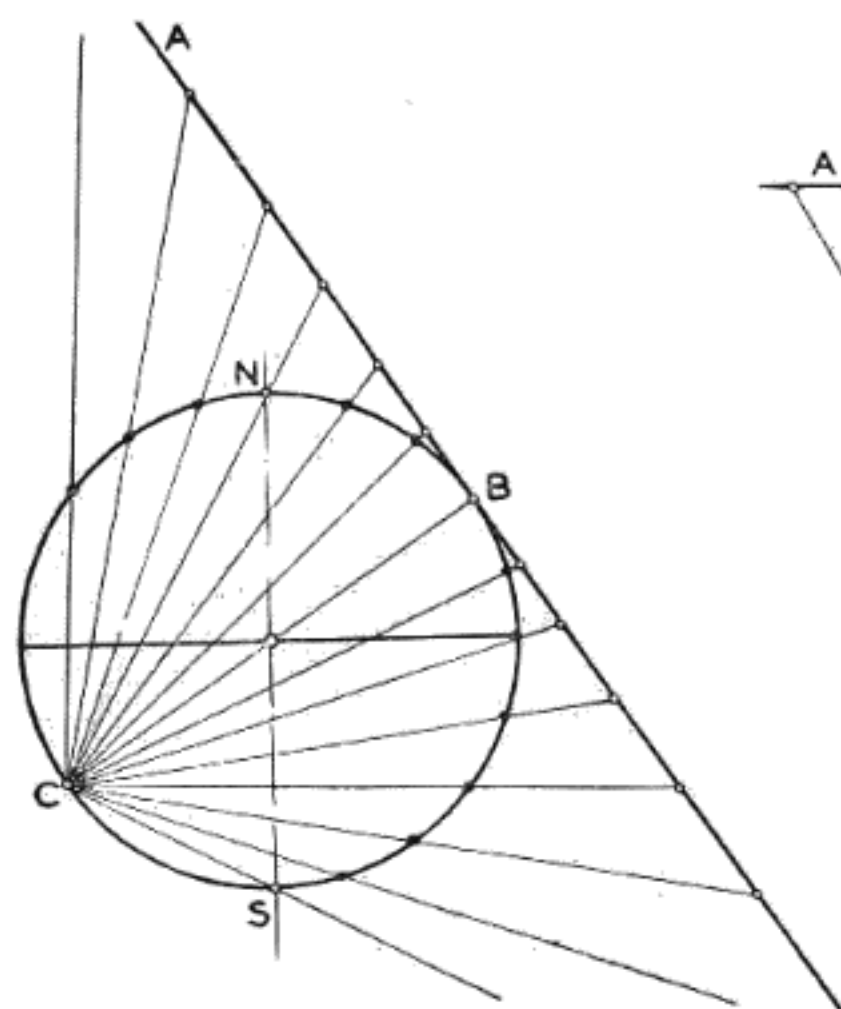
5. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) rovníková (ekvatoriální čili transverzální) stereografická

Rovina se dotýká glóbu na rovníku, ohnisko promítání je v takzvaném protilehlém bodě na povrchu glóbu – viz obr. 13.

Rovník a středový poledník se jeví jako přímky na sebe kolmé, ostatní poledníky a rovnoběžky jako kruhové oblouky. Viz přílohu, obr. 5.

6. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) obecná stereografická

Rovina se dotýká glóbu v libovolném obecném bodě, ohnisko

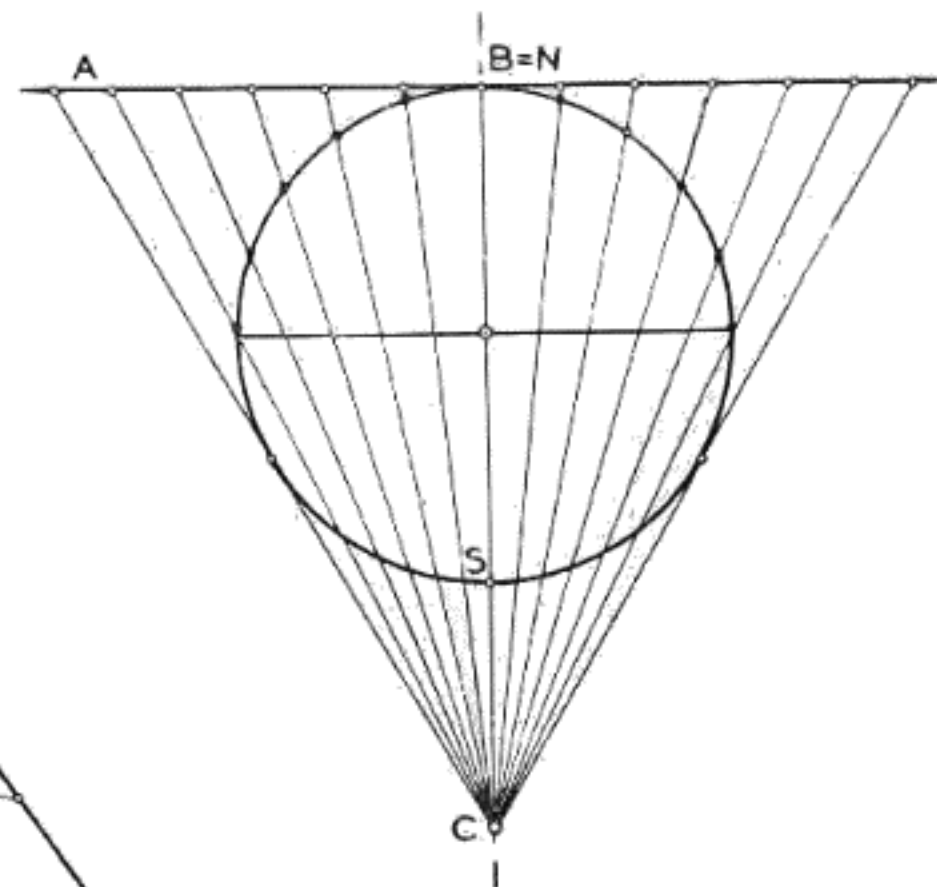


Obr. 14. Azimutální obecná stereografická projekce (jinak též perspektivní obecná stereografická projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je to obecný bod na povrchu glóbu); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na tečnou rovinu (v tomto případě je na glóbu v tzv. protilehlém bodě).

promítání je v takzvaném protilehlém bodě na povrchu glóbu – viz obr. 14.

Obraz středového poledníku u map této projekce je přímkový,



Obr. 15. Azimutální polární externí projekce (jinak též perspektivní polární externí projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je totožný s pólem); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na tečnou rovinu (v tomto případě je mimo glóbus, ale na prodloužené přímce, procházející bodem dotyku s rovinou glóbu a středem glóbu).

ostatní síť poledníků a rovnoběžek se zobrazí jako kružnice, protínající se vzájemně pod pravými úhly. Výjimkou bude rovnoběžka, procházející bodem promítání, jež se zobrazí jako přímka. Viz přílohu, obr. 6.

Charakteristickou společnou vlastností všech tří posledních projekcí (všech projekcí azimutálních stereografických) je, že se každá kružnice na glóbu jeví na mapách těchto projekcí rovněž jako kružnice, ale o jiném středu a poloměru. Kružnice, procházející na glóbu bodem promítání, mají na mapě obraz přímkový. Další význačnou vlastností těchto projekcí je úhlojevnost, jež je důsledkem toho, že zkreslení délek v určitém bodě je ve všech směrech stejné. Stereografické projekce bylo poprvé použito k zobrazení hvězdné oblohy, a to dokonce již asi 130 let před naším letopočtem. Pro zeměpisné mapy jí bylo použito teprve r. 1540.

7. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) polární externí

Rovina se dotýká glóbu na pólu, ohnisko promítání je mimo glóbus, ale na prodloužené přímce, kolmé k promítací rovině, procházející středem glóbu – viz obr. 15.

Poledníky se opět jeví jako svazek přímočarých paprsků, rozbíhajících se z dotykového bodu, jímž je pól. Rovnoběžky jsou opět dotykovými kružnicemi kolem pólu. Rozstupy rovnoběžkových kružnic na mapě závisí na vzdálenosti ohniska promítání. Do jisté vzdálenosti ohniska se rozstupy mezi rovnoběžkami směrem od pólu k rovníku zvětšují, po překročení jisté vzdálenosti ohniska se vzdálenosti mezi rovnoběžkami směrem od prvního pólu k rovníku zmenšují.

8. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) rovníková (ekvatoriální, transverzální) externí

Rovina se dotýká glóbu na rovníku, ohnisko promítání je mimo glóbus na prodloužené přímce, kolmé k promítací rovině, procházející středem glóbu – viz obr. 16.

Rovník a dotykový poledník se jeví jako přímky, navzájem k sobě kolmé. Poledník, odchýlený od dotykového poledníku o 90° , je půlkružnice. Ostatní poledníky a rovnoběžky jsou křivky, jejichž tvar závisí na vzdálenosti ohniska promítání.

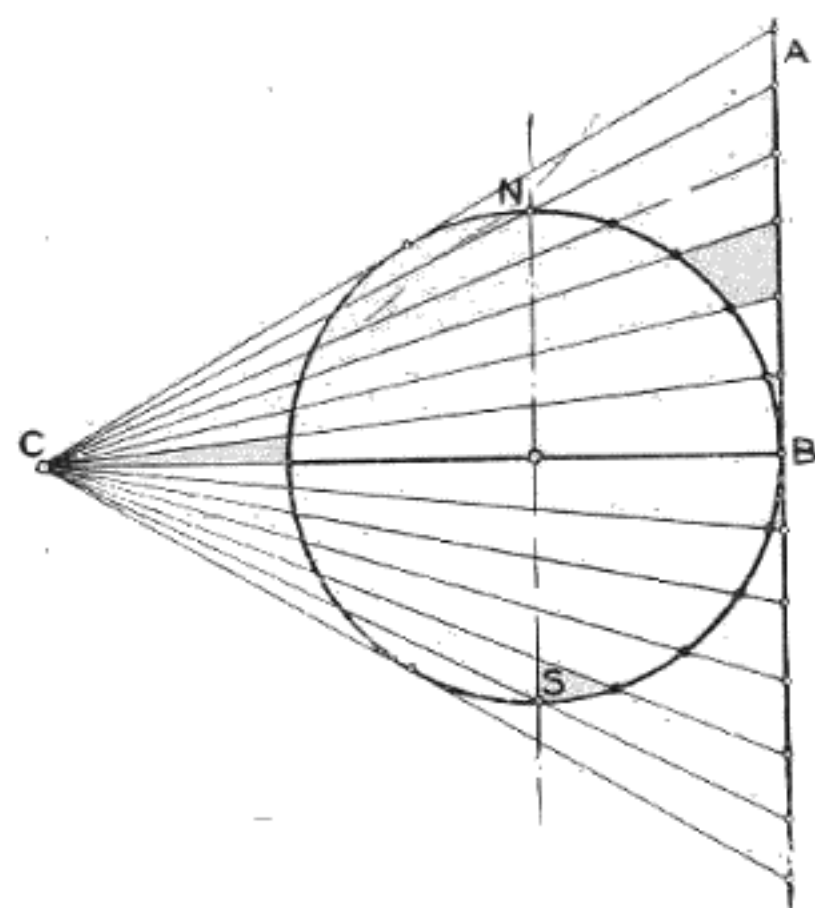
9. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní) obecná externí

Rovina se dotýká glóbu v libovolném obecném bodě, ohnisko promítání je mimo glóbus na prodloužené přímce, kolmé k rovině promítání, procházející středem glóbu – viz obr. 17.

Dotykový poledník se jeví jako přímka, ostatní poledníky, rovník a rovnoběžky jako křivky, jejichž tvar je opět závislý na vzdálenosti ohniska promítání.

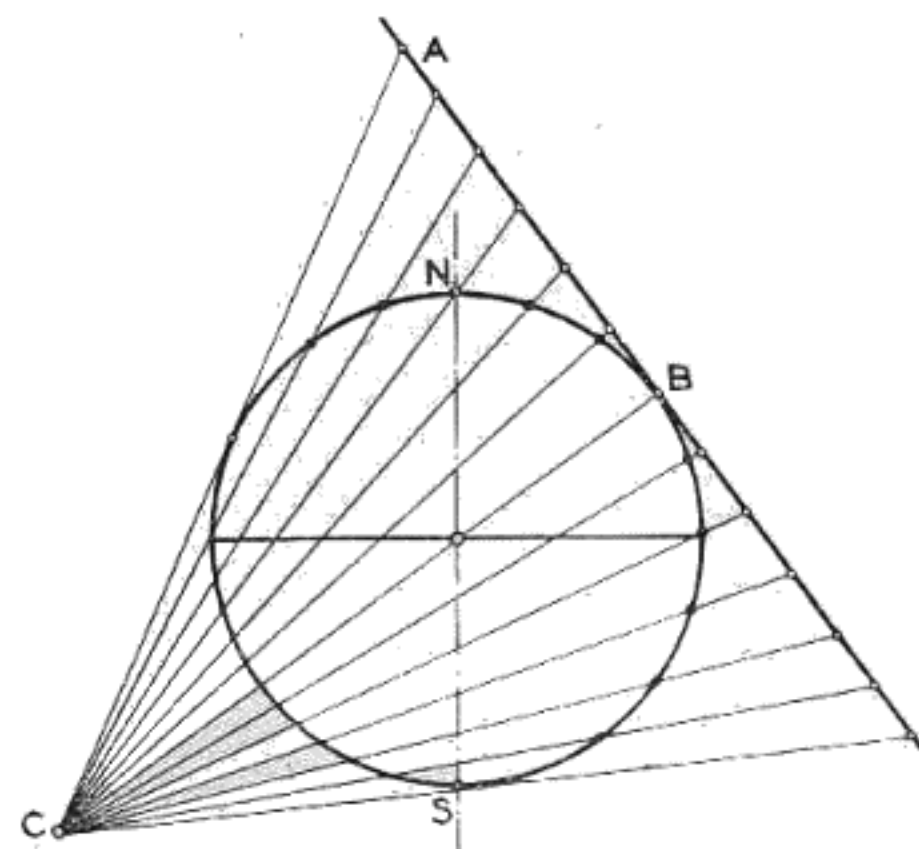
10. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní)
polární ortografická (čili ortogonální)

Rovina se dotýká glóbu na pólu. Ohnisko promítání je na přímce kolmé k promítací rovině a procházející středem glóbu, avšak



Obr. 16. Azimutální rovníková externí projekce (jinak též perspektivní transversální čili ekvatoriální externí projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je opět na rovníku); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na rovinu (v tomto případě je mimo glóbus na prodloužené přímce, kolmé k promítací rovině, procházející středem glóbu)



Obr. 17. Azimutální obecná externí projekce (jinak též perspektivní obecná externí projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je to obecný bod na povrchu glóbu); C – ohnisko, z něhož povrch glóbu promítáme na rovinu (v tomto případě je mimo glóbus na prodloužené přímce, kolmé k promítací rovině, procházející středem glóbu).

v nekonečné vzdálenosti. Paprsky jsou proto rovnoběžné, kolmé k rovině promítání. Viz obr. 18.

Poledníky se jeví opět jako svazek paprsků s počátkem v prvním pólu. Obrazy rovnoběžek jsou opět soustředné kružnice kolem pólu. Jejich poloměry na mapě jsou stejné jako na glóbu, to znamená, že se na mapě rozstupy mezi rovnoběžkami směrem od dotykového poledníku k rovníku zmenšují. Viz přílohu, obr. 7.

11. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní)
rovníková (ekvatoriální, transversální) ortografická (čili ortogonální)

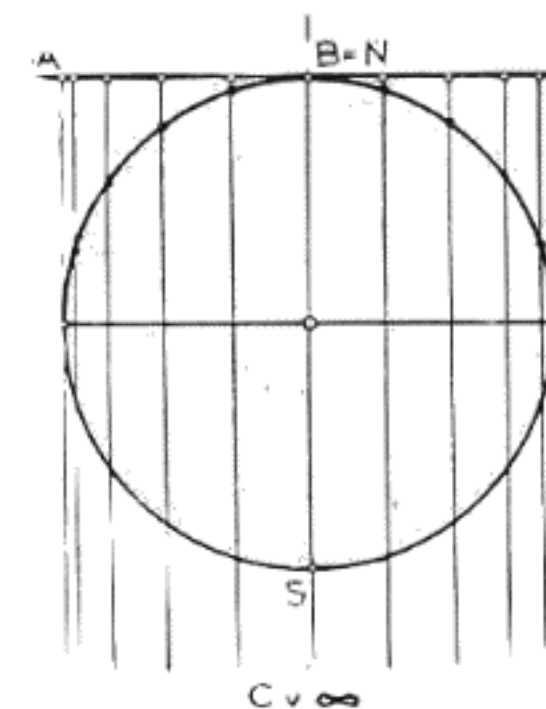
Rovina se dotýká glóbu na rovníku, ohnisko promítání je opět v nekonečnu, paprsky jsou rovnoběžné, kolmé k rovině promítání – viz obr. 19.

Poledníky se jeví jako elipsy, středový poledník, rovník a vše-

chny rovnoběžky jako přímky. Poledníky, vzdálené o 90° od středového poledníku se jeví jako půlkružnice. Viz přílohu, obr. 8.

12. Projekce na rovinu (azimutální, perspektivní)
obecná ortografická (ortogonální)

Rovina se dotýká glóbu v obecném, libovolném bodě, ohnisko

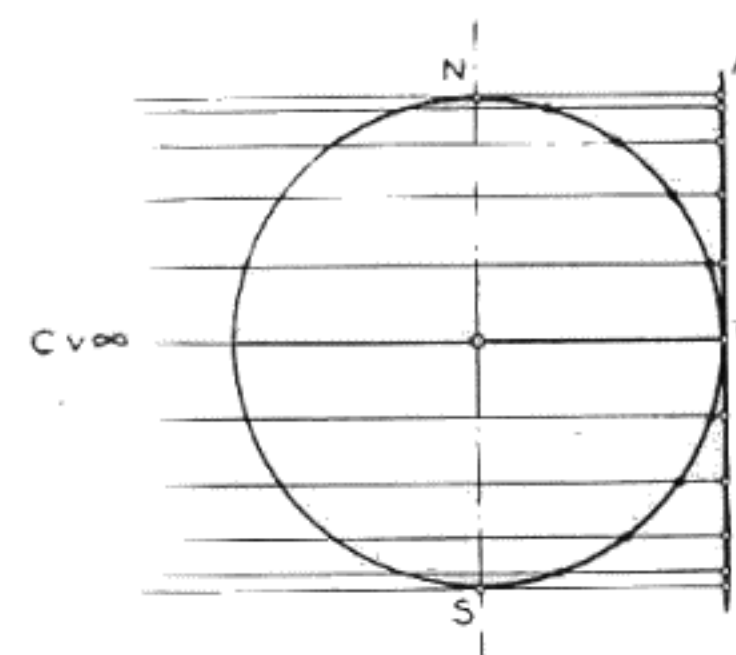


Obr. 18. Azimutální polární ortografická projekce (jinak též perspektivní polární ortogonální projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je to opět pól); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na rovinu, je v tomto případě v nekonečnu (paprsky jsou rovnoběžné, kolmé k rovině promítání).

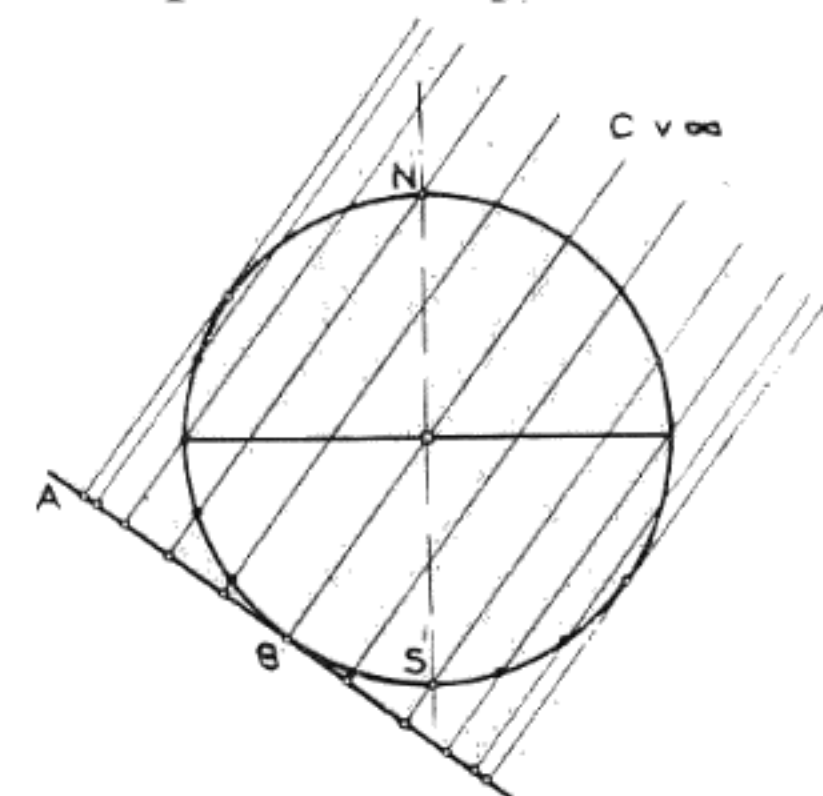
promítání je opět v nekonečnu, paprsky jsou rovnoběžné, kolmé k rovině promítání – viz obr. 20.

Všechny poledníky a rovnoběžky jsou zobrazeny jako elipsy, jedině středový poledník je přímka. Viz přílohu, obr. 9.



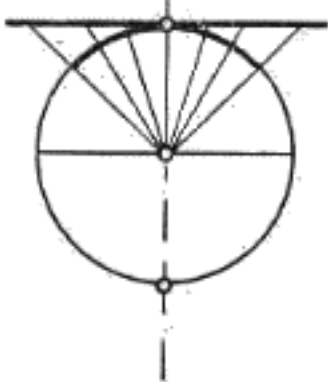


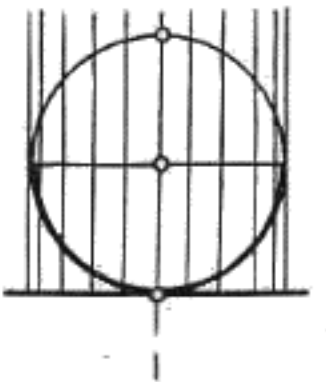
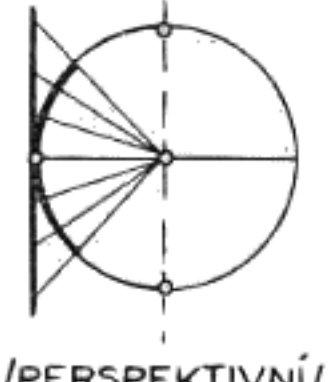
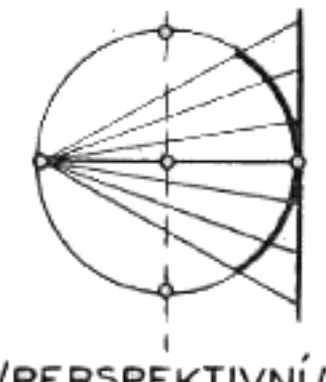
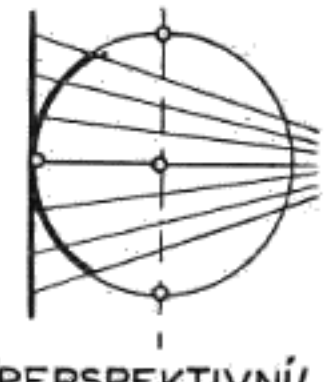
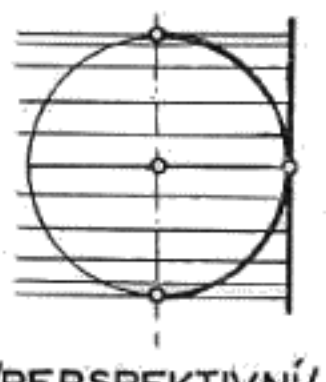
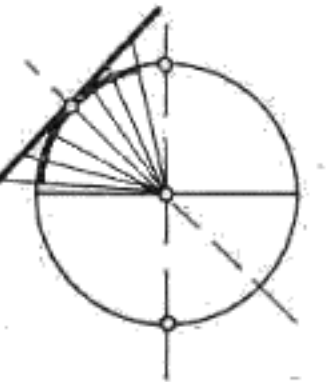
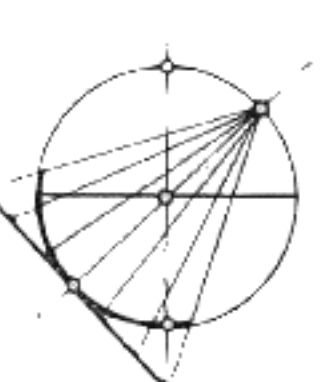
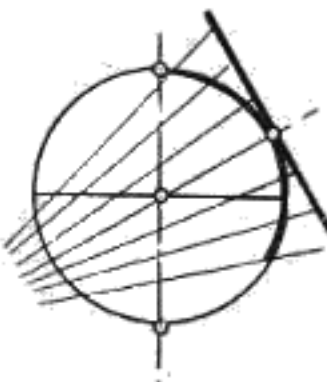

Obr. 19. Azimutální rovníková ortografická projekce (jinak též perspektivní ekvatoriální čili transversální ortogonální projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je opět na rovníku); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na rovinu, je v tomto případě opět v nekonečnu (paprsky jsou rovnoběžné, kolmé k rovině promítání).



Obr. 20. Azimutální obecná ortografická projekce (jinak též perspektivní obecná ortogonální projekce)

A – rovina, na kterou promítáme povrch glóbu; B – bod, ve kterém se rovina dotýká povrchu glóbu (v tomto případě je to opět obecný čili libovolný bod na glóbu); C – ohnisko, z něhož promítáme povrch glóbu na rovinu, je v tomto případě opět v nekonečnu.

PŘEHLED PROJEKCI NA ROVINU		ROZDĚLENÍ PODLE OHNIKA PROMÍTÁNÍ			
		ZE STŘEDU	Z PROTILEHLÉHO BODU	Z BODU MIMO	Z NEKONEČNA
ROZDĚLENÍ PODLE BODU DOTYKU	BOD DOTYKU NA PÓLU	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ POLÁRNÍ GNÓMONICKÁ /CENTRÁLNÍ/	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ POLÁRNÍ STEREOGRAFICKÁ	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ POLÁRNÍ EXTERNÍ	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ POLÁRNÍ ORTOGONICKÁ
	BOD DOTYKU NA ROVNÍKU	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ EKVATORIÁLNÍ /ROVNÍKOVÁ/ /TRANSVERSÁL/ GNÓMONICKÁ /CENTRÁLNÍ/	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ EKVATORIÁLNÍ /ROVNÍKOVÁ/ /TRANSVERSÁL/ STEREOGRAFICKÁ	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ EKVATORIÁLNÍ /ROVNÍKOVÁ/ /TRANSVERSÁL/ EXTERNÍ	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ EKVATORIÁLNÍ /ROVNÍKOVÁ/ /TRANSVERSÁL/ ORTOGONICKÁ
	BOD DOTYKU KDEKOLI:	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ OBEČNÁ GNÓMONICKÁ /CENTRÁLNÍ/	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ OBEČNÁ STEREOGRAFICKÁ	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ OBEČNÁ EXTERNÍ	 /PERSPEKTIVNÍ/ AZIMUTÁLNÍ OBEČNÁ ORTOGONICKÁ

Tabulka č. 1.

Poslední tři projekce (všechny projekce azimutální ortografické čili perspektivní ortogonální) nejsou ani úhlojevné, ani plochojevné a pro značné deformace tvarů a ploch zobrazovaných území nejsou ani vhodné pro zhotovování dálkojevných map. Používá se jich hlavně v astronomii a tam, kde se má podat prostorová představa zemského glóbu. I tyto projekce vznikly ještě před počátkem našeho letopočtu.

Projekce na rovinu jsou pro snazší zapamatování principů a názvů přehledně sestaveny v tabulce č. 1 (str. 38).

B. Projekce na kužel čili projekce kónické

Kterákoli z existujících projekcí na rovinu je všestranně věrná pouze v místech nepříliš vzdálených od bodu dotyku. Čím více se od tohoto bodu vzdalujeme, tím rychleji zaniká celková věrnost mapy. My však často potřebujeme znázornit bez příliš velkého zkreslení daleko větší území, než nám dovoluje projekce na rovinu.

K takovému účelu můžeme použít například projekce na kužel. Plášť kuželu se povrchu glóbu nedotýká již jen v jediném bodě jako rovina, nýbrž na celé takzvané „dotykové kružnici“. Tím rozšiřujeme věrnost mapy z pouhého bodu na celou dotykovou kružnici. Místa od této dotykové kružnice nepříliš vzdálená jsou znázorněna s přijatelným a zanedbatelným zkreslením. Plášť kuželu, na který jsme promítli povrch glóbu pak snadno rozvineme do roviny, čímž obdržíme rovinnou mapu.

Projekce na kužel dělíme z několika hledisek, a to:

- podle polohy osy kuželu k ose glóbu
- podle počtu kuželů
- podle počtu „dotykových kružnic“

a) Rozdělení kuželových projekcí podle polohy osy kuželu k ose glóbu.

Protože vždy usilujeme o to, aby se plášť kuželu co nejlépe přimyká k té části glóbu, kterou chceme touto projekcí znázornit, dáváme kuželu vzhledem ke glóbu různou polohu:

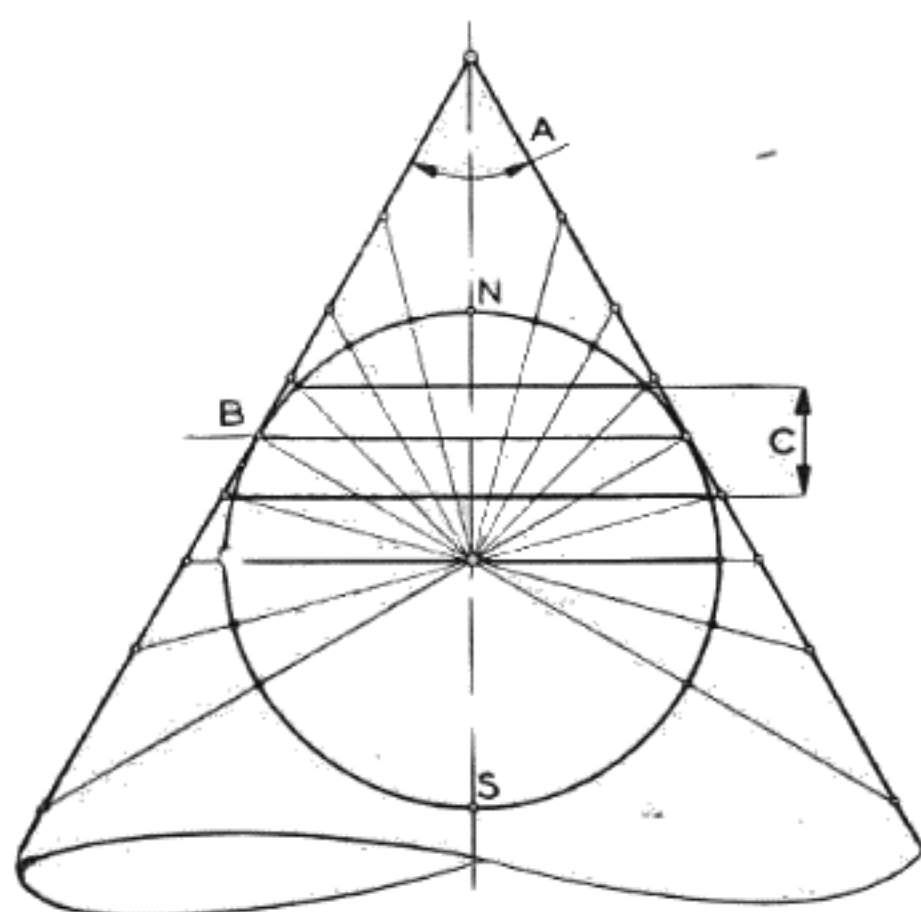
1. Kužel v normální poloze – osa kuželu totožná s osou glóbu

Tuto polohu kuželu volíme tehdy, máme-li kuželovou projekcí zobrazit území značně táhlé ve směru rovnoběžek. Zbývá jen zvolit kužel o takovém vrcholovém úhlu, aby se jeho plášť dotýkal glóbu

podle rovnoběžky, procházející středem zobrazovaného území. Viz obr. 21.

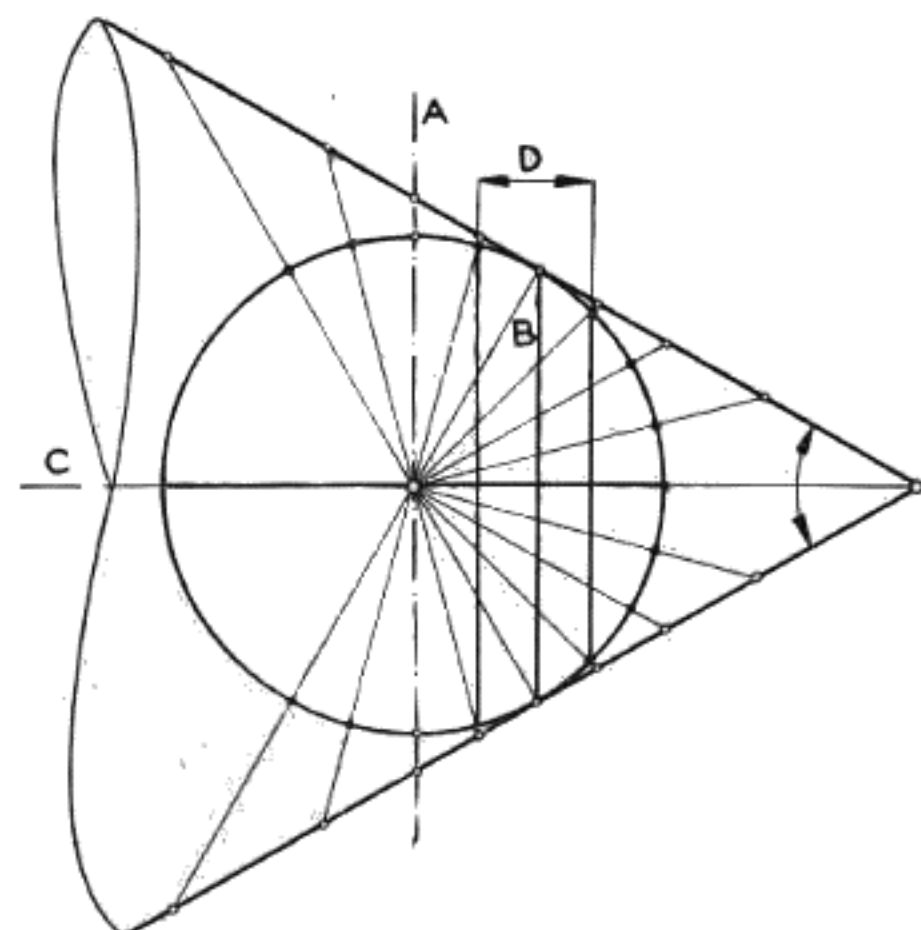
Povrch glóbu promítáme na kužel ze středu glóbu. Po rozvinutí pláště kuželu do roviny dostáváme mapu, na níž se poledníky jeví

jako svazek přímočarých paprsků, jejichž počátek leží ve vrcholu kuželu. Vrchol kuželu je u pravých kuželových projekcí současně obrazem příslušného pólu (jižního nebo severního). Rovnoběžky včetně rovníku se jeví jako části soustředných kružnic, opsaných kolem pólu. Celá rozvinutá mapa má tvar kruhové výseče. Rozstupy mezi rovnoběžkami se směrem od dotykové rovnoběžky k pólu a k rovníku zvětšují. Viz přílohu, obr. 12.



Obr. 21. Projekce na kužel v normální poloze

A – vrcholový úhel kužele; B – dotyková rovnoběžka; C – pásmo zanedbatelného zkreslení.



Obr. 22. Projekce na kužel v transverzální poloze

A – osa glóbu; B – dotyková „malá kružnice“, jejíž rovina je kolmá k rovině rovníku; C – osa kužele; D – pásmo zanedbatelného zkreslení.

2. Kužel v transverzální poloze – osa kuželu kolmá k ose glóbu

Tuto polohu kuželu volíme tehdy, máme-li kuželovou projekcí zobrazit území velmi táhlé podle „malé kružnice“ na glóbu, jejíž rovina je kolmá k rovině rovníku. Opět zbývá jen zvolit kužel o vhodném vrcholovém úhlu, aby se k zobrazovanému území co nejlépe přimykalo. Viz obr. 22.

3. Kužel v obecné poloze – osa kuželu svírá s osou glóbu libovolný (obecný) úhel

Tato projekce se volí tehdy, je-li třeba co nejvěrněji zobrazit území velmi táhlé

podle obecné „malé kružnice“ na povrchu glóbu. V tomto případě dáváme kuželu takovou polohu, aby osa kuželu byla kolmá k rovině této obecné „malé kružnice“ a aby přitom probíhala jejím středem. Vrcholový úhel kuželu musí být opět takový, aby se plášť kuželu přimykalo k obecné „malé kružnici“ na glóbu, procházející středem zobrazovaného území. Viz obr. 23.

Pěkným příkladem obecné polohy kuželu je Křovákova kuželová projekce ČSR, o které ještě bude zmínka. Křovákova kuželová projekce však není pravá, nýbrž nepravá, matematická.

b) Rozdělení kuželových projekcí podle počtu kuželů

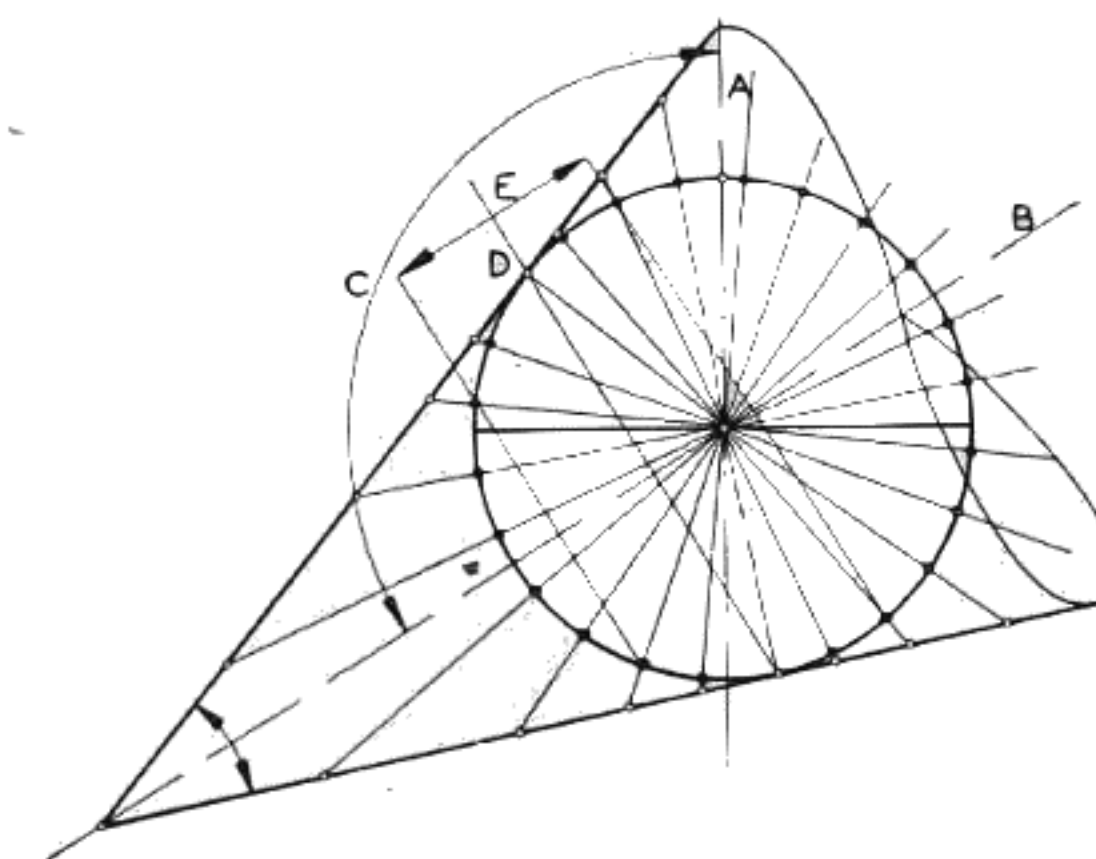
U kuželové projekce vzrůstá zkreslení se vzdalováním od dotykové kružnice. V jisté vzdálenosti od ní se již zkreslení nedá zanedbávat.

Chceme-li však na základě kuželové projekce poříditi mapy značně velkého území, přesahujícího pásmo přijatelného zkreslení při promítání na jediný kužel, vedeme tímto územím v pravidelných vzdálenostech několik samostatných dotykových kružnic. Roviny těchto kružnic jsou vzájemně rovnoběžné. Pásmo glóbu podél těchto dotykových kružnic pak zobrazujeme s přijatelnou přesností na samostatné kužely o různých vrcholových úhlech. Tímto způsobem můžeme kuželovou projekcí zobrazit s přijatelným zkreslením celý glóbus na jistý počet kuželů, který závisí na přípustné velikosti zkreslení. Podle toho pak dělíme kuželové mapy na

jednokuželové,

pořízené vzhledem k jednomu a témuž kuželu (jsou to kuželové projekce, se kterými jsme se právě seznámili v předcházejících odstavcích) a na

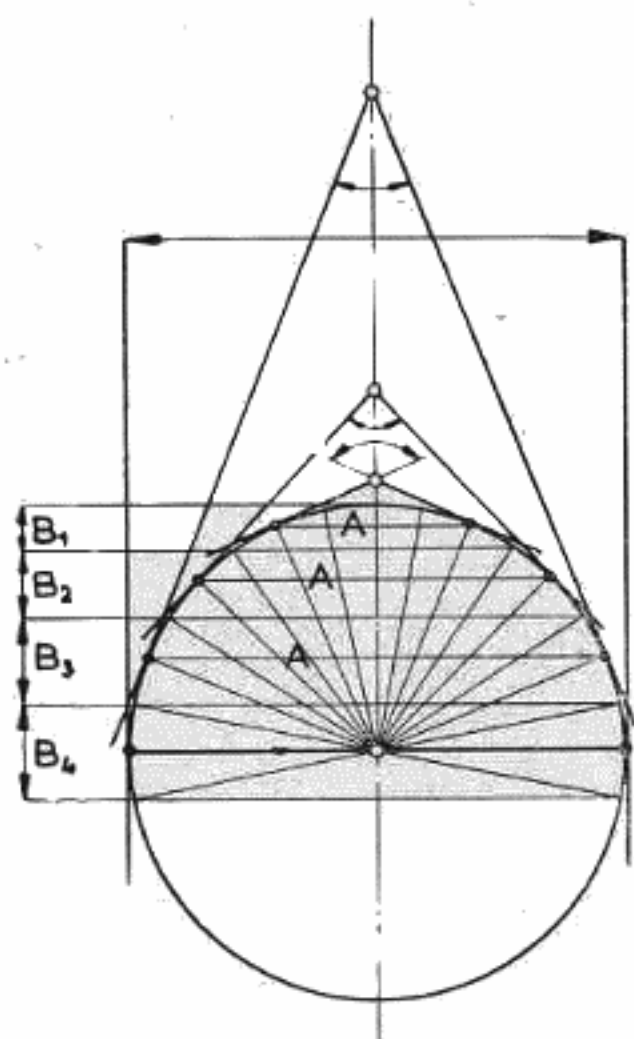
vícekuželové čili polykónické,



Obr. 23. Projekce na kužel v obecné poloze

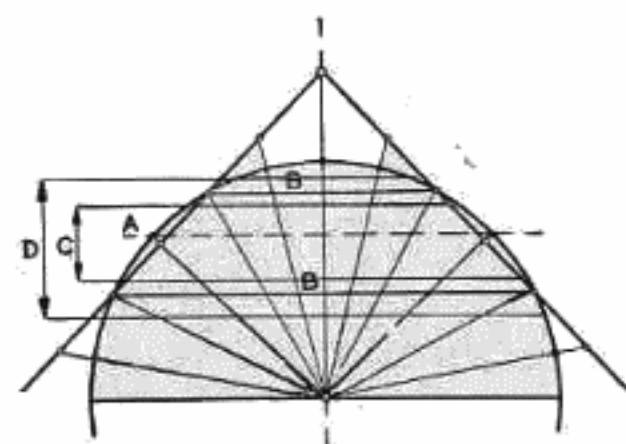
A – osa glóbu; B – osa kužele; C – úhel mezi osou glóbu a osou kužele; D – obecná „malá kružnice“ na glóbu, jejíž rovina je kolmá k rovině rovníku; E – pásmo zanedbatelného zkreslení.

pořizené vzhledem k většímu počtu kuželů o různých vrcholových úhlech (poly = mnoho, kónus = kužel). Při polykónických projekcích (viz obr. 24) bývají kužely většinou v normální poloze (jejich osy bývají totožné s osou glóbu), ale mohou být také v poloze transverzální nebo obecné.



Obr. 24. Polykónická projekce – kužele v normální poloze

A – dotyková kružnice jednotlivých kuželů; B – pásky, zobrazené na samostatných kuželech. (Poznámka: Na obrázku je vidět, jak kužele vlastně tvoří plynulý přechod od projekce na rovinu k projekci na válec).



Obr. 25. Kuželová projekce se dvěma dotykovými kružnicemi

A – původní dotyková kružnice, nyní střed zobrazovaného pásma; B – „dotykové kružnice“ (v tomto případě „dotykové rovnoběžky“); C – původní šířka pásma přijatelného zkrácení; D – nynější šířka pásma přijatelného zkrácení.

c) Rozdělení kuželových projekcí podle počtu dotykových kružnic

Abychom u kuželové projekce dosáhli byť i jen částečného rozšíření pásma přijatelného zkrácení, promítáme někdy povrch glóbu nikoli na kužel, který se ho jen dotýká, nýbrž na kužel, který jej seče. Takový kužel seče povrch glóbu ve dvou nestejně velkých kružnicích, kterým opět říkáme „dotykové kružnice“. Pásmo přijatelného zkrácení se tím přibližně zdvojnásobí – záleží na tom, jak vysoké jsou naše požadavky na věrnost mapy. Podle toho potom kuželové projekce dělíme na

1. kuželové projekce s jednou „dotykovou kružnicí“.
2. kuželové projekce se dvěma „dotykovými kružnicemi“. Viz obr. 25.

C. Projekce na válec čili projekce cylindrické

Z obrázku 24 je názorně vidět souvislý přechod od projekce na rovinu přes projekci na kužel k projekci na válec. Zatímco na rovinu zobrazujeme se zanedbatelným zkrácením jen území do poměrně malé vzdálenosti od zvoleného dotykového bodu, pomocí kuželu můžeme zobrazit povrch glóbu v kruhových pásmech mezi tímto bodem a velkou kružnicí, jejíž rovina je kolmá k osám kuželů.

Zobrazit věrně pás na glóbu podél této „velké kružnice“ a vůbec podle kterékoliv „velké kružnice“ můžeme jen pomocí projekce na válec. Projekci na rovinu si můžeme vůbec představovat jako projekci na kužel o nekonečně malé výšce, projekci na válec pak jako projekci na kužel o nekonečné výšce.

Věrnost projekce na válec zaniká právě tak, jako u projekce na kužel se vzdalováním od dotykové kružnice. A právě tak jako kužel, i válec může mít různé polohy. Podle polohy osy válce vůči ose glóbu dělíme válcové projekce na

- a) válcové projekce normální
- b) válcové projekce transverzální a na
- c) válcové projekce obecné

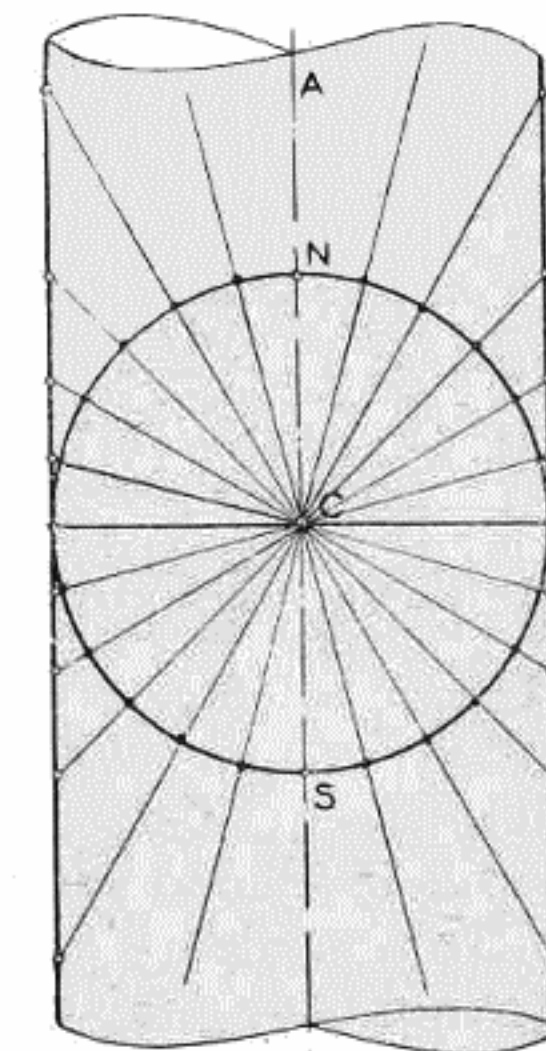
a) Válcové projekce normální

Při této poloze válce, kdy je jeho osa totožná s osou glóbu, můžeme povrch glóbu promítat na plášť válce dvěma způsoby, a to:

1. z bodového ohniska ve středu glóbu, viz obr. 26, anebo
2. paprsky kolmými k ose glóbu (válce), viz obr. 27.

1. Projekce na válec v normální poloze ze středu glóbu

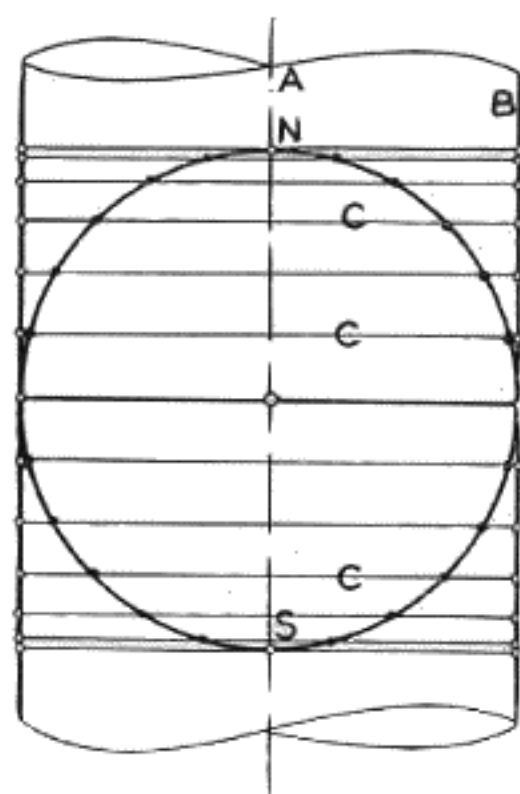
Po rozvinutí pláště válce do roviny zjistíme, že poledníky jsou rovnoběžné přímky, stejně daleko od sebe vzdálené, avšak nekonečně dlouhé, poněvadž oba póly se zobrazí až v nekonečno. Šířka rozvinutého pláště válce (šířka mapy celého glóbu) je totožná s délkou rozvinutého rovníku, který je na mapě přímkou, kolmou k poledníkům. Rozestupy mezi jednotlivými rovnoběžkami se směrem od rovníku k pólům zvětšují. Se vzdalováním od rovníku k pólům vzrůstá zkrácení mapy. Tím, že jsou poledníky na mapě rovnoběžné, zatímco se ve skutečnosti sbíhají, jsou všechna území na mapě na sever a na jih od rovníku velmi roztažena ve směru východ-západ, a to tím více, čím jsou blíže pólu. Poněvadž však jsou tato území úměrně roztažena i ve směru sever-



Obr. 26. Projekce na válec v normální poloze, ohnisko promítání je ve středu glóbu

A – osa válce, totožná s osou glóbu; B – plášť válce; C – střed glóbu a současně ohnisko promítání.

jih (rovnoběžky jsou na glóbu od sebe všude stejně daleko, na mapě se však vzdálenosti mezi nimi směrem k pólům zvětšují), zůstávají tvary na mapě vzhledem k tvarům ve skutečnosti přibližně zachovány, zato však velikosti ploch jsou proti glóbu neúměrně zkreslené, především v polárních oblastech. Oblasti kolem pólu ostatně již ani nelze touto projekcí prakticky znázornit. Viz přílohu, obr. 13.



Obr. 27. Projekce na válec v normální poloze paprsky kolnými k ose válce (Lambertova válcová plochojevná projekce)

A – osa válce a současně osa glóbu; B – plášť válce; C – paprsky (při pohledu kolném na osu glóbu se zdají být rovnoběžné, při pohledu shora – ve směru osy válce a glóbu – bylo by vidět, že se paprskovitě rozbíhají z osy, k níž jsou kolmé).

ovšem zaniká jakákoli úhlojevnost, tvarojevnost a dálkojevnost, zato však se dosahuje naprosté plochojevnosti, jež je takřka jediným kladem této projekce. Viz přílohu, obr. 12.

Tato projekce se nazývá též Lambertovou plochojevnou izocylindrickou projekcí. Pochází z konce osmnáctého století.

b) Válcová projekce transversální (příčná). Osa válce je kolmá k ose glóbu.

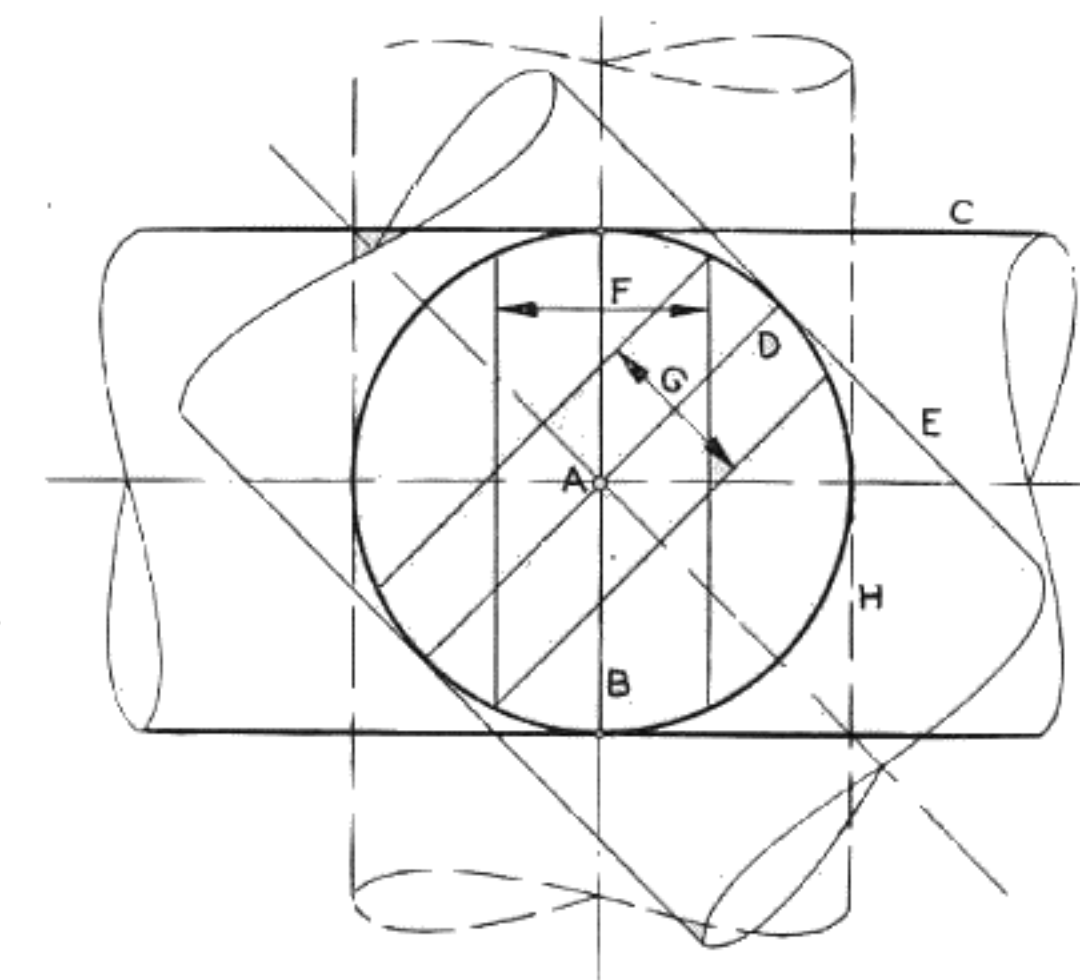
Při projekci na válec v normální poloze se zobrazí s přijatelným zkreslením pouze rovníkové krajiny. A přece lze, jak si ukážeme, válcovou projekcí zobrazit s přijatelným zkreslením povrch celého glóbu. Dosáhneme toho tak, že válcem pootočíme o 90° , takže jeho dotykovou kružnicí na glóbu již nebude rovník, nýbrž některý poledník. Budeme-li nyní promítat na plášť ležícího válce povrch

glóbu, zobrazíme s přijatelnou přesností pás na glóbu podél dotykového poledníku do vzdálenosti asi 3° zeměpisné délky na východ i na západ. Vzdálenější povrch glóbu by byl na plášti válce zobrazen poměrně již s větším zkreslením. Viz obr. 28.

Nyní válcem pootočíme v rovníkové rovině o 6° , takže se bude dotýkat opět jiného poledníku na glóbu. Na jeho plášť pak promítneme další část plochy glóbu, a to opět do vzdálenosti 3° na východ a na západ od nového dotykového poledníku.

Pootočíme-li ležícím válcem v rovníkové rovině celkem 30krát vždy o 6° , zobrazíme na 30 válcích s přijatelným zkreslením povrch celého glóbu, a to na 60 šestistupňových poledníkových pásů.

K přesné válcové projekci se pro její význam pro současné mapy ještě vrátíme.



Obr. 28. Válcová příčná (čili transversální) projekce – pohled ve směru osy glóbu (shora)

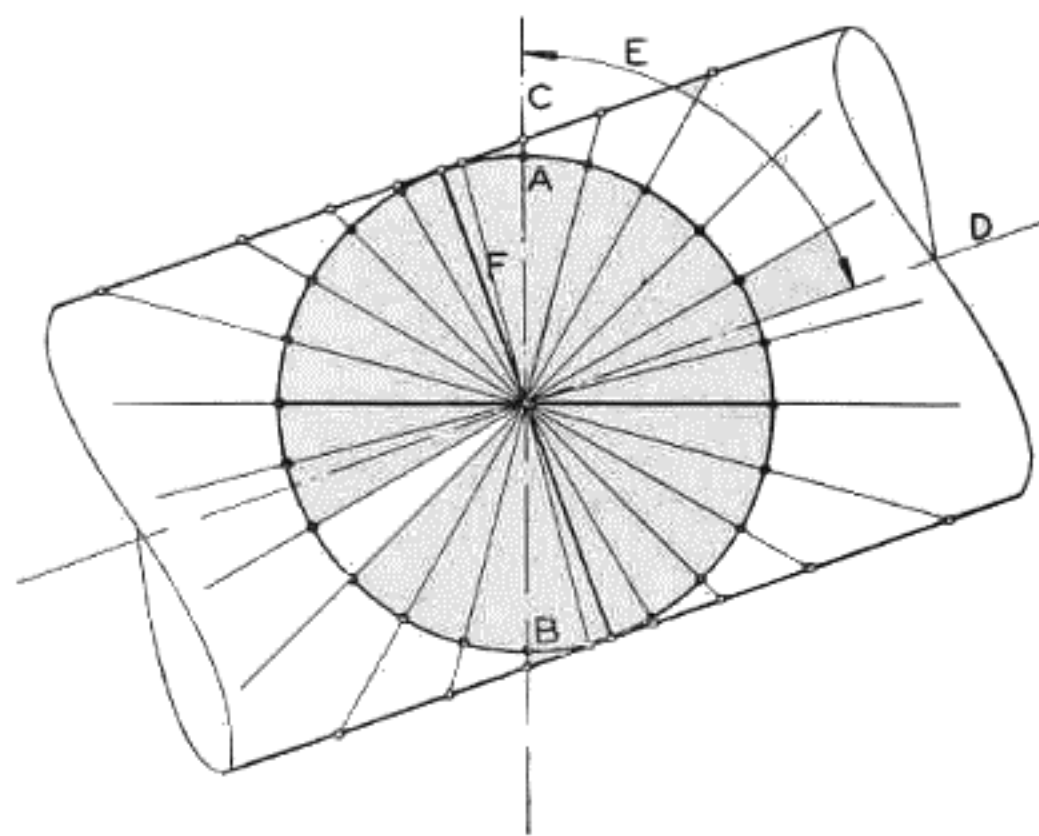
A – severní zeměpisný pól; B – dotykový poledník č. 1; C – plášť válce č. 1; D – dotykový poledník č. 2; E – plášť válce č. 2; F – pásmo přijatelné přesnosti projekce na válec č. 1; G – pásmo přijatelné přesnosti projekce na válec č. 2; H – další poloha válce.

c) Válcová projekce obecná – osa válce svírá s osou glóbu libovolný (obecný) úhel.

Této válcové projekce se používá, je-li třeba zobrazit s přijatelným zkreslením velmi táhlé území, rozprostírající se podle obecné velké kružnice. Tato velká kružnice, procházející přibližně středem zobrazovaného území, je pak dotykovou kružnicí válce v obecné poloze. Promítá se ze středu glóbu (obr. 29) anebo paprsky kolnými k ose válce, má-li se dosáhnout plochojevnosti.

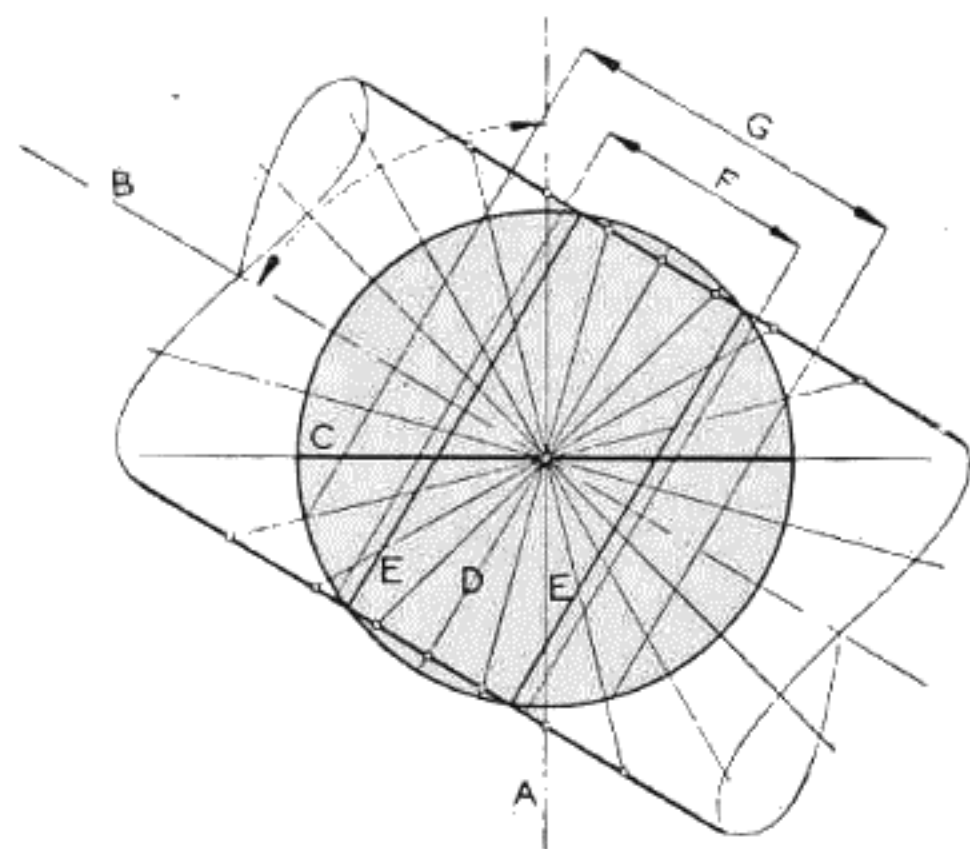
Podobně jako u kuželové projekce můžeme i u válcové projekce poněkud rozšířit pásmo přijatelného zkreslení. Místo válce, který by se dotýkal glóbu na „velké kružnici“, použijeme válec poněkud menšího průměru, který bude povrch glóbu protínat ve dvou stejně velikých „malých kružnicích“. Viz obr. 30.

Obecnou válcovou projekcí je např. Kanova projekce. Při ní se válec dotýká glóbu podle ortodromy, podle níž se má letět na dlouhou vzdálenost. Tato konstrukce byla poprvé zkonstruována r. 1929 pro přelet Atlantického oceánu.



Obr. 29. Projekce na válec v obecné poloze

A – severní zeměpisný pól; B – jižní zeměpisný pól; C – osa glóbu; D – osa válce; E – úhel mezi osou glóbu a osou válce; F – dotyková obecná „velká kružnice“.



Obr. 30. Obecná válcová projekce se dvěma dotykovými kružnicemi

A – osa glóbu; B – osa válce; C – rovník; D – původní dotyková obecná „velká kružnice“; E – nyní dvě dotykové obecné „malé kružnice“; F – původní pásmo přijatelného zkrácení; G – rozšířené pásmo přijatelného zkrácení.

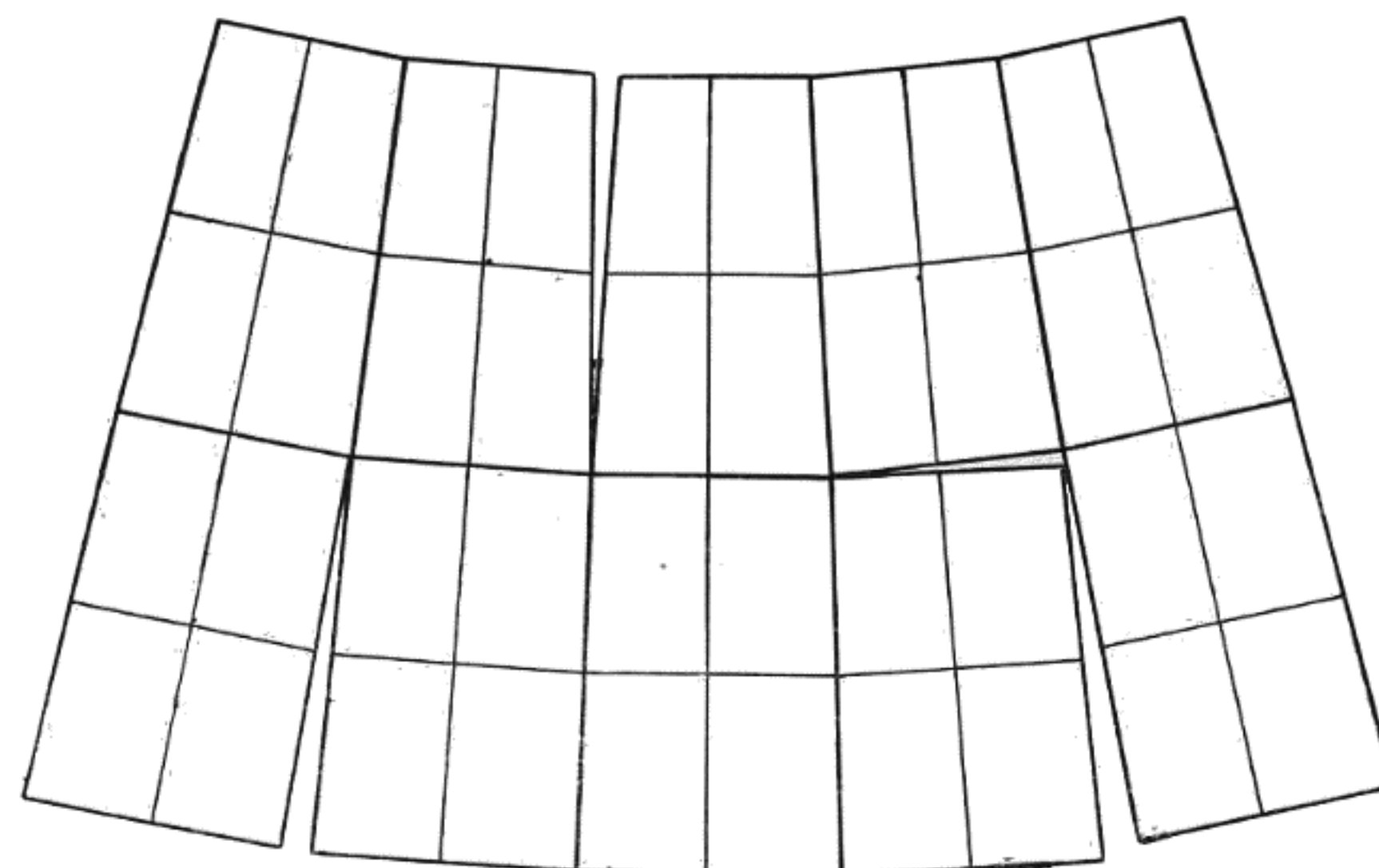
lepíme-li tyto mapy přece jen do roviny, například abychom získali velkou nástěnnou mapu, pak měření směrů a vzdáleností na takové mapě je značně nepřesné.

d) Projekce na mnohostěn čili projekce polyedrické.

Při polyedrické projekci se povrch glóbu rozdělí podle určitého systému na větší počet pravidelných dílů (sférických lichoběžníků). Každý z těchto dílů se pak promítá samostatně na rovinu, tečnou k středu dílu, a to buď projekcí azimutální gnómonickou nebo ortografickou, nebo i jinou (stereografickou, externí nebo „projekcí nepravou“, matematickou).

Dálkové a úhlové zkrácení na jednom listu takové mapy se dá zanedbat pro malou plošnou velikost zobrazovaného území.

Vzájemným spojením jednotlivých listů mapy polyedrické projekce bychom obdrželi pravidelný mnohostěn. Na rovině nejdou tyto mapy skládat beze zbytku, to je bez přebytků na jedné straně nebo bez mezer na druhé straně, což je jejich nevýhoda (viz obr. 31). Na-



Obr. 31. Nemožnost přesného složení map polyedrické projekce. Je vidět, že mapy se dají složit beze zbytku pouze v prostoru, kde nám vytvoří část polyedru (mnohostěnu), nikoli však na rovině

2.3.2. PROJEKCE NEPRAVÉ (MATEMATICKÉ)

Všechny dosud uvedené projekce by se skutečně daly sestavit promítáním průsvitného povrchu glóbu na příslušné geometrické útvary (roviny, kužel, válec, mnohostěn). Je však mnoho projekcí, jež by se tímto způsobem, skutečným promítáním, sestavit nedaly. Jsou to takzvané projekce nepravé, matematické. I jejich podkladem však často bývá rovina, kužel a válec.

Nepravé projekce na rovinu

a) Plochojevná azimutální projekce Lambertova

Je ji možné definovat jako plochu vrchlíku, rozvinutou do roviny tak, aby se plocha, omezená horizontální kružnicí na glóbu rovnala ploše kruhu, omezené obrazem totožné horizontální kružnice v mapě.

Nejvýznačnější vlastností této projekce je naprostá plochojevnost.

Její obraz v polární poloze je v příloze na obr. 11, v rovníkové poloze v příloze na obr. 14.

Autorem projekce je Lambert, který ji vypracoval koncem 18. století spolu s plochojevnou projekcí kuželovou a válcovou.

b) Dálkojevná azimutální projekce Postelova

Mapy této projekce jsou vlastně rozvinutými plochami vrchlíku do roviny, přičemž zůstává zachována délka poledníků. Tato projekce patří mezi takzvané vyrovnávací, neboť se snaží zmírnit plošné a úhlové deformace, přičemž zachovává všemi směry správnou sférickou vzdálenost od dotykového bodu. Její obraz v polární poloze je v příloze na obr. 15, v obecné poloze v příloze na obr. 16.

Tato projekce byla známá již v první polovině 16. století.

c) Vyrovnávací azimutální projekce Breussingerova

Nesplňuje ani podmínku dálkojevnosti, ani úhlojevnosti, ale podává harmonické zmírnění deformací všech druhů. Zobrazení je geometrickým průměrem mezi zobrazením stereografickým a plochojevným Lambertovým. Byla použita v mnoha atlasech, poprvé koncem minulého století.

Nepravé projekce na kužel

a) Ptolemaiovo kuželové zobrazení

Je to nejjednodušší zobrazení z kuželových zobrazovacích způsobů. Délkově si na mapě, vzniklé rozvinutím pláště kužele, a na glóbu odpovídají poledníky a dotyková rovnoběžka. Ptolemaiovo zobrazení není ani plochojevné ani úhlojevné, je však vyrovnávací a dálkojevné na dotykové rovnoběžce a na všech polednících. Vzniklo asi 150 let po začátku našeho letopočtu a používalo se ho nejvíce ve středověku a na počátku novověku. Používá se ho však i dnes pro nástěnné mapy států a mapy světadílů v atlasech. Viz přílohu, obr. 17.

b) Lambertovo kuželové plochojevné zobrazení

Jeho základním požadavkem je, aby se plocha kulového vrchlíku glóbu rovnala ploše příslušné kruhové výseče mapy (po rozvinutí pláště kuželu).

c) Lambert-Gaussovo kuželové zobrazení

Je úhlojevné, a to proto, že zkreslení ve směru poledníkovém je stejné jako ve směru rovnoběžkovém. Viz přílohu, obr. 18.

d) De L'Isleovo kuželové zobrazení

Je charakteristické tím, že rozstupy mezi soustřednými rovnoběžkami na mapě jsou stejné. Viz přílohu, obr. 20.

e) Albersovo kuželové zobrazení

Je rovněž plochojevné, má však délkově zachované dvě rovnoběžky. Rozstupy mezi rovnoběžkami se zmenšují od dálkojevných rovnoběžek směrem k oběma pólům. Viz přílohu, obr. 19.

f) Křovákovo kuželové zobrazení

Je obdobou Gauss-Lambertova zobrazení. Křovák je však konstruoval speciálně pro znázorňování území ČSR. Je rovněž úhlojevné. Základem je poměrně tupý kužel v obecné poloze, aby se co nejlépe přimykalo k poloze ČSR. Obrazy poledníků a rovnoběžek jsou křivkami vyšších řádů. Jelikož však jde o malé zobrazované

území, poledníky se podobají přímkám a rovnoběžky kruhovým obloukům. Křovákova stejnoúhlého zobrazení bylo použito pro jednotnou československou trigonometrickou síť a pro jiné kartografické účely.

Nepravé projekce na válec

a) Válcová projekce se čtvercovou sítí

Je to nejjednodušší druh válcového zobrazení. Tato mapa přesně zachycuje rovník glóbu a všechny poledníky. Délky rovnoběžek jsou směrem od rovníku k pólům značně zkreslené, neboť se svou délkou rovnají délce rovníku. Celý glóbus je znázorněn na mapě tvaru obdélníka, jehož délka se rovná délce rozvinutého rovníku a výška délce poledníků. Vzdálenost mezi poledníky je prakticky téměř právě taková, jako mezi rovnoběžkami. Tím tato mapa tvoří přechod (vyrovnává rozdíl) mezi normální válcovou projekcí a Lambertovou plochojevnou válcovou projekcí. Proto se válcové projekci se čtvercovou sítí říká „vyrovnávací“. Není sice ani plochojevná, ani úhlojevná, je však velmi vhodná pro přehledné nástěnné mapy celého světa. Pro jiné účely se jí dnes v kartografii nepoužívá. Větší význam měla ve středověku při velkých objevných cestách. Vznikla asi 100 let před naším letopočtem. Viz přílohu, obr. 21.

b) Úhlojevná válcová projekce Mercatorova

I u této projekce se válcový plášť dotýká glóbu na rovníku, takže délka rovníku na mapě souhlasí s délkou rovníku na glóbu. Poledníky se jeví jako rovnoběžné přímký, stejně od sebe vzdálené, rovnoběžky rovněž jako přímký, kolmé k poledníkům. Vzdálenosti mezi rovnoběžkami se směrem od rovníku k pólům zvětšují podobně jako u normální válcové projekce, ale na rozdíl od ní jsou upraveny tak, aby mapa byla úhlojevná.

Grafický způsob sestavení sítě rovnoběžek a poledníků Mercatorovy válcové projekce je patrný z obr. 32.

Obrazy obou pólů jsou v nekonečnu. To znamená, že poledníky jsou na této mapě nekonečně dlouhé a že oblasti kolem pólů nelze vůbec znázornit.

Vedle úhlojevnosti je nejvýznačnější vlastností této mapy zjev, že všechny loxodromy se na ní jeví jako přímký. Poněvadž dráhy letadel a lodí, udržujících směr podle kompasu, jsou loxodromami, je možné je na těchto mapách vynášet jako přímký. Proto mají mapy Mercatorovy projekce tak velký význam v letecké a námořní navigaci. Pro nástěnné mapy se příliš nehodí pro velké zkreslení velikosti ploch na sever a na jih od rovníku. Například ve skuteč-

nosti je Přední Indie asi 4krát větší než Grónsko, ale na Mercatorově mapě je Grónsko 4krát větší než Přední Indie.

Mapu zkonstruoval v polovině 16. století Gerhard Mercator. Viz přílohu, obr. 22 a 23.

c) Čtvercová válcová síť Cassini-Soldnerova

Je to v podstatě čtvercová válcová projekce, jakou již známe, jenže válec je tentokrát v transverzální poloze (jeho osa je kolmá k ose glóbu). Dotykovou kružnicí je místo rovníku libovolný poledník, který se zobrazí jako přímka v pravé velikosti.

d) Úhlojevná příčná válcová projekce Gauss-Krügerova

Je to vlastně Mercatorova válcová projekce v příčné (transverzální) poloze, obdoba válcové příčné projekce na straně 44, od které se však liší podobně jako Mercatorova projekce na válec v normální poloze od obvyklé válcové projekce. Dotykovou kružnicí je i v tomto případě libovolný poledník. Aby příliš nevzrostlo zkreslení, zobrazujeme touto projekcí území vždy jen do jisté vzdálenosti od dotykového poledníku. Pro

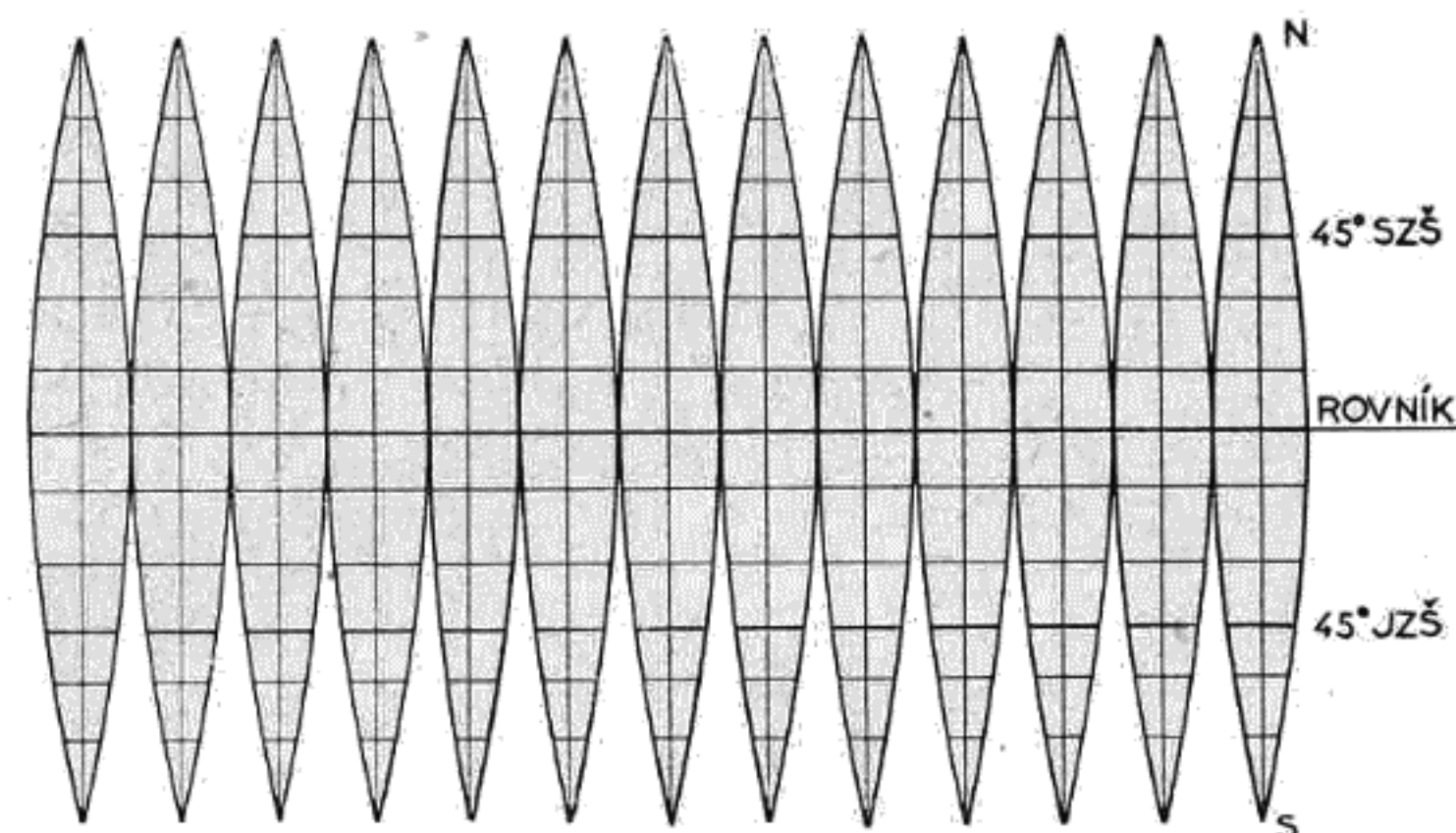
Obr. 32. Grafický způsob sestavení sítě poledníků a rovnoběžek Mercatorovy válcové projekce. Východiskem je síť rovnoběžných přímkových poledníků, jež jsou od sebe stejně vzdálené (tuto vzdálenost určíme na počátku konstrukce podle potřeby) a základní rovnoběžka (spodní)

vědecké účely jen do vzdálenosti $1^{\circ}30'$ zeměpisné délky na každou stranu od dotykového poledníku, pro ostatní účely do 3° zeměpisné délky na každou stranu. Tím dostáváme souvislý pás, prstenec, široký pro vědecké účely 3° , pro praktické účely 6° . Celý glóbus (zeměkoule) je tedy pro praktické účely zobrazen na 60 takových pásích. Aby se usnadnil přechod z map jednoho pásu na mapy sousedního pásu, překrývají se pásy o $\frac{1}{2}$ stupně (v ČSR o 36 min.) Viz obr. 33.

Každý poledníkový pás má své poznávací číslo, vztažené na základní greenwickský poledník. Střední poledník každého pásu je kolmý k rovníku.

Gauss-Krügerova zobrazení se pro jeho úhlojevnost a periodičnost v jednotlivých pásmech používá jako oficiálního zobrazení

téměř u všech evropských států. Rovněž svazarmovští letci se budou s mapami této nepravé (matematické) projekce stále častěji a častěji setkávat, jakmile bude docházet zásoba starších map. Proto se k mapám této projekce ještě vrátíme.



Obr. 33. Pásky válcové příčné Gauss-Krügerovy projekce. Na obrázku je jejich šířka pro názornost přehněna

Nepravé projekce konvencionální (dohodové)

U dohodových zobrazení se vůbec nepředpokládá geometrický způsob odvozování. Vztahy mezi souřadnicemi bodů na glóbu a na mapě jsou definovány čistě matematicky. Mnohá tato zobrazení byla matematicky odvozena z projekcí, jež jsme probrali.

a) Pseudoazimutální (parovinné) mapy

jsou odvozeny od map azimutálních (od projekcí na rovinu). Tak vznikla z Postelovy azimutální mapy mapa Aitowova, z Lambertovy azimutální mapy mapa Hammerova. Vlastností této mapy je plochojevnost, ale ne vůči glóbu Lambertovy mapy, nýbrž vůči glóbu o polovičním průměru.

Pro zevní podobu sítě, pokud jde o obraz celého glóbu nebo jeho poloviny, radí se k azimutálním mapám takzvané mapy glóbulární. Připomínají obvykle transverzální azimutální mapu. Je to například mapa Nicolasiho.

b) Pseudokónické (pakuželové) mapy

Z těchto map je známá například mapa Bonneova a mapa Staab-Wernerova.

c) Mapy pseudocylindrické (paválcové)

Z těchto map je známá například mapa Sansonova a mapa Mollweideova.

Kontrolní otázky:

1. Co je takzvaná topografická plocha a topografická situace?
2. Co je mapa a jak se sestavuje?

3. Co víte o zkreslení map? Jakého může být druhu?
4. Co požaduje letectví od map?
5. Jaké znáte projekce pravé (jen hlavní druhy) a jaké projekce nepravé (jen názvy nejdůležitějších)? V čem se liší pravé projekce od nepravých?
6. Jaké znáte pravé projekce na rovinu? (Logické roztrídění, principy, stručné charakteristiky).
7. Jaké znáte pravé projekce na kužel? (Logické roztrídění, principy, stručné charakteristiky).
8. Jaké znáte pravé projekce na válec? (Logické roztrídění, principy, stručné charakteristiky).
9. Co víte o projekci na mnohostěn?
10. Jaké znáte nepravé projekce? (Stačí znát Křovákovu kuželovou projekci, válcovou čtvercovou projekci, Mercatorovu projekci a válcovou příčnou Gauss-Krügerovu projekci). Co víte o těchto projekcích? (Principy a účel jejich konstrukce, stručné charakteristiky.)

2.4. OBSAH A POPIS NĚKTERÝCH MAP

2.4.1. MĚŘÍTKO MAPY

Definice měřítka mapy

Měřítko mapy udává poměr mezi danou vzdáleností na mapě a toutéž vzdáleností ve skutečnosti. Jinak řečeno udává, kolikrát je vzdálenost na mapě menší než stejná vzdálenost ve skutečnosti.

U map, jež nejsou dálkojevné, platí na každém místě jiné měřítko. Ale i u map dálkojevných čili ekvidistantních platí vyznačené měřítko bezvýhradně pouze na takzvaných ekvidistantních čarách, tj. na takových čarách, jejichž délka na mapě je totožná s délkou těchto čar na příslušném glóbu. Ve všech ostatních směrech se budeme při měření i na dálkojevných mapách dopouštět určité, prakticky většinou zanedbatelné chyby.

Způsoby vyjadřování měřítka na mapě

a) Poměrem

Je to nejčastěji používaný způsob vyjádření měřítka mapy. Například 1 : 200 000 (mapy generální), 1 : 75 000 (mapy speciální) ap.

b) Graficky

Na většině map bývá velikost měřítka vyjádřena též grafickým způsobem

c) Přirovnáním

Na některých mapách bývá použité měřítko vyjádřeno též přesným přirovnáním vzdálenosti v mapě k vzdálenosti ve skutečnosti, například: 1 cm = 5 km, nebo: 1 dm = 100 km.

d) Jiné způsoby vyjádření velikosti měřítka

Na mapách, jež nejsou dálkojevné, by nám v praxi příliš neposloužilo vyjádření měřítka jen poměrem anebo jednoduchým grafickým způsobem. Toto měřítko platí jen v určitém místě mapy, například u Mercatorovy projekce jen na určité rovnoběžce (která musí být u vyjádření měřítka vždy uvedena). Přitom se někdy stává, že rovnoběžka, na níž uvedené měřítko platí, třeba ani mapou neprobíhá. Proto je třeba na takových mapách vyjádřit měřítko způsobem, který by umožnil zjistit velikost zmenšení mapy proti skutečnosti na kterékoli její části.

Proto se například na Mercatorových mapách vyjadřuje měřítko graficky svisle po celé délce některých poledníků, probíhajících mapou (nebo po jejím svislém okraji). Pro přehlednost je celé délkové dělení poledníku rozděleno na úseky po 100 km. Nejspodnější stokilometrový úsek (dělený dále na desítky kilometrů a jednotlivé kilometry) je o něco kratší než severnější úsek. Nejsevernější stokilometrový úsek na poledníku je ze všech nejdelší. U takových map mluvíme o plynule rostoucím měřítku. Viz obr. 34.

Velikost měřítkového čísla

Větší číslo poměru, udávajícího měřítko mapy, nazýváme měřítkovým číslem.

Čím je měřítkové číslo větší, tím je mapa oproti skutečnosti více zmenšena, čím je měřítkové číslo menší, tím menší území mapa zobrazuje (při stejné velikosti mapy). Podle toho pak mluvíme o mapách středního, velkého nebo malého měřítka. O mapách malých území s nízkým měřítkovým číslem říkáme, že jsou velkého měřítka. Naopak o mapách velkých oblastí, světadílů apod. s vysokým měřítkovým číslem říkáme, že jsou malého měřítka. O mapách tvořících přechod říkáme, že jsou středního měřítka. Tedy velké měřítko znamená nízké měřítkové číslo a obráceně.

Poznámka: V souvislosti s velikostí měřítka bývají někdy mapy nesprávně děleny na geografické, topografické a plány. Takto se však mapy rozdělují z hlediska konstrukčního (podle průmětny mapy) a nikoli podle měřítka, jež je přitom vedlejší.

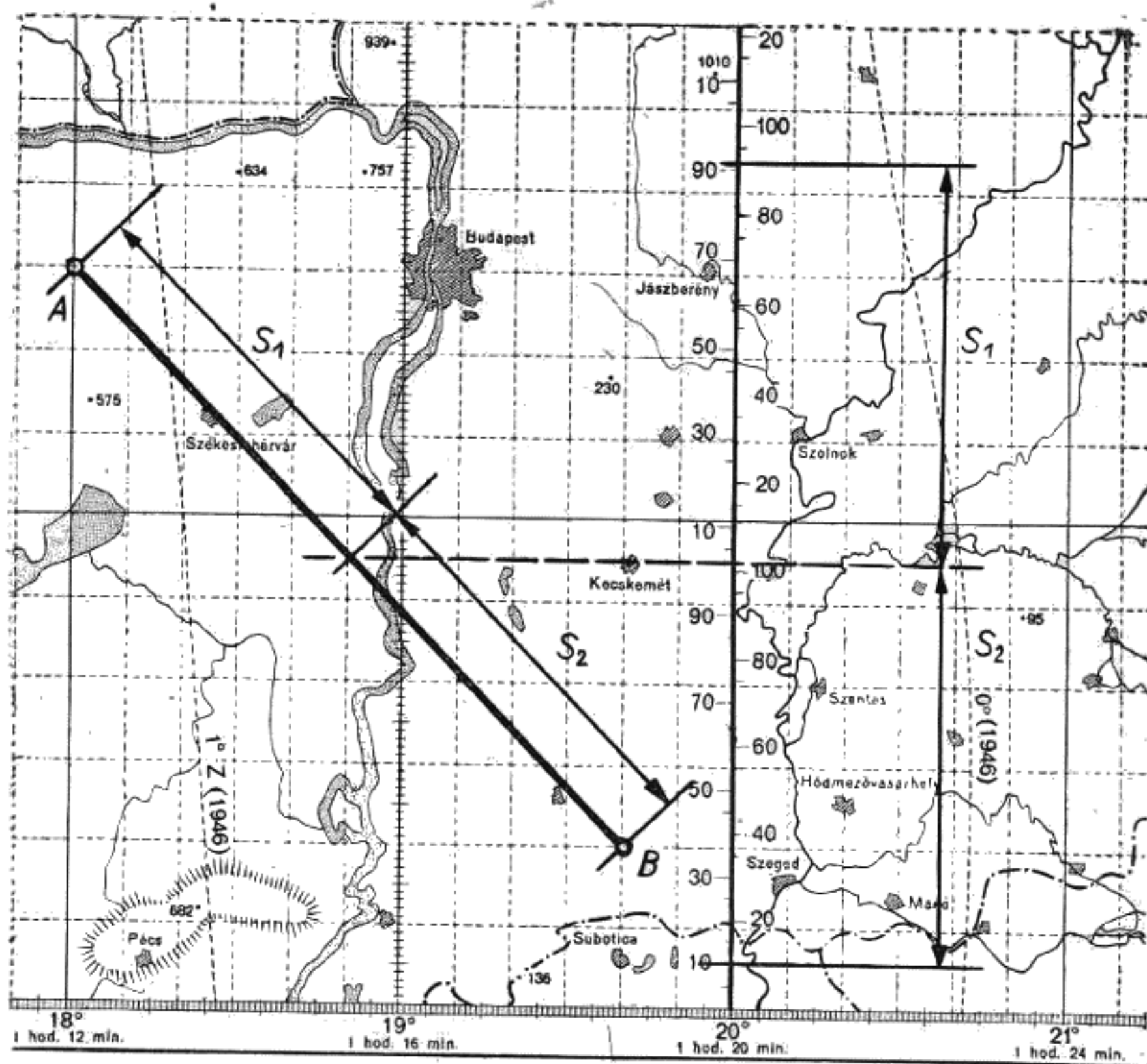
Měření vzdáleností na mapě

Při měření malých vzdáleností si přeneseme grafické znázornění měřítka, vytištěné na okraji mapy, na čistý rovný okraj papíru, který pak přiložíme k měřené vzdálenosti. Na měřítku si pak přečteme výslednou vzdálenost přímo v kilometrech.

Máme-li z mapy zjistit větší vzdálenost, změříme ji přesně v centimetrech a výsledek vynásobíme měřítkovým číslem, jež

udává, kolikrát je vzdálenost ve skutečnosti větší než na mapě. Výsledek pak dělíme 100 000, abychom údaj vzdálenosti v centimetrech převedli na kilometry.

Měříme-li na mapě často vzdálenosti, vypočteme si na základě měřítka (pokud to není přímo vytištěno na okraji mapy), jakou vzdálenost ve skutečnosti představuje jeden centimetr na mapě. Tuto vzdálenost pak násobíme na mapě naměřeným počtem centimetrů.



Obr. 34. Měření vzdálenosti na mapě Mercatorovy projekce

Na mapě Mercatorovy projekce měříme vzdálenosti takto (viz obr. 34): Máme změřit vzdálenost mezi body A a B. Oba body navzájem spojíme a spojnici rozpůlíme. Tímto bodem vedeme rovnoběžku s rovnoběžkami k nejbližšímu poledníku, na kterém je vytištěno grafické znázornění měřítka. Od průsečíku této rovnoběžky s poledníkem pak nanese půl měřené vzdálenosti směrem nahoru a půl vzdálenosti směrem dolů. Na měřítku odečteme příslušný počet

kilometrů, který je vzdáleností bodů A a B. Tak můžeme měřit na Mercatorově mapě vzdálenosti, aniž bychom přitom znali měřítko, skutečně platné pro příslušnou zeměpisnou šířku, vyjádřené poměrem.

Známe-li přesné zeměpisné souřadnice bodů, jejichž vzdálenost chceme vypočítat, je velmi výhodné vypočítat nejdříve jejich obloukovou vzdálenost, tuto převést na námořní míle ($1^\circ = 60$ námořních mil) a výsledek pak převést na kilometry. Dopustíme se přitom podstatně menší chyby, než když měříme vzdálenost na mapách, jež nejsou dálkojevné. Ve sportovním letectví záleží na maximální možné přesnosti při měření vzdáleností například při přípravě tratí pro rychlostní nebo dálkové rekordní lety nebo při vyhodnocování takových letů. Zájemci o tento způsob výpočtu vzdáleností jej najdou popsány v odborné literatuře.

2.4.2. ZNÁZORNĚNÍ TOPOGRAFICKÉ PLOCHY (TOPOPLOCHY) NA MAPĚ

Nejllepší představu o výškovém členění terénu bychom získali pomocí takzvané „plastické mapy“, jež by byla v měřítku právě tak výškově rozčleněna, jako terén. Pořizování takových map však je velmi pracné a tudíž nákladné a kromě toho takové mapy zaujmají příliš mnoho místa. Proto se jich používá jen jako školních a názorných pomůcek. U normálních map se musíme uchýlit k jiným způsobům znázornění výškové členitosti zemského povrchu. Poměrně nejjednodušší je

a) kótování

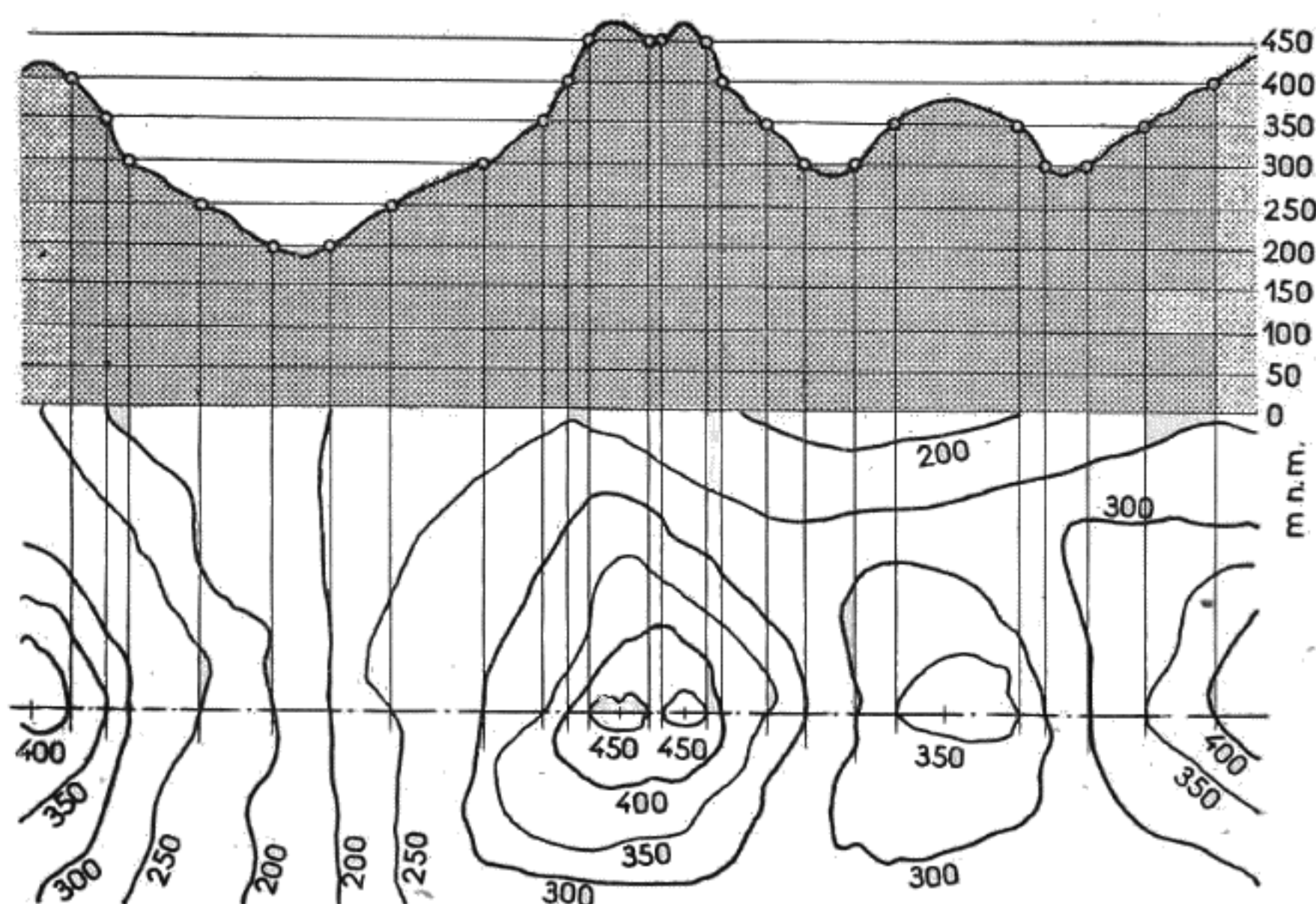
Nejdůležitější nejvyšší body v terénu označíme na mapě značkami (kótami). K nim přepíšeme čísla, udávající v metrech nebo jiných délkových jednotkách vertikální vzdálenosti těchto bodů od střední nulové hladiny moře (od povrchu geoidu). Vertikální vzdálenost bodů od pomyslné prodloužené hladiny moře nazýváme nadmořskou čili absolutní výškou. (Relativní výškou pak nazýváme výšku kopců, pohoří a skal nad okolním terénem).

Takový způsob vyznačování členitosti terénu na mapě sice upozorňuje na nejvyšší vrcholky nebo na nadmořskou výšku jiných důležitých míst (například letišť), nedává však – i kdyby bylo kót sebevíc – přehledný a ucelený obraz o výškové členitosti terénu. Proto používáme kromě kótování i jiných způsobů.

b) vrstevnice

Vrstevnice jsou křivky, jež na mapách spojují body o stejné nadmořské výšce. Vrstevnice tedy jdou směrem nulového spádu. Můžeme si snadno představit, že voda v terénu poteče vždy kolmo na směr vrstevnic.

Výškové rozstupy sousedních vrstevnic v mapě závisí na použitém měřítku a na celkovém rázu výškové členitosti zobrazovaného



Obr. 35. Příčný průřez terénu pomocí mapy s vrstevnicemi. Konstrukce je zřejmá z náčrtu

území. Na okraji map jsou výškové rozstupy vrstevnic vždy uvedeny. Mezi základní vrstevnice se často vkreslují takzvané pomocné vrstevnice.

Pomocí vrstevnic si můžeme z mapy vytvářet ucelené představy o výškové členitosti terénu. Zatímco ojedinělá kóta v mapě jen upozorňuje na nejvyšší bod v terénu, vrstevnice říkají, kde je například horský hřbet, kde sedlo, údolí apod. Proto mají vrstevnice na mapách značný význam i pro bezpečnost létání, zejména za létání při nízké oblačnosti a snížené dohlednosti.

Pomocí vrstevnic lze z mapy vykonstruovat i celkový profil terénu a zjistit úhel příčného sklonu terénu. Viz obr. 35.

c) šrafy

Šrafy, jinak též spádnice jsou krátké úsečky, jež na mapách vyznačují směr největšího spádu. Šrafy jsou vždy kolmé k vrstevnicím. Voda v terénu teče vždy směrem šraf.

Čím jsou šrafy kresleny hustěji a čím jsou silnější, tím více převládá barva šraf nad bílým podkladem mapy. Na tom je vybudován princip šrafování, takže pomocí šraf pak lze z mapy vyčíst i sklon terénu ve stupních. Podle Lehmana vyjadřují šrafy sklon terénu od 0° až do 45° . (Sklon nad 45° se vyskytuje málokdy a pokud se vyskytuje, jsou to většinou skály, jež se do map zakreslují jiným způsobem). Podle Lehmana je například při sklonu terénu 10° poměr 2 dílků černi (nebo hnědi) šraf k 7 dílkům bílé barvy podkladu mapy, při sklonu terénu 20° je poměr černé (nebo hnědé) barvy k bílé 4 : 5, při sklonu 35° 7 : 2, při sklonu 45° 9 : 0. To má značný význam například při rozhodování o schůdnosti nebo dokonce sjízdnosti terénu apod.

Pro letce mají šrafy význam tím, že vzbuzují plastickou představu o výškovém členění terénu – v tom je také jejich výhoda před pouhým kótováním. Nevýhodou však je, že ze šraf není možné vyčíst skutečnou nadmořskou výšku. Z hlediska letecké navigace je jejich nevýhodou i to, že narušují přehlednost mapy. Zelená barva, již se na navigačních mapách značí lesy, mísí se s barvou šraf. Tím se na mapě při zběžném pohledu velmi snižuje viditelnost obrysů lesů, velkých mýtin, ojedinělých lesů apod., jež je pro srovnávací orientaci důležitější než šrafy, zejména v místech, kde je nedostatek jiných orientačních bodů. Proto je výhodnější používat pro srovnávací orientaci mapy bez šraf.

d) barvy

Barvami lze rovněž velmi názorně vyjádřit výškové rozčlenění terénu. Nížiny se zpravidla znázorňují zelenou barvou, roviny bílou, pahorkatiny světlehnědou, kopce hnědou a hory sytěhnědou barvou. Tohoto způsobu se používá hodně u školních nástěnných map a u map v atlasech.

Barvy, označující nížiny, roviny, kopce a hory jsou na těchto mapách ohraničeny vrstevnicemi, jež se tím stávají velmi výraznými.

U leteckých map není možné používat sytých barev pro vyznačování členitosti terénu, poněvadž například zelen lesů by splývala se zelení nížin. Na těchto mapách se proto používá jemného odstupňování barevných odstínů, jež nezabraňuje snadnému čtení ostat-

ních údajů z mapy. Jednotlivé barevné odstíny jsou opět ohraničeny vrstevnicemi, jež se tím stávají rovněž velmi výraznými.

e) *těrkování, lavování*

Kreslení šraf do map je velmi pracné. Proto se někdy používá k vyznačení výškové členitosti terénu, tedy k vyznačování jeho sklonu, pokládání příslušných ploch v mapě světlejším nebo tmavším odstínem téže barvy (nejčastěji černé). Princip je stejný jako u šrafování – čím větší sklon terénu, tím tmavší odstín, čím menší sklon terénu, tím světlejší odstín. Tento způsob se však nesmí zaměňovat se stínováním. U těrkování nebo lavování závisí odstín šedé barvy jen na sklonu terénu, nemá nic společného s osvětlením.

f) *stínování*

Při jednom ze způsobů stínování se předpokládá, že světlo dopadá na mapu z levého horního rohu, a to pod úhlem 45° . Lidské oko je na osvětlení z této strany navyklé, takže při pohledu na takto stínovanou mapu máme dojem plastičnosti. Stačí však takovou mapu otočit o 180° a můžeme se snadno vmyslet do opačné představy (nížiny se stanou horami a hory nížinami).

Stínování map nebývá do důsledku věrné. Ač je to nepřirozené, stínují se některé partie map – v závislosti na konfiguraci terénu – jakoby světlo dopadalo z jiné strany, než bylo řečeno. To proto, že by všechny partie mapy nemusely při stejném způsobu osvětlení být stejně výrazně plastické. Při stínování map se proto někdy pracuje spíše malířsky a stejně subjektivně pak chápe plastičnost terénu i ten, kdo se do mapy dívá.

Na některých mapách se při stínování používá osvětlení od jihu, které lépe odpovídá přírodnímu osvětlení terénu.

Zobrazovací způsoby výškového členění terénu jsou i nadále ve vývoji. V poslední době se přitom hodně přihlíží i k psychologii uživatele mapy, aby jeho představy, vyvolané pohledem do mapy, co nejpřesněji odpovídaly skutečnosti.

2.4.3. ZNÁZORNĚNÍ TOPOGRAFICKÉ SITUACE (TOPOSITUACE) NA MAPĚ

Na mapách potřebujeme vyznačit nejen tvar topografické plochy a její vertikální vzdálenosti od myšlené nulové střední hladiny moře (od povrchu geoidu), nýbrž i vše, co je na této ploše. Jsou to

například města a vesnice, rybníky, řeky, potoky, komunikační prostředky všeho druhu, hrady a zámky, lesy, louky, vinice, močály, mosty, různé speciální stavby a objekty, státní a jiné hranice, průplavy, hráze apod. To se vyznačuje pomocí smluvených značek. Klíč smluvených značek se pro jednotlivé druhy map liší.

a) *Značky v měřítku*

Objekty větších rozměrů se do map zakreslují zmenšené přesně v měřítku mapy. Jsou to například lesy, rybníky, písečné pouště, velké řeky, velká města apod.

b) *Značky „nad míru“*

Mnoho objektů v terénu však nelze zakreslit do mapy v měřítku. Například silnice, široká ve skutečnosti 10 m nebo železniční násep s kolejemi by musel být na mapě znázorněn tak jemnou vlasovou čarou, že by vůbec nebyla patrná. Stejně by nebyly patrné přesně v měřítku kreslené význačné ojedinělé stavby, jako hrady a zámky, továrny, kostely apod. V mapách by zanikla i většina menších řek.

Všechny tyto objekty se tedy do mapy nekreslí v měřítku mapy, nýbrž značně zvětšené. Někdy se zakreslují podle svého skutečného tvaru, jindy se znázorňují značkami podle klíče smluvených značek, vytištěného zpravidla na okraji mapy. Například sídliště všech velikostí (velkoměsta, města i vesnice) bývají někdy zakreslována podle svého půdorysného tvaru, jindy jen schematickým větším či menším kolečkem.

c) *Terén, zakreslený „pod míru“*

Oč jsou uvedené značky zakresleny „nad míru“, o to je sousední terén zakreslen „pod míru“. Například u serpentiny silnice je ve skutečnosti terén mezi rovnoběžnými částmi silnice desetkrát širší než silnice, na mapě však je v takovém místě široký jako silnice. Nebo je na mapě silnice a souběžně s ní hned vedle železnice. Ve skutečnosti však je vzdálenost mezi nimi třeba i kilometr, ač mezera mezi nimi byla na mapě jen tak široká, jako samotná silnice.

Objekty topografické situace, o které máme při srovnávací orientaci zájem, popíšeme si až v příslušné kapitole. Se značkami jednotlivých objektů se tu neseznamujeme, poněvadž jsou u různých

ných map různé, poněvadž nás pro leteckou navigaci zajímá jen malý počet značek a poněvadž klíč smluvených značek bývá k mapám zpravidla připojen.

2.4.4. MĚŘENÍ ÚHLŮ NA MAPÁCH RŮZNÝCH PROJEKCI

V navigaci měříme na mapách nejčastěji úhel, který svírá směr plánované nebo letěné trati se směrem zeměpisného severu, to je s poledníkem. Tomuto úhlu říkáme zeměpisný traťový úhel a značíme jej $T\dot{U}z$. Ve starších příručkách se mu říká plánovaná trať a má značku Tp , nebo trať letěná, která má značku Tl .

Právě tak často měříme v letecké navigaci úhel, který svírá podélná osa letadla se směrem zeměpisného severu (s poledníkem). Tomuto úhlu říkáme zeměpisný kurs. V žádném případě si však nesmíme plést nebo ztotožňovat pojmy „trať“ a „kurs“.

Někdy na mapě měříme nebo vynášíme i jiné úhly, například úhly takzvaných směrníků. U radiosměrníku je to úhel mezi směrem zeměpisného severu (poledníkem) a směrem od pozemní rádiové zaměřovací stanice k letadlu.

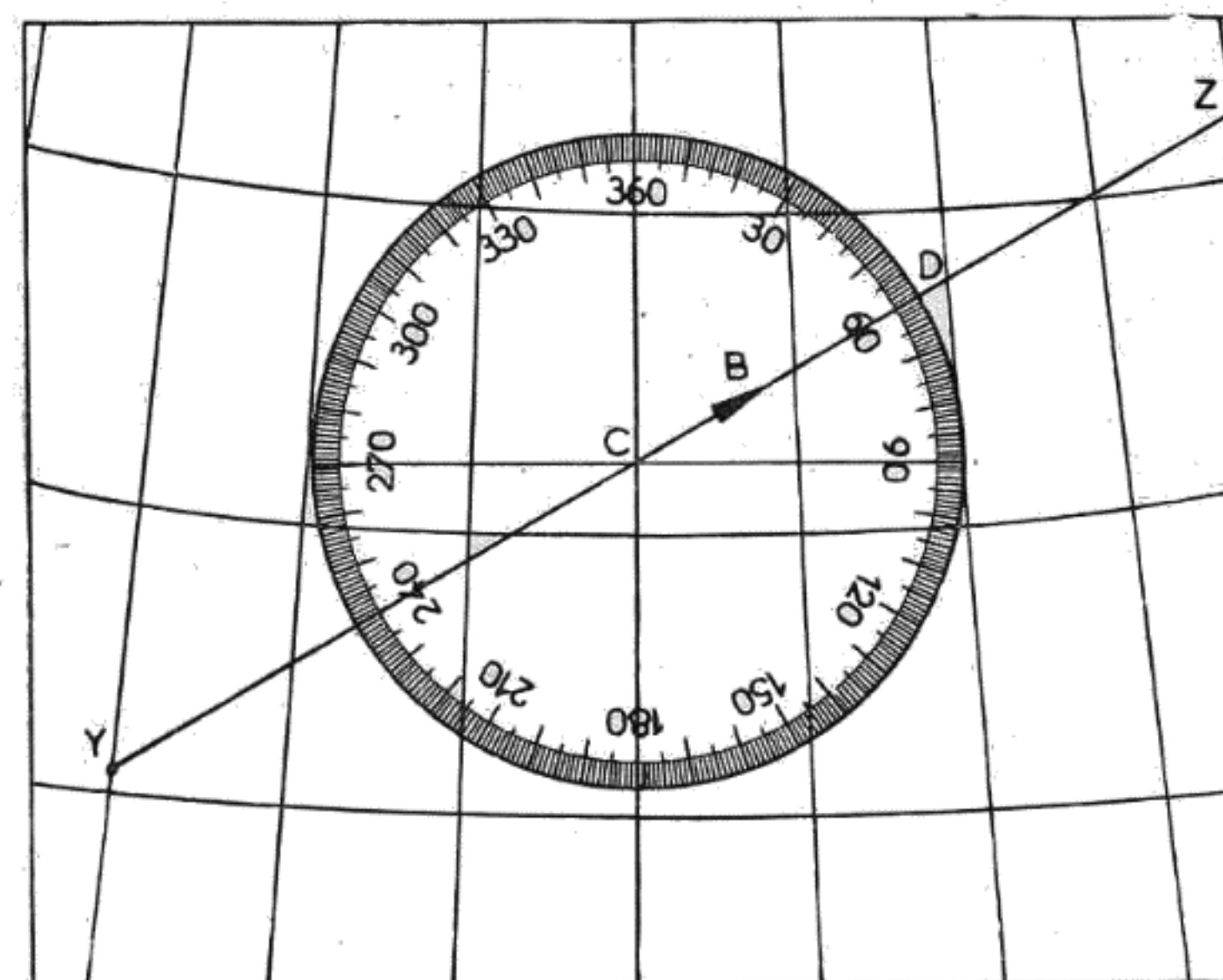
Všechny tyto úhly a směry měříme na mapách vždy od poledníku (zeměpisného severu) ve směru hodinových ručiček, tedy doprava.

Světové strany označujeme v navigaci začátečními písmeny názvů. Podle českého názvosloví se označuje sever písmenem S, východ V, jih J a západ Z. V letectví a v literatuře se však mnohem častěji používá jako zkratky začátečních písmen cizích názvů pro světové strany, a to N pro sever (Nord), E pro východ (East, někdy též O – Ost), S pro jih (South) a W pro západ (West).

V letecké navigaci ovšem nevystačíme s udáváním směrů podle hlavních a vedlejších světových stran, to by bylo příliš málo přesné a výstižné. Mnohem přesnější je měření a udávání úhlů a směrů ve stupních. Jestliže všechny hlavní světové strany rozdělíme od severu na stupně, pak sever – N – vyjádřený ve stupních bude 000 nebo též 360, východ E bude 090, jih S bude 180, západ W bude 270. Severovýchod NE bude 045, jihovýchod SE bude 135, jihozápad SW bude 225, severozápad NW bude 315. Značku „°“, vyjadřující, že jde o stupně, k číselnému údaji velikosti úhlu zpravidla nepřipisujeme, číselný údaj velikosti úhlu však musí být vždy trojmístný. Tedy vždy například 045, nikoli jen 45, vždy 015, 009, 068, nikoli jen 15, 9, 68.

Pomocí průhledného celuloidového kruhového úhloměru měříme

směr na mapě takto: střed úhloměru přiložíme na průsečík poledníku s přímkou, udávající na mapě příslušný směr, a pootočíme úhloměrem kolem jeho středu tak, aby směr 000 (nebo 360) na jeho obvodu směřoval k zeměpisnému severu (aby ležel na poledníku, procházejícím středem úhloměru). Příslušný úhel pak čteme na



Obr. 36. Měření směru (úhlu) na mapě úhloměrem

A – směr zeměpisného severu (poledník, procházející středem úhloměru); B – přímka, udávající pomocí šipky na mapě směr (směr plánované nebo letěné trati, směr podélné osy letadla, směr rádiového zaměření letadla apod.); C – průsečík poledníku s přímkou, udávající na mapě směr, a současně střed úhloměru; D – čtení směru (úhlu) na obvodu úhloměru.

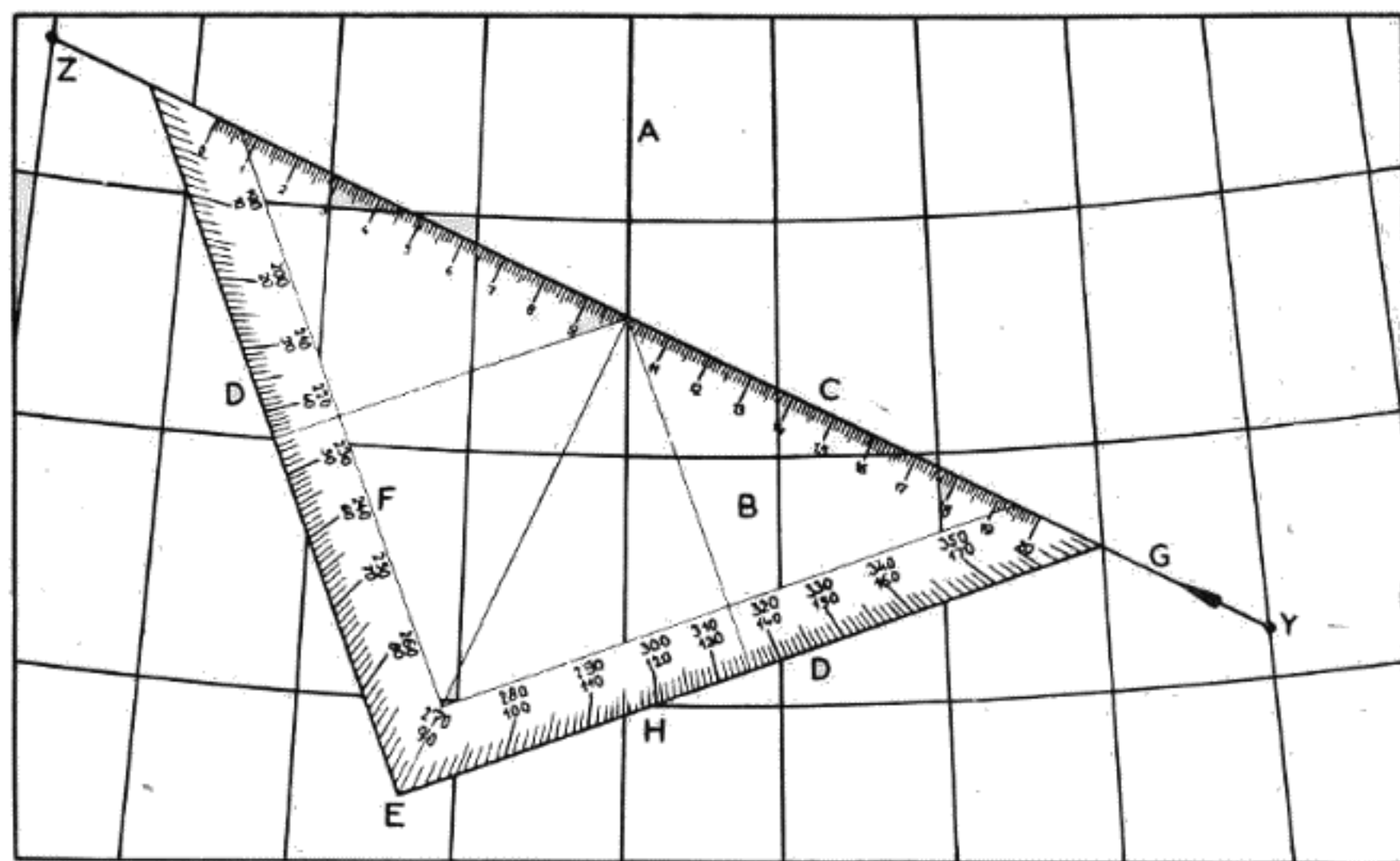
obvodu úhloměru tam, kde obvod úhloměru protíná ve směru šipky přímka, udávající na mapě příslušný směr. Viz obr. 36.

Pomocí navigačního kursového trojúhelníka měříme směry na mapách takto:

Trojúhelník přiložíme k přímce, udávající na mapě směr tak, aby se jí dotýkal svou nejdelší stranou (přeponou) a aby přitom směřoval svým pravým úhlem přibližně k jižnímu konci mapy (aby byl trojúhelník k přímce přiložen směrem od jižního konce mapy, nikoli od severního). Pak trojúhelník po přímce posuneme tak daleko – aniž bychom jím pootáčeli – až některý poledník bude přesně půlit jeho přeponu (nejdelší stranu). Příslušný směr pak čteme na obvodu trojúhelníka v místě, kde jeho obvod (jedna

z jeho dvou odvěsen čili kratších stran) protíná jižní konec poledníku, procházející středem jeho přepony. Viz obr. 37.

Každému úhlu však na trojúhelníku odpovídají dvě čísla, větší a menší, mezi nimiž je vždy rozdíl 180. Čísla od 0 do 180 jsou tištěna černě, od 180 do 360 červeně; proto musíme nejdříve odhadem určit správný směr a pak jej upřesnit podle černého nebo červeného



Obr. 37. Měření směru (úhlu) na mapě kursovým trojúhelníkem

A – směr zeměpisného severu (poledník, procházející středem přepony trojúhelníka); B – navigační kursový trojúhelník; C – přepona trojúhelníka; D – odvěsny trojúhelníka; E – pravý úhel trojúhelníka musí při měření směru směřovat vždy přibližně k jižnímu konci mapy; F – úhlová stupnice na obvodu trojúhelníka; G – přímka na mapě, udávající pomocí šipky směr (trojúhelník se jí musí při měření směru vždy dotýkat přeponou); H – čtení úhlu na trojúhelníku na jedné z odvěsen, jíž prochází jižní konec poledníku, půlicího přeponu.

čísla, čteného na trojúhelníku. Budeme-li například na mapě vidět, že plánovaná trať směřuje přibližně na severozápad, budeme vědět, že správné číslo je červené – 308 – a nikoli černé, o 180 menší – 128. Směřuje-li plánovaná trať přibližně na východ, budeme automaticky číst menší, černé číslo 093 a nikoli o 180 větší červené číslo 273.

Při měření úhlů na mapách si musíme bezpodmínečně pamatovat toto:

Měříme-li úhel na mapě s rovnoběžnými přímkovými poledníky, nezáleží na tom, vůči kterému z nich úhel (směr) měříme, poněvadž přímka, udávající na mapě směr, je všechny protíná pod stejným úhlem.

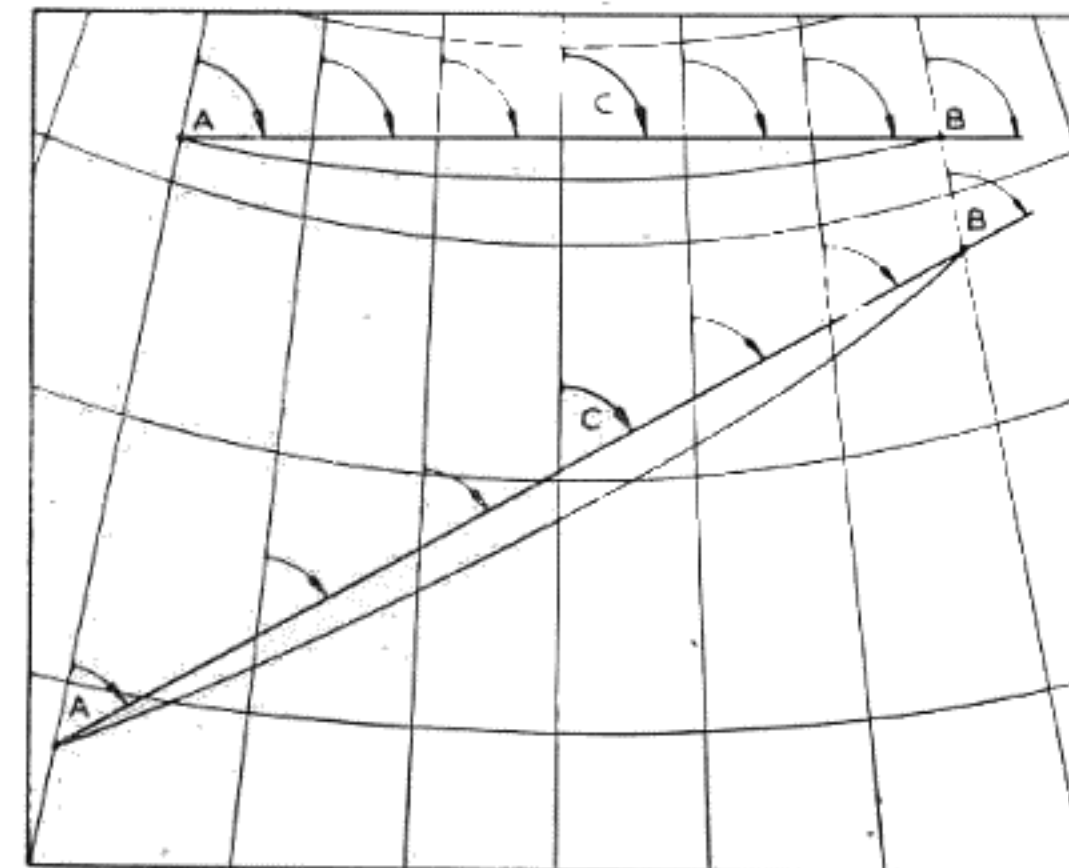
Měříme-li však úhel (směr) na mapě se sbíhajícími se poledníky,

musíme jej měřit vždy a bezpodmínečně vůči tomu poledníku, který přibližně půlí plánovanou trať (nebo vzdálenost mezi pozemní radiovou stanicí a letadlem apod.) To proto, poněvadž přímka, udávající na mapě směr, protíná na mapách se sbíhajícími se poledníky každý poledník pod jiným úhlem, takže bychom se dopustili chyby, kdybychom úhel (směr) měřili na příklad vůči poledníku, procházejícímu počátečním bodem plánované trati nebo vůči poledníku, procházejícímu koncovým bodem plánované trati. Viz obr. 38.

Z toho, co jsme již probrali v předcházejících kapitolách poznáváme, že přímá spojnice bodů A–B na obr. 38 je ortodromickou spojnici, kdežto oblouková spojnice, odchýlená k rovníku, je delší, loxodromickou spojnici, zachovávající vůči všem poledníkům stále stejný úhel. Poznáváme, že při měření traťového úhlu na ma-

pě měříme vždy úhel delší, loxodromické spojnice, po které ve skutečnosti také vždy poletíme, budeme-li za letu stále dodržovat tentýž kurs. Budeme-li se za letu na dlouhou vzdálenost srovnávat podle mapy, na které se jeví nejkratší, to je ortodromická spojnice jako přímka (to je podle mapy gnómonické projekce), budeme se zpočátku odchýlovat od přímkové spojnice dvou bodů na mapě mírně k jihu a po prolétnutí poloviny vzdálenosti se k ní opět budeme zvolna vracet. Ve sportovním letectví není tato odchylka příliš veliká, takže ji zanedbáváme. U dálkových letů nebo při letech v polárních oblastech, kde jsou konverzní úhly i při poměrně malých vzdálenostech značné, je let po loxodromické spojnici podstatně delší než po ortodromické. V takových případech se rozděluje ortodromická, nejkratší spojnice na řadu úseků, z nichž každý se pak letí zpravidla loxodromickým způsobem.

Příklad: Vypočtete pomocí abaku na str. 22 (nebo pomocí vzorce na stra-

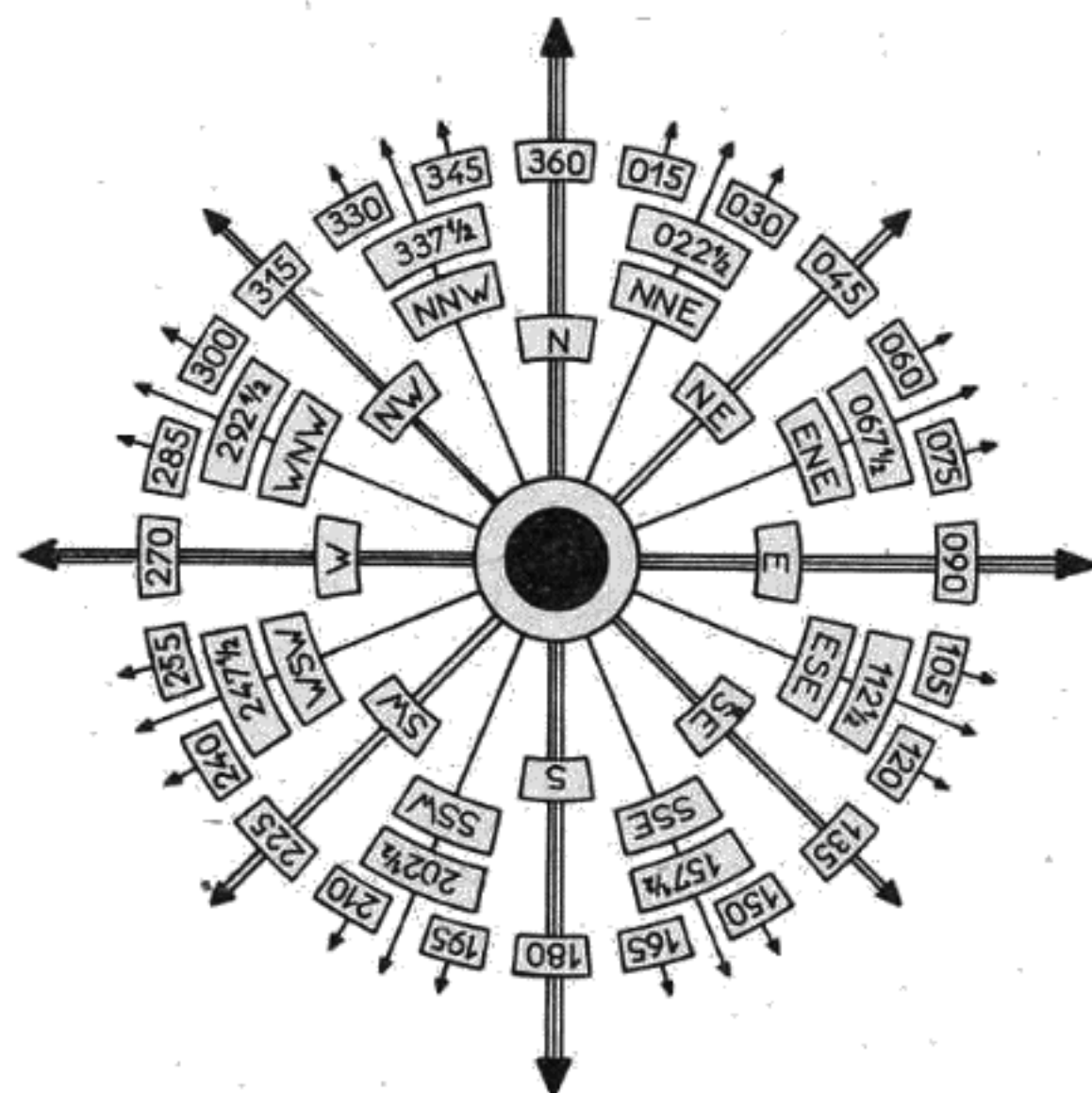


Obr. 38. Měření směru (úhlu) na mapě se sbíhajícími se poledníky. V takovém případě měříme vždy vůči poledníku, půlicímu příslušnou vzdálenost

A – úhel vůči poledníku, procházejícímu počátečním bodem;
B – úhel vůči poledníku, procházejícímu koncovým bodem;
C – správný úhel, měřený vůči poledníku, půlicímu příslušnou vzdálenost (je to vlastně průměrný úhel)

ně 23), na jakou vzdálenost musíme letět, aby byl úhel mezi ortodromickou a loxodromickou spojnici (to je konverzní úhel) větší než 5° ! (Příklad můžete řešit zkusmo: Určete si na mapě souřadnicemi dva body a vypočítejte konverzní úhel. Bude-li malý, zvětšete na mapě vzdálenost mezi oběma body. Bude-li veliký, zmenšete ji. Až bude konverzní úhel přibližně 5° , změřte v kilometrech vzdálenost mezi oběma body.) Příklad řešte jak pro území naší zeměpisné šířky, tak pro území v polárních krajinách. Zjistíte podstatný rozdíl ve vzdálenostech bodů.

V letecké navigaci je velmi důležité, abychom dovedli úhly a směry na mapách nejen přesně měřit, ale také přesně odhadovat.



Obr. 39. Převod hlavních a vedlejších světových stran na stupně

Každý letec musí bezpodmínečně umět pouhým pohledem určit velikost úhlu mezi dvěma přímkami. Přípustná odchylka je při tom $\pm 5^\circ$. Je to potřebné například v případě, kdy jsme za letu nuceni (nejčastěji pro počasí) odchytil se od plánované trati, zakreslené v mapě, nebo odbočit od plánované trati směrem k záložnímu (diverznímu) letišti za účelem přistání. V takových případech si musíme umět jednak na mapě přesně představit směr, kterým ve skutečnosti letíme podle kompasu, anebo opačně určit pouhým pohledem do mapy směr, který musíme držet na kompasu, abychom doletěli do cíle.

Na přesném odhadování směrů a úhlů není nic zázračného, každý se tomu snadno naučí. Hlavní směry (světové strany) dovede v mapě přesně odhadnout každý, rovněž tak vedlejší světové

strany. Pouhým pohledem na mapu také můžeme poměrně značně přesně rozdělit pravé úhly mezi hlavními světovými stranami na stejné třetiny, čímž dostáváme směry 030, 060, 120, 150, 210, 240, 300 a 330. Máme-li nyní určit na mapě například směr na nejbližší letiště, pozorujeme úhel mezi myšlenou spojnici naší polohy s tímto letištem a poledníky a zjišťujeme, kterému z předcházejících hlavních a vedlejších směrů se nejvíce podobá. Pak odhadneme úhlovou velikost jeho odchylky od takového hlavního nebo vedlejšího směru. K tomu je ovšem zapotřebí, aby každý letec znal zpaměti úhly hlavních a vedlejších směrů ve stupních a aby si je dovedl kdykoli živě představit. Jsou to úhly 000, 030, 045, 060, 090, 120, 135, 150, 180, 210, 225, 240, 270, 300, 315, 330, 360.

2.4.5. POPIS MAP V ČSR A V LETECKÉ NAVIGACI NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH

a) *Mapy speciální*

Měřítko: 1 : 75 000

Druh projekce: polyedrická (mnohostěnná) projekce Sanson-Flamsteedova.

Velikost zobrazovaného území: 30 minut zeměpisné délky, 15 minut zeměpisné šířky, 1/8 území, zobrazeného na jedné generální mapě.

Označení mapy: arabskými čísly a názvy největších nebo nejdůležitějších sídlišť.

Obsah map: speciální mapy jsou velmi podrobné. Pomocí klíče smluvených značek jsou v nich vyznačeny i takové detaily, které nás z hlediska letecké navigace a srovnávací orientace vůbec nezajímají, jako brody, lávky, pěšiny, osamělá stavení, osamělé orientační stromy, boží muka, polní a lesní cesty apod. Výškové rozvrstvení terénu je znázorněné kótami, šrafami a vrstevnicemi. Jen výjimečně je na některých listech těchto map šrafování nahrazeno stínováním. Lesy jsou znázorněny zelenou barvou.

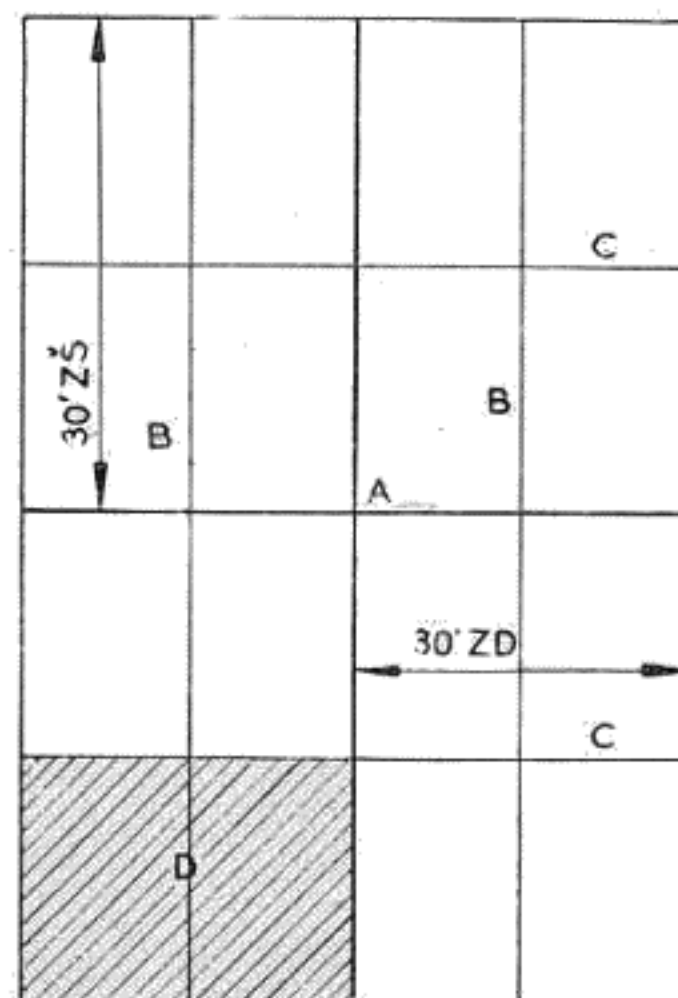
Použití v letectví: Pro srovnávací orientaci při mimoletištních letech a přeletech jsou tyto mapy pro příliš velké měřítko naprosto nevhodné. V letectví se jich používá pouze pro zvláštní účely, například

1. při leteckém snímkování, při podrobném vizuálním leteckém průzkumu, při geologickém leteckém průzkumu, při požárním a jiném leteckém hlídkování

2. při leteckochemických pracích v terénu (leteckém poprašování a postřikování polí a lesů)

3. při shazování zpráv, zásob a výsadků parašutistů na přesně určených, málo význačných místech v terénu, při sbírání zpráv ze země za letu pomocí jednoduchých zařízení apod.

4. pro naprosto přesné časové a prostorové navádění letadel nad málo význačné body v terénu.



Obr. 40. Území, zobrazované jednou generální mapou

A – průsečík středového poledníku se středovou rovnoběžkou; B – vedlejší poledníky po 15 minutách; C – vedlejší rovnoběžky po 15 minutách; D – území, zobrazované jednou speciální mapou

slušná generální mapa zobrazuje.

Přehled kladu jednotlivých listů generálních map je na obrázku 41. Je třeba, aby letci, kteří generálních map používají při srovnávací orientaci, znali klad listů generálních map z paměti anebo aby alespoň měli u sebe za letu plánec kladu listů podle obr. 41. Pokud jsou u generálních map zahnuté nebo docela odstřižené okraje s názvy příslušných listů (aby šly mapy k sobě přikládat beze zbytku) je nutné, aby letci dovedli po krátkém prohlédnutí mapy bezpečně určit, o kterou generální mapu jde. Jinak je nebezpečí, že za letu při přechodu z jedné generální mapy na druhou nenajdou včas správnou mapu nebo se dokonce dopustí omylu a

b) *Mapy generální*

Měřítko: 1 : 200 000

Druh projekce: Polyedrická (mnohostěnná) projekce Sanson-Flamsteedova, odvozená od speciálu.

Velikost zobrazovaného území: Každá generální mapa zobrazuje území osmi speciálních map. Středem každé generálky je průsečík poledníku s rovnoběžkou. Jedna generální mapa zobrazuje 30 minut na západ a 30 minut na východ od středového poledníku a 30 minut na sever a 30 minut na jih od středové rovnoběžky. Viz obr. 40.

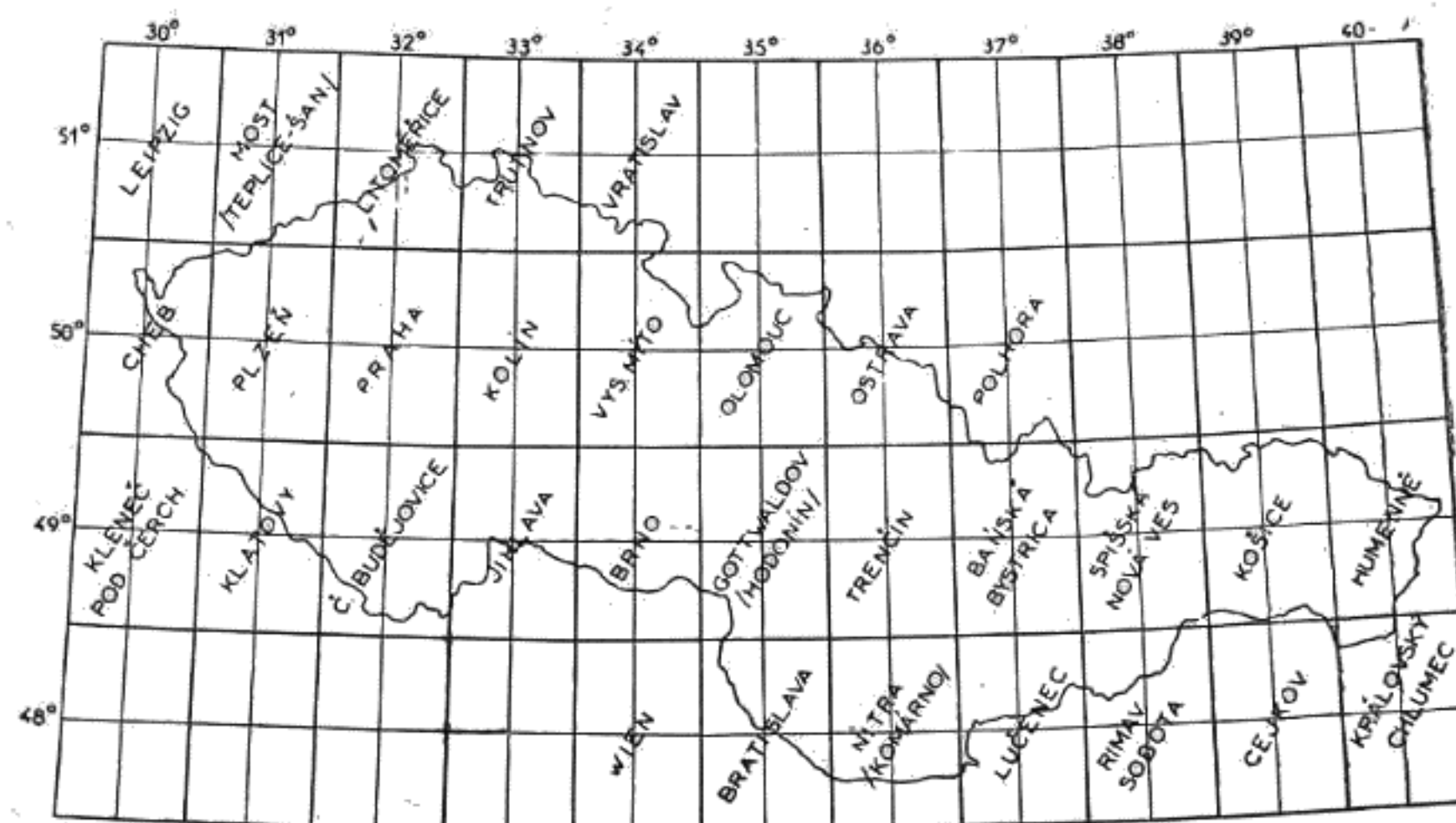
Označení mapy:

1. zeměpisnými souřadnicemi středového bodu generální mapy (číslem středového poledníku a číslem středové rovnoběžky)

2. názvem nejdůležitějšího nebo největšího sídliště na území, jež pří-

spějdou na nesprávnou mapu, což vede ke ztrátě orientace se všemi důsledky.

Obsah mapy: Generální mapy již neobsahují tolik podrobností jako speciální mapy, ale přesto jsou ještě stále velmi podrobné. Z méně význačných objektů jsou na nich znázorněny všechny



Obr. 41. Přehled kladu listů generálních map ČSR

(Poznámka: Některé listy generálních map jsou nazvány podle jiných měst, na nich zobrazených)

silnice, některé polní a lesní cesty, všechny, i docela malé vesnice, malé potoky, menší lesíky apod. Výškové rozvrstvení terénu je znázorněno kótami a šrafami. Topografická situace je tištěna černě až na vodstvo, které je modré a na lesy, které jsou zelené. Topografická plocha je tištěna hnědě. U některých novějších generálních map jsou silnice tištěny červeně.

Některé generální mapy byly upraveny pro potřeby letecké navigace. Nejsou na nich šrafy, nýbrž vrstevnice, avšak poměrně málo výrazné. Zato lesy jsou tištěny sytější zelenou barvou, takže jejich obrysy jsou markantnější. Drobná sídliště jsou vypuštěna. Navíc jsou na mapě vytištěny izogony (viz kapitolu o zemském magnetismu).

Použití v letectví: Generální mapy jsou velmi vhodné pro nácvik a provádění srovnávací orientace při mimoletištních letech a přeletech, a to hlavně u pomalejších letadel anebo tehdy, je-li třeba provádět detailní srovnávací orientaci v terénu, chudém na význačnější orientační body. Nejsou vhodné pro srovnávací orientaci při letech na větší vzdálenosti.

c) *Mapy krajů ČSR*

Měřítko: 1 : 200 000

Druh projekce: Polyedrická (mnohostěnná) projekce Sanson-Flamsteedova. Jsou to vlastně upravené generální mapy.

Velikost zobrazovaného území: Celý příslušný kraj.

Označení map: Názvem příslušného kraje.

Obsah mapy: Mapy krajů obsahují méně podrobností než mapy generální. Výškové rozvrstvení terénu je značeno jen kótami. Lesy jsou opět značeny zelenou barvou, silnice jsou žluté, města červené barvy.

Použití v letectví: Tyto mapy jsou rovněž vhodné pro srovnávací orientaci při letech pomalejších letadel na menší a střední vzdálenosti. Proti generálkám mají výhodu, že obsahují menší počet detailů, zbytečných pro srovnávací orientaci, a že jsou z nich vypuštěny šrafy, jež mapu z leteckého hlediska zbytečně přehluší. Další výhodou je, že mapy krajů zobrazují větší území než mapy generální, takže se nemusí tak často měnit za sousední mapy a že se navzájem o něco překrývají, takže přechod z jedné mapy na druhou, sousední je snadnější. Další výhodou je barevné značení silnic a měst, takže na mapě lépe vynikají. Nevýhodou je, že na nich nejsou vrstevnice, takže pilot z nich nemůže číst výškovou členitost terénu – k dispozici má jen ojedinělé kóty.

d) *Mezinárodní letecké navigační mapy*

Měřítko: 1 : 500 000

Druh projekce: Kuželová.

Velikost zobrazovaného území: 4 stupně zeměpisné délky, 2 stupně zeměpisné šířky, s překrytem 30 minut na každé straně pro usnadnění přechodu z mapy na mapu.

Označení map: Názvem největšího města nebo pohoří nebo jiného nejvýznačnějšího objektu.

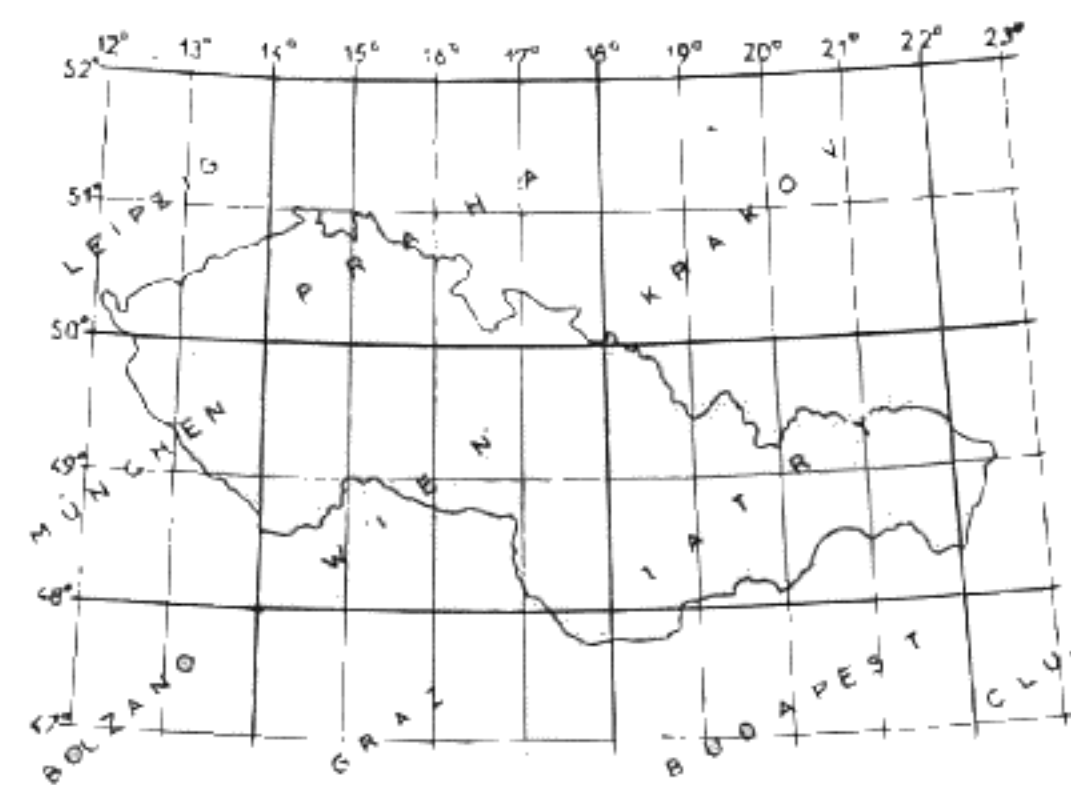
Přehled kladu jednotlivých listů těchto map je na obr. 42 a je opět třeba, aby jej letci znali zpaměti. Díky velikosti zobrazovaného území je to v ČSR velmi lehké.

Obsah map: Na těchto mapách jsou znázorněna pouze větší nebo důležitější sídliště, jen půdorys větších měst má schematický náznak skutečného půdorysného tvaru. To je rozdíl proti generálkám, kde půdorys všech obcí na mapě odpovídá jejich skutečnému půdorysnému tvaru. Na mezinárodních leteckých navigačních mapách jsou zakresleny jen hlavní silnice, všechny železnice, řeky a říčky. Lesy jsou tištěny zelenou barvou, řeky a větší

rybníky modře, železnice černě, hlavní silnice červeně. Neobsahují šrafy, nýbrž vrstevnice. Plochy mezi jednotlivými vrstevnicemi jsou jemně barevně tónovány, takže vertikální konfigurace terénu je velmi markantní. Nejvyšší body v terénu jsou označeny velmi výrazně čísly, udávajícími nadmořskou výšku, v bílých obdélníčkách. Navíc proti předcházejícím mapám je na nich vyznačena velikost magnetické deklinace pomocí izogon, křivek, spojujících místa o stejné deklinaci, probíhající vlnovitě, ale nepravidelně přibližně od severu k jihu. Pod mapou je vždy vytištěn letopočet, ke kterému se izogony vztahují a roční změna magnetické deklinace (viz nauku o magnetismu).

Poloha některých větších letišť je vyznačena kroužky.

Použití v letectví: Tyto mapy jsou nejvhodnějšími mapami pro srovnávací orientaci. Jsou vhodné pro pomalejší i rychlejší letadla a pro lety na jakékoli vzdálenosti. Přesto, že je v nich zakresleno mnohem méně objektů než na generálních mapách, umožňují velmi podrobnou orientaci.



Obr. 42. Přehled kladu listů letecké navigační mezinárodní mapy v měřítku 1 : 500 000

e) *Přehledná mapa ČSR*

Měřítko: 1 : 750 000

Druh projekce:

1. některé mapy jsou v projekci Bonneově
2. některé mapy jsou v konformní kuželové projekci Křovákové.

Velikost zobrazovaného území: celá Československá republika.

Označení mapy: Přehledná mapa ČSR.

Obsah mapy bývá dvojí:

1. některé přehledné mapy zobrazují kromě velkých obcí, řek, velkých rybníků, železnic a hlavních silnic i lesy, a to zelenou barvou. Výškové rozvrstvení bývá v takovém případě znázorněno kótami a šrafy. Šrafy, překrývající se se zelení lesů, však velmi ztěžují přehlednost a čitelnost, zejména při zběžném pohledu.

2. Jiné přehledné mapy neobsahují ani znázornění lesů ani šrafování, zato však je na nich výškové členění terénu znázorněno barevně a kótami důležitějších kopců a hor. Jinak obsahují přibližně stejnou topografickou situaci jako předcházející mapy.

Použití v letectví: Žádná z těchto map není vhodná pro srovnávací orientaci, zato však jsou obě výtečné pro studium zeměpisu ČR.

f) *Letecká navigační mapa Mercatorova*

Měřítko: 1 : 1 000 000

Druh projekce: Nepravá válcová projekce (matematická) Mercatorova.

Velikost zobrazovaného území: 7 stupňů zeměpisné šířky a 15 stupňů zeměpisné délky. Celá ČR je na jedné mapě, jež navíc zobrazuje značně velká území sousedních států.

Obsah mapy: Síť poledníků a rovnoběžek po 10 minutách, některé poledníky a rovnoběžky jsou děleny krátkými úsečkami po 1 minutě pro snadnější přesné určování zeměpisných poloh pomocí zeměpisných souřadnic. Na některých polednících a na svislých okrajích mapy je grafické znázornění měřítka mapy na příslušné zeměpisné šířce (velikost měřítka se podle poledníků od severu k jihu plynule mění, viz kapitolu o velikosti měřítka). Na několika místech mapy je kruh, dělený na 360°, pro snadnější vynášení směrů. Dále jsou na této mapě vyznačeny státní hranice (jež jsou ostatně na všech mapách), největší řeky a velká města. Největší pohoří jsou znázorněna jen náznakem obrysů pomocí řídkých šraf a velmi řídkým kótováním. Na spodním okraji mapy bývá vytištěn abak pro zjišťování velikosti konverzního úhlu. Dále jsou na mapě vytištěny izogony a údaj o roční změně magnetické deklinace, jakož i letopočet izogon.

Použití v letectví: Tato mapa se používá pro zakreslování dráhy za letu, pro zakreslování směrů a pro grafické řešení navigačních úloh za letu. Viz příl., obr. 23.

g) Nové mapy válcové příčné matematické Gauss-Krügerovy projekce

Při této projekci se znázorňuje na jeden válec území 3° na východ a 3° na západ od dotykového poledníku, další území se znázorňuje opět na další válec, pootočený vzhledem k předcházejícímu válci o 6° v rovině rovníku. Při dodržování tohoto postupu je celý glóbus zobrazen na 60 pásích, probíhajících od severu k jihu, přičemž každý z těchto pásů zobrazuje území šesti stupňů zeměpisné délky (s překrytem 30', u nás 36' na každou stranu kvůli snadnějšímu přechodu na mapy sousedního pásu). Základní mapou této projekce je

mapa v měřítku 1 : 1 000 000

Od map tohoto měřítka vycházíme, potřebujeme-li vyhledat podrobnější mapu téže konstrukce (mapu většího měřítka).

Velikost zobrazovaného území: 4 stupně zeměpisné šířky a 6 stupňů zeměpisné délky. Mapa tedy zobrazuje celou šířku

jednoho pásu Gauss-Krügerovy transverzální (příčné) válcové projekce.

Označení mapy: Jednotlivé pásy (a mapy měřítka 1 : 1 000 000) této projekce jsou očíslovány směrem od greenwichského protipoledníku arabskými číslicemi od 1 do 60. Číslování se od greenwichského protipoledníku směrem k východu. Pás (a mapa), na níž je Praha, má pořadové číslo 33. Rovnoběžkové pásy (mapy téže zeměpisné šířky) se označují velkými písmeny, a to směrem od rovníku k pólům. Mapy zeměpisné šířky Prahy jsou označeny písmenem M. Celé označení základní mapy měřítka 1 : 1 000 000 se tedy skládá z čísla, označujícího poledníkový pás a velkého písmene, označujícího rovnoběžkový pás.

Příklad označení: M - 33

Obsah map: Mapy této projekce všech měřítek znázorňují velmi věrně topografickou plochu pomocí kót a vrstevnic a topografickou situaci pomocí smluvených značek. K výraznosti a přehlednosti map přispívá použití více barev při tisku. Čím je mapa většího měřítka, tím je podrobnější. U dalších map této projekce o větším měřítku proto budeme uvádět již jen systém označování.

Použití v letectví: Mapy v měřítku 1 : 1 000 000 a 1 : 500 000 se používá pro srovnávací orientaci místo mezinárodních leteckých navigačních map v měřítku 1 : 500 000, proti nimž jsou mnohem věrnější, poněvadž zachycují i poslední změny topografické situace. Mapy v měřítku 1 : 200 000 nahrazují dřívější generálky, proti kterým jsou mnohem výraznější a přehlednější pro větší počet použitých barev při tisku a pro výhodnější způsob znázornění výškové členitosti terénu (vrstevnice místo šraf, plochy mezi jednotlivými vrstevnicemi jsou barevně jemně odstíněny). Proti generálkám jsou podstatně věrnější, poněvadž na generálkách nejsou zakresleny změny topografické situace posledních let. Mapy Gauss-Krügerovy konstrukce v měřítku 1 : 100 000 a 1 : 50 000 nahrazují bývalé speciálky, proti kterým mají stejné výhody jako nové mapy měřítka 1 : 200 000 proti starým generálkám. V dalších odstavcích se seznámíme s novými mapami Gauss-Krügerovy válcové příčné (transverzální) projekce jen z hlediska systému třídění a označování.

Mapa v měřítku 1 : 500 000

Velikost zobrazovaného území: 2 stupně zeměpisné šířky a 3 stupně zeměpisné délky, čili 1/4 území mapy měřítka 1 : 1 000 000.

Označení mapy: Mapa 1 : 1 000 000 je rozdělena svislou a vodorovnou přímkou na čtyři čtverce, označené písmeny A, B

(horní dva čtverce), C a D (spodní dva čtverce). Každý z těchto čtverců je samostatně zobrazen na mapě 1 : 500 000. K základnímu označení mapy 1 : 1 000 000 se pak připojí velké písmeno příslušného čtverce.

Příklad označení: M - 33 - D

Mapa v měřítku 1 : 200 000

Velikost zobrazovaného území: 40 minut zeměpisné šířky a 1 stupeň zeměpisné délky, čili 1/36 území mapy 1 : 1 000 000.

Označení mapy: Mapa 1 : 1 000 000 je rozdělena svislými a vodorovnými čarami na šestkrát šest čtverců. Jednotlivé čtverce jsou očíslovány odleva doprava (druhý řádek opět odleva doprava, třetí rovněž atd.) římskými číslicemi, takže např. číslo pravého dolního čtverce (v rohu) je XXXVI. Při označování mapy měřítka 1 : 200 000 se pak toto římské číslo připojuje k označení základní mapy 1 : 1 000 000.

Příklad označení: M - 33 - XXVIII.

Mapa v měřítku 1 : 100 000

Velikost zobrazovaného území: 20 minut zeměpisné šířky a 30 minut zeměpisné délky, čili 1/4 území mapy 1 : 200 000 nebo 1/144 mapy 1 : 1 000 000.

Označení mapy: Mapa 1 : 1 000 000 je rozdělena svislými a vodorovnými přímkami na dvanáctkrát dvanáct čtverců (tedy celkem na 144 čtverců). Čtverce jsou očíslovány arabskými číslicemi normálním způsobem od 1 do 144. Při označování mapy měřítka 1 : 100 000 se pak arabské číslo příslušného čtverce připojuje k označení základní mapy 1 : 1 000 000.

Příklad označení: M - 33 - 117

Mapa v měřítku 1 : 50 000.

Velikost zobrazovaného území: 10 minut zeměpisné šířky a 15 minut zeměpisné délky, čili 1/4 území mapy měřítka 1 : 100 000.

Označení mapy: Předcházející mapa 1 : 100 000 je rozdělena svislou a vodorovnou čarou na čtyři čtverce. Území každého z těchto čtverců je samostatně znázorněno na mapě měřítka 1 : 50 000. Čtverce jsou označeny velkými písmeny, jež se při označování mapy 1 : 50 000 připojují k označení předcházející mapy 1 : 100 000.

Příklad označení: M - 33 - 117 - C

Poznámka: Mapy v měřítku 1 : 50 000 jsou opět rozděleny svislou a vodorovnou čarou na čtyři čtverce, které jsou označeny malými písmeny. Území každého z těchto čtverců je samostatně zobrazeno na mapě měřítka 1 : 25 000. Tyto mapy se označují tak, že se malé písmeno příslušného čtverce připojuje k označení mapy předcházejícího měřítka 1 : 50 000. Příklad označení: M - 33 - 117 -

C - a. Tyto mapy jsou opět rozděleny svislou a vodorovnou přímkou na čtyři čtverce, číselované arabskými čísly od 1 do 4. Území každého tohoto čtverce je samostatně zobrazeno na mapě měřítka 1 : 10 000. Tyto mapy se pak označují tak, že se arabské číslo příslušného čtverce připojuje k označení mapy předcházejícího měřítka 1 : 25 000. Příklad označení: M - 33 - 117 - C - a - 2.

Kontrolní otázky:

1. Co víte o měřítku mapy a o měřítkovém čísle? Jak může být vyjádřeno měřítko na mapě? Které mapy jsou podrobnější, malého nebo velkého měřítka?
2. Jakými způsoby měříme vzdálenosti na mapách?
(Jakým způsobem měříme vzdálenosti na mapách Mercatorovy projekce?)
3. Jakými způsoby se na mapách znázorňuje výšková členitost terénu?
4. Co víte o znázorňování topografické situace na mapách a o značkách nad míru a pod míru?
5. Nakreslete úplnou větrnou růžici se všemi hlavními a vedlejšími stranami a označte je písmeny podle českého i cizího názvosloví! Označte pak jednotlivé směry ve stupních!
6. Co víte o generálních mapách a o mapách krajů?
7. Co víte o speciálních mapách a k jakým účelům se jich používá v letectví?
8. Co víte o mezinárodních leteckých navigačních mapách?
9. Vyjmenujte nebo nakreslete klad listů generálních map a mezinárodních leteckých navigačních map měřítka 1 : 500 000!
10. Co víte o přehledných mapách ČSR v měřítku 1 : 750 000?
11. Jaké mapy Gauss-Krügerovy válcové příčné projekce znáte, jak se označují, co asi obsahují a jaké je jejich použití v letectví? (Stačí do měřítka 1 : 100 000).

2.4.6. ZEMĚPIS ČESKOSLOVENSKÉ REPUBLIKY

Je důležité, aby všichni letci ovládali co nejlépe zeměpis území, nad nímž létají. U našich sportovních letců, pokud nelétají do zahraničí, je to především zeměpis ČSR. Důkladné zeměpisné znalosti usnadňují nácvik srovnávací orientace, navigační přípravu k letům a hlavně vlastní průběh letů. Kromě toho činí mimoletištní lety a přelety bezpečnějšími, hlavně za ztížených povětrnostních podmínek (při snížené oblačnosti nebo dohlednosti) a při nucených, neplánovaných změnách letěné trati (při obléhávání prostorů s nevhodným počasím apod.)

Proti školskému zeměpisu, kde se klade důraz především na otázky hospodářskopolitické, nás z hlediska letecké navigace zajímají především vzájemné polohy a vzdálenosti měst, řek a pohoří a jejich půdorysná podoba. Zajímá nás například, jsou-li města na železnici, probíhají-li jimi hlavní silnice a jakým směrem, protékají-li jimi řeky a jakým směrem, jak vypadá jejich okolí. Letec, který se těmito údaji naučí předem z mapy, má usnadně-

nou situaci. Za letu si své teoretické zeměpisné znalosti obohacuje již jen takovými poznatky, jež ani nelze z mapy vyčíst a které mají přesto značný význam pro srovnávací orientaci.

Zeměpisné znalosti můžeme v letecké navigaci rozdělit na znalosti obcí, znalosti řek, jezer a rybníků, znalosti pohoří a znalosti komunikací.

a) *Znalosti sídlišť*

Místopisu se nejlépe naučíme tím způsobem, že si například z mapy v měřítku 1 : 500 000 vypíšeme všechna města Čech, zvláště města Moravy a zvláště města Slovenska. Pak si vezmeme čistý papír, na který si nakreslíme státní hranice a pokusíme se tato města podle seznamu zakreslovat na příslušná místa tak, aby směry a vzdálenosti mezi nimi byly přibližně správné. Nebudeme-li si moci vzpomenout na polohu určitého města, nevadí. Až zakreslíme ostatní města, jejichž přibližnou polohu a vzdálenost od jiných měst známe, podíváme se do mapy a najdeme si v ní znovu ta města, jejichž polohu jsme zapomněli. Budeme-li toto cvičení opakovat častěji, bude naše zakreslování měst do území ČSR stále přesnější a přesnější a za chvíli nebude město, které bychom neznali.

Pokud by místopis činil někomu velké potíže, může použít i způsobu upřesnit si polohu měst a míst podle krajů. Zakreslování jednotlivých měst podle politické důležitosti (nejprve krajská, pak okresní a posléze všechna další města) v každém případě přispěje k zpřesnění náčrtu a k rychlejší osobní orientaci při přípravě letu.

V druhé etapě bude výhodné učit se místopisu s přítelem-letcem. Vybereme si některé z měst a budeme z paměti – odhadem – určovat směry a vzdálenosti vzhledem k sousedním i poněkud vzdálenějším městům, a to asi do vzdálenosti 100 km. Přítel bude směry a vzdálenosti kontrolovat na mapě. Pak vezmeme za základ jiné město a pak opět jiné. Po jistém počtu takových cvičení, budeme-li se opravdu snažit, zjistíme, že si již opravdu dovedeme poměrně velmi přesně představovat vzájemné polohy a vzdálenosti mezi jednotlivými městy.

b) *Znalosti řek, jezer, přehrad a velkých rybníků*

Na přehlednou mapu ČSR přiložíme pauzovací (průsvitný) papír a obkreslíme si na něj všechny hlavní řeky ČSR spolu s jejich přítoky, dále přehrady, jezera a velké rybníky. Pokud ještě neznáme všechny řeky a hlavně přítoky z paměti, popíšeme si je. Pak se

naučíme přítokům všech řek z levé i pravé strany z paměti. Potom se pokusíme zakreslovat je z paměti na čistý papír, na kterém budeme mít schematicky nakreslené jen hranice ČSR. Každý náčrt budeme kontrolovat s originálem a hrubé nepřesnosti budeme opravovat. Každý nový náčrt, nakreslený z paměti, musí být přesnější a úplnější, než předcházející. Zanedlouho nesmí být problémem nakreslení vodních toků ČSR, jezer, velkých rybníků a přehrad bez podstatných chyb.

Pak spojíme místopis a vodopis dohromady, na jednotlivé řeky a jejich přítoky zakreslíme města a budeme se snažit zapamatovat si, v jakém pořadí města na řece leží.

c) *Znalost pohoří*

Nejdříve se budeme učit jménům hlavních pohoří v ČSR, jejich zeměpisné poloze a maximální a průměrné výšce samostatně. Své znalosti si budeme opět ověřovat zakreslováním jednotlivých pohoří s údaji výšek do prázdného území ČSR, obtaženého jen státními hranicemi.

Poté se budeme učit pohoří vkreslovat mezi řeky a jejich přítoky tak, aby i města byla vzhledem k jednotlivým pohořím na správných místech.

d) *Znalost komunikací*

Prostudujeme si přehled železničních tratí v ČSR, nejlépe podle schematické mapky, přiložené k jízdním řádům. Samozřejmě, že se budeme v ČSR zajímat jen o hlavní tratě, především dvoukolejné a o ostatní jen v okolí mateřského letiště (do vzdálenosti asi 100 km) a v prostorech, nad kterými budeme nejčastěji létat. Na hlavních železničních tratích se pokusíme zapamatovat si železniční křižovatky a rychlíkové zastávky. Pak překreslíme průběh hlavních železničních tratí, ale nikoli již schematicky, nýbrž podle skutečného půdorysného tvaru, do naší vlastnoručně kreslené mapky.

Z přehledné mapy ČSR si obkreslíme trasu nejdůležitějších hlavních silnic, především v okolí mateřského letiště (asi do vzdálenosti 100 km) a budeme je kreslit rovněž z paměti.

e) *Závěr*

Opatříme si slepou mapu ČSR (na svazarmovských letištích ji určitě mají) a po prostudování zeměpisu ČSR budeme jmenovat

města, hory, řeky, jezera ap., zakreslené na slepé mapě, ale nepojmenované. Správnost si budeme ověřovat sami buď na přehledné mapě ČSR nebo nás bude někdo kontrolovat. Mnohé aerokluby a letecké stanice výcvik na slepé mapě zpříjemnily a učinily zábavou „zelektrizováním“. Do slepých koleček měst, pohoří, řek ap. jsou vbity hřebíčky, vodivě spojené se zdírkou u svých jmen dole pod mapou. Zdířka může být společná i pro pět různých navzájem vzdálených měst nebo pohoří. Banánek, spojený vodivě s kovovým ukazovátkem se zasune do zdířky objektu, jenž se má na mapě ukázat. Kontrolní žárovečka se rozsvítí, až se kovové ukazovátko dotkne správného místa. Někomu se to daří hned napoprvé, tomu, kdo se zeměpisu neučil poctivě, se to ovšem nedaří ani po několika pokusech.

Naučit se tímto způsobem podrobnému zeměpisu ČSR za krátkou dobu, například za týden je sice možné, ale obtížné proto, že každý má jiné pracovní povinnosti. Nenechávajme proto učení zeměpisu na poslední dny před zkouškami. Učme se zeměpisu třeba jen po malých dávkách, ale soustavně a vytrvale. Cestování po mapě je při jisté dávce fantazie téměř stejně zábavné, jako cestování ve skutečnosti, v každém případě však je poučné. Rozhodně se neučíme zbytečným znalostem. Vždyť nad územím, jež se učíme znát, budeme jednou létat. Mnohokrát v praxi poznáme, jak prospěšná je podrobná znalost místopisu i přesného obrazu krajiny, když při případné, třeba jen dočasné ztrátě orientace budeme odkázáni jen sami na sebe a na vlastní znalosti. A pak budeme sklízet plody své trpělivé, cílevědomé práce.

Kontrolní otázky:

Poznámka: Pokud jsou v těchto otázkách uvedeny názvy poměrně malých městeček nebo obcí, je to jen proto, že jsou pro leteckou navigaci důležité. Buď je u nich sportovní letiště nebo meteorologická stanice nebo jde o charakteristický orientační bod, či nařízený nebo vžitý otočný bod.

1. Ukažte na mapě tato místa: Trstín, Tachov, Hurbanovo, Dačice, Púchov, Plumlov, Štrbu, Lidice, Jesenice, Holíč, Chrást u Chrudimě (u charakteristického rybníčka s ostrůvkem), Uhlířské Janovice (jihovýchodně od charakteristického rybníka), Strážnici, Písek, Rožňavu, Lipník na Moravě, Křížanov!

2. Nakreslete vodopis ČSR, hlavní řeky s důležitými přítoky! Do náčrtu vkreslete nejdůležitější přehrady, jezera a velké rybníky!

3. Do stejného náčrtu vkreslete horopis ČSR. Jednotlivá pohoří a osamělé význačné kopce označte maximální a průměrnou výškou!

4. Jakým směrem a jak daleko je Liberec od Prahy, Prostějov od Bratislavy, Vyškov od Holešova, Piešťany od Gottwaldova, Žilina od Vsetína, Partizánské od Nových Zámků, Zvolen od Lučence, Handlová od Zlatých Moravců, Švermovo od Podbrezové, Myjava od Luhačovic, Otrokovice od Martina?

5. Jmenujte města na Labi, na Vltavě, na Moravě, na Váhu, na Hronu, na Dunaji, na Sázavě!

6. Kde je Zbraslav a kde jsou Zbraslavice, kde Hořice a Hořovice, Podbořany a Podhořany, České Budějovice a Moravské Budějovice, Benešov u Prahy a Dolní Benešov, Brandýs nad Labem a Brandýs nad Orlicí, Levice a Levoča, Nové Město nad Váhom, Nové Město na Moravě a Nové Město nad Metují, kde je Trutnov a kde je Turnov, Povážská Bystrica, Banská Bystrica a Banská Štiavnica, Velké Meziříčí a Valašské Meziříčí, Kouřim a Kuřim, Jindřichův Hradec a Hradec Králové, Mladá Boleslav a Stará Boleslav, kde je Jičín a kde Nový Jičín, kde Milovice a kde Mirovice, Kežmarok a Kremnica, Šumperk a Sternberk, Soběslav a Přibyslav?

7. Jmenujte města (rychlíkové zastávky) na dvoukolejné železniční trati Ostrava—Praha, Košice—Žilina, Bratislava—Olomouc přes Trenčín!

8. Máme letět z Bratislavy do Očové u Zvolena. Jmenujte všechny význačné objekty na této trati, které z paměti znáte! Jmenujte význačné objekty na letecké trati Brno—Praha a na letecké trati Chomutov—Žamberk!

9. Jmenujte význačné objekty na letecké trati Karlovy Vary—Skuteč, na letecké trati Ostrava—Kolín a na letecké trati Nové Zámky—Chotěboř!

10. Jmenujte význačné objekty na letecké trati Otrokovice—Kamenice nad Sirochou, na letecké trati Lučenec—Šumperk a na letecké trati Prievdza—Strakonice!

3. NAUKA O ZEMSKÉM MAGNETISMU

V letecké navigaci je bezpodmínečně třeba přístrojů, jež nám za letu ukazují směr. Těmito přístroji jsou kompasy. Bez nich by se vůbec nedalo létat za snížené dohlednosti nebo vůbec bez viditelnosti země, nad mraky, nad rozsáhlými vodními nebo sněhovými pláněmi apod.

3.1. ROZDĚLENÍ LETECKÝCH KOMPASŮ

3.1.1. PODLE PRINCIPU

a) *Magnetické kompasy*

Zakládají se na principu otáčení volně zavěšené magnetky (střelky) do směru zemský kompasový sever-jih. Nedá se jich použít ve velkých zeměpisných šířkách a mají i jiné chyby a nedostatky. Dělíme je na

1. magnetické kompasy prosté, jež jsou pro svou jednoduchost a lacinou výrobu nejvíce rozšířené a používané, jež se však dopouštějí značných chyb, a na

2. magnetické kompasy setrvačnickové, u kterých se využívá principu zachovávání roviny otáčení rychle rotujícím tělesem. Magnetickosetrvačnickové kompasy je třeba po uvedení do chodu seřizovat do směru kompasový sever-jih. Toto seřizování může být

a) ruční, jestliže je pilot musí provádět sám, a to jednak po uvedení do chodu, jednak v chodu asi v 12–15 minutových intervalech, prostě vždy, když se údaj setrvačnickového kompasu v přímém letu začne rozcházet s údajem prostého magnetického kompasu, nebo

b) automatické, jestliže se rovina otáčení setrvačníku seřizuje

sama, automaticky, podle vestavěného magnetického kompasu. Přístroj se může automaticky seřizovat

- A. v pravidelných intervalech nebo
- B. stále, plynule.

b) *Setrvačnickové kompasy*

U těchto kompasů zachovává rovina otáčení stále stejnou polohu vůči světovému prostoru. Jsou to značně složité přístroje.

c) *Radiokompasy*

Zakládají se na principu směrových účinků antén. Sportovní jednomotorová letadla jimi zatím většinou nejsou vybavena. Jsou závislé na vysílání pozemních radiostanic. Tím se jejich používání omezuje na území, kde jsou vhodné pozemní radiostanice k dispozici.

d) *Astrokompasy*

Jsou to přístroje, pomocí nichž lze určovat zeměpisné směry na základě zaměřování nebeských těles. Nejjednodušším z nich je například sluneční kompas. Jsou jedinými přístroji, jimiž je možné určovat směry i v oblastech, kde nejsou žádné pozemní radiostanice a kde jsou normální magnetické kompasy prakticky nepoužitelné (ve velkých zeměpisných šířkách). Podmínkou pro jejich používání je ovšem viditelnost nebeských těles.

3.1.2. PODLE UMÍSTĚNÍ V LETADLE

a) *kompasy s přímým čtením*

Tyto kompasy, většinou magnetické, magnetickosetrvačnickové nebo setrvačnickové jsou umístěny přímo v palubní desce pilota nebo na stanovišti navigátora.

b) *kompasy s dálkovým čtením*

U těchto kompasů, magnetických nebo magnetickosetrvačnickových je vlastní magnetický kompas umístěn mimo palubní desku či stanoviště navigátora, a to v takovém místě letadla, kde na něj

nejméně působí rušivé vlivy magnetických kovů letadla. Bývá to nejčastěji v ocasní části trupu nebo poblíž konce křídla apod. Těmto kompasům říkáme mateřské. Jejich údaje se přenášejí na ukazatele (indikátory) na palubních deskách buď

- A. elektromagneticky (nejlepší způsob) nebo
- B. pneumaticky (poněkud méně výhodný způsob).

Údaje mateřských kompasů se někdy přenášejí nejen na jediný indikátor na palubní desce pilota, nýbrž i na indikátory na stanovištích navigátorů, telegrafistů apod. Těmto indikátorům se někdy říká „dceřinné kompasy“.

3.1.3. PODLE ZPŮSOBU ČTENÍ DĚLÍME LETECKÉ KOMPASY NA

- a) *kompasy s vertikálním čtením* (pilotní) a na
- b) *kompasy s horizontálním čtením* (navigátorské).

Magnetismus je z fyzikálního hlediska podrobně probrán v samostatné letecké učebnici Aerodynamika a mechanika letu.

Letecké kompasy podrobně probírá, zejména z konstrukčního hlediska, samostatná příručka Letecké palubní přístroje.

3.2. MAGNETICKÁ DEKLINACE

3.2.1. ÚVOD A VYSVĚTLENÍ POJMŮ „ZÁPADNÍ“ A „VÝCHODNÍ“ MAGNETICKÁ DEKLINACE

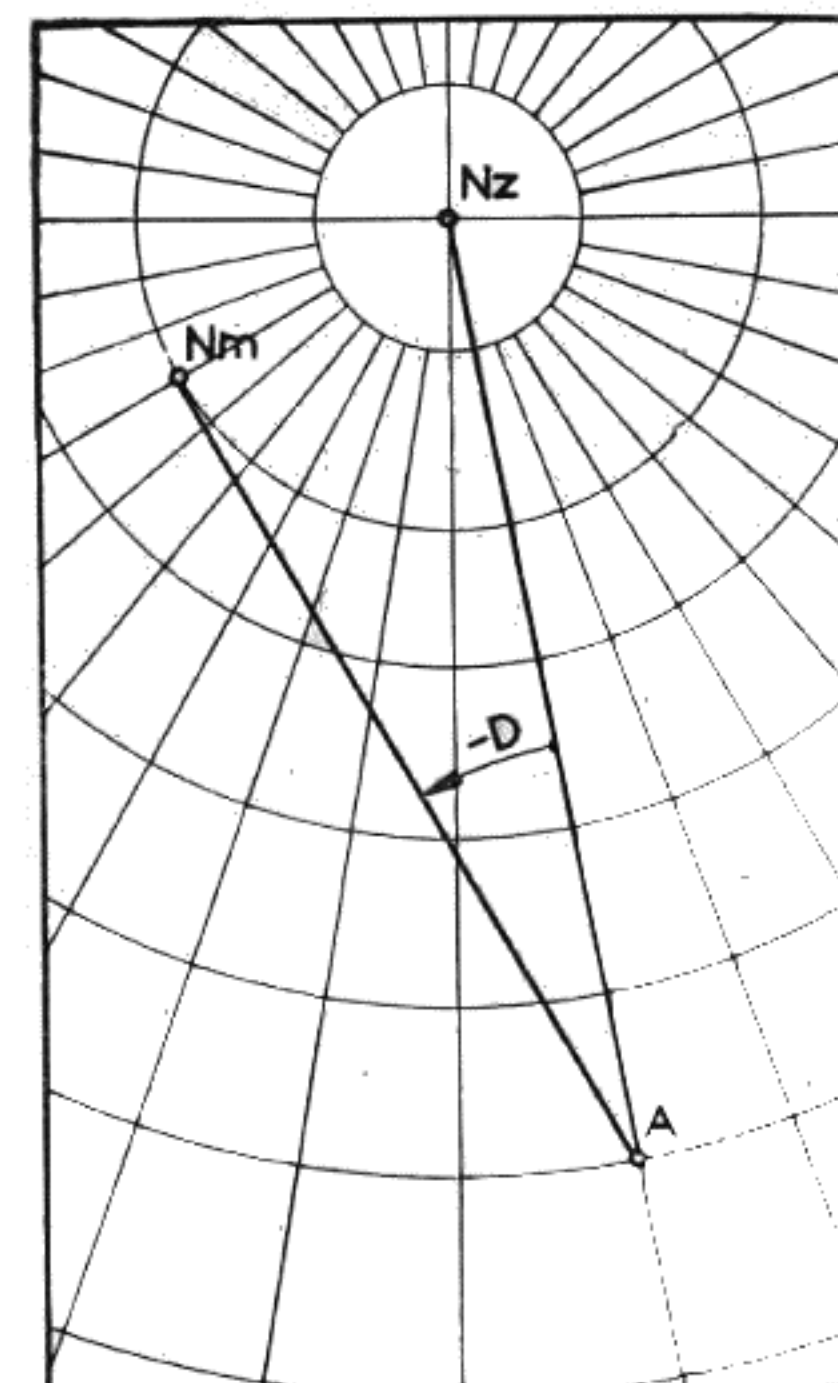
Kdybychom šli směrem, kterým ukazuje střelka kompasu, stále k severu, došli bychom na magnetický pól severní polokoule. Opačným směrem bychom došli na magnetický pól jižní polokoule.

Polohy těchto magnetických pólů zeměkoule, ke kterým směřují střelky kompasů celého světa, však bohužel nejsou totožné s polohami zeměpisných pólů zeměkoule.

Vzdálenost magnetických pólů od zeměpisných pólů je poměrně značná, přibližně kolem dvou tisíc kilometrů. Ještě větší nevýhodou však je to, že poloha magnetických pólů na zemské kouli není stálá. Magnetické póly obíhají pomalu, ale plynule kolem zeměpisných pólů, a to západním směrem po kružnici, již je přibližně 72. rovnoběžka severní a jižní zeměpisné šířky. O 360° oběhnou magnetické póly zeměkoule asi za 960 let. Proto

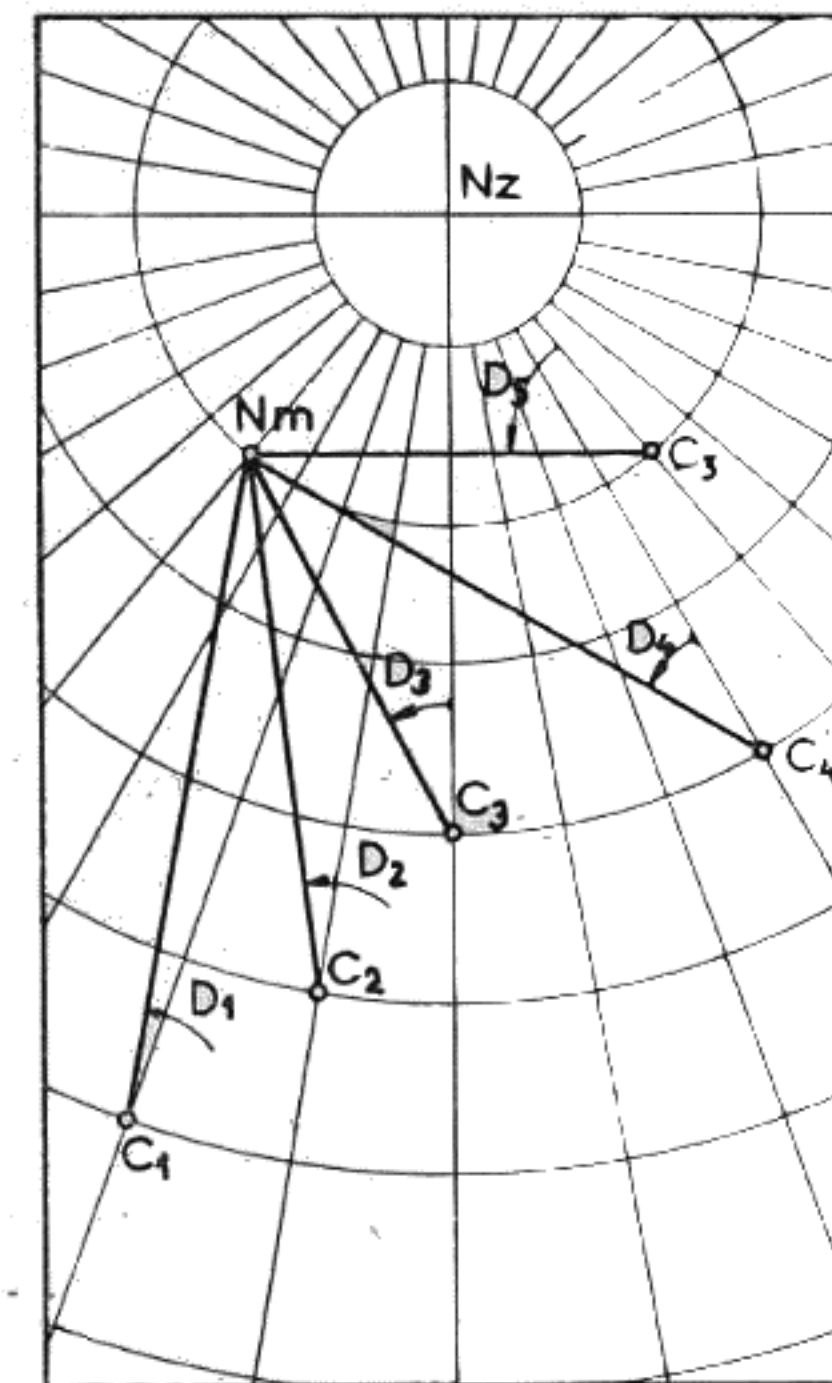
se směr zemského magnetického pole stále plynule mění. Vyazuje změny denní, noční, při objevení slunečních skvrn a sluneční záře. Tyto krátkodobé změny však jsou na našem území pro své nepatrné hodnoty zanedbatelné.

Než přikročíme k další látce, musíme si vysvětlit jeden zdánlivý paradox. Víme, že každý magnet, tedy i zeměkoule i střelka kompasu, má dva póly,



Obr. 43. Úhel mezi směrem zeměpisného a magnetického severu

A – stanoviště pozorovatele; Nz – směr zeměpisného severu; Nm – směr magnetického severu; D – úhel mezi směrem zeměpisného severu a směrem magnetického severu čili úhel magnetické deklinace



Obr. 44. Velikost úhlu magnetické deklinace „D“ (čili velikost úhlu mezi směrem zeměpisného a magnetického severu) v závislosti na zem. poloze pozorovatele
Nz – severní zeměpisný pól; Nm – severní magnetický pól; C₁, C₂, C₃, C₄, C₅ – různé polohy pozorovatele na povrchu zeměkoule; D₁, D₂, D₃, D₄, D₅ – různé hodnoty úhlů magnetické deklinace v závislosti na zeměpisné poloze pozorovatele

severní a jižní. Střelky kompasů ukazují svými severními póly k severu, jižními póly k jihu.

Poněvadž víme, že opačné magnetické póly se přitahují a souhlasné odpuzují, znamená to, že jižní pól zemského magnetismu je na severní polokouli a severní pól zemského magnetismu je na jižní polokouli. Většinou se však v běžném hovoře nazývá jižní magnetický pól, ležící na severní polokouli, severním magnetickým pólem, a severní magnetický pól na jižní polokouli jižním magnetickým

pólem. Na následujících stránkách budeme tak kvůli zjednodušení magnetické póly označovat i my. Teprve, až budeme probírat deviaci kompasu, budeme si muset uvědomit, že polarita magnetických pólů zeměkoule je ve skutečnosti opačná.

Prostudujme si nyní obrázek 43, na kterém je znázorněn úhel magnetické deklinace z hlediska pozorovatele, který je na povrchu zeměkoule v bodu A, a přejděme na obrázek 44. Uvidíme, že i při téže poloze severního magnetického pólu vůči severnímu zeměpisnému pólu je úhel magnetické deklinace, který označujeme písmenem „D“, různý a že záleží na tom, na kterém místě zeměkoule jej měříme. Z míst, ležících na poledníku, procházejícím severním magnetickým pólem, bude úhel magnetické deklinace nulový. Z míst, ležících na poledníku, který je k tomuto poledníku kolmý, bude úhel magnetické deklinace maximální. Úhel magnetické deklinace bude tím větší, čím budeme oběma pólům blíže, to je čím budeme dále od rovníku a tím menší, čím budeme blíže rovníku. Velikost úhlu magnetické deklinace tedy závisí na velikosti zeměpisné šířky. Viz obr. 44.

Magnetická deklinace je tedy úhel, vyjádřený ve stupních, měřený mezi směrem severu zeměpisného a směrem severu magnetického z bodu na zeměkouli, ve kterém je pozorovatel.

Směry měřené na mapách vůči poledníkům, jež všechny směřují k zeměpisnému pólu, jsou tedy směry zeměpisnými. Naopak všechny kompasu ukazují směry magnetické. To je příčinou, proč musíme opravit směr naměřený na mapě o úhel magnetické deklinace, abychom výsledný směr mohli udržovat na kompasu. A obráceně – proč musíme směr, který ukazuje kompas, opět opravit o úhel magnetické deklinace, abychom jej mohli zakreslit do mapy.

Na předcházejících stránkách jsme si řekli, co je traťový úhel zeměpisný – $T\dot{U}z$. Je to úhel, měřený mezi směrem zeměpisného severu a směrem naší plánované trati. Viz obr. 45.

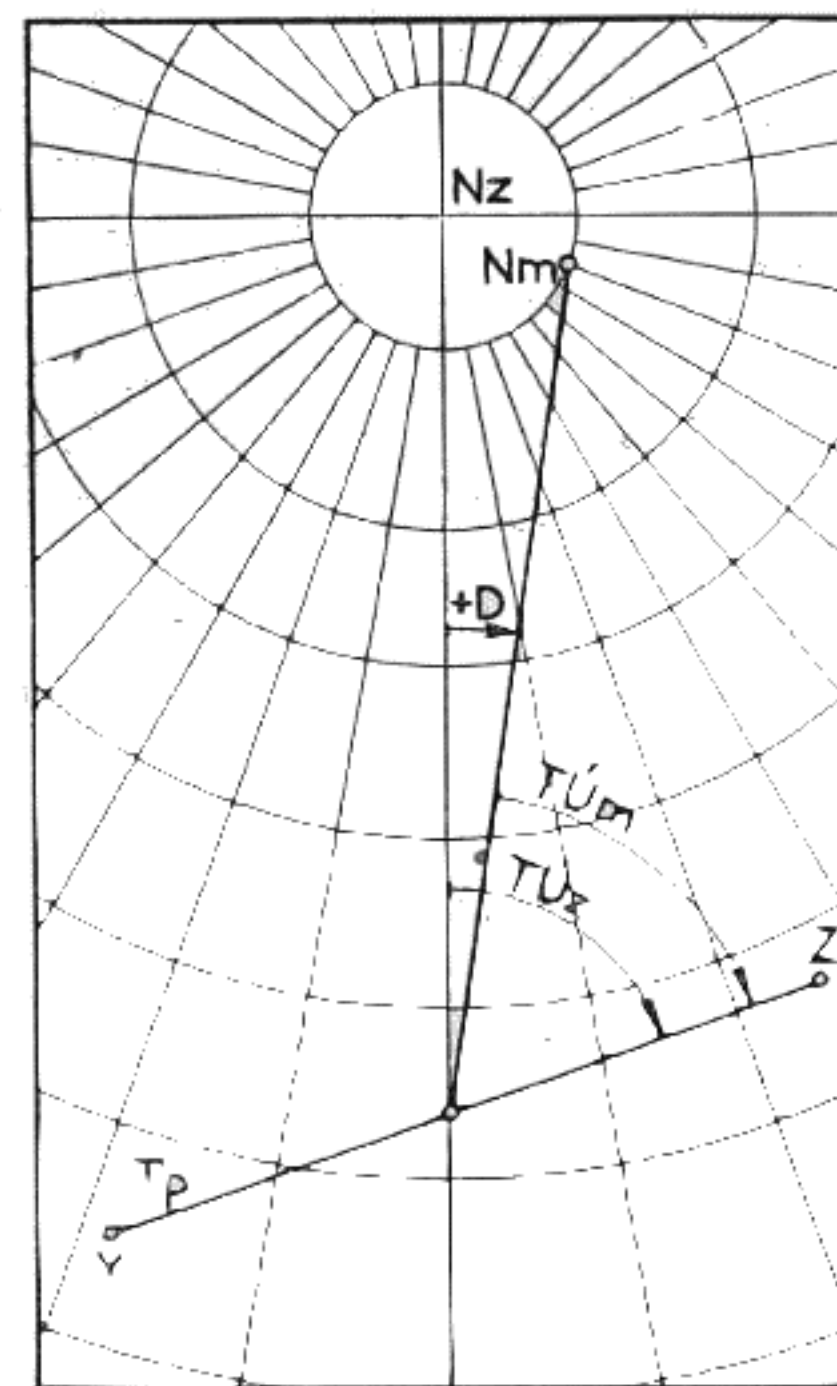
Jeho obdobou je traťový úhel magnetický – $T\dot{U}m$. Je to úhel, měřený mezi směrem magnetického severu a směrem plánované trati. Viz obr. 45.

Z obr. 45 je vidět, že $T\dot{U}z$ je o úhel magnetické deklinace větší než $T\dot{U}m$, avšak je větší jen náhodou. Obráceně je tomu na obr. 46, který se na pohled shoduje s obr. 45. Na obr. 46 je $T\dot{U}m$ větší než $T\dot{U}z$, a to opět o úhel magnetické deklinace.

Z obou těchto obrázků, jakož i z obrázku 47 je vidět, že záleží na tom, je-li stanoviště pozorovatele na zeměkouli na východ nebo na západ od poledníku, procházejícího magnetickým pólem.

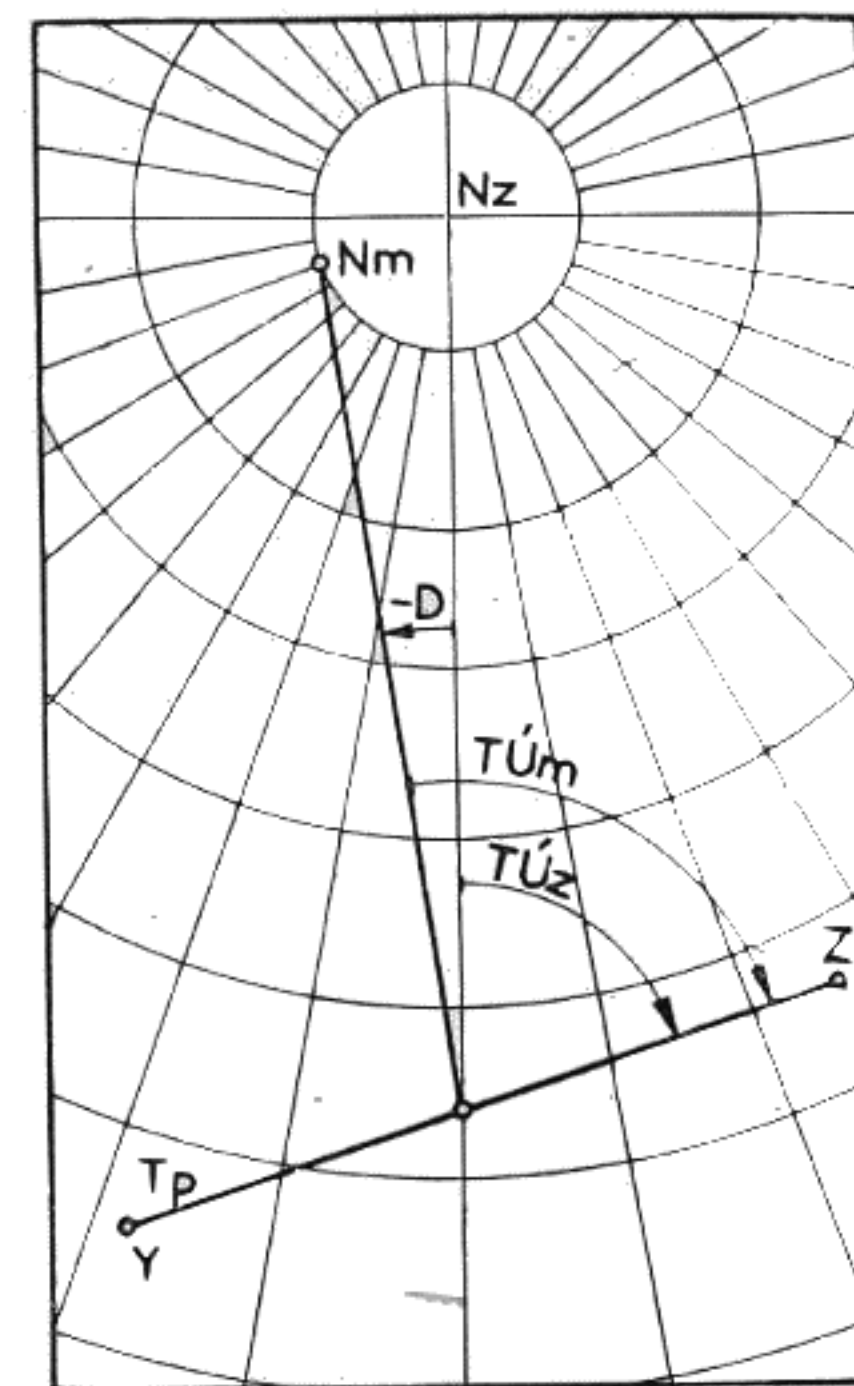
Je-li magnetický sever z hlediska pozorovatele vlevo, tedy na

západ od severu zeměpisného, říkáme, že úhel magnetické deklinace je západní, záporný, a označujeme jej znaménkem „–“. Je-li magnetický sever z hlediska pozorovatele vpravo, tedy na východ od severu zeměpisného, říkáme, že úhel magnetické deklinace je



Obr. 45. Traťový úhel zeměpisný a traťový úhel magnetický

Tp – směr plánované trati; Nz – směr zeměpisného severu; Nm – směr magnetického severu; $T\dot{U}z$ – směr plánované trati, měřený vzhledem ke směru zeměpisného severu, čili traťový zeměpisný úhel; $T\dot{U}m$ – směr plánované trati, měřený vzhledem ke směru magnetického severu, čili traťový úhel magnetický; D – úhel mezi směrem zeměpisného severu a směrem magnetického severu čili úhel magnetické deklinace (v tomto případě je kladný +)



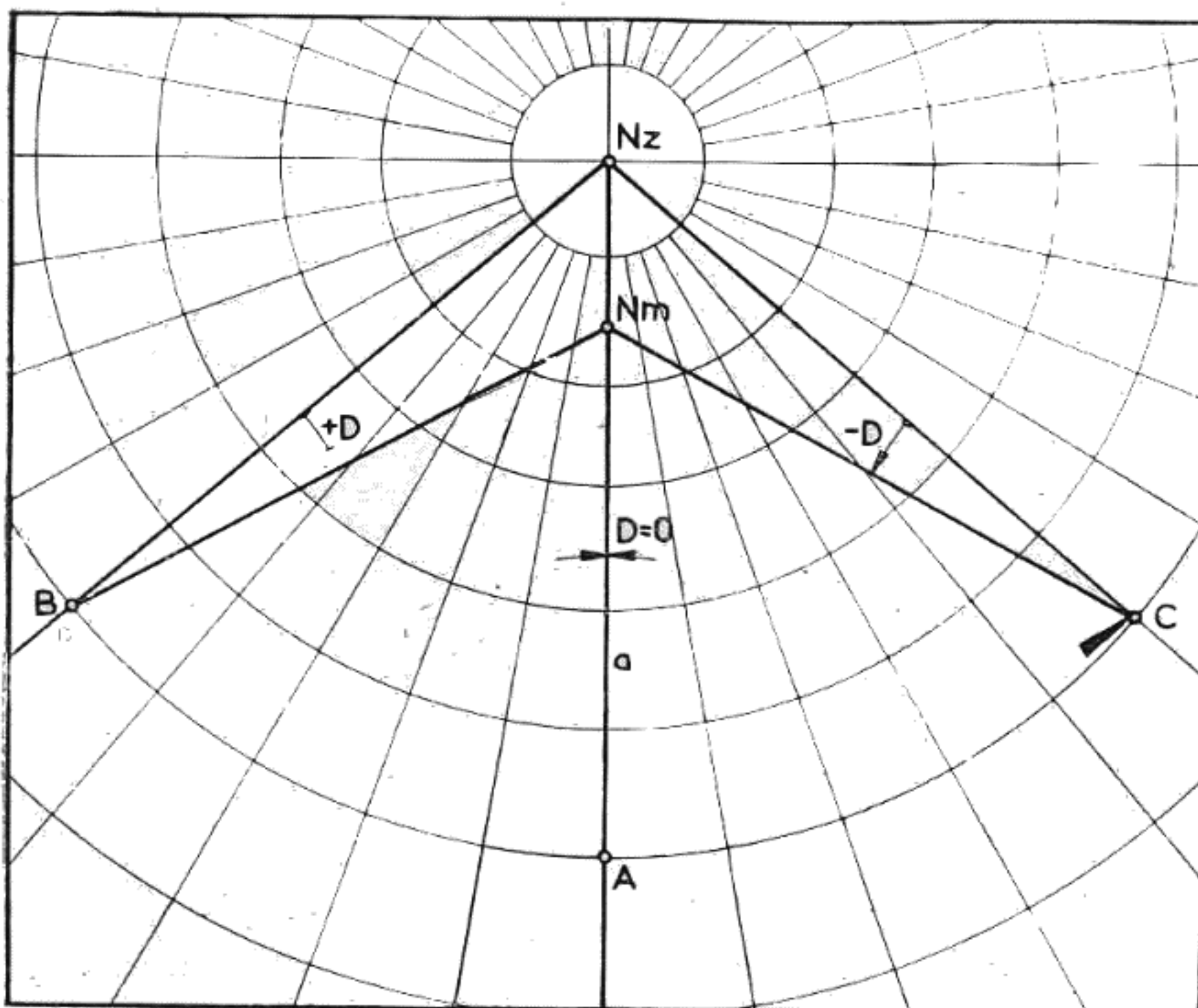
Obr. 46. Traťový úhel zeměpisný a traťový úhel magnetický

Význam zkratk (Tp , $T\dot{U}z$ a ostatních) je stejný jako u předchozího obrázku. Úhel mezi směrem zeměpisného severu a směrem magnetického severu čili úhel magnetické deklinace je v tomto případě záporný

kladný, východní, a označujeme jej znaménkem „+“. Viz obr. 47.

Náleží-li západní deklinaci znaménko plus nebo minus si zapamatujeme snadno podle mnemotechnicky podtržených předpon: Je-li magnetický sever západně od severu zeměpisného, je magnetická deklinace západní a má tudíž znaménko záporné. Východní deklinace je pak automaticky kladná.

Přitom ovšem musíme vždy uvažovat polohu magnetického pólu vzhledem k zeměpisnému, nikdy ne obráceně. Ani v tom se nemůžeme zmýlit, uvědomíme-li si, že dočasnou polohu pohybujícího se objektu udáváme vždy vzhledem k objektu, který svou



Obr. 47. Záporný a kladný úhel magnetické deklinace

Nz – poloha severního zeměpisného pólu (přímky, sbíhající se v tomto bodu, jsou směry zeměpisného severu, totožné s příslušnými poledníky; Nm – poloha severního magnetického pólu; a – poledník, procházející severním magnetickým pólem; A – poloha pozorovatele na poledníku, procházejícím severním magnetickým pólem. Oba póly jsou v tomto případě v zákrytu, úhel magnetické deklinace je proto nulový; B – poloha pozorovatele na zeměkouli na západ od poledníku, procházejícího severním magnetickým pólem. Z tohoto stanoviště se jeví severní magnetický pól vpravo, na východ od severního zeměpisného pólu. Magnetická deklinace je tedy východní, znaménko +; C – poloha pozorovatele na zeměkouli východně od poledníku, procházejícího severním magnetickým pólem. Z tohoto stanoviště se jeví severní magnetický pól vlevo, na západ od severního magnetického pólu. Magnetická deklinace je tedy západní, znaménko -

polohu nikdy nemění. V našem případě nepohyblivý, naprosto stálý je severní zeměpisný pól na zeměkouli, zatímco severní magnetický pól po zeměkouli „putuje“. Proto vždy udáváme polohu severu magnetického vzhledem k severu zeměpisnému.

3.2.2. ČTENÍ ÚHLU MAGNETICKÉ DEKLINACE Z MAP, IZOGONY, AGONA

Každé poloze magnetických pólů odpovídá jistá hodnota magnetické deklinace, jež je na různých místech zeměkoule různá. Proto se čas od času provádí měření, jež má zjistit na celé zeměkouli místní hodnoty magnetické deklinace, a to nejen na pevninách, nýbrž i na mořích. Na mapách se pak místa o stejné magnetické deklinaci spojují plynulými křivkami, které se nazývají izogony. Křivka, spojující místa o nulové magnetické deklinaci, se jmenuje agona.

Izogony mívají na mapách přibližný průběh od severu k jihu podobně jako poledníky. Teoreticky by měl být jejich průběh jen mírně zakřiven, poněvadž úhel, sevřený směrem zeměpisného a magnetického severu, se mění se změnou polohy na zeměkouli také jen zvolna a plynule. Skutečnost je však jiná. Zemské magnetické pole je místně značně ovlivněno například obsahem magnetických rud pod povrchem země, přirozenými elektrickými proudy pod povrchem země apod. Směr siločar zemského magnetického pole proto má četné místní odchylky čili anomálie. Střelka kompasu, zaujímající směr zemských magnetických siločar, proto celkem jen výjimečně ukazuje směrem na magnetický severní a jižní pól. Přesto však můžeme z map vyčíst místní velikost magnetické deklinace, o kterou údaj kompasu opravíme, čímž dostáváme směr zeměpisného severu.

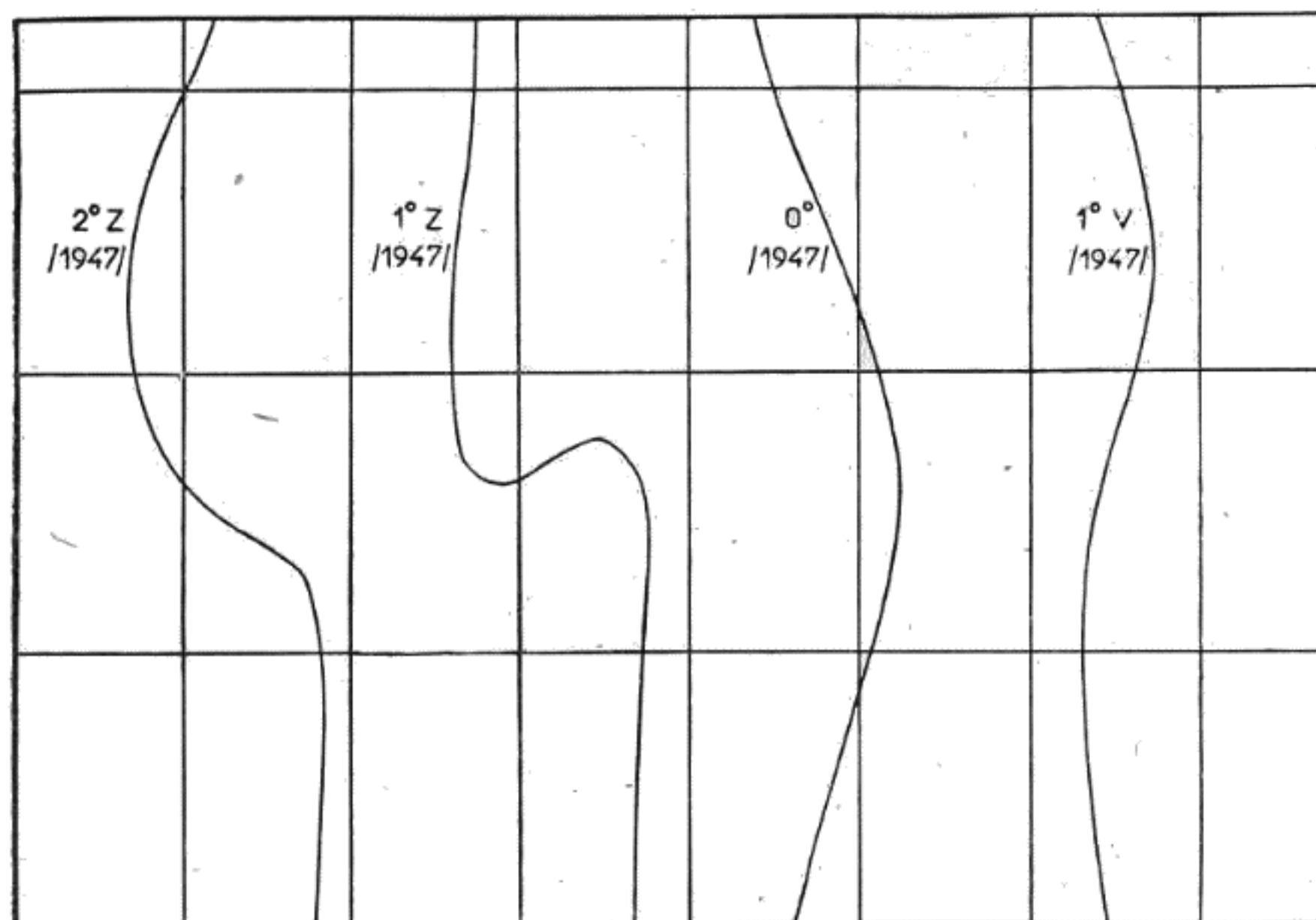
Poněvadž místní magnetická deklinace, vyznačená na mapě pomocí izogon, odpovídá pouze určité poloze zemských magnetických pólů, která se sice pomalu, zato však nepřetržitě mění, musí být na mapě s vytištěnými izogony vždy udán letopočet, ke kterému se izogony vztahují. Kromě toho bývá na těchto mapách natištěno, jaká je průměrná roční změna magnetické deklinace a v jakém smyslu se mění. Toto upozornění bývá například takové: Roční úbytek magnetické deklinace 12'. To znamená, že za pět let se magnetická deklinace změní o 1°. Velikost roční změny magnetické deklinace však není stále stejná.

Velikost magnetické deklinace z mapy pro účely letecké navigace určujeme takto: Nejdříve najdeme izogonu, která prochází přibližně středem plánované trati a zjistíme znaménko a velikost deklinace. Tento údaj opravíme o součin počtu roků, jež uplynuly od vytištění izogon, s roční změnou deklinace. Viz obr. 48.

Na území ČSR je v těchto letech poměrně nízká magnetická deklinace. Nové měření se provádí a vyhodnocuje v rámci Mezinárodního geofyzikálního roku. To však nesmí být důvodem

k tomu, abychom úhel magnetické deklinace při navigačních výpočtech zanedbávali jako bezvýznamný. Jednak situace se v tomto směru během let mění, takže magnetická deklinace u nás nebude stále nízká, a krom toho součet malých, zdánlivě zanedbatelných nepřesností dává velkou výslednou chybu.

Poznámka: Ve sportovním letectví se často slyší, že to či ono nemá „praktický význam“. Proto nebude na škodu, když si ukážeme, kam vede zanedbávání „prakticky bezvýznamných maličkostí“. Nevadí, že zatím ještě nevíme, co je deviace, snos apod. Až je budeme probírat, nebudeme je alespoň podceňovat.



Obr. 48. Způsob vyjádření velikosti magnetické deklinace na navigačních mapách pomocí izogon. Pod mapou bývá vytištěno například: Roční úbytek deklinace 12'

Letec při navigačních výpočtech zanedbal tyto „maličkosti“:

1. snášení „slabým“ větrem	4°
2. deviaci kompasu	4°
3. kurs na kompasu udržoval nedbale, výsledná úchylka	4°
4. magnetická deklinace	2°
5. traťový úhel měřil na mapách se sbíhajícími se poledníky nikoli uprostřed, nýbrž na začátku trati	2°
6. v důsledku nepřesného složení map naměřil nesprávně o	3°
Součet „zanedbatelných maličkostí“	19°

Trať letu byla dlouhá 300 km. Letec ztratil orientaci, ale spolehl se na to, že doletí k cíli, bude-li dodržovat kurs a rychlost letu a že se v prostoru cíle „najde“. Nenašel se, poněvadž pro součet jednotlivých nepřesností, jež náhodou působily ve stejném smyslu, doletěl do místa, vzdáleného kolmo od trati přes 90 km. Z příkladu je vidět, že ani „maličkosti“ nelze v letecké navigaci zanedbávat. A to ještě nejsou jednotlivé „chybičky“, jež byly příčinou velké chyby, samy o sobě nějak mimořádně veliké.

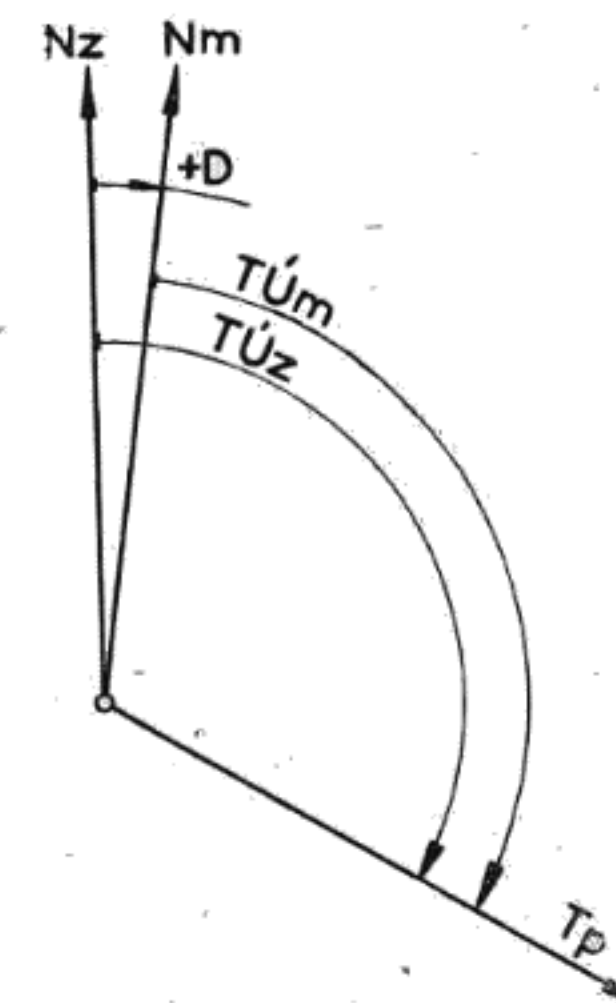
3.2.3. PŘEVODY ZEMĚPISNÝCH SMĚRŮ NA MAGNETICKÉ A OBRÁCENÉ

a) Převody grafickým způsobem

1. Převody $TÚz$ na $TÚm$ a Kz na Km

Příklad č. 1: Zeměpisný traťový úhel $TÚz$, odměřený na mapě směrem plánované trati a směrem zeměpisného severu, je 120. Deklinace, zjištěná pomocí izogon na navigační mapě, je 3. Úkol je, zjistit grafickou cestou (pomocí náčrtků) velikost magnetického traťového úhlu $TÚm$. Viz obr. 49.

Při grafickém řešení vycházíme vždy z toho, co známe. Poněvadž známe $TÚz$, měřený od zeměpisného severu Nz , známe i směr zeměpisného severu Nz . Proto z počátečního bodu A vyneseme svisle vzhůru směr zeměpisného severu a označíme jej Nz . Od tohoto směru naměříme ve směru hodinových ručiček úhel 120° a vyneseme přímku, kterou označíme TP (plánovaná trať). Směr zeměpisného severu spojíme s trati obloukem, který označíme $TÚz$ – traťový úhel zeměpisný. Pak přikročíme k zakreslení magnetické deklinace D .



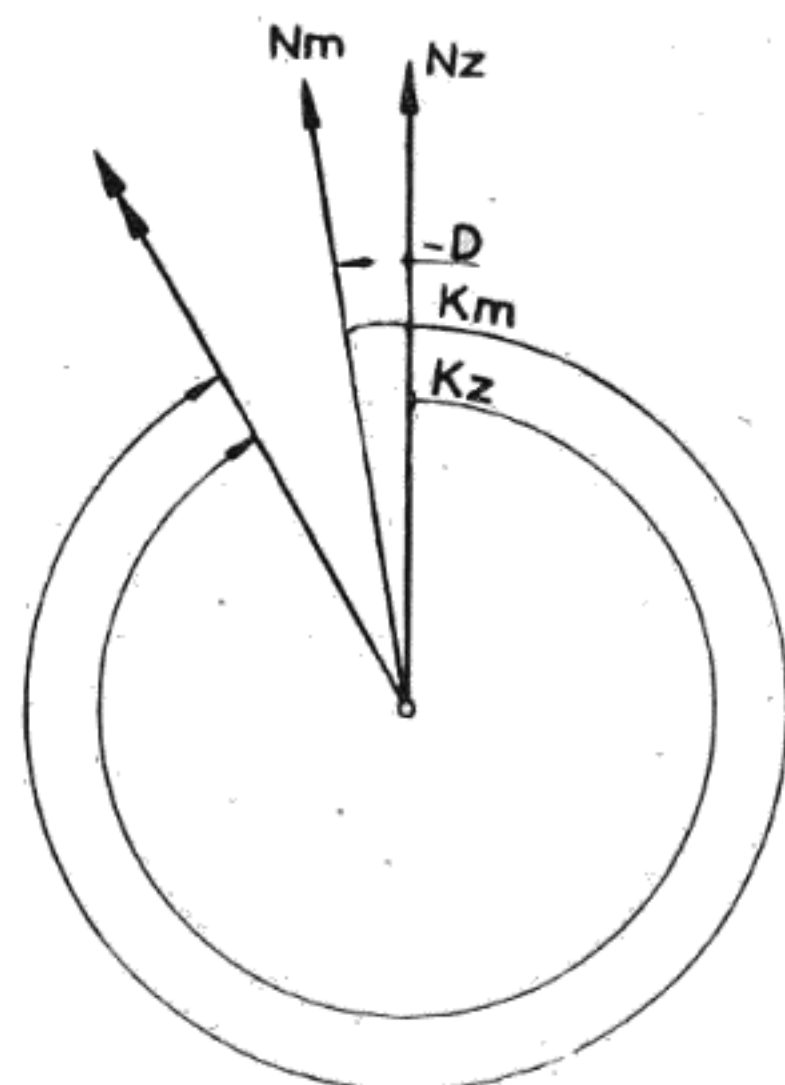
Příkladem daná hodnota deklinace je 3, to znamená, že je východní (nezapomeňme, záporná deklinace je západní, kladná je tedy východní). Východní deklinace znamená, že magnetický sever je na východ, tedy vpravo od zeměpisného severu Nz . Proto naměříme úhel 3° doprava od směru zeměpisného severu, vyneseme směr magnetického severu a označíme jej Nm .

Směr Nm spojíme obloukem se směrem plánované trati a oblouk označíme $TÚm$ = traťový úhel magnetický.

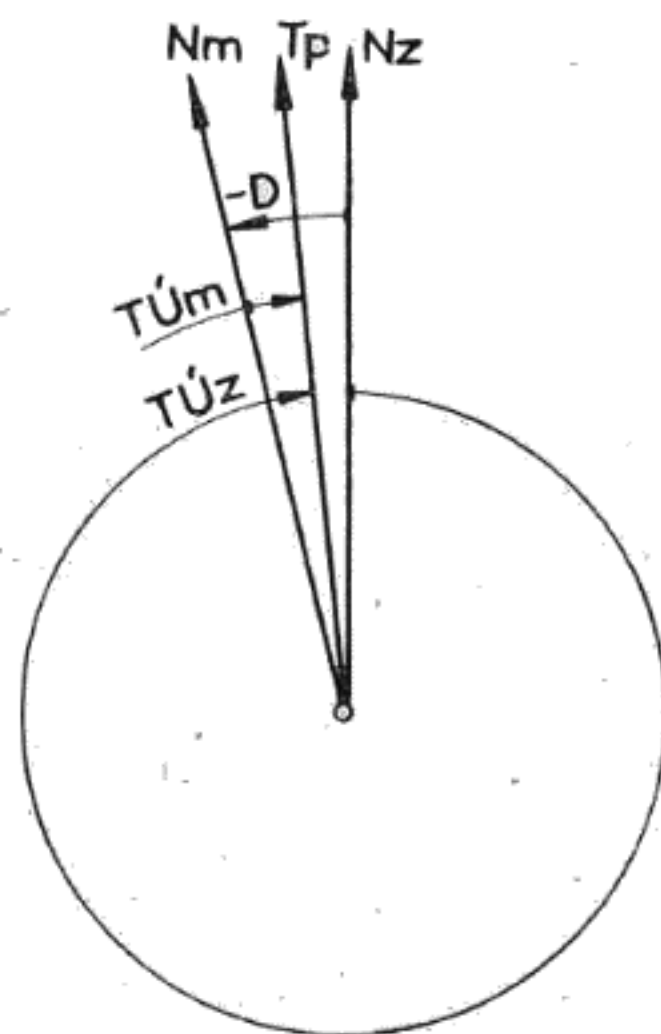
Z náčrtku je na první pohled patrné, že $TÚm$ je v tomto případě o úhel magnetické deklinace, tedy o 3° menší než $TÚz$. Je-li tedy $TÚz$ 120, pak $TÚm$ je 117.

Obr. 49. Převod $TÚz$ na $TÚm$ pomocí náčrtků. Poněvadž příkladem daná hodnota magnetické deklinace je kladná, vyneseme její úhel východně (vpravo) od Nz . Význam zkratek na obrázku a postup konstrukce je patrný z textu

Příklad č. 2: Letec si vypočítal, že má letět pod zeměpisným kursem 330. Z mapy zjistil, že deklinace je záporná, -4° . (Z předcházejících stránek již víme, že zeměpisný kurs je úhel, měřený od směru zeměpisného severu ve směru hodinových ručiček ke směru podélné osy letadla). Úkolem je převést graficky pomocí náčrtku zeměpisný kurs na kurs magnetický, čili na úhel, měřený od směru magnetického severu po směr podélné osy letadla.



Obr. 50. Převod Kz na Km pomocí náčrtku. Význam zkratek a způsob konstrukce je patrný z textu



Obr. 51. Jiný příklad převodu $TÚz$ na $TÚm$ pomocí náčrtku

Z bodu A opět vyneseme směr zeměpisného severu (viz obr. 50) a od něj odměříme ve směru hodinových ručiček úhel 330° . To je v tomto případě zeměpisný kurs, pod kterým má letadlo ve směru své podélné osy letět. Směr zeměpisného severu na náčrtu opět označíme Nz , oblouk mezi Nz a podélnou osou letadla označíme Kz .

Deklinace je záporná, -4° . Poněvadž je záporná, je západní, což znamená, že magnetický sever je západně od severu zeměpisného. Proto naměříme 4° na západ (proti chodu hodinových ručiček) a vyznačíme nový směr, směr magnetického severu, který označíme Nm . Pak změříme úhel od Nm ve směru hodinových ručiček po kurzovou čáru a zjistíme, že tento úhel je o úhel deklinace větší než Kz . Km je tedy $330 + 4 = 334$.

Příklad č. 3: $TÚz$, zjištěný z mapy, je 358. Deklinace, zjištěná rovněž z mapy, je -5 . Máme zjistit pomocí náčrtku $TÚm$. Viz obr. 51.

Z bodu A vyneseme opět směr Nz a označíme jej. Od něj naměříme ve směru hodinových ručiček směr plánované trati, kterou označíme Tp . Oblouk mezi Nz a Tp označíme $TÚz$.

Deklinace je opět záporná, tedy západní, magnetický sever bude tedy opět na západ od zeměpisného severu. Naměříme proto 5° od Nz na západ (proti směru hodinových ručiček) a vyneseme a označíme směr Nm .

Nyní změříme ve směru hodinových ručiček úhel mezi směrem Nm a Tp , a zjistíme, že je 003. $TÚm$ tedy je 003. $TÚm$ je v tomto případě opět o úhel magnetické deklinace větší než $TÚz$, tedy $358 + 5 = 363$. Úhly však měříme vždy jen do 360° . Úhel 363 je tedy jen 003. Příklad se zdá být složitější než předcházející jen zdánlivě.

Příklad č. 4: Letec si vypočítal $Kz = 003$ a chce jej opravit pomocí náčrtku o deklinaci, která je kladná $+6^\circ$.

Z bodu A opět vyneseme a označíme směr Nz , od kterého ve směru hodinových ručiček naměříme a označíme $Kz = 003$. Deklinace je kladná, tedy východní, Nm tedy bude na východ (doprava) od Nz . Nakonec změříme úhel od Nm ve směru hodinových ručiček po kurzovou čáru, načež zjistíme, že Km je o úhel deklinace menší než Kz . (Jen se zamysleme nad obrázkem 52!) Poněvadž Kz je 003, Km bude 357.

2. Převody $TÚm$ na $TÚz$ a Km na Kz

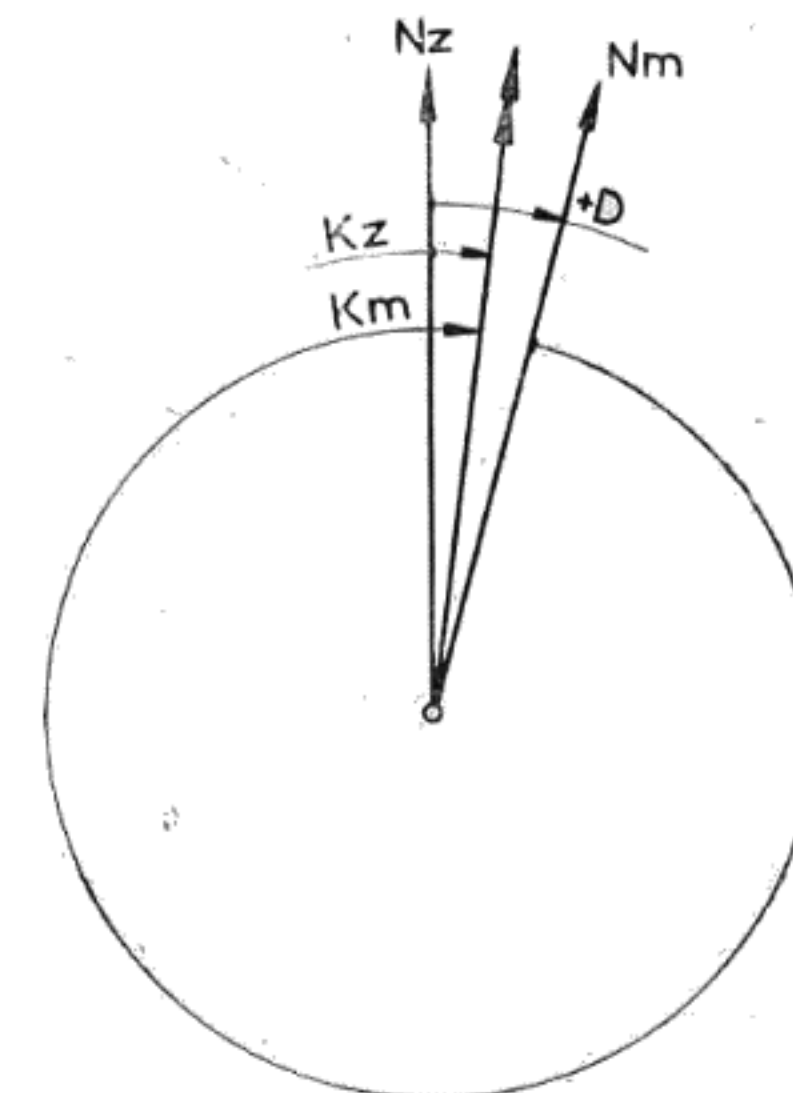
Příklad č. 1: $TÚm = 060$, $D = -3$. Máme pomocí náčrtku zjistit, čemu se rovná $TÚz$. Viz obr. č. 53.

Vycházíme opět z toho, co známe. Z bodu A vyneseme opět směr severu, tentokrát však nikoli zeměpisného, který ještě neznáme, nýbrž magnetického Nm , který známe, když známe $TÚm$. Od Nm ve směru hodinových ručiček naměříme úhel 060, což je magnetický směr plánované trati, proto úhlový oblouk označíme $TÚm$.

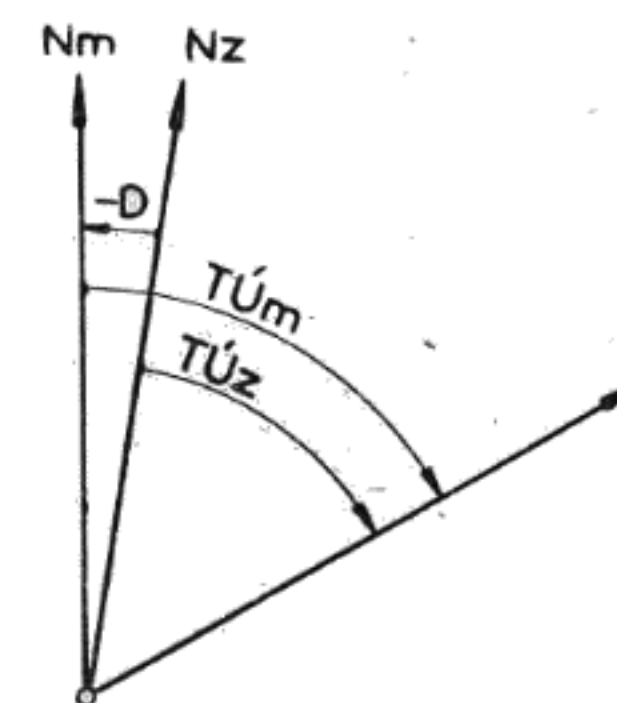
Deklinace je záporná, -3° , tedy západní. Magnetický sever musí proto být západně od severu zeměpisného. Pozor! Nm máme na náčrtku již zakreslen a musí být na západ od Nz , který teprve budeme do náčrtku vkreslovat! Proto naměříme od Nm úhel deklinace 3° na východ a vyneseme směr Nz . Tím máme splněnou podmínku, že při záporné (západní) deklinaci musí být Nm na západ od Nz . Od Nz potom změříme úhel po plánovanou trať Tp a zjistíme, že $TÚz$ je o 3° menší než $TÚm$, že je tedy 057.

Příklad č. 2: $Km = 004$, $D = -7$. Pomocí náčrtku máme zjistit Kz . Viz obr. č. 54.

Z bodu A vyznačíme směr Nm a od něj ve směru hodinových ručiček naměříme a označíme $Km = 004$. Deklinace je opět záporná, západní. Aby již zakreslený směr Nm zůstal západně od Nz , který teď budeme zakreslovat, musíme úhel deklinace 7° naměřit opět na východ od Nm . Tím dostaneme Nz . Pak změříme úhel mezi Nz a kurzovou čarou, načež zjistíme, že



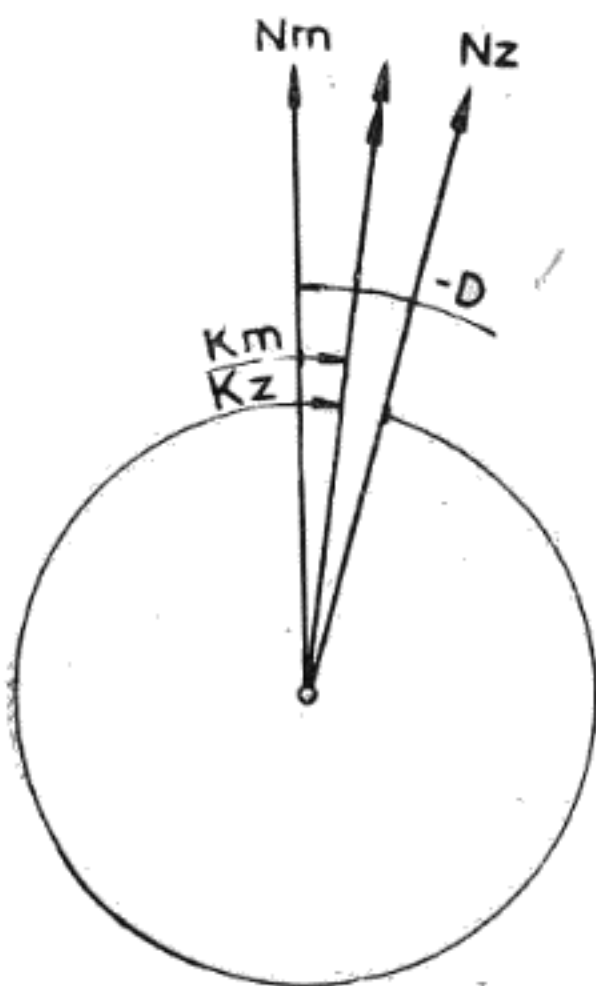
Obr. 52. Jiný příklad převodu Kz na Km pomocí náčrtku



Obr. 53. Převod $TÚm$ na $TÚz$ pomocí náčrtku. Abychom dodrželi pravidlo, že při záporné deklinaci musí být Nm na západ od Nz , musíme v tomto případě, kdy vycházíme od Nm , vynést úhel záporné deklinace na východ (doprava) od Nm , abychom dostali Nz . Je to zcela logické, jen zdánlivě složité

Kz je o deklinaci menší než Km , tedy $004 - 7 = 364 - 7 = 357$.

Poznámka: Nerozumíte-li ještě dobře převádění traťových úhlů a kursů pomocí náčrtků, vraťte se k příkladu na str. 87 a znovu bedlivě prostudujte všechny obrázky od č. 49 po č. 54. V dalším studiu nepokračujte, dokud si vše náležitě neujasníte. Nebudete-li moci na něco přijít sami, požádejte o radu staršího sportovního letce nebo učitele létání. K obrázkům ještě podotýkáme, že malé úhly jsou na nich pro názornost přehnány. V praxi nezjišťujeme neznámé $TÚz$, $TÚm$, Kz nebo Km pomocí náčrtků tím způsobem, že bychom na nich úhly skutečně vynášeli a měřili. Náčrtky nám slouží jen k tomu, abychom si na nich ujasnili, máme-li magnetickou deklinaci připočítat nebo odečítat.



Obr. 54. Převod Km na Kz pomocí náčrtku

3. Zjišťování neznámé magnetické deklinace, je-li dán $TÚz$ a $TÚm$ nebo Kz a Km .

Příklad č. 1: Máme dán $TÚz = 225$ a $TÚm = 220$. Máme pomocí náčrtku zjistit velikost a znaménko magnetické deklinace. Viz obr. 55.

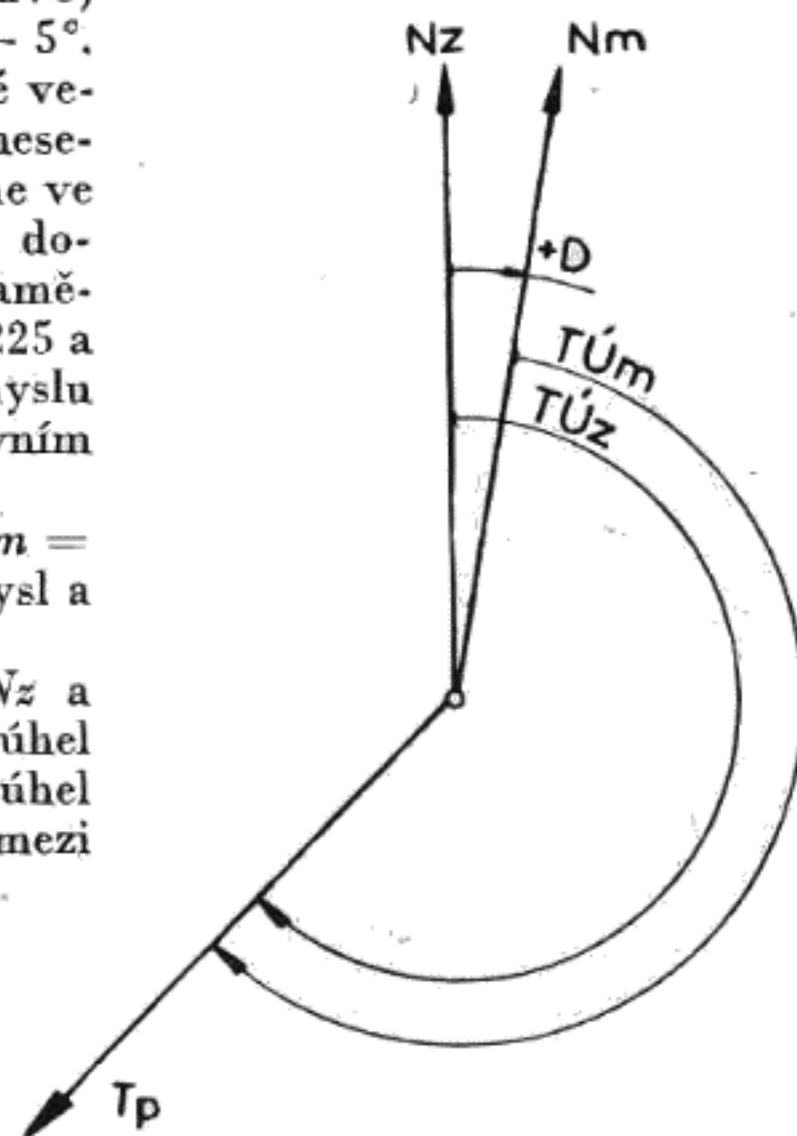
Opět vycházíme z toho, co je dáno. Z počátečního bodu A vyneseme směr Nz a od něj naměříme směr [plánované trati pod úhlem 225° . $TÚm$ je o 5° menší než $TÚz$, proto od směru plánované trati naměříme zpět, proti směru hodinových ručiček úhel 220° a tím dostaneme magnetický sever Nm .

Úhlový rozdíl mezi Nz a Nm , stejný jako mezi $TÚz$ a $TÚm$, je 5° . Poněvadž na náčrtku je Nm východně (vpravo) od Nz , je deklinace východní, tedy kladná, $+5^\circ$.

Je také možné postupovat od druhé dané veličiny, od $TÚm$. Z počátečního bodu A vyneseme tentokrát směr Nm a od něj naměříme ve směru hodinových ručiček $TÚm$ 220° , čímž dostáváme směr plánované trati Tp . Od této naměříme zpět, proti hodinovým ručičkám $TÚz$ 225° a vyneseme směr Nz . Určení velikosti a smyslu deklinace i náčrtek jsou stejné jako v prvním případě.

Příklad č. 2: Máme dán $Kz = 330$ a $Km = 333$. Pomocí náčrtku máme opět zjistit smysl a velikost deklinace. Viz obrázek 56.

Z počátečního bodu A vyneseme směr Nz a naměříme ve směru hodinových ručiček úhel 330° . Od kursové přímky naměříme zpět úhel 333° a vyneseme směr Nm . Úhlový rozdíl mezi

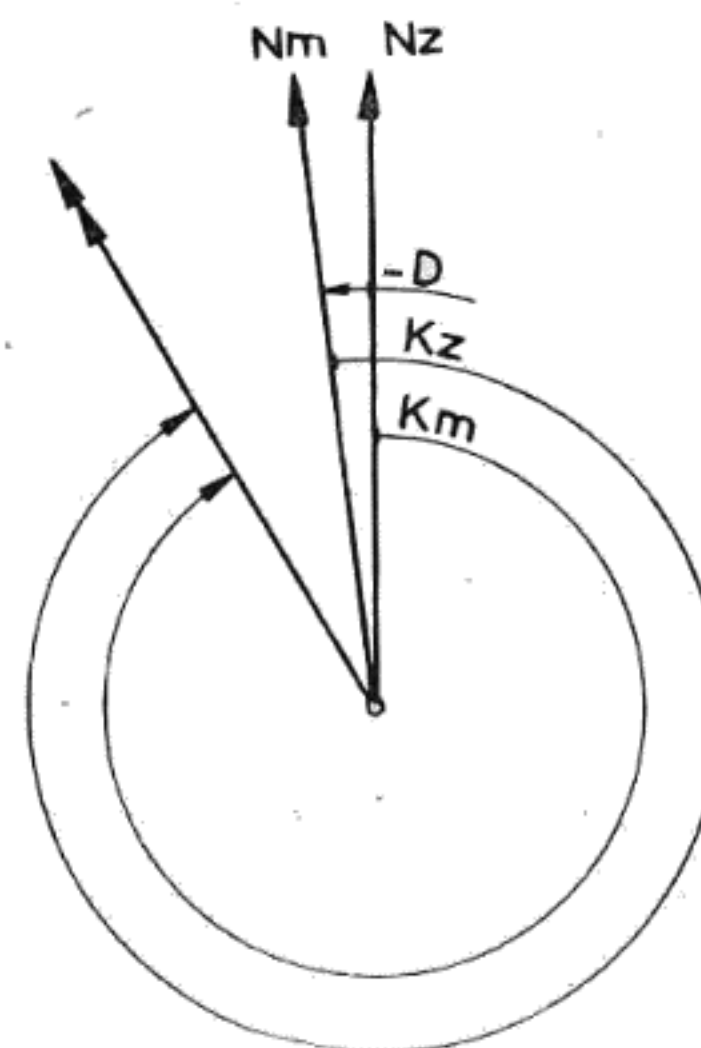


Obr. 55. Zjišťování neznámé magnetické deklinace „ D “ pomocí náčrtku, je-li dán $TÚz$ a $TÚm$. Postup je zřejmý z textu

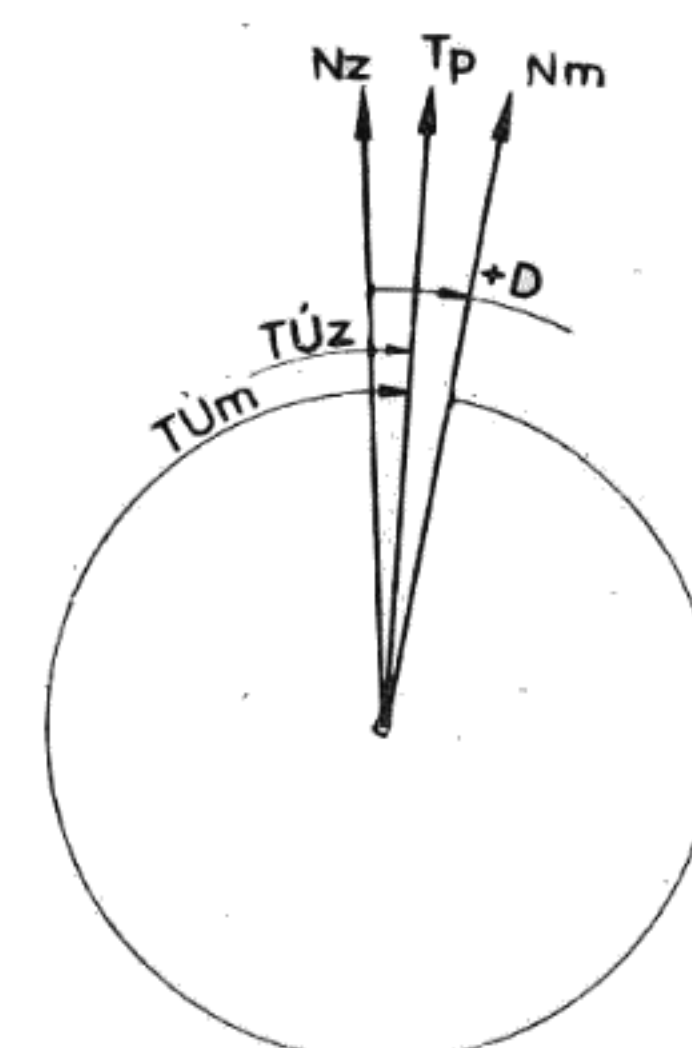
oběma severními směry je 3° a znaménko je záporné, poněvadž Nm je o 3° na západ od Nz .

Příklad č. 3: $TÚz = 002$ a $TÚm = 358$. Máme zjistit náčrtem smysl a velikost magnetické deklinace. Příklad je jen zdánlivě těžší než předcházející. Viz obr. 57.

Z počátečního bodu A vyneseme směr Nz a od něj naměříme a označíme $TÚz = 002$. Od směru plánované trati naměříme proti směru hodinových ručiček úhel $TÚm = 358$, čímž dostaneme Nm . Úhel mezi Nz a Nm je opět hledanou deklinací. Měří 4° a znaménko má kladné, poněvadž Nm je na východ od Nz .



Obr. 56. Zjišťování neznámé magnetické deklinace „ D “ pomocí náčrtku, je-li dán Kz a Km . Postup je zřejmý z textu



Obr. 57. Zjištění neznámé deklinace „ D “ pomocí náčrtku, je-li dán $TÚz$ a $TÚm$. Je to jen zdánlivě složitější příklad

b) Převody matematickým způsobem

1. Převody $TÚz$ na $TÚm$ a Kz na Km

Prostudujeme-li znovu bedlivě předcházející příklady, snadno z nich vyvodíme tuto zákonitost: Je-li magnetická deklinace záporná, západní, tj. je-li magnetický sever na západ od severu zeměpisného, pak $TÚm$ a Km je vždycky o úhel magnetické deklinace větší než $TÚz$ a Kz . A opačně, je-li magnetická deklinace kladná, východní, tj. je-li magnetický sever na východ od severu zeměpisného, pak $TÚm$ a Km je vždycky o úhel magnetické deklinace menší než $TÚz$ a Kz . Chceme-li tedy převádět $TÚz$ na $TÚm$ a Kz na Km matematickou cestou, musíme zápornou deklinaci vždycky připočítat, kladnou deklinaci musíme vždycky odečítat. Abychom mohli tyto početní úkony provádět, musíme u deklinace

měnit znaménka. Matematicky toho dosáhneme, dáme-li deklinaci i se znaménkem do závorky a umístíme-li před závorku znaménko minus. Vzorečky pro převádění pak budou vypadat takto:

$$TÚm = TÚz - (\pm D) \quad Km = Kz - (\pm D)$$

Příklad č. 1: $TÚz = 088$, $D = -4$. Dosadíme do příslušného vzorečku a počítáme: $TÚm = TÚz - (\pm D) = 088 - (-4) = 088 + 4 = 092$. Ověříme-li si správnost výpočtu pomocí náčrtku, dojdeme k témuž výsledku.

Příklad č. 2: $Kz = 260$, $D = +4$. Dosadíme do příslušného vzorečku: $Km = Kz - (\pm D) = 260 - (+4) = 260 - 4 = 256$. Správnost si opět ověříme pomocí náčrtku.

Příklad č. 3: $TÚz = 003$, $D = +8$. Dosadíme do vzorečku, tentokrát přímo, a počítáme: $TÚm = 003 - (+8) = 003 - 8 = 363 - 8 = 355$. Ověření provedeme opět náčrtkem.

Příklad č. 4: $Kz = 356$, $D = -5$. Dosadíme do vzorečku a počítáme: $Km = 356 - (-5) = 356 + 5 = 361 = 001$. Výsledek si opět ověříme náčrtkem.

2. Převody $TÚm$ na $TÚz$ a Km na Kz

Analogickou cestou jako při předcházejících převodech dojdeme opět k závěru, že při těchto převodech musíme vždy východní deklinaci připočítávat anebo západní deklinaci odečítat, chceme-li dostat $TÚz$ z $TÚm$ nebo Kz z Km . Matematicky je to jednodušší, neboť nemusíme u magnetické deklinace měnit znaménka – početní úkony provádíme prostě podle původních znamének D . Vzorečky pro převádění pak vypadají takto:

$$TÚz = TÚm + (\pm D) \quad Kz = Km + (\pm D)$$

Příklad č. 1: $TÚm = 032$, $D = -4$. Dosadíme do příslušného vzorečku: $TÚz = 032 + (-4) = 032 - 4 = 028$.

Příklad č. 2: $Km = 359$, $D = +3$. Dosadíme do příslušného vzorečku: $Kz = 359 + (+3) = 362 = 002$. Správnost výpočtů obou předcházejících příkladů si opět ověříme pomocí náčrtků.

3. Zjišťování neznámé magnetické deklinace, jeli dán $TÚz$ a $TÚm$ nebo Kz a Km .

Logickou úvahou anebo z předcházejících vzorečků snadno odvodíme vzorečky pro výpočet neznámé magnetické deklinace z $TÚz$ a $TÚm$ nebo z Kz a Km :

$$\pm D = TÚz - TÚm \quad \pm D = Kz - Km$$

Příklad č. 1: $Kz = 130$, $Km = 128$. Dosadíme do příslušného vzorečku: $\pm D = 130 - 128 = +2$.

Příklad č. 2: $TÚz = 175$, $TÚm = 178$. Dosadíme do vzorečku: $\pm D = 175 - 178 = -3$.

Příklad č. 3: $TÚz = 002$, $TÚm = 358$. Dosadíme do vzorečku: $\pm D = 002 - 358 = 362 - 358 = +4$.

Příklad č. 4: $Kz = 359$, $Km = 003$. Dosadíme do vzorečku: $\pm D = 359 - 003 = 359 - 363 = -4$.

Poznámka: Komu by dělalo pamatování všech uvedených vzorečků příliš velké potíže, nemusí se jim vůbec učit. Až probereme deviace kompasu, seznámíme se s vzorečkem, který se z mnemotechnického hlediska pamatuje mnohem snadněji a podle kterého je přepočítávání kursů a traťových úhlů též naprosto správné. Účelem není znát zpaměti vzorečky, ale umět traťové úhly a kursy správně převádět. Věci je ovšem také třeba rozumět a proto grafické řešení převodů musí znát bezpodmínečně všichni, i ti, kteří si nezapamatují vzorečky. Ostatně ten, kdo věci rozumí, si ani nemusí vzorečky pamatovat, v případě potřeby si je lehce odvodí z náčrtků jednoduchou úvahou.

3.3. DEVIACE KOMPASU

3.3.1. ÚVOD A VYSVĚTLENÍ POJMU „VÝCHODNÍ“ A „ZÁPADNÍ“ DEVIACE KOMPASU

Až dosud jsme předpokládali, že střelka kompasu na palubě letadla opravdu ukazuje směr magnetický sever-magnetický jih. Ve skutečnosti je to však jinak.

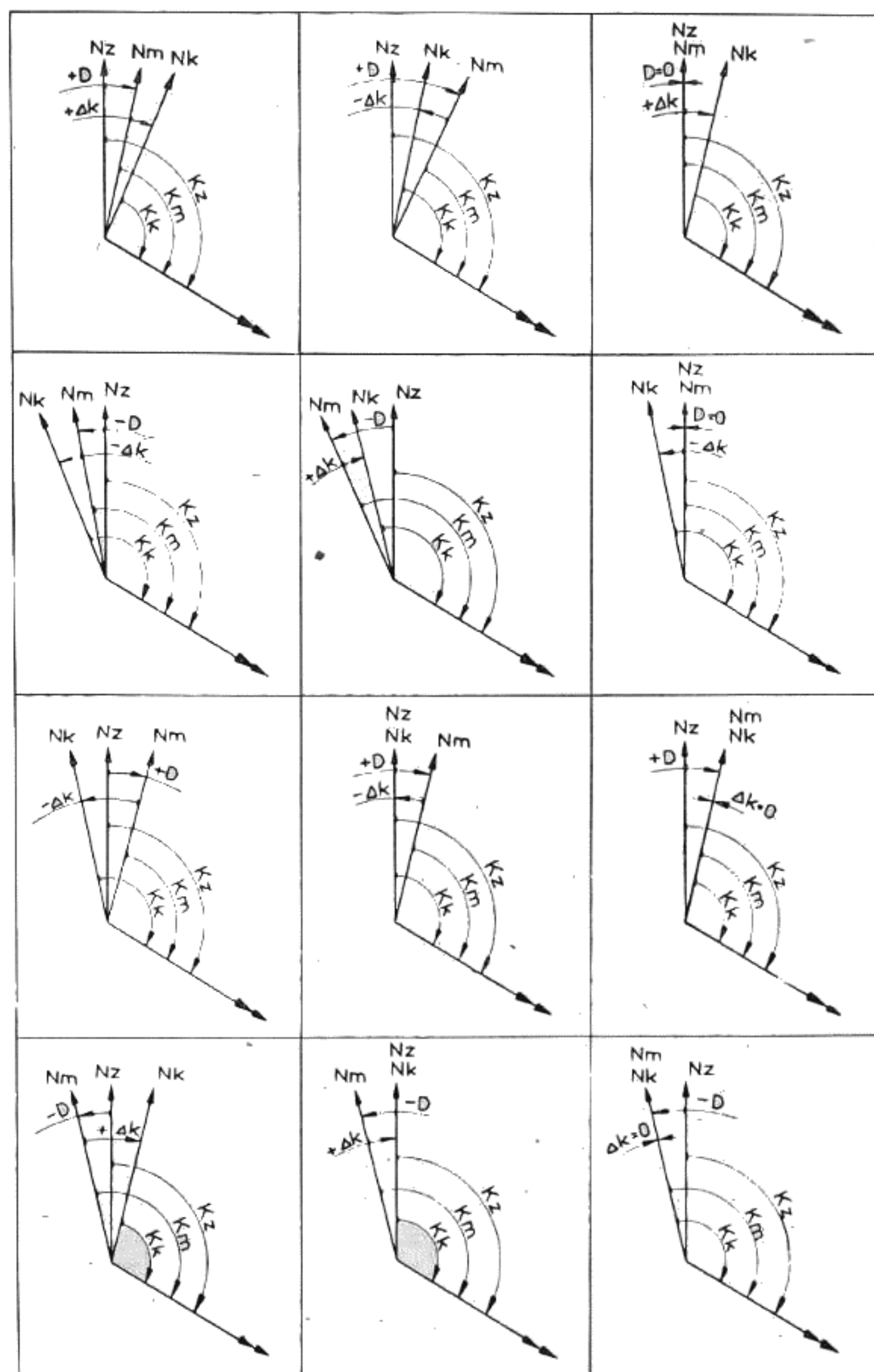
Střelku kompasu totiž do jisté míry ovlivňuje magnetismus letadla, který ji odchyluje od správného směru. Směr, kterým střelka ve skutečnosti ukazuje, nazýváme pak kompasovým severem a kompasovým jihem.

Odchylna střelky kompasu od správného směru není působením magnetických kovů letadla u všech letadel stejná, poněvadž každé letadlo má jiné magnetické vlastnosti a tím i individuální vliv na střelku svého kompasu. Dokonce přitom záleží i na směru, kterým letadlo letí. To znamená, že odchylka střelky kompasu čili deviace kompasu není ani u téhož letadla na všech kursech stejná, nýbrž mění se jak co do velikosti, tak co do smyslu v závislosti na směru, kterým letadlo právě letí.

Tak, jako jsme nazývali úhlový rozdíl mezi zeměpisným a magnetickým severem magnetickou deklinací, nazýváme úhlový rozdíl mezi magnetickým a kompasovým severem, kterým ve skutečnosti ukazuje střelka kompasu, deviací kompasu a značíme ji Δk , někdy též – ve starších učebnicích – „ d “.

Podobně, jako existuje kladná (východní) a záporná (západní) magnetická deklinace, existuje i kladná (východní) a záporná (západní) deviace kompasu.

Za základ tentokrát bereme směr magnetického severu. Říkáme, že deviace kompasu je západní čili záporná, když je směr kompasového severu západně od směru magnetického severu. A opačně, deviace kompasu je kladná, jestliže je směr kompasového severu na východ od směru magnetického severu.



Obr. 58. Dvanáct kombinací vzájemné polohy severu zeměpisného, severu magnetického a severu kompasového. Závazný způsob měření K_z , K_m a K_k . Závazný způsob (z hlediska směru) měření magnetické deklinace a deviace kompasu

Podobně, jako je zeměpisný kurs letadla úhel mezi směrem zeměpisného severu a podélnou osou letadla nebo magnetický kurs úhel mezi směrem magnetického severu a podélnou osou letadla, je kompasový kurs úhel mezi směrem kompasového severu a podélnou osou letadla, měřený ve směru hodinových ručiček. Kompasový kurs označujeme zkratkou K_k .

Právě tak, jako musí letec počítat s magnetickou deklinací, musí počítat i s deviací kompasu. Vypočítá-li si zeměpisný kurs, musí jej opravit o magnetickou deklinaci, aby obdržel magnetický kurs, a ten musí opravit o deviaci kompasu, aby obdržel kompasový kurs, který pak za letu udržuje na kompasu.

Vliv působení magnetických kovů letadla na jednotlivých kursech na stříčku kompasu a velikost její odchylky od správného směru se zjišťuje při takzvaném „kompenzování palubních kompasů“. Při kompenzování se snažíme působení magnetických kovů letadla na stříčku částečně nebo úplně snížit a výslednou deviaci kompasu, čili odchylku od správného směru, kterou se nepodařilo odstranit, sestavujeme do takzvané „deviační tabulky“. Při převádění K_m na K_k zjišťuje letec hodnotu deviace kompasu na určitém kursu právě na této deviační tabulce, která je umístěna v každém letadle na viditelném místě. Princip a postup při kompenzování palubních kompasů si popíšeme na dalších stránkách.

Dvanáct různých kombinací vzájemné polohy zeměpisného, magnetického a kompasového severu je vidět na obrázku 58. Na tomto obrázku je vidět i způsob měření jednotlivých kursů (vždy od příslušného severu k podélné ose letadla ve směru chodu hodinových ručiček) a směr měření magnetické deklinace (vždy od N_m k N_z) a deviace kompasu (vždy od N_m k N_k).

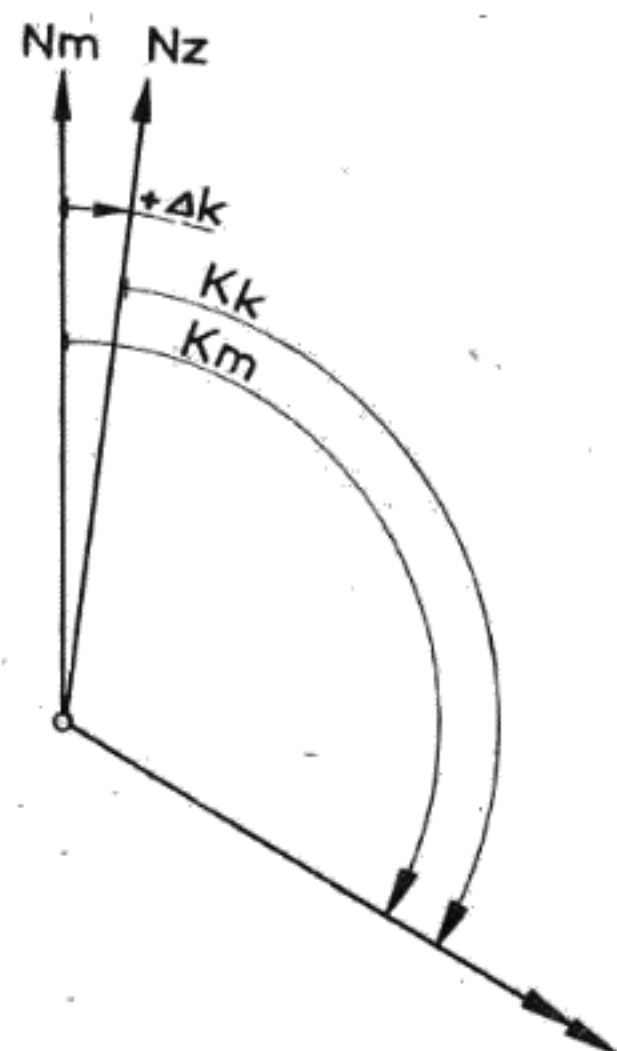
3.3.2. PŘEVODY MAGNETICKÝCH KURSŮ NA KOMPASOVÉ A OBRÁCENĚ

a) Převody grafickým způsobem

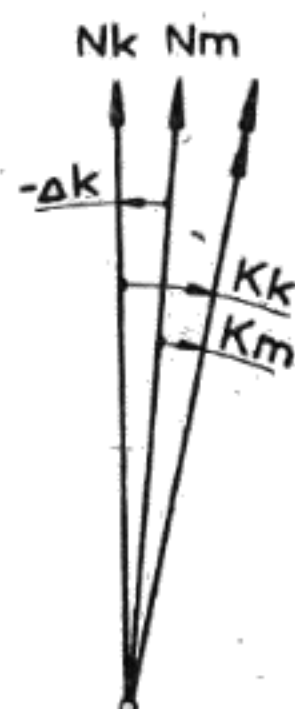
1. Převody K_m na K_k .

Příklad č. 1: Magnetický kurs $K_m = 120^\circ$, deviace kompasu = + 3. Máme zjistit velikost K_k .

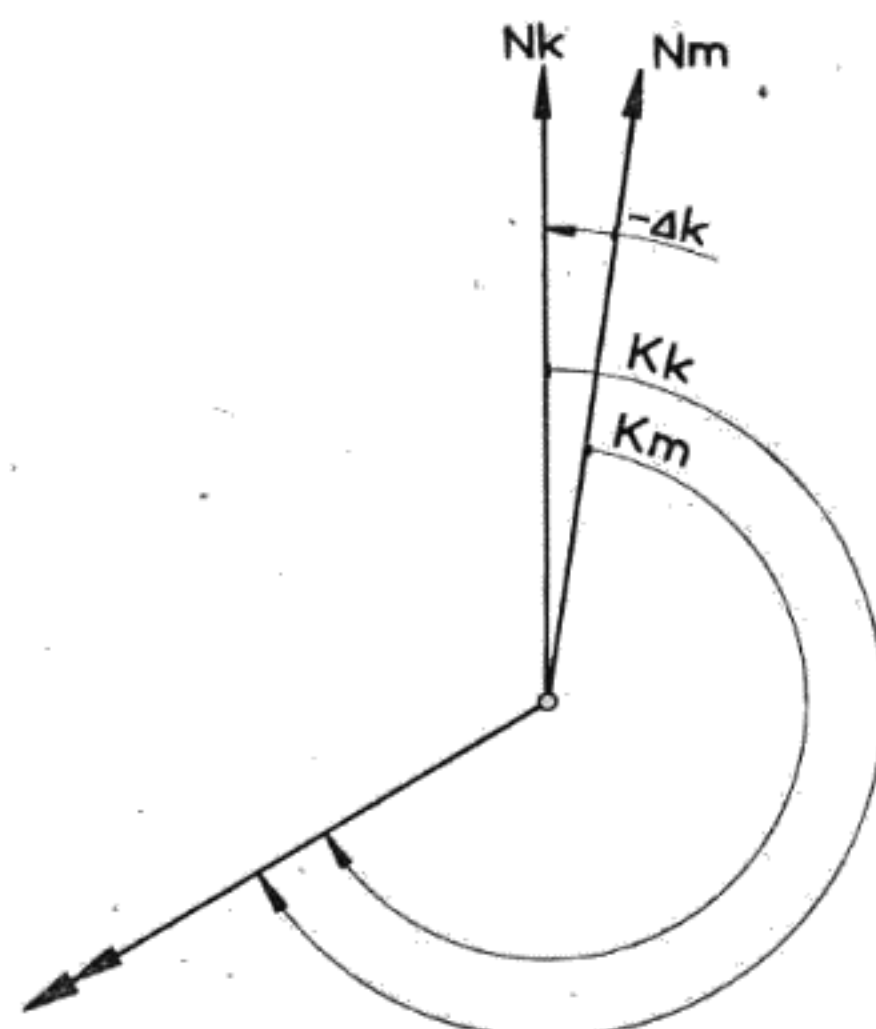
Jako vždycky vycházíme z toho, co známe. Známe K_m , to je známe úhlový rozdíl mezi N_m a podélnou osou letadla. Proto z počátečního bodu A (viz obr. 59) vyznačíme směr N_m a od něj doprava naměříme úhel 120° a vyznačíme směr podélné osy letadla. Deviace kompasu je kladná, tedy východní, což znamená, že kompasový sever je na východ od magnetického severu. Proto naměříme od N_m 3° na východ a vyneseme směr N_k . Nyní je už na první pohled vidět, že



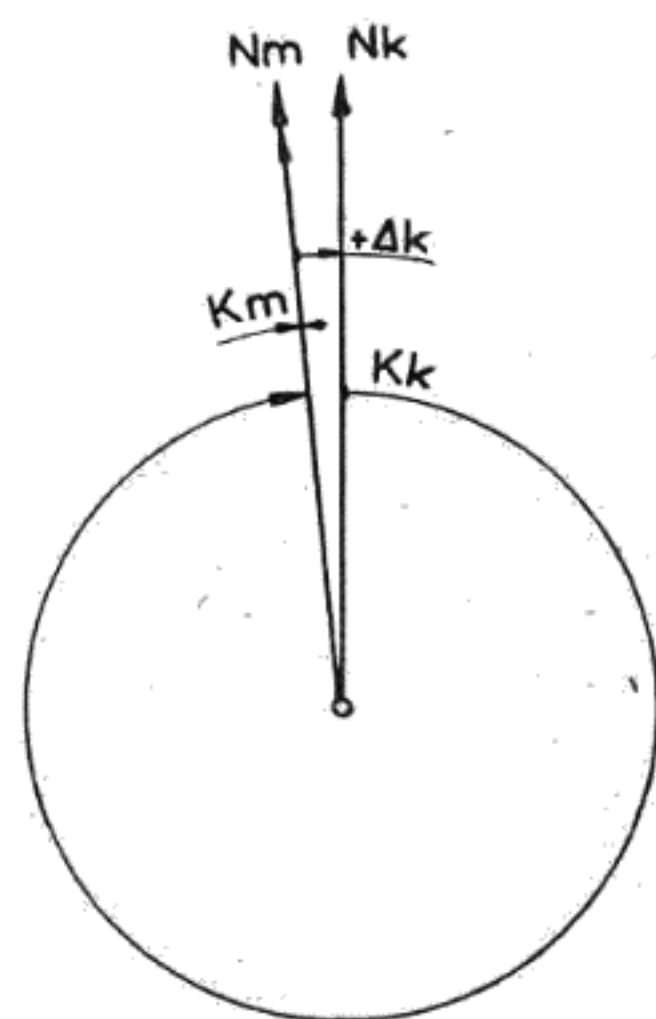
Obr. 59. Převod K_m na K_k graficky. Postup a význam zkratk je zřejmý z textu



Obr. 60. Jiný příklad grafického převodu K_m na K_k



Obr. 61. Převod K_k na K_m graficky



Obr. 62. Jiná ukázka grafického převodu K_k na K_m

úhel mezi podélnou osou letadla a N_k je o úhel deviace kompasu menší, než úhel mezi podélnou osou letadla a N_m . To znamená, že K_k je v tomto případě 117.

Příklad č. 2: Je dán $K_m = 002$, deviace kompasu = -2 . Máme zjistit velikost K_k pomocí náčrtku. Viz obr. 60.

Vyznačíme směr N_m . Od něj doprava naměříme 2° a vyznačíme směr podélné osy letadla. Úhel mezi ní a N_m je magnetický kurs. Deviace kompasu je v tomto případě záporná, tedy západní, což znamená, že N_k je na západ od N_m . Od N_m proto naměříme 2° na západ a vyznačíme směr N_k . Úhel mezi N_k a podélnou osou letadla je v tomto případě o úhel deviace kompasu větší, než úhel mezi podélnou osou letadla a N_m . Výsledný K_k je tedy 004.

2. Převody K_k na K_m .

Příklad č. 1: Je dán $K_k = 240$, deviace kompasu = -7 . Máme zjistit náčrtkem velikost K_m .

Z počátečního bodu A vyneseme opět směr severu, tentokrát však severu kompasového, poněvadž máme dán kompasový kurs. Od směru N_k vyneseme ve směru hodinových ručiček pod úhlem 240° směr podélné osy letadla. Deviace kompasu je záporná, tedy západní, čili N_k je na západ od N_m . N_k už na obrázku máme, naším úkolem je přikreslit N_m . Při tom musí být N_k na západ od N_m . Proto naměříme úhel 7° na východ od N_k a vyznačíme směr N_m . Je vidět, že úhel mezi nově nakresleným N_m a podélnou osou letadla je o úhel deviace kompasu menší než K_k , čili $K_m = 233$. Viz obr. 61.

Příklad č. 2: Je dán $K_k = 357$, deviace kompasu = $+3$. Máme zjistit pomocí náčrtku velikost K_m . Viz obr. 62.

Vyznačíme směr kompasového severu a od něj doprava naměříme úhel 357° , což je směr podélné osy letadla. Deviace kompasu je kladná, což znamená, že N_k je na východ od N_m . Magnetický sever tudíž bude na obrázku západně od N_k . Proto naměříme od N_k na západ 3° a vyznačíme směr N_m . V našem případě bude směr N_m totožný s podélnou osou letadla. Úhel mezi směrem magnetického severu a podélnou osou letadla je tedy nulový, čili $K_m = 000$ (nebo 360).

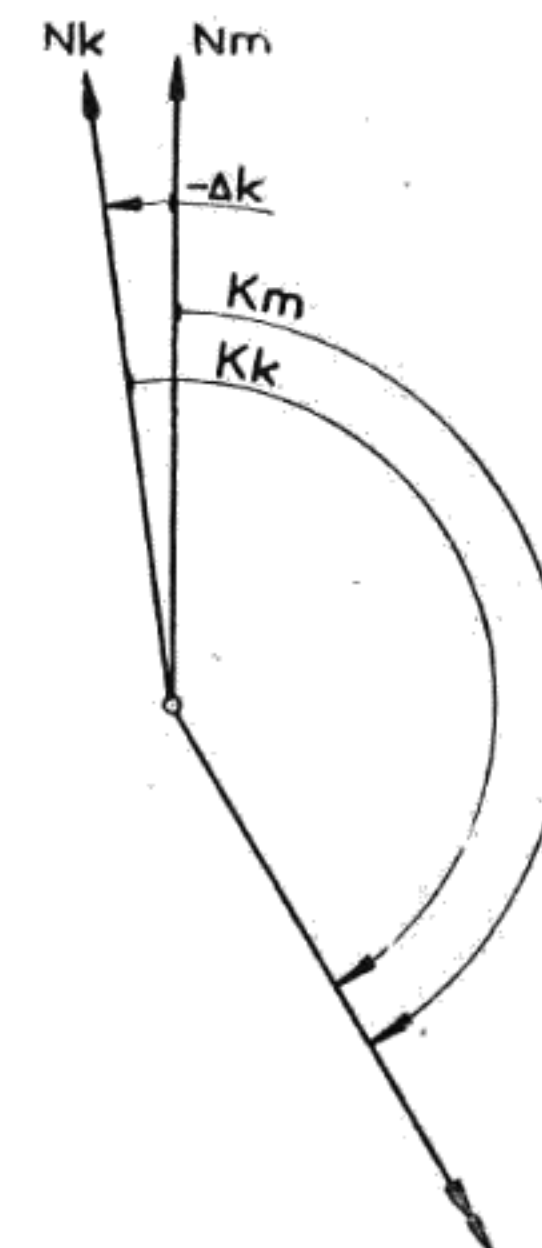
3. Zjišťování neznámé deviace kompasu pomocí náčrtku, je-li dán K_m a K_k .

Příklad č. 1: $K_m = 150$, $K_k = 155$, Máme zjistit neznámou deviaci kompasu.

Z bodu A vyneseme opět směr N_m , naměříme úhel 150° a nakreslíme směr podélné osy letadla. Od ní směrem proti chodu hodinových ručiček naměříme úhel 155° a vyznačíme směr N_k . Úhel mezi N_m a N_k je deviací kompasu a činí 5° . Poněvadž N_k je západně od N_m , je deviace kompasu západní čili záporná. Viz obr. 63.

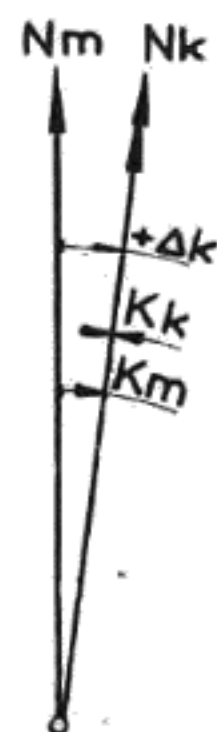
Příklad č. 2: $K_m = 006$, $K_k = 000$. Jaký je smysl a jaká velikost deviace kompasu?

Vyznačíme směr N_m a nakreslíme podélnou osu letadla, svírající s N_m úhel 6° ,



Obr. 63. Grafický způsob zjištění neznámé deviace kompasu

měřeno od Nm ve směru hodinových ručiček. Poněvadž $Kk = 000$ znamená to, že podélná osa letadla je totožná se směrem Kk . Úhel mezi Nm a Nk je 6° . Znaménko deviace kompasu je v tomto případě kladné, $+6^\circ$, poněvadž Nk je na východ od Nm . Viz obr. 64.



b) Převody početním způsobem

1. Převody Km na Kk

Podobně jako u magnetické deklinace můžeme i tu logickou úvahou nad náčrtky odvodit vzoreček pro výpočet Kk , je-li dán Km a deviace kompasu:

$$Kk = Km - (\pm \Delta k)$$

← Obr. 64. Grafický způsob zjištění neznámé deviace kompasu, je-li dán Km a Kk – jiný příklad

Příklad č. 1: $Km = 290$, $\Delta k = +3$. Jaký je Kk ? Dosadíme do vzorečku: $Kk = Km - (\pm \Delta k) = 290 - (+3) = 290 - 3 = 287$. Náčrtkem si ověříme, že Kk je opravdu 287.

Příklad č. 2: $Km = 000$, $\Delta k = -4$. Jaký je Kk ? Dosadíme do vzorečku a počítáme: $Kk = 000 - (-4) = 000 + 4 = 004$. Správnost si opět ověříme náčrtkem.

2. Převody Kk na Km .

Vzoreček pro tyto převody je:

$$Km = Kk + (\pm \Delta k)$$

Příklad č. 1: $Kk = 357$, $\Delta k = +3$. Čemu se rovná Km ? Dosadíme do vzorečku: $Km = Kk + (\pm \Delta k) = 357 + (+3) = 000$. Výsledek si opět ověříme pomocí náčrtku.

Příklad č. 2: $Kk = 000$, $\Delta k = -6$. Čemu se rovná Km ? Dosadíme do vzorečku a počítáme: $Km = 000 + (-6) = 000 - 6 = 360 - 6 = 354$. Výsledek si ověříme náčrtkem.

3. Výpočet neznámé deviace kompasu, je-li dán Km a Kk

Vzoreček pro tento výpočet zní:

$$\pm \Delta k = Km - Kk$$

Příklad č. 1: $Km = 185$, $Kk = 190$. Čemu se rovná Δk ? Dosadíme do vzorečku: $\pm \Delta k = Km - Kk = 185 - 190 = -5$. Správnost si ověříme náčrtkem.

Příklad č. 2: $Km = 003$, $Kk = 354$. Čemu se rovná Δk ? Dosadíme do vzorečku a počítáme: $\pm \Delta k = 003 - 354 = 363 - 354 = +9$. Výsledek si opět ověříme.

3.3.3. ROZBOR PŘÍČIN DEVIACE KOMPASU

Z fyziky víme, že jestliže nezmagnetizované feromagnetické látky jsou v magnetickém poli, stávají se z nich vlivem magnetické indukce magnety s opačnou polaritou. (Feromagnetické látky jsou

například železo a jeho slitiny, nikl, kobalt aj.) Přestane-li magnetické pole na feromagnetické látky působit, některé feromagnetické látky si svůj magnetismus, vzbuzený magnetickou indukcí, podrží i nadále, jiné ho ihned pozbudou.

Vlastnost těch feromagnetických látek, které pozbývají magnetičnosti ihned, jakmile na ně přestane působit magnetické pole, budeme nazývat magnetismem měkkého železa. Vlastnost těch feromagnetických látek, které si magnetismus, získaný magnetickou indukcí, podrží nadále i tehdy, když na ně magnetické pole přestane působit, budeme nazývat magnetismem tvrdého železa.

Intenzita magnetismu, získaného magnetickou indukcí, závisí na intenzitě magnetického pole, v němž byly feromagnetické látky. Dále závisí na vlastnostech feromagnetických látek, na jejich tvaru a poloze v magnetickém poli.

Všechny feromagnetické látky na světě jsou v prostoru působnosti zemského magnetického pole.

Intenzita zemského magnetického pole je sice poměrně velmi slabá, přece však stačí k tomu, aby se následkem magnetické indukce staly ze všech feromagnetických látek na světě slabé magnety, a to zejména tehdy, nemění-li dlouhou dobu svou polohu vůči zemskému magnetickému poli.

Každé letadlo obsahuje mnoho součástí z feromagnetických kovů. Některé z nich mají magnetické vlastnosti tvrdého železa, jiné mají magnetické vlastnosti měkkého železa.

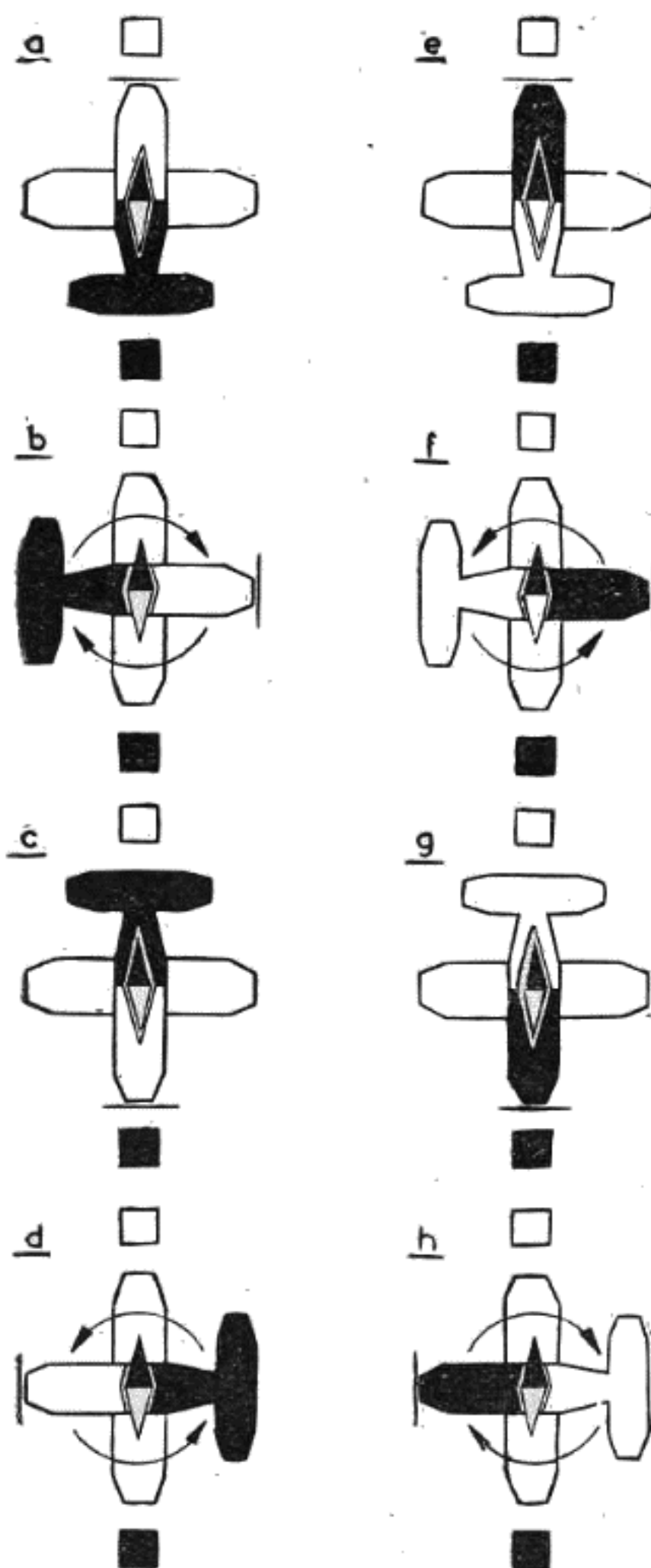
I když je trvalý magnetismus součástí letadla slabý, přece jen stačí k tomu, aby vychyloval střílku kompasu ze správného směru.

Součástky v letadle, jež mají magnetické vlastnosti měkkého železa, mění neustále v závislosti na směru letu, čili v závislosti na své poloze svou magnetickou polaritu vůči zemskému magnetickému poli. Někdy zesilují trvalý magnetismus letadla, někdy jej zeslabují. Záleží na směru, který zaujímají předměty z měkkého železa v letadle vůči zemským magnetickým siločarám. Indukce předmětů z měkkého železa v letadle zemským magnetismem je největší, jsou-li tyto předměty svou délkou rovnoběžné se směrem zemských magnetických siločar. Jsou-li tyto předměty vůči siločarám zemského magnetického pole svou délkou kolmé, je magnetická indukce nulová.

Magnetický účinek tvrdého a měkkého železa v letadle na palubní kompas je ještě komplikován účinkem elektromagnetických polí, vytvářených v letadle kolem proudovodičů, dynam, magnetů, generátorů, různých elektromotorků a kolem jiných elektromagnetických přístrojů, jako jsou například elektromagnetické přístroje na ukazování množství pohonných látek, tlaku a teploty oleje,

voltmetr palubní sítě apod. Tento účinek je tím větší, čím jsou elektromagnetické přístroje a předměty z feromagnetických kovů blíž kompasu.

Účinek elektromagnetických polí na kompas podstatně snižujeme, někdy až na nulu, důsledným stíněním všech elektromagnetických přístrojů. Vodiče stejnosměrného proudu k přístrojům

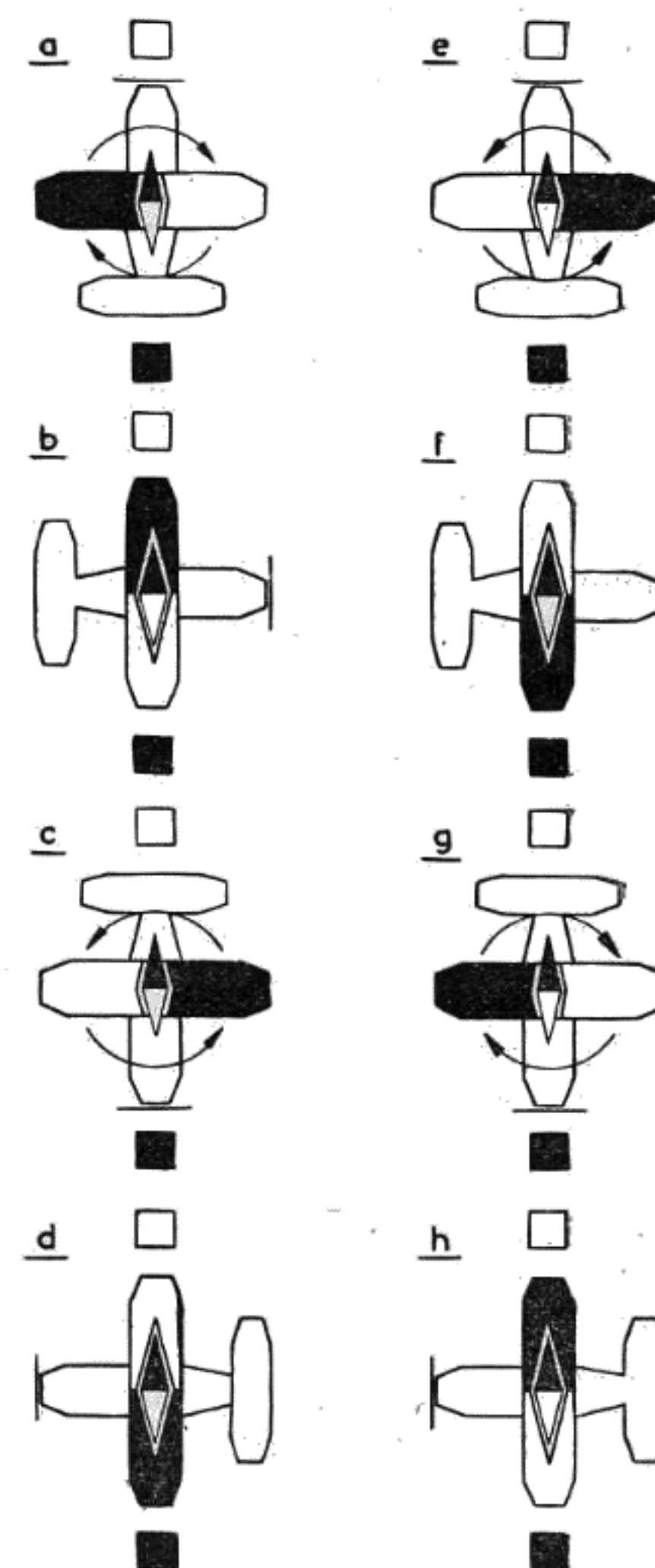


Obr. 65. Vliv trvalého magnetismu v podélné ose letadla na výchylku střelky kompasu. Severní magnetické póly jsou černé, jižní magnetické póly jsou bílé

Severní pól trvalého magnetismu je v zadní části letadla, kladné „P“; a – Při severním kursu letadla nepůsobí složka „+P“ žádnou deviaci, ale zvětšuje horizontální složku zemského magnetismu; b – Při východním kursu letadla působí složka „+P“ východní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek); c – Při jižním kursu letadla nepůsobí složka „+P“ žádnou deviaci, ale zeslabuje horizontální složku zemského magnetismu; d – Při západním kursu letadla působí složka „+P“ západní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek). Severní pól trvalého magnetismu je v přední části letadla – záporné „P“; e – při severním kursu letadla nepůsobí složka „-P“ žádnou deviaci, ale zmenšuje horizontální složku zemského magnetismu; f – při východním kursu letadla působí složka „-P“ západní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek); g – při jižním kursu letadla nepůsobí složka „-P“ žádnou deviaci, ale zesiluje horizontální složku zemského magnetismu; h – při západním kursu letadla působí složka „-P“ východní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek)

na palubní desce a od nich nejsou oddělené, nýbrž vedeny vedle sebe, svinuty do šňůry a ještě odstíněny apod.

Trvalý a dočasný magnetismus letadla však takto odstranit nejde. Musíme proto zjišťovat velikost jeho účinku na kompas letadla, podle možnosti se pak snažíme velikost účinku odstranit nebo snížit. S neodstraněným zbytkem se musíme smířit.



Severní pól trvalého magnetismu je v levé části letadla, kladné „Q“; a – při severním kursu letadla působí složka „+Q“ východní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek); b – při východním kursu letadla nepůsobí složka „+Q“ žádnou deviaci, ale zmenšuje horizontální složku zemského magnetismu; c – při jižním kursu letadla působí složka „+Q“ západní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek); d – při západním kursu letadla nepůsobí složka „+Q“ žádnou deviaci, ale zesiluje horizontální složku zemského magnetismu. Severní pól trvalého magnetismu je v pravé části letadla, záporné „Q“; e – při severním kursu letadla působí složka „-Q“ západní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek); f – při východním kursu letadla nepůsobí složka „-Q“ žádnou deviaci, ale zvětšuje horizontální složku zemského magnetismu; g – při jižním kursu letadla působí složka „-Q“ východní deviaci (stáčí střelku ve směru šipek); h – při západním kursu letadla nepůsobí složka „-Q“ žádnou deviaci, ale zmenšuje horizontální složku zemského magnetismu.

Obr. 66. Vliv trvalého magnetismu v příčné ose letadla na výchylku střelky kompasu. Severní magnetické póly jsou černé, jižní magnetické póly jsou bílé

Vliv magnetismu letadla na kompas zjišťujeme, jak jsme si již řekli, při takzvaném kompenzování. Při kompenzování také hned velikost vlivu magnetismu letadla na střelku kompasu snižujeme a zbývající vliv na různých kursech sestavujeme přehledně do takzvané deviační tabulky, abychom jej mohli brát v úvahu, prostě, abychom věděli, o kolik stupňů je na kterém kursu střelka kompasu odchýlena ze správného směru.

Trvalý magnetismus letadla (magnetismus tvrdého železa)

Abychom mohli odstranit nebo alespoň snížit vliv trvalého magnetismu letadla na kompas, rozkládáme si jej na tři navzájem kolmé složky, které označujeme velkými písmeny *P*, *Q*, a *R*.

SLOŽKA „P“

Je to trvalý magnetismus, ležící v podélné ose letounu. Způsobuje deviaci, má-li letoun východní nebo západní kurs. Na severním nebo jižním kursu deviaci nepůsobí, ale zvětšuje nebo zmenšuje horizontální složku zemského magnetismu. „*P*“ je kladné, je-li jižní pól trvalého magnetu v letounu vpředu, tj. působí-li východní deviaci na východním kursu. Prohlédneme si obr. 65 a, b, c, d, e, f, g, h. Budeme-li mít přitom na zřeteli, že se souhlasné magnetické póly odpuzují, nesouhlasné přitahují a že severní pól zemského magnetismu je ve skutečnosti na jižní polokouli, zatímco jižní pól zemského magnetismu je na severní polokouli, určitě věci porozumíme. Viz obr. 65.

SLOŽKA „Q“

Je to trvalý magnetismus, ležící v příčné ose letadla a působí maximální deviaci na kursu sever-jih, kdežto ve směru východ-západ jen zvětšuje nebo zmenšuje horizontální složku zemského magnetismu. „*Q*“ je kladné, je-li severní pól trvalého magnetu v letadle na levé straně příčné osy letadla, tj. působí-li na severním kursu východní a na jižním kursu západní deviaci. Deviace, působená složkou *Q* se mění s \cos úhlu kursu. Viz obr. 66 a, b, c, d, e, f, g, h.

SLOŽKA „R“

Je to trvalý magnetismus letounu, působící ve svislém směru. Je-li letoun ve vodorovné poloze, to je za horizontálního letu, složka „*R*“ nemá vliv na zvětšení nebo zmenšení deviace, zvětšuje však nebo zmenšuje inklinaci (to je svislou složku zemského magnetismu, viz stať o inklinaci). Jestliže však letoun stoupá, klesá nebo byl-li kompenzován s ostruhou na zemi, pak složka „*R*“, kterou si můžeme představit jako svislý magnet, kolmý k podélné ose letounu, je nakloněna o určitý úhel a tvoří malou horizontální magnetickou sílu, jež má vliv na magnetku. Vliv této síly bude podobný vlivu složky „*P*“. Kdyby bylo letadlo trvale nakloněno doleva nebo doprava, podobala by se složka „*R*“ složce „*Q*“. Proto je nutné, aby letadla při zjišťování a odstraňování deviace kompasu zaujímala takovou polohu, jako při normálním horizontálním letu (to je, aby měla trup ve vodorovné poloze.)

Dočasný magnetismus letadla (magnetismus měkkého železa)

Složka „a“

Je to magnetismus měkkého železa, uloženého v podélné ose letounu. Je magnetizována horizontální složkou zemského magnetismu. Jeho maximální vliv na kompas je ve směrech 045, 135, 225 a 315. Způsobuje takzvanou „kvadrantní deviaci“. Deviace kompasu, způsobená touto složkou, se mění se sinem dvojnásobného kursu.

Složka „b“

Je to magnetismus měkkého železa, uloženého horizontálně rovnoběžně s příčnou osou letadla, ale nesymetricky vzhledem ke kompasu.

Složka „c“

Je to magnetismus měkkého železa v letadle, které je zmagnetisováno vertikální složkou zemského magnetického pole a je před nebo za kompasem. Deviace jím způsobená se mění se sinem kursu. Tuto složku opravujeme se složkou „*P*“.

Složka „d“

Je to magnetismus měkkého železa, uloženého též v letadle nesymetricky, ale rovnoběžně s podélnou osou letadla. Sečtením „*b*“ a „*d*“, pokud mají stejná znaménka, dostaneme deviaci kompasu, jež má maximální hodnoty ve čtyřech hlavních světových stranách. Mají-li znaménka opačná, dostaneme deviaci, tzv. „skutečně $-a$ “, což značí, že kompas je posazen na jednu stranu letounu. Tato deviace je velmi malá a se změnou kursu se nemění. Takzvané „mechanické $-a$ “ udává posunutí řídicí čáry kompasu na některou stranu vzhledem k podélné ose letadla.

Složka „e“

Je to magnetismus měkkého železa, uloženého v příčné ose letadla. Deviace jím působená se mění také se sinem dvojnásobného kursu. Jeho vlastnosti jsou obdobné vlastnostem „*a*“. Algebraickým sečtením vlivu měkkého železa „*a*“ a „*e*“ dostaneme koeficient deviace kompasu „*D*“.

Složka „f“

Působí ji zmagnetizování měkkého železa vertikální složkou zemského magnetismu, toto železo však je umístěno vlevo nebo vpravo od kompasu. Deviace způsobená složkou „*f*“ se mění s \cos inem kursu. Opravuje se se složkou „*Q*“.

Poznámka: Rozložení magnetismu tvrdého a měkkého železa v letadle na jednotlivé složky není nutné znát zpaměti. Uvádíme je jen proto, abychom si ukázali, že v působení magnetismu letounu na střelku kompasu je zákonitost, kterou jde vyjádřit pomocí vzorců. Jedině díky odhalení této skryté zákonitosti lze vliv magnetismu letounu na střelku kompasu nejen zjistit, ale také snížit nebo úplně odstranit. Nebylo by správné, kdyby letec znal jen projevy určitých sil, aniž by rozuměl příčinám.

Výpočty hodnot koeficientů deviace kompasu

Chceme-li umět snižovat nebo odstraňovat deviaci kompasu, musíme umět vypočítávat jednotlivé koeficienty, jež ji působí.

Některé ze složek magnetismu tvrdého a měkkého železa, mající

podobný účinek na střelku kompasu, mohou se navzájem sčítat a odstraňovat současně. Tím dostaneme místo osmi různých složek magnetismu tvrdého a měkkého železa pouze pět výsledných koeficientů:

Koeficient „A“ dostaneme součtem složky „b“ + „d“
 Koeficient „B“ dostaneme součtem složky „P“ + „c“
 Koeficient „C“ dostaneme součtem složky „Q“ + „f“
 Koeficient „D“ dostaneme součtem složky „a“ + „e“
 Koeficient „E“ dostaneme součtem složky „b“ + „d“

Logickou úvahou o vlivu jednotlivých složek magnetismu letadla na střelku kompasu dospěli teoretikové deviace kompasu Poisson a Archibald Smith k složitým vzorcům pro výpočet jednotlivých koeficientů deviace. Na tomto místě však uvádíme pro výpočet koeficientů velmi zjednodušené vzorce, které však plně postačí ke kompenzování sportovních letadel.

$$A = \frac{\Delta k \text{ na } Nm + NEm + Em + SEm + Sm + SWm + Wm + NWm}{8}$$

$$B = \frac{\Delta k \text{ na } Em - Wm}{2}$$

$$C = \frac{\Delta k \text{ na } Nm - Sm}{2}$$

$$D = \frac{\Delta k \text{ na } NEm - SEm + SWm - NWm}{4}$$

$$E = \frac{\Delta k \text{ na } Nm - Em + Sm - Wm}{4}$$

3.3.4. KOMPENZOVÁNÍ LETADLOVÝCH KOMPASŮ

Hlavní zásady kompenzování

Před kompenzováním se musíme rozhodnout, do jaké míry chceme odstranit vliv magnetismu měkkého a tvrdého železa letadla na střelku kompasu. Na tom závisí volba kompenzační metody a pracnost a složitost kompenzování. Má-li být kompas opravdu věrně vykompenzován, je nutné deviaci zjišťovat a odstraňovat za letu, za podmínek, které odpovídají normálním provozním podmínkám letadla, tj. se zapnutými elektromagnetickými agregáty apod. S touto metodou kompenzování se však seznamovat nebudeme, poněvadž u sportovních letadel nepřichází v úvahu.

Kompenzuje-li se letadlo na zemi, mělo by mít například zavřený podvozek (muselo by ovšem spočívat na podpěrách z nemagnetického materiálu), trup by mělo mít ve vodorovné poloze a motory v chodu, řídicí páku v normální poloze. Vidíme, že splnění podmínek, jež se mají co nejvíce podobat normálnímu letu, je při kompenzování dosti obtížné.

U sportovních letadel zpravidla vystačíme s jednodušším způsobem kompenzování, při kterém vypočítáváme a potlačujeme pouze koeficienty deviace „A“, „B“, a „C“.

Letadlo na zemi kompenzujeme ve volném prostoru, vzdáleném od feromagnetických kovů (železných hangárů, plotů, jiných kovových letadel, automobilů apod.). Pozor – někdy bývají feromagnetické kovy i ve značném množství bez našeho vědomí skryty pod povrchem země. Letoun také nebudeme kompenzovat například v sousedství vedení elektrického proudu o vysokém napětí apod. Na některých letištích jsou na místech, vhodných pro kompenzování, zřízeny kruhové betonové plochy.

Deviaci palubního kompasu čili jeho odchylku od správného směru zjišťujeme na těch kursech, které potřebujeme pro výpočet příslušných koeficientů podle vzorečků. Tak pro výpočet koeficientu „C“ je to deviace na severním a jižním kursu, pro výpočet koeficientu „B“ je to na kursu východním a západním.

Deviaci palubního kompasu čili odchylku směru kompasového severu od magnetického severu zjišťujeme tím způsobem, že letadlo postavíme do příslušného směru a směr, kterým směřuje jeho podélná osa, určíme naprosto přesně pomocí zaměřovacího přenosného kompasu. Tento přenosný zaměřovací kompas ovšem musí být při určování směru podélné osy letadla od letadla dostatečně vzdálen, aby nebyl ovlivněn magnetismem jeho feromagnetických kovů. Pak zjistíme hodnotu, kterou ukazuje palubní kompas letadla. Palubní kompas letadla pochopitelně ukazuje kompasový kurs = Kk , přenosný zaměřovací kompas za letadlem ukazuje kurs magnetický Km . Deviaci si pak lehko vypočítáme z rozdílu mezi Km a Kk , jak jsme se učili.

Máme-li například zjistit deviaci kompasu na severním kursu, není třeba, aby podélná osa letadla směřovala naprosto přesně směrem 000. Stavění letadla podélnou osou do směrů hlavních a vedlejších světových stran s absolutní přesností by bylo příliš obtížné. Podélná osa letadla může v praxi směřovat například místo magnetickým kursem 000 magnetickým kursem 357 nebo magnetickým kursem 002, tento skutečný magnetický kurs letadla však musí být přenosným zaměřovacím kompasem naprosto přesně určen. Dovolená úchylka od správného směru $\pm 5^\circ$ je

povolena proto, že hodnota deviace kompasu se při tak malé odchylce od správného směru nezmění o tolik, aby to mělo praktický význam. Naprosto přesná znalost skutečného magnetického kursu letadla je ovšem nutná k výpočtu deviace kompasu.

Kdy má být letadlový kompas kompenzován

Pochopitelně musí být kompenzován po vyrobení nového letounu nebo po větší opravě či revizi. Pak má být kompenzován asi dvakrát do roka, poněvadž magnetismus letadla se časem mění. Má být kompenzován, jestliže letoun stál značně dlouho (například několik měsíců) jedním směrem, poněvadž při dlouhém stání stejným směrem mohl vlivem magnetické indukce nabýt nových magnetických vlastností. Jeho magnetické vlastnosti se mohou změnit též tím, že stojí dlouho jedním směrem blízko masivních železných konstrukcí (u vrat a pilířů železných hangárů, jež mohou mít buď stálý magnetismus tvrdého železa nebo mohou být vlivem magnetické indukce zmagnetizované zemským magnetickým polem). Palubní kompas je nutné kompenzovat znovu i tehdy, byly-li u letadla vyměněny nebo namontovány či vymontovány těžké a rozměrné součástky z feromagnetických kovů. Například nově namontovaný motor může mít zcela jiné magnetické vlastnosti než předcházející motor. Měl by být znovu kompenzován po zamontování elektromagnetických přístrojů do palubní desky, kterými dříve letadlo nebylo vybaveno, a to za chodu těchto přístrojů.

Samozřejmě, že musí být kompas znovu vykompenzován tehdy, když ukazuje nesprávně.

U sportovních letadel se kompenzování kompasů věnuje všeobecně příliš malá pozornost. Snad proto, že příliš mnoho sportovních pilotů věří více srovnávací orientaci než kompasu, takže podceňují význam jeho funkce. Není to však právě tím, že mají s některými kompasy špatné zkušenosti? Pravda, palubní kompas mívají ve sportovních letadlech jen ojediněle nepřírozeně velké odchylky od správného směru. Je však třeba, aby letci kompasům zcela věřili, aby věděli, že se na ně mohou v případě nouze s důvěrou plně spolehnout. Není ovšem možné spolehnout se na přístroj, který nebyl řadu let kontrolován a kompenzován, poněvadž správnost jeho funkce není nijak ověřena.

Teoretické znalosti nemají být samoúčelné. Kompenzování letadlových kompasů proto nemá být něčím, co se jen zkouší při pilotních zkouškách, co se však v praxi nikdy nedělá.

ZÁZNAM O KOMPENZOVÁNÍ KOMPASU.															
DATUM:	LETOUN	TYP A IM.ZN.		C 106 OK-DSN		KOMPENZOVAL:									
1.9.1959	KOMPAS	TYP A ČÍSLO		FK 38-521D		JAN KŘEN									
1. část kompenzování															
přibližný Km	skutečný Km	kompasový kurs	deviace	KOEFIČIENTY											
SEVER	005	359	+6	$C = \frac{\Delta k \text{ na Nm} - \Delta k \text{ na Sm}}{2} = \frac{+6 - 2}{2} = +2$											
VÝCHOD	088	088	0												
JIH	181	179	+2												
Změň znaménko u „C“		-2		$B = \frac{\Delta k \text{ na Em} - \Delta k \text{ na Wm}}{2} = \frac{0 - 6}{2} = -3$											
Kompas musí ukazovat		177													
ZÁPAD	273	267	+6												
Změň znaménko u „B“		+3													
Kompas musí ukazovat		270													
2. část kompenzování															
přibližný Km	skutečný Km	kompasový kurs	deviace	koeficient A	zbytek deviace										
315	314	314	0	+2	-2										
360	358	356	+2	+2	0										
045	046	042	+4	+2	+2										
090	092	090	+2	+2	0										
135	135	135	0	+2	-2										
180	179	177	+2	+2	0										
225	226	222	+4	+2	+2										
270	272	270	+2	+2	0										
				16 : 8											
KOEFIČIENT A =															
= 2															
				DEVIACNÍ KŘIVKA											
				Km	DEVIACE										
					6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4
				000											
				045											
				090											
				135											
				180											
				225											
				270											
				315											
				360											

Tabulka č. 2.

Postup při kompenzování palubního kompasu

a) Na letadle vyznačíme podélnou osu například vztyčením svislých rovných dřevěných tyček. Tyčky musí být zezadu dobře viditelné. Vidíme-li je zezadu přesně v zákrytu, díváme se směrem magnetického kursu letadla, ovšem za předpokladu, že tyčky jsou vztyčeny opravdu přesně nad podélnou osou letadla a že jejich zákryt lze určit naprosto přesně.

b) Letoun otočíme s přesností $\pm 5^\circ$ do směru 000. *Km* letounu zjistíme pomocí zaměřovacího kompasu za letadlem zaměřením a odečtením směru jeho podélné osy. Palubní kompas letounu nám současně ukáže *Kk*. Z rozdílu mezi *Km* a *Kk* vypočítáme deviaci kompasu na severním kursu a zaznamenáme do tabulky č. 2.

c) Letoun otočíme do směru 090 a provedeme totéž, jako v předcházejícím případě.

d) Letoun otočíme do směru 180 a provedeme totéž.

e) Vypočítané hodnoty (dvě) deviace kompasu (na severním a jižním kursu) dosadíme do vzorce pro výpočet koeficientu „C“ na tabulce č. 2 a vypočítáme koeficient „C“.

f) U vypočítaného koeficientu „C“ změnímme znaménko a podle výsledného znaménka jej buď připočítáme nebo odečteme od směru, který ukazuje palubní kompas. Tak dostaneme směr *Kk*, který musí palubní kompas ukazovat po provedení opravy.

g) Do otvorů hranolku pod kompasem ve směru příčné osy letadla zasunujeme zkusmo miniaturní tyčové magnety tak dlouho, až se střelka kompasu pootočí z původního *Kk* na *Kk*, vypočítaný v předcházejícím bodě. U některých kompasů se tato oprava o koeficienty deviace provádí jinak. Pod těmito kompasy jsou v příčné ose letounu a v podélné ose letounu uloženy dvojice malých magnetů, ležících na sobě protilehlými póly, takže se jejich účinek navzájem ruší. Pomocí stavěcích šroubků lze tyto magnety rozvírat a pootáčet, čímž se zkusmo dosahuje stejných účinků na střelku kompasu, jako vkládáním miniaturních tyčových magnetů. K otáčení stavěcími šroubky je nutno používat šroubováku z nemagnetického materiálu. Abychom při této opravě zbytečně netápali, prostudujme si předtím obrázek 66 s komentářem. Řekne nám, jak musíme miniaturní tyčové magnety z hlediska jejich polarizace do příčné osy letadla vložit, abychom dosáhli u kompasu žádaného účinku.

h) Letoun otočíme s přesností $\pm 5^\circ$ do směru 270 a vypočítáme a zaznamenáme deviaci kompasu.

i) Do vzorce na tabulce 2 pro výpočet koeficientu „B“ dosadíme deviaci, zjištěnou ve směru 090 (jež se vkládáním miniaturních

magnetů pod kompas ve směru příčné osy letadla nezměnila) a deviaci, zjištěnou ve směru 270. Pak vypočítáme koeficient „B“.

j) U vypočítaného koeficientu „B“ změnímme znaménko a podle výsledného znaménka jej algebraicky připočítáme nebo odečítáme ke směru, který ukazuje kompas. Tím jsme vypočítali *Kk*, který musí ukazovat kompas po opravě koeficientu „B“.

k) Do otvorů hranolku pod kompasem ve směru podélné osy letounu zasunujeme zkusmo miniaturní tyčové magnety, až se střelka kompasu pootočí z původního *Kk* na *Kk*, vypočítaný v předcházejícím bodě. U jiných typů dosáhneme téhož účinku vhodným seřazením dvojice magnetů, uložených pod kompasem ve směru podélné osy letounu. Účinku magnetů pod kompasem na úchylku střelky porozumíme po prostudování obrázku 65 s komentářem.

l) Zjistíme výslednou deviaci na osmi směrech po 45° , tj. na směrech 000, 045, 090, 135, 180, 225, 270, 315. Všechny hodnoty budeme zapisovat do příslušných sloupců tabulky 2. Sečteme-li hodnoty deviace kompasu na všech osmi řádcích (samozřejmě s ohledem na jejich algebraická znaménka + a —) a budeme-li součet dělit osmi, vypočítáme koeficient „A“.

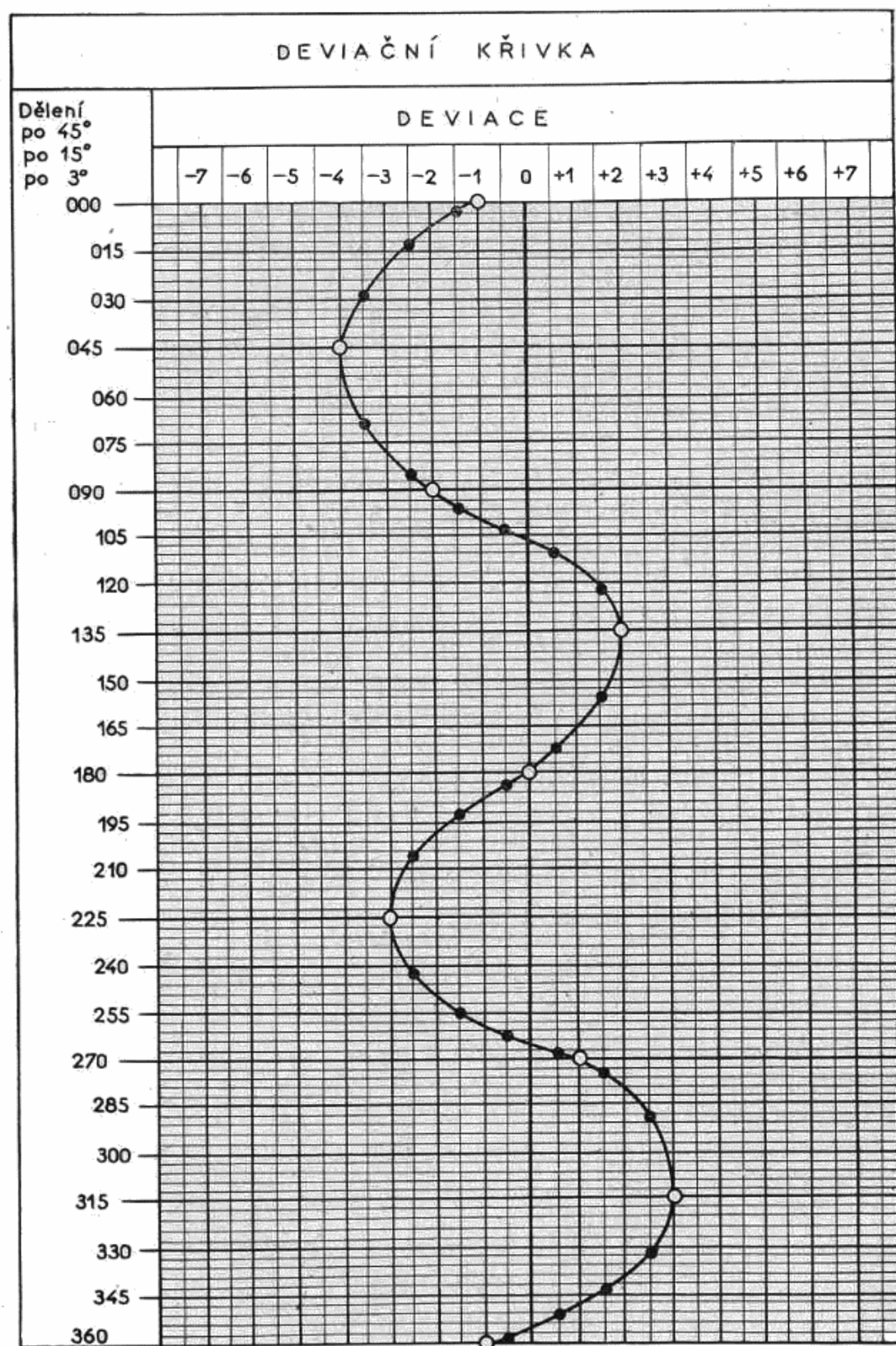
m) Koeficient „A“ opravíme pootočením rysky, vůči níž čteme na kompasu kursy, kolem svislé osy o hodnotu vypočítaného koeficientu „A“.

n) Podle zbytkové deviace na hlavních a vedlejších kursech sestrojíme na tabulce 2 deviační křivku a podle ní vyhotovíme deviační tabulku, kterou umístíme na viditelném místě pilotního prostoru (na palubní desce). Současně zapíšeme záznam v kompasové knížce o kompenzování.

Postup při sestrování deviační křivky a deviační tabulky

Zbytková deviace říká, jaká je konečná úchylka střelky kompasu od správného magnetického směru po opravách koeficientů „A“, „B“ a „C“ na hlavních a vedlejších světových stranách. Nestačí však, víme-li například, že na kursu 000 je deviace kompasu + 2, na kursu 045 že je deviace kompasu + 5 a na kursu 090 deviace + 3. Jestliže je na kursu 000 deviace + 2 a na kursu 045 již + 5, pak nás zajímá, na kterém kursu končí deviace + 2 a začíná deviace + 3, kde končí deviace + 3 a začíná + 4, kde končí + 4 a začíná + 5, kde se opět snižuje na + 4, + 3 atd.

Kdybychom to měli zjišťovat ve skutečnosti porovnáváním *Kk* na kompasu v letounu s *Km* na zaměřovacím kompasu za letounem, jako jsme zjišťovali deviaci kompasu při kompenzování, bylo by to



Obr. 67. Grafikon pro sestavení deviační křivky a deviační tabulky

velmi zdlouhavé a pracné. Letoun bychom museli pootočit asi 60krát vždy o šest stupňů, přesně zaměřit jeho polohu, zapsat K_m a K_k a vypočítat deviaci. Tétož výsledku dosáhneme mnohem snadněji, nakreslíme-li si deviační křivku do grafikonu, který je přetištěn na tabulce č. 2. Poněvadž na tomto grafikonu, který je proti skutečnosti značně zmenšený, nejsou vidět detaily, máme tentýž grafikon pro sestavení deviační křivky ve větším měřítku na obr. 67. Svisle probíhá středem grafikonu přímka, představující nulovou deviaci kompasu. Od ní nalevo jsou svislé přímky, představující zápornou deviaci -1° , -2° , -3° , -4° , -5° atd., svislé přímky vpravo představují obdobně deviaci kladnou. Uprostřed mezi těmito přímkami jsou slabší přímky, které nás při protínání deviační křivky upozorňují, že deviace se po přechodu půlící přímky zvětšuje nebo zmenšuje o jeden stupeň.

Vodorovné přímky představují směr, na kterém byla deviace naměřena. První vodorovná přímka shora vyjadřuje směr 000, druhá silná vodorovná přímka je směr 045, další 090, pak 135, nejnižší silná vodorovná přímka je vyjádřením opět původního směru 360. Slabé vodorovné přímky dělí úhlové vzdálenosti 45° mezi silnými vodorovnými přímkami po 5° .

V sloupci na levém okraji grafikonu máme vyjádřenou zbytkovou deviaci kompasu po jeho vykompenzování na kursech 000, 045, 090, 135, 180, 225, 270, 315 a 360. (Je to opět jiný příklad než na tabulce č. 2).

Zbytkovou deviaci vyjádříme na grafikonu na obr. 67 tak, že najdeme průsečík svislé přímky, vyjadřující smysl a hodnotu deviace na kursu 000 s vodorovnou přímkou, označenou 000. Průsečík okroužkujeme. Obdobně najdeme průsečík svislé přímky, vyjadřující smysl a hodnotu deviace na kursu 045 s vodorovnou přímkou, označenou 045. Průsečík opět okroužkujeme. Tímto způsobem zaneseme do grafikonu zbytkovou deviaci i na ostatních kursech. Poté jednotlivé průsečíky spojíme plynule a nenásilně křivkou, jež bude graficky znázorňovat velikost a smysl zbytkové deviace kompasu v závislosti na změnách kursu.

Z průběhu deviační křivky nyní můžeme snadno vyčíst, na kterých kursech se deviace kompasu mění o 1° . Dosud jsme například viděli, že na kursu 225 je deviace $+3$ a na kursu 270 $+1$, ale nevěděli jsme, na kterém kursu má deviace $+3$ svůj počátek a konec.

Všude tam, kde deviační křivka protíná slabé svislé přímky, je změna deviace kompasu o 1° . Kurs, kterému tato změna odpovídá, snadno vypočteme z polohy průsečíku deviační křivky se slabou svislicí vůči vodorovným přímkám, vyjadřujícím kurs.

Viz obr. 67. Kursy, na nichž se deviace mění o 1° , jsou spolu s hodnotami příslušných deviací číselně vyjádřeny na deviační tabulce, tabulka číslo 3.

000		193	
002	> - 1	205	> - 2
003		206	
014	> - 2	243	> - 3
015		244	
029	> - 3	256	> - 2
030		257	
069	> - 4	266	> - 1
070		267	
086	> - 3	270	> - 0
087		271	> + 1
096	> - 2	275	> + 1
097		276	
104	> - 1	290	> + 2
105		291	
121	> 0	333	> + 3
122		334	
123	> + 1	344	> + 2
124		345	
158	> + 2	352	> + 1
159		353	
167	> + 1	358	> 0
168		359	
182	> 0	360	> - 1
183			
192	> - 1		

Tabulka č. 3

Deviační křivku sestavujeme jen jako pomůcku pro výpracování deviační tabulky. Deviační tabulka je tedy výsledkem celého kompenzování kompasu a z ní pak až již před letem nebo za letu zjišťujeme hodnoty deviace kompasu na různých kursech, abychom mohli převádět K_m na K_k nebo obráceně.

3.4. PŘEVÁDĚNÍ KURSŮ A TRAŤOVÝCH ÚHLŮ V PRAXI

3.4.1. PŘEVODY GRAFICKÝM ZPŮSOBEM

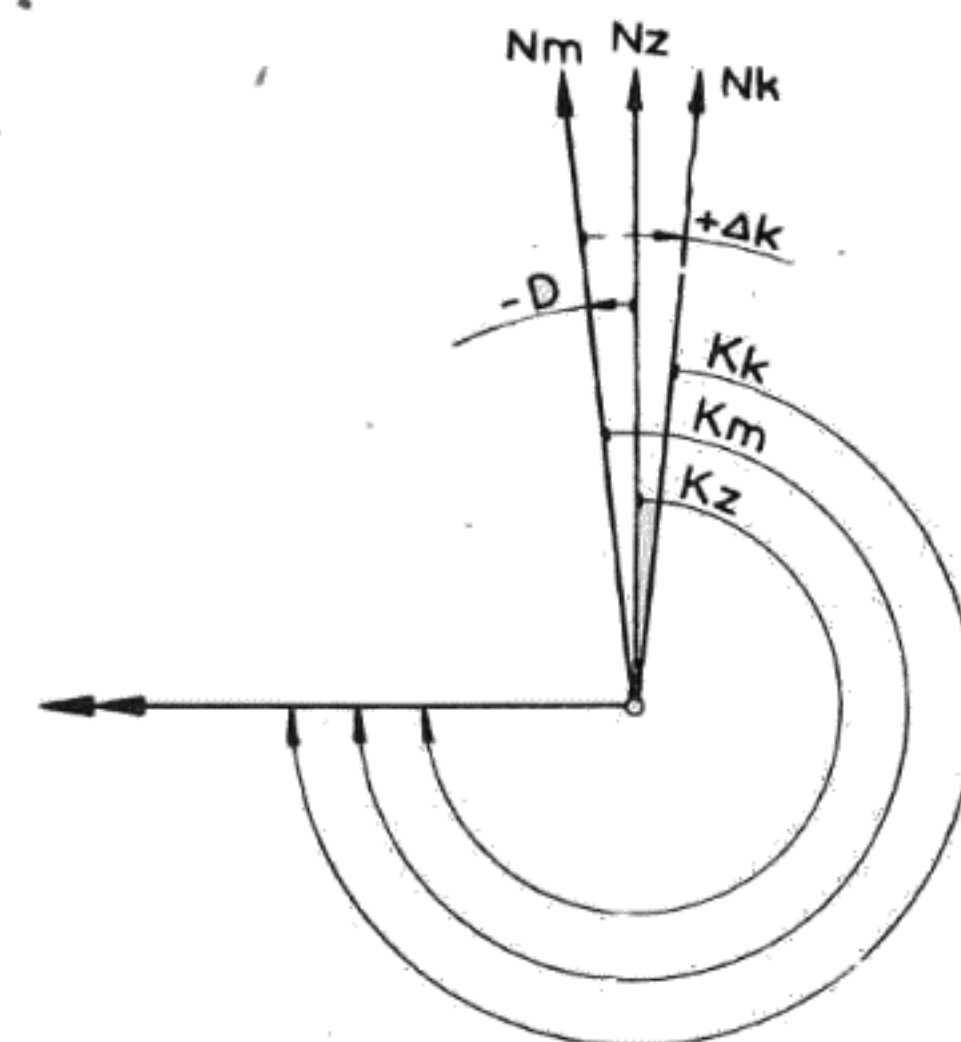
Grafickým způsobem jsme doposud prováděli opravu o magnetickou deklinaci a o deviaci kompasu na dvou samostatných náčrtcích. Nyní si vyřešíme ještě několik příkladů pomocí jediného náčrtku.

■ *Příklad č. 1:* $K_z = 270$, $D = -3$, $\Delta k = +6$. Máme pomocí náčrtku zjistit, čemu se rovná K_m a K_k . Viz obr. 68.

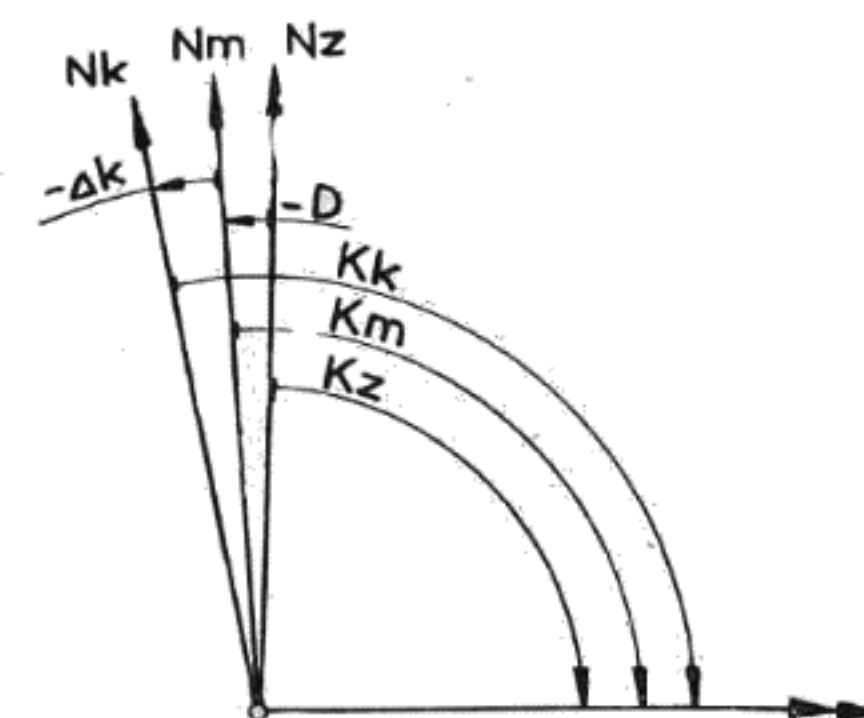
Z počátečního bodu A vynešeme směr N_z , od něj naměříme ve směru hodinových ručiček 270° a nakreslíme směr podélné osy letadla. Úhlový oblouk mezi ní a směrem N_z označíme K_z . Deklinace je záporná, tedy západní, což značí, že N_m je na západ od N_z . O tři stupně na západ od N_z tedy nakreslíme směr N_m . Na první pohled je jasné, že úhel mezi podélnou osou letadla a směrem N_m , čili K_m , je o úhel magnetické deklinace větší, než K_z . Deviace kompasu je kladná, tedy východní, což znamená, že N_k je na východ od N_m . Od N_m proto naměříme 6° na východ a vyznačíme směr N_k . Úhel mezi N_k a podélnou osou letadla je o úhel deviace kompasu menší než K_m , čili K_m je 273 a K_k 267 .

Příklad č. 2: $K_z = 088$, $K_m = 092$, $\Delta k = -6$. Čemu se rovná D a K_k ? Viz obr. 69.

Z bodu A vztyčíme směr N_z a pod úhlem 088° ve směru hodinových ručiček nakreslíme podélnou osu letadla. Od ní naměříme opačným směrem (proti chodu hodinových ručiček) úhel 092 a vynešeme směr N_m . Poněvadž N_m je na západ od

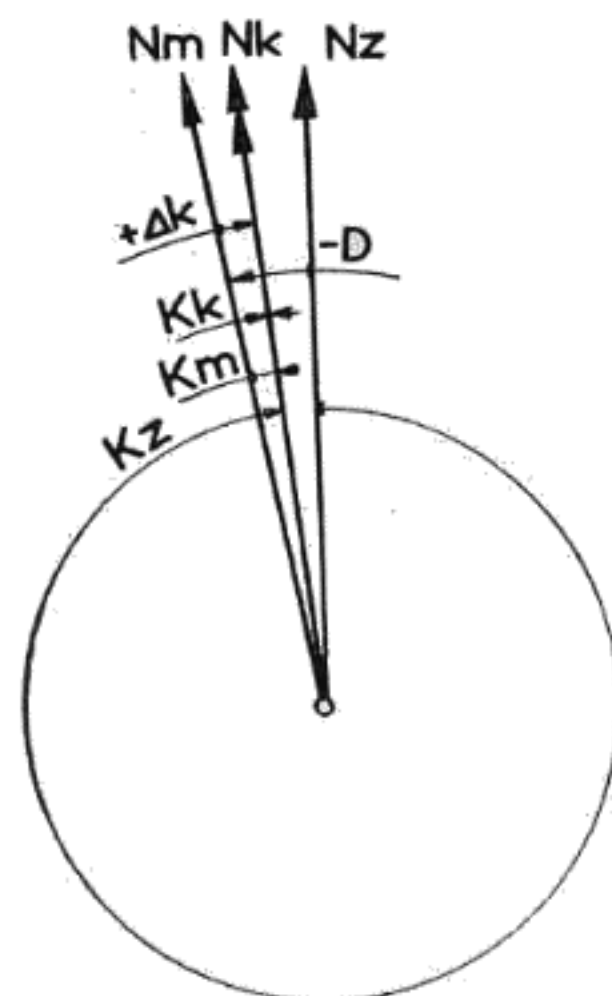


Obr. 68. Převod K_z na K_m a na K_k graficky

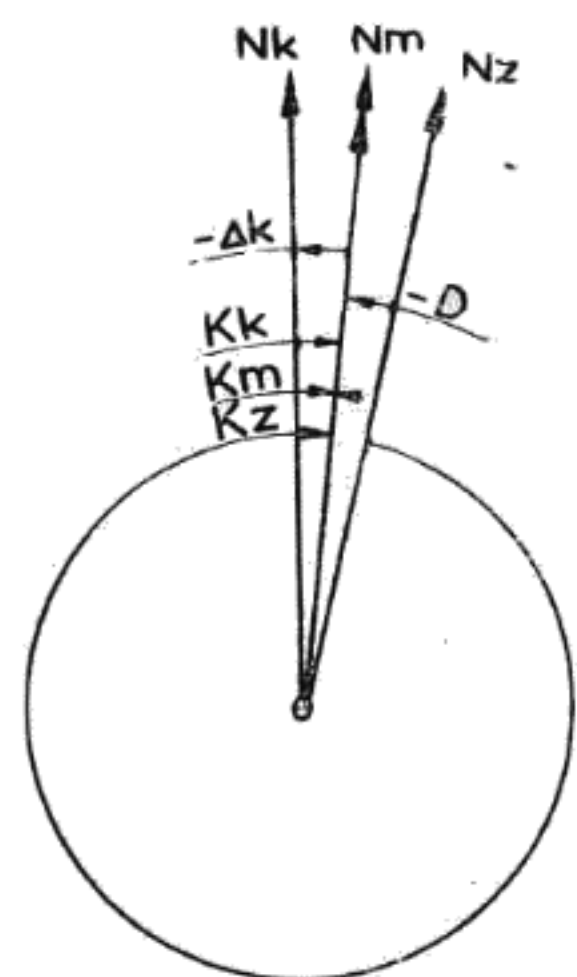


Obr. 69. Zjištění neznámé magnetické deklinace a kompasového kursu pomocí náčrtku, jednodušší příklad

N_z , je deklinace západní čili záporná, a to -4° . Deviace je rovněž záporná, tedy západní, pro N_k bude o 6° na západ od N_m . Nakreslíme směr N_k . Úhel mezi N_k a podélnou osou letadla bude pochopitelně o 6° větší než K_m , čili K_k bude 098 .



Obr. 70. Zjištění neznámé magnetické deklinace a kompasového kursu pomocí náčrtku, zdánlivě složitější případ



Obr. 71. Zjištění neznámé deviace kompasu a zeměpisného kursu pomocí náčrtku

Příklad č. 3: $K_z = 357$, $K_m = 002$, $\Delta k = +2$. Jaký je K_k a D ? Viz obr. 70.

Vyznačíme směr N_z a pod úhlem 357° vůči němu ve směru hodinových ručiček nakreslíme podélnou osu letadla. K_m je 002 , měreno od N_m ve směru hodinových ručiček. N_m tedy musí být o 2° od podélné osy letadla proti směru hodinových ručiček. Nakreslíme a označíme směr N_m . Magnetická deklinace je úhel mezi N_z a N_m ; v našem případě činí 5° a je záporná, poněvadž N_m je západně od N_z . Deviace je kladná, N_k je tedy na východ od N_m . Proto vyneseme 2° východně od N_m směr N_k , který bude totožný s podélnou osou letadla, čili N_k bude 000 .

Příklad č. 4: $K_k = 003$, $K_m = 360$, $D = -3$. Jaká je deviace kompasu a zeměpisný kurs? Viz obr. 71.

Z bodu A vyneseme směr N_k a pod úhlem 3° nakreslíme směr podélné osy letadla. K_m je 360 čili 000 , směr N_m je tedy totožný s podélnou osou letadla. Deviace kompasu je 3° a znaménko má záporné, poněvadž N_k je za západ od N_m . Magnetická deklinace je rovněž záporná, což znamená, že N_m je na západ od N_z . N_m na náčrtku máme a musí být o 3° na západ od N_z . Proto naměříme 3° na východ od N_m a vyznačíme směr N_z . Úhel mezi N_z a podélnou osou letadla čili K_z je 357 .

3.4.2. PŘEVODY POČETNÍM ZPŮSOBEM

Až dosud jsme si uvedli na vypočítávání neznámé magnetické deklinace a deviace kompasu a na předvádění kursů a traťových úhlů celkem 9 vzorců. Jsou sice jednoduché a každý si je může snadno sám odvodit z náčrtků, ale přece jen nejsou praktické, poněvadž se nesnadno pamatují, zejména algebraická znaménka

v nich. Tyto nedostatky odstraňuje jednoduchý univerzální vzorec:

$$\begin{array}{c} \text{měníme znaménka} \\ \hline K_z \quad D \quad K_m \quad \Delta k \quad K_k \\ \hline \text{neměníme znaménka} \end{array}$$

Když podle tohoto schematického vzorce postupujeme od zeměpisného kursu přes magnetický kurs ke kursu kompasovému, zásadně u magnetické deklinace a deviace kompasu měníme znaménka na opačná. Postupujeme-li obráceně, znaménka neměníme.

Příklad č. 1: $K_z = 180$, $D = -4$, $\Delta k = -5$. Postupujeme podle šipky doprava, čili měníme znaménka u deklinace i deviace z minus na plus a převedeme. K zeměpisnému kursu 180 připočítáme 4 stupně deklinace a dostaneme magnetický kurs 184 , načež připočítáme 5 stupňů deviace a dostaneme kompasový kurs 189 . Výpočet si ověříme náčrtkem.

Příklad č. 2: $K_z = 235$, $D = +4$, $\Delta k = -5$. Opět postupujeme ve směru šipky doprava, čili zase měníme znaménka, a to u deklinace z plus na minus a u deviace z minus na plus a počítáme: Zeměpisný kurs 235 minus čtyři je 231 , což je kurs magnetický, k tomu připočítáme plus 5 a dostaneme kompasový kurs 236 . Ověříme si náčrtkem.

Příklad č. 3: $K_z = 006$, $D = -3$, $\Delta k = +7$. Opět postupujeme ve směru šipky zleva doprava, tedy zase měníme znaménka u deklinace i deviace. Počítáme: $006 + 3 = 009 - 7 = 002$. Magnetický kurs je 009 a kompasový kurs 002 .

Jdeme-li od kompasového kursu ke kursu magnetickému a zeměpisnému, tedy zprava doleva, ponecháváme znaménka u deklinace i deviace beze změny:

Příklad č. 4: $K_k = 120$, $\Delta k = +4$, $D = -2$. Počítáme: $120 + 4 = 124 - 2 = 122$. Magnetický kurs je 124 , zeměpisný kurs je 122 .

Příklad č. 5: $K_z = 358$, $D = -8$, $\Delta k = +2$. Postupujeme od K_z ke K_m a K_k , tedy zleva doprava, a proto opět měníme znaménka: $358 + 3 = 001 - 2 = 359$. Magnetický kurs je 001 , kompasový kurs je 359 .

Příklad č. 6: $K_k = 003$, $\Delta k = -7$, $D = +4$. Poněvadž postupujeme zprava doleva, ponecháváme znaménka beze změny a počítáme: $003 - 7 = 356 + 4 = 000$. Magnetický kurs je 356 , zeměpisný kurs je 000 .

Někdy se stane, že známe prostřední člen, tedy magnetický kurs, deklinaci a deviaci a máme vypočítat K_z a K_k . V takovém případě, počítáme-li z K_m a deklinace K_z , postupujeme zprava doleva a proto u deklinace ponecháváme původní znaménko. Naproti tomu, počítáme-li z K_m a deviace K_k , postupujeme zleva doprava a proto u deviace měníme znaménko.

Příklad č. 7: $K_m = 105$, $D = +4$, $\Delta k = -6$. U deklinace znaménko ponecháváme, poněvadž jdeme zprava doleva: $105 + 4 = 109$ = zeměpisný kurs. U deviace znaménko změníme, poněvadž jdeme směrem doprava: $105 + 6 = 111$ = kompasový kurs.

Někdy se stává, že máme z kursů vypočítat neznámou magnetickou deklinaci nebo deviaci kompasu. I tu si snadno pomůžeme, jestliže se nám příslušný vzoreček vytratil z paměti. Napřed prostě zjistíme číselný rozdíl příslušných kursů a tomuto rozdílu dáme zkusmo znaménko minus. Pak se přepočtem přesvědčíme, vyjde-li nám opět správný kurs. Vyjde-li, znaménko jsme uhodli. Nevyjde-li, znaménko změníme.

Příklad č. 8: $Km = 332$, $Kk = 335$. Máme zjistit velikost a smysl (znaménko) deviace kompasu. Číselný rozdíl je 3, dáme mu zkusmo znaménko minus a zkusíme z Km a deviace -3 vypočítat Kk . Jdeme zleva doprava, u deviace musíme změnit znaménko: $332 + 3 = 335$. Kompasový kurs nám správně vyšel, deviace je opravdu -3 , znaménko deviace jsme uhodli.

Příklad č. 9: $Km = 216$, $Kz = 220$. Máme zjistit velikost a smysl magnetické deklinace. Číselný rozdíl je 4, dáme mu opět znaménko minus. Nyní zkoušíme z Km a vypočítané deklinace vypočítat Kz . Jdeme zprava doleva, proto znaménko ponecháváme bez změny a počítáme: $216 - 4 = 212 = Kz$. Vidíme, že tentokrát nám počet nevyšel, protože zeměpisný kurs není 212, nýbrž 220. Proto vypočítaná deklinace nebude mít znaménko minus, nýbrž plus.

Je pravda, že takový způsob vypočítávání neznámé deklinace či deviace je velmi primitivní, je však jednoduchý a snadno se pamatuje. Účelem není znát zpaměti hodně vzorců, ale umět si kdykoli poradit a věci rozumět.

Traťové zeměpisné úhly $TÚz$ převádíme na traťové magnetické úhly $TÚm$ a obráceně podle téhož pravidla, které jsme si už probrali, jenže místo Kz dosadíme $TÚz$ a místo Km dosadíme $TÚm$.

3.5. INKLINACE KOMPASU

Směr siločar zemského magnetického pole není všude rovnoběžný s povrchem zemské koule. (Viz obr. 72). Na magnetických pólech je směr siločar kolmý k povrchu země. V blízkosti magnetických pólů svírá s povrchem země velmi tupý úhel. Tento úhel mezi směrem zemských magnetických siločar a povrchem země se směrem od magnetických pólů k rovníku neustále zmenšuje, až na rovníku se rovná nule – zemské magnetické siločáry jsou tu přibližně rovnoběžné s povrchem země.

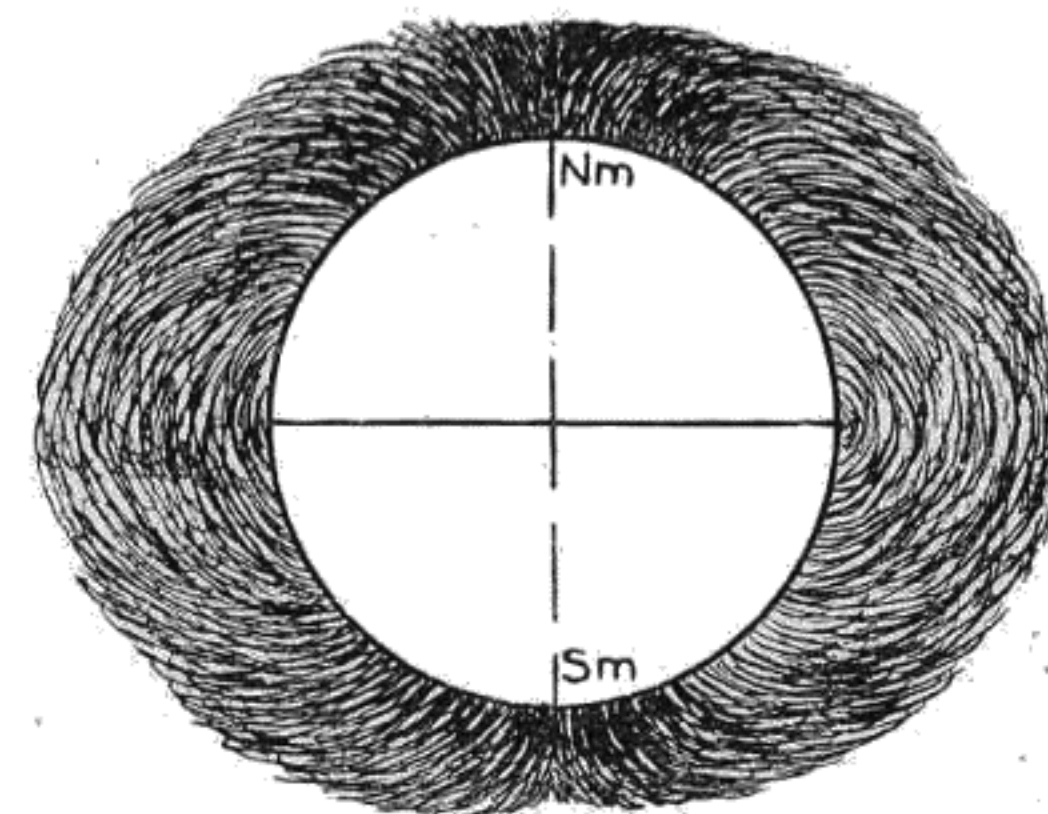
Střelka kompasu se staví vždy do polohy rovnoběžné se směrem zemských magnetických siločar. To znamená, že bude stejně jako zemské magnetické siločáry jen nad rovníkem rovnoběžná s povrchem země. Všude jinde bude jedním koncem směřovat k zemi.

Úhel, který svírají magnetické siločáry s povrchem země,

nazýváme úhlem inklinace. Je maximální na magnetických pólech, minimální na rovníku.

Místa na povrchu zemské koule o stejné inklinaci spojujeme čarami, které nazýváme izoklinami čili magnetickými rovnoběžkami, poněvadž probíhají přibližně směrem rovnoběžek. Čára, spojující místa o nulové inklinaci, se nazývá aklina – je to vlastně magnetický rovník.

Aby střelka kompasu nesměřovala jedním koncem k zemi, zavěšujeme ji poněkud nad těžiště a mimo těžiště (na severní polokouli bývá jižní konec střelky o něco těžší než severní). Avšak ani tím nezabráníme některým chybám magnetických kompasů.



Obr. 72. Průběh siločar zemského magnetického pole

Chyby magnetických kompasů

Na kursech východ – západ při náhlém zrychlení nebo zpomalení

Příčinou této chyby magnetických kompasů je setrvačnost hmoty střelky a její zavěšení mimo těžiště.

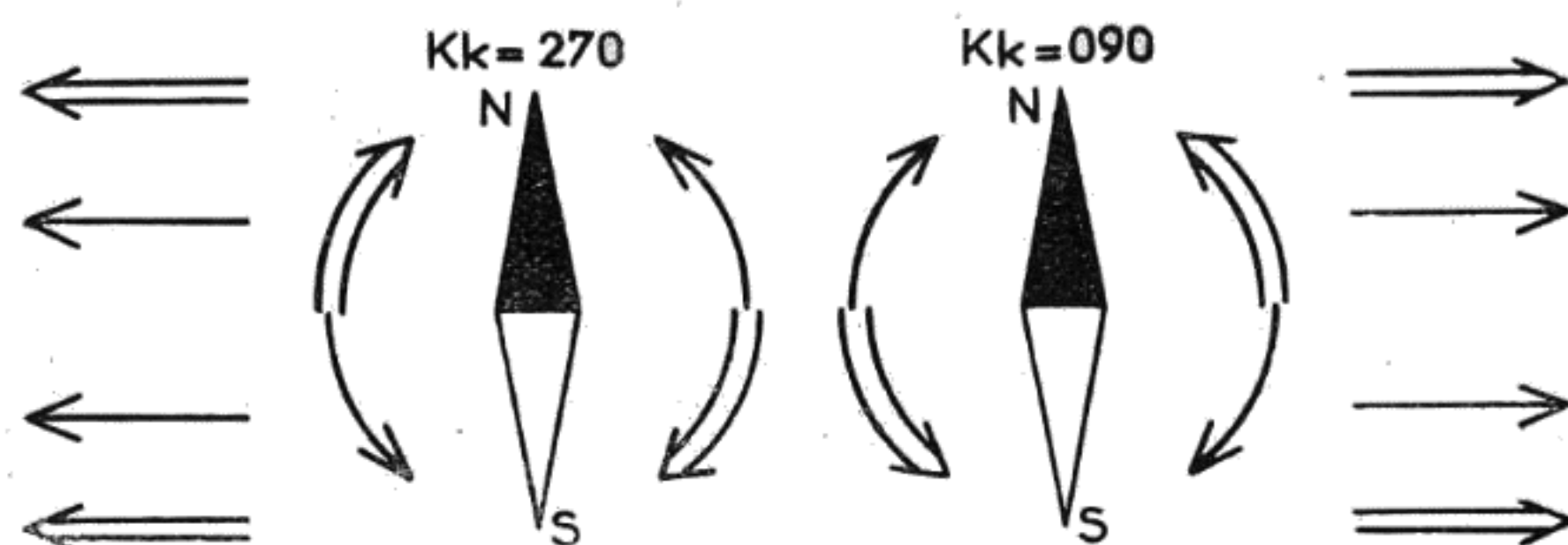
Letíme například kursem 090 (viz obr. 73) a náhle zrychlíme. V důsledku setrvačnosti bude jižní (těžší) konec střelky „zůstat pozadu“ vzhledem ke směru zrychleného pohybu, čili střelka kompasu se pootočí ve směru hodinových ručiček. Kdybychom na kursu 090 náhle zpomalili (stažením plynu nebo otevřením brzdících klapků nebo přechodem do stoupání), jižní (těžší) konec střelky se vlivem setrvačnosti pootočí ve směru zrychleného pohybu, čili proti směru hodinových ručiček.

Při náhlém zrychlení na kursu 270 se střelka v důsledku setrvačnosti pootočí proti směru hodinových ručiček, při náhlém zpomalení se pootočí ve směru hodinových ručiček.

Vlivem pootáčení střelky tedy kompas ukáže na východním kursu při zrychlení o něco menší kurs, při zpomalení o něco větší

kurs. Na západním kursu ukáže při náhlém zrychlení o něco větší kurs a při náhlém zpomalení o něco menší kurs.

Tato úchylka střelky kompasu trvá jen po dobu zrychlování nebo



Obr. 73. Pootáčení střelky kompasu na kursu západ-východ při náhlém zrychlení nebo zpomalení

„N“ a „S“ – severní a jižní konec střelky kompasu. Jižní konec je o něco těžší než severní. Jednoduché šípky ukazují směr pootáčení střelky při náhlém zrychlení, dvojité při náhlém zpomalení. Příčinou je větší setrvačnost jižní poloviny střelky v důsledku větší váhy.

zpomalování pohybu letadla. Jakmile se rychlost ustálí, vrátí se střelka do původního správného směru.

Známe-li tento úkaz a jeho příčinu, nebudeme při změně rychlosti opravovat kurs, poněvadž bychom museli po ustálení rychlosti kurs opravovat znovu.

Na kursech 060, 120, 240, 300 apod. je úchylka střelky kompasu při zpomalování nebo zrychlování o něco menší. Na severních a jižních kursech nemá kompas při zrychlování nebo zpomalování letu žádnou úchylku.

b) Chyby magnetických kompasů v zatáčkách do severních a jižních kursů

Překročíme-li při zatáčce letadla jistý náklon, zůstává kompas „viset“, to je jeho střelka se přestává otáčet za směrem kompasového severu a jihu. Někdy se při ostřejší zatáčce střelka kompasu dokonce točí na opačnou stranu. Jindy zpočátku stojí a najednou se prudce roztočí, při čemž se otočí několikrát o 360° přesto, že se letadlo třeba ještě ani o 360° neotočilo. To vše jsou důvody, proč letoun v zatáčkách nakláníme jen docela málo, chceme-li jej srovnat přesně do žádaného kursu.

Kompas sice neukazuje ani při mírně klopených zatáčkách správně, jeho chyby však jsou kontrolovatelné. Můžeme s nimi již předem počítat a to nám umožňuje přesně nasadit žádaný kurs

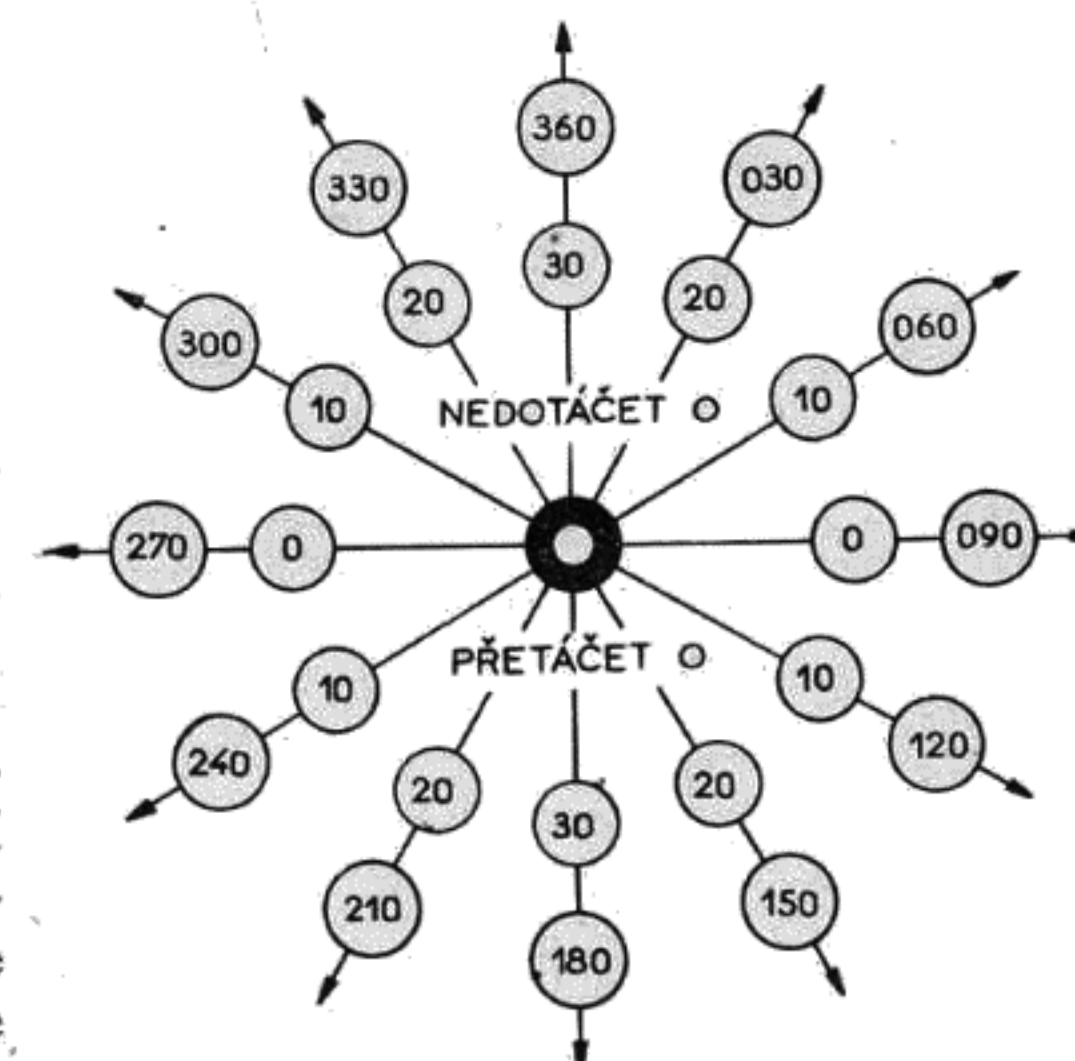
i přes nesprávné údaje kompasu. Proto je třeba, abychom si pamatovali:

Při zatáčkách o mírných náklonech od západu nebo od východu k severu je střelka kompasu brzděna, otáčí se pomaleji než letadlo. Po srovnání takové zatáčky do kursu přibližného severu střelka své úhlové zpoždění „doběhne“ a ukáže správný přímočarý kurs letadla. V zatáčce činí toto zpoždění na kursu 000 asi 30°, na kursu 330 a nebo 030 asi 20°, na kursu 300 nebo 060 asi 10°. Na kursech 270 a 090 není střelka úhlově zpožděna a ukazuje správný směr. Podmínkou ovšem stále zůstává mírný náklon letadla v zatáčce.

Při zatáčkách o mírných náklonech od západu nebo od východu k jihu se střelka při otáčení proti skutečnosti předbíhá, tj. ukazuje, že se letadlo otočilo o větší úhel, než odpovídá pravdě. Po srovnání takové zatáčky do kursu přibližného jihu se střelka vrátí a ukáže správný kurs letadla. V zatáčce činí toto předbíhání střelky kompasu na kursu 180° asi 30°, na kursu 150 a 210

asi 20° a na kursu 120 a 240 asi 10°. Na kursech 270 a 090 se střelka kompasu při zatáčkách nepředbíhá a ukazuje správný směr. Podmínkou je ovšem i tu mírný náklon zatáčky.

Na základě znalosti těchto úkazů musíme při zatáčkách do severních kursů letadlo o příslušný úhel nedotáčet, při zatáčkách do jižních kursů přetáčet. Úhel nedotočení nebo přetočení odpovídá úhlu, o který se střelka na příslušném kursu zpozdila nebo předběhla. To znamená, že má-li letoun nasadit po ukončení zatáčky kurs přesně 000, musí zatáčku ukončit již na kursu 330, točí-li ji doprava, nebo na kursu 030, točí-li ji doleva. Po srovnání zatáčky a nasazení přímočarého letu kompas doběhne své zpoždění a ukáže správný kurs 000. Podobně nedotáčíme na kursy 330 a 030 po 20°,



Obr. 74. Hodnoty úhlů přetáčení a nedotáčení při zatáčkách podle magnetických kompasů do severních a jižních kursů

na kursy 300 a 060 po 10° . Při zatáčkách na jižní kursy o stejné hodnoty zatáčky přetáčíme. Přehledná tabulka přetáčení a nedotáčení je na obrázku 74. Hodnoty přetáčení a nedotáčení, uvedené na této tabulce, musí všichni piloti znát z paměti. Na které kursy nedotáčíme se snadno zapamatuje podle cizího výrazu pro sever – nord. Mnemotechnická pomůcka je „nord – nedotáčet“. Na opačnou stranu – jih – pak automaticky přetáčíme.

Příklad č. 1: Máme provést zatáčku doleva na kurs 150. Na jakém kursu musíme letoun srovnat do přímočarého letu, aby kompas po srovnání zatáčky ukázal kurs 150? **Odpověď:** Zatáčku musíme přetočit o 20° , tj. letoun srovnáme ze zatáčky do přímočarého letu na kursu 130. Kompas se vrátí zpět o 20° a ukáže správný kurs 150.

Příklad č. 2: Máme provést zatáčku doprava na kurs 240. Na jakém kursu musíme letoun srovnat? **Odpověď:** Letoun musíme přetočit o 10° , to znamená, že zatáčku srovnáme na kursu 250. Kompas se po vybrání zatáčky vrátí o 10° zpět.

Příklad č. 3: Máme provést zatáčku doleva na kurs 060. Na jakém kursu musíme srovnat? **Odpověď:** Na kursu 070, čili nedotočíme o 10° . Po srovnání zatáčky kompas o těchto 10° doběhne a ukáže správný kurs 060.

Příklad č. 4: Máme provést zatáčku doprava na kurs 060. Na jakém kursu musíme letoun srovnat? **Odpověď:** Na kursu 050. Po srovnání zatáčky kompas o 10° doběhne.

Při zatáčkách do kursů 090 a 270 ani nedotáčíme, ani nepřetáčíme, nýbrž zatáčky srovnáváme přesně na těchto kursech. Kompas se po srovnání zatáček ani nevrací zpět, ani nedoléhá. Setrvačnickové kompasy se těchto chyb nedopouštějí.

Kontrolní otázky:

1. Jaké druhy kompasů znáte?
2. Co je magnetická deklinace, kdy je kladná a kdy záporná?
3. Jak v letecké navigaci zjišťujeme velikost magnetické deklinace? Co je izogona a co agona? Jak se magnetická deklinace během času mění?
4. Co je traťový úhel a co je kurs? Jaké traťové úhly a jaké kursy znáte? Vzhledem k čemu je měříme?
5. Co je deviace kompasu a co ji způsobuje? Kdy je kladná a kdy záporná?
6. Co je kompenzování letadlového kompasu a jak se provádí?
7. Kdy je nutné kompenzovat letadlový kompas a jaké zásady se při tom mají dodržovat?
8. Proč sestavujeme deviační křivku a proč deviační tabulku?
9. Kdy se při převádění kursů a traťových úhlů mění znaménka u magnetické deklinace a deviace kompasu a kdy zůstávají beze změny? Doplněte neznámé veličiny v prvním až třetím řádku tabulky č. 4, řešení proveďte početně z paměti!
10. Proveďte řešení příkladů v prvním až třetím řádku tabulky č. 4 graficky!
11. Doplněte výpočtem z paměti neznámé veličiny ve čtvrtém až šestém řádku tabulky č. 4!
12. Řešte čtvrtý až šestý řádek tabulky č. 4 graficky!
13. Doplněte výpočtem z paměti neznámé veličiny v posledních třech řádcích tabulky!
14. Řešte poslední tři řádky tabulky graficky!

15. Co je magnetická inklinace, do jaké míry závisí její velikost na zeměpisné šířce? Co jsou izokliny a aklina?

16. Vysvětlete, na jakých kursech se magnetický kompas dopouští při náhlém zrychlení nebo zpomalení chyb a v jakém smyslu a co je příčinou?

17. Nakreslete z paměti schéma přetáčení a nedotáčení při zatáčkách do kursů, nakreslené na obr. 74.

18. O kolik nedotočíte nebo přetočíte a na kterém kursu srovnáte zatáčku, bude-li vaším úkolem nasadit levou zatáčkou na kurs 120, pravou zatáčkou na kurs 330, pravou zatáčkou na kurs 240, levou zatáčkou na kurs 210, levou zatáčkou na kurs 270, pravou zatáčkou na kurs 360!

č.	K_z	D	K_m	$k \checkmark$	K_k
1.	356		001		359
2.	002	— 3		+ 5	
3.	181	+ 4			184
4.		— 2	002	— 2	
5.	216		220		223
6.		+ 3		— 6	003
7.	116		114		118
8.	358	— 4		+ 6	
9.		— 4	270	+ 7	

Tabulka č. 4.

4. VÝPOČTOVÁ NAVIGACE

Navigování letadla jen pomocí srovnávací orientace, to je bez přístrojů, udávajících zejména směr letu a rychlost, by bylo velmi obtížné. Směr letu bychom v takovém případě mohli udržovat jen podle orientačních bodů v terénu, jejichž totožnost bychom museli mít podle mapy stoprocentně ověřenou. Zejména při snížené dohlednosti by byl sled těchto orientačních bodů příliš rychlý. Je velmi pravděpodobné, že bychom při snížené dohlednosti nestačili s naprostou jistotou ověřovat jejich totožnost, a to především proto, že by šlo o velmi nevýrazné orientační objekty. Pak bychom ovšem neměli podle čeho letět, nevěděli bychom, podle čeho máme určovat směr letu.

Je pravda, že v letadle máme palubní kompas. Víme však, že směr letu podle palubního kompasu se shoduje se směrem letu vůči terénu jen za naprostého bezvětří. Vane-li vítr jinak, než ze směru nebo proti směru letu, snáší nás doleva nebo doprava. To znamená, že se v takovém případě pohybujeme vůči terénu jiným směrem, než jaký ukazuje kompas.

Chceme-li tudíž letět vůči terénu správným směrem, musíme vzít vliv větru v úvahu a musíme za letu udržovat na palubním kompasu takový kurs, který se liší od traťového úhlu, změřeného na mapě, právě o úhel snášení větrem.

Ani rychlost letu, udávaná za letu palubním rychloměrem, nesouhlasí s rychlostí letu vůči terénu. Rychlost letadla podle palubního rychloměru je stejná, ať letíme proti větru nebo po větru, vůči terénu však je o rychlost větru menší nebo větší.

Ani palubní výškoměr, založený na principu tlaku vzduchu, neudává skutečnou výšku nad terénem. Chceme-li ji znát, musíme znát skutečný tlak vzduchu a nadmořskou výšku terénu pod námi. Výšku, udávanou palubním výškoměrem, pak musíme přepočítávat.

Chceme-li znát rychlost letu vůči terénu čili traťovou rychlost letadla, musíme ji vypočítávat z rychlosti, kterou ukazuje rychloměr, a ze směru a rychlosti větru.

Každý pilot proto musí bezpečně ovládat řešení všech navigačních úloh, které v praxi přicházejí v úvahu.

Navigační úlohy je možné řešit těmito způsoby:

a) početně

b) graficky

c) pomocí speciálních počítačů a pomůcek *infin...*

Navigační výpočty lze rozdělit na výpočty, které se povinně provádějí před letem a na výpočty, které se provádějí za letu.

Základní skupinou navigačních výpočtů jsou výpočty neznámých hodnot navigačního vektorového trojúhelníka. V praxi totiž některé hodnoty tohoto trojúhelníku známe, jiné ne.

Druhou skupinou navigačních výpočtů jsou např. výpočty celkové doby letu, výpočty celkové spotřeby benzínu, výpočty maximálního doletu apod.

Samostatnou skupinu tvoří plachtařské navigační výpočty. Jejich základem je sice rovněž navigační vektorový trojúhelník, jsou však o hodně složitější než motorářské navigační výpočty. Zatímco motorový letoun se na trati pohybuje přímočaře, větroň letí přímočaře jen část doby letu, zbývající část doby letu krouží ve stoupavých proudech. Jeho průměrné snášení větrem a jeho průměrná traťová rychlost tudíž není závislá jen na směru a rychlosti větru, nýbrž i na intenzitě stoupavých proudů.

Navigační výpočty před letem zpravidla spojujeme s přípravou a studiem map, se studiem meteorosituace a s prověřováním správné funkce navigačních přístrojů a pomůcek.

Navigační výpočty za letu jsou závislé na druhu a typu letadla, na navigačním výstroji letadla a na osádce letadla. Při přeletech a mimoletištních letech lehkých sportovních letadel jsou navigační výpočty do značné míry zjednodušeny tím, že sportovní letadla většinou nemají žádné radionavigační zařízení, že nejsou vybavena snosoměry a že se na nich nedá provádět navigační zákres (plotování). Dále jsou navigační výpočty za letu u lehkých sportovních letadel omezeny možnostmi pilota, který se za letu musí věnovat především pilotáži letadla, a to zejména tehdy, letí-li nízko nad terénem za snížené dohlednosti anebo má-li dokonce za silné turbulence ve vleku větroň.

4.1. MOTORÁŘSKÉ NAVIGAČNÍ VÝPOČTY

4.1.1. NAVIGAČNÍ PRVKY A ZKRATKY

Prvky navigačního vektorového trojúhelníku

Jedna strana navigačního vektorového trojúhelníku je dána traťovým úhlem zeměpisným nebo magnetickým $TÚz$ nebo $TÚm$ a hodinovou traťovou rychlostí letadla. Druhá strana navigačního vektorového trojúhelníku je dána zeměpisným nebo magnetickým kursem Kz nebo Km a hodinovou pravou vzdušnou rychlostí letadla. Třetí strana navigačního vektorového trojúhelníku je dána směrem, odkud vane vítr a jeho hodinovou rychlostí.

S některými z těchto prvků (s traťovým úhlem zeměpisným nebo magnetickým $TÚz$ nebo $TÚm$ a zeměpisným nebo magnetickým kursem Kz nebo Km) jsme se již seznámili. Nyní se seznámíme s ostatními prvky.

a) Rychlost letadla

Palubní rychloměry letadel ukazují (indikují) rychlost, jakou se letadla pohybují vůči vzduchu. Tato rychlost zpravidla nesouhlasí s rychlostí pohybu letadla vůči zemi.

Palubní letecké rychloměry pracují tak, že měří rozdíl mezi statickým a dynamickým tlakem vzduchu. Statický tlak vzduchu je normální tlak vzduchu v příslušné výšce nad zemí. Dynamický tlak vzduchu nastává vlivem dopředného pohybu letadla ve speciálních rychloměrných hubicích. U některých rychloměrných hubic nastává při dopředném pohybu podtlak, u jiných přetlak. Za letu pak odpovídá každému rozdílu mezi normálním tlakem a podtlakem (přetlakem) určitá rychlost. Palubní rychloměry tedy sice měří rozdíly tlaků, ale jejich stupnice jsou cejkovány zpravidla v kilometrech za hodinu, někdy v mílích za hodinu.

Principy rychloměrných hubic a podrobný popis rychloměrů jsou v samostatné příručce „Letecké palubní přístroje“.

Vzdušná rychlost letadla je tedy vzdálenost v kilometrech (nebo v jiných jednotkách vzdálenosti), kterou letadlo uletí za jednotku času vůči mase vzduchu.

1. Indikovaná vzdušná rychlost

je vzdušná rychlost, kterou ukazuje čili indikuje rychloměr

letadla. Často se též nazývá přístrojovou rychlostí. Dnes používanou závaznou zkratkou této rychlosti je V_{pr} . Dříve se tato rychlost označovala počátečními písmeny jejího názvu IVR .

Indikovaná vzdušná rychlost čili přístrojová rychlost však zpravidla nesouhlasí se skutečnou rychlostí pohybu letadla vůči vzduchu. Příčinou je přístrojová chyba rychloměru, zaviněná zpravidla již při výrobě, a polohová chyba rychloměrné hubice, zaviněná umístěním hubice na takovém místě letadla, kde obtékání vzduchu kolem příslušné části letadla do jisté míry ovlivňuje tlaky hubice, jejichž rozdíl rychloměr měří.

2. Opravená vzdušná rychlost

je indikovaná vzdušná rychlost čili přístrojová rychlost, opravená o chybu přístroje (rychloměru) a o polohovou chybu rychloměrné hubice. Opravenou vzdušnou rychlost značíme nyní závazně V , dříve se označovala podle začátečních písmen OVR .

Chyba přístroje (rychloměru) a polohová chyba rychloměrné hubice bývá většinou velmi malá a v praxi tudíž zanedbatelná. V praxi proto většinou považujeme indikovanou vzdušnou rychlost, čili přístrojovou rychlost V_{pr} za opravenou vzdušnou rychlost V .

Ani opravená vzdušná rychlost V však není rychlostí, jíž se letadlo skutečně pohybuje vůči mase vzduchu. Je to proto, že rozdíl mezi statickým a dynamickým tlakem bude jiný u letadla letícího vysoko a jiný u letadla letícího nízko, i když se obě letadla budou pohybovat zcela stejnou rychlostí. Letadlo letící ve výšce se bude pohybovat o mnoho rychleji, než letadlo u země, aby řídký vzduch ve výšce vyvolal u jeho rychloměrné hubice tentýž efekt, jako hustší vzduch u země. Hustota vzduchu v ovzduší se však mění nejen s výškou, ale do jisté míry i s teplotou.

3. Pravá vzdušná rychlost

je vzdušná rychlost V , opravená ještě o vliv teploty a výšky letu na rychloměrný systém. Je to rychlost, jíž se letadlo opravdu pohybuje vůči mase vzduchu. Značíme ji V_p . Dříve se označovala začátečními písmeny pravé vzdušné rychlosti PVR .

Zejména vliv výšky letu na vzdušnou rychlost letadla je značný. Přesnou opravu o vliv teploty a výšky provádíme nejčastěji pomocí kruhového navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3, s kterým se seznámíme v další kapitole. Přibližnou představu

o pravé vzdušné rychlosti si můžeme učinit přepočtem opravené vzdušné rychlosti podle vzorečku

$$V_p = V + \text{půl procenta } V \text{ na každých sto metrů výšky}$$

4. Traťová rychlost

je rychlost, jíž se letadlo skutečně pohybuje vůči terénu. Značíme ji nyní závazně W . Dříve se označovala TR . Za naprostého bezvětří je traťová rychlost W totožná s pravou vzdušnou rychlostí V_p . Traťovou rychlost vypočítáme z pravé vzdušné rychlosti, vezmeme-li v úvahu vliv směru a rychlosti větru.

Vztah mezi pravou vzdušnou rychlostí a traťovou rychlostí je nejjednodušší tehdy, letí-li letadlo buď proti větru anebo po větru, tj. je-li směr větru rovnoběžný s podélnou osou letadla. Je-li úhel mezi směrem větru a podélnou osou letadla menší než 5° , zanedbáváme jej a pokládáme směr větru za rovnoběžný s podélnou osou letadla.

Letí-li letadlo proti větru, je jeho traťová rychlost W o rychlost větru menší, než pravá vzdušná rychlost V_p . Nejen teoreticky, ale i prakticky pak může nastat případ, že rychlost protivětru je stejná jako pravá vzdušná rychlost letadla. V takovém případě se letadlo i nadále vůči vzduchu pohybuje pravou vzdušnou rychlostí V_p , vůči zemi však stojí na místě. Zejména u větroně, letícího ve větší výšce, může někdy nastat extrémní případ „couvání po ocase“, a to tehdy, bude-li rychlost větru větší než pravá vzdušná rychlost větroně V_p . V takovém případě musí pilot větroně potlačením řídicí páky zvýšit pravou vzdušnou rychlost klouzání.

Letí-li letadlo po větru, je jeho traťová rychlost W o rychlost větru vyšší, než pravá vzdušná rychlost V_p .

Letí-li letadlo proti větru nebo po větru, není snášeno doleva ani doprava – vítr má vliv jen na zvýšení nebo snížení rychlosti letu vůči zemi. V tomto případě je tedy kurs letadla totožný s traťovým úhlem.

Složitější případy nastávají, není-li směr větru za letu rovnoběžný s podélnou osou letadla. S řešením takových případů se seznámíme později.

Traťovou rychlost, to je rychlost pohybu letadla vzhledem k terénu, můžeme za letu čas od času zjišťovat. Zapamatujeme si nebo zapíšeme si přesně čas přeletu některého orientačního bodu v terénu a po chvíli čas přeletu jiného orientačního bodu. Z doby letu od jednoho orientačního bodu k druhému a z jejich vzájemné vzdálenosti, zjištěné z mapy, snadno trojčlenkou, úměrou anebo

pomocí navigačního počítadla vypočítáme hodinovou traťovou rychlost letadla W .

Příklad: Rozdíl časů průletů nad orientačními body je 20 minut, vzdálenost mezi nimi je 25 km. Hodinová traťová rychlost letadla v tomto případě je 75 km.

b) Směr a rychlost větru

Vítr je činitel, který za letu bezprostředně ovlivňuje směr a rychlost pohybu letadla vůči zemi. Znalost směru a rychlosti větru je tudíž z hlediska letecké navigace velmi žádoucí. Směr a rychlost větru se mění v závislosti na výšce.

Směrem větru se vždy rozumí směr, odkud vítr vane. Je to tedy obráceně než u kursu nebo traťového úhlu, kde příslušný úhel udává směr vzhledem k severu, kam letadlo letí. Směr větru je tedy úhel, vyjádřený ve stupních, měřený vždy od zeměpisného severu ve směru chodu hodinových ručiček po směr, odkud vane vítr.

Rychlost větru se nejčastěji udává v kilometrech za hodinu, v metrech za vteřinu nebo též někdy v knotech čili námořních mílích za hodinu. (Knot = uzel).

Závazná zkratka pro směr a rychlost větru je nyní δ/U . Dříve se též používalo zkratky V/V (= vektor větru) a Sm/Sl (směr lomeno síla).

Rychlost větru, udanou v metrech za vteřinu, snadno a přesně převedeme zpaměti na kilometry za hodinu tak, že počet metrů vynásobíme čtyřmi a od výsledku odečítáme 10 %. Je to totéž, jako bychom rychlost větru v metrech za vteřinu násobili šedesáti, čímž bychom obdrželi rychlost v metrech za minutu, pak znovu násobili šedesáti, čímž bychom obdrželi rychlost v metrech za hodinu, a jako bychom pak výsledek dělili tisícem, abychom dostali rychlost v kilometrech za hodinu. $60 \times 60 = 3600 : 1000 = 3,6$. Číslem 3,6 s výhodou násobíme, násobíme-li čtyřmi a odečítáme-li od výsledku 10 %.

Příklad: Rychlost větru je 17 m/s. Kolik je to km/h? Počítáme zpaměti: $17 \times 4 = 68 - 10 \% \text{ z } 68 = 68 - 6,8 = 61,2$. Rychlost větru je tedy 61,2 km/h.

Rychlost větru, udanou v kilometrech za hodinu, převádíme zpaměti na metry za vteřinu tak, že počet kilometrů za hodinu zvětšíme o jednu devítinu a výsledek dělíme čtyřmi.

Pro početní převádění rychlostí větru, udaných v jiných jednotkách, než potřebujeme, můžeme používat též těchto násobitelů:

1 m/s	=	3,6 km/h	=	1,95 knots
1 km/h	=	0,28 m/s	=	0,54 knots
1 knot	=	0,52 m/s	=	1,85 km/h

Rychlost přízemního větru se též někdy odhaduje a udává podle Beaufortovy stupnice. Přesné údaje o rychlostech přízemního větru získáváme pomocí anemometrů. Bývají zpravidla cejchovány v m/s. Jiné typy přístrojů na měření rychlosti přízemního větru graficky znázorňují dráhu větru v závislosti na čase. Rychlost větru se pak počítá z délky dráhy větru a doby měření.

Směr a rychlost přízemního větru za letu odhadujeme nejčastěji podle směru kouře z komínů továren a domů. Na letištích slouží k udávání směru a rychlosti přízemního větru větrné pytle (rukávy). Někdy se směr a rychlost přízemního větru dá zjistit podle čerení vodních hladin, podle vlnění ploch obilí apod.

Zjišťování směru a rychlosti přízemního větru za letu má význam především pro přistávání a při letech v malých a přízemních výškách.

Výškový vítr se zjišťuje zaměřováním meteorologických balónů o známé stoupavosti teodolitem nebo speciálním lokátorem (radarem). Směr a rychlost výškového větru lze za letu odhadnout podle směru a rychlosti pohybu stínů mraků, ubíhajících terénem. Kromě toho se může výškový vítr odhadnout nebo i vypočítat z rozdílu mezi traťovou a pravou vzdušnou rychlostí a z velikosti úhlu snosu. Je-li boční vítr vzhledem k pravé vzdušné rychlosti značně silný, je snášení letadla patrné pouhým pohledem, aniž bychom museli na mapě porovnávat skutečný traťový úhel s kursem.

V praxi se velmi často stává, že potřebujeme znát průměrnou hodnotu různých větrů. Bývá to například při dlouhých přeletech, kdy před letem dostaneme od meteorologů různé hodnoty větrů v jednotlivých oblastech, jimiž budeme prolétávat. Průměrný vítr pak z daných hodnot zjistíme buď početně nebo graficky.

Příklad: Vítr v Čechách je 210/40, vítr na Moravě je 260/50, vítr na Slovensku je 280/60.

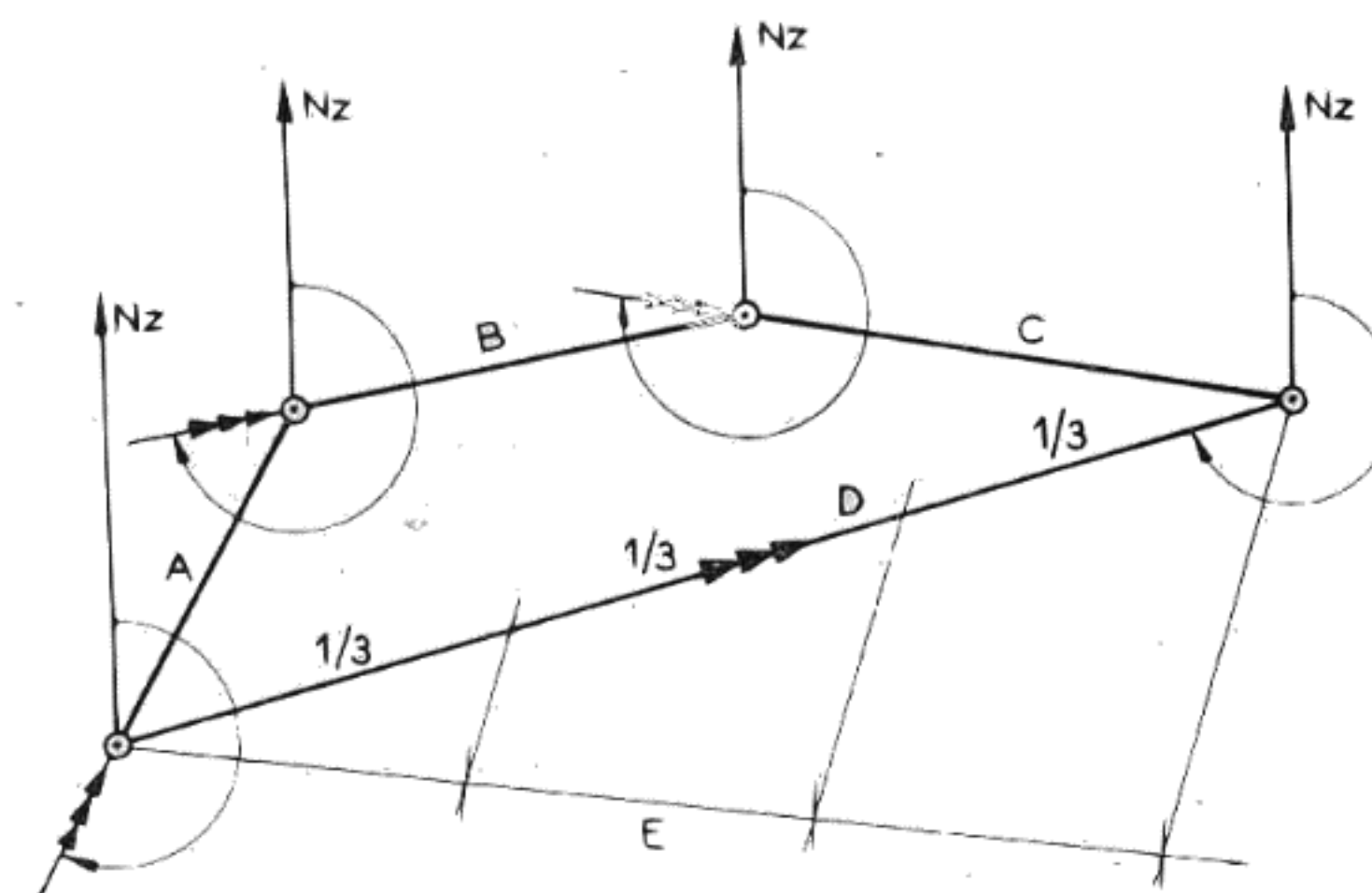
Řešení: Sečteme úhly a výsledek dělíme počtem větrů. Poté sečteme hodinové rychlosti a výsledek rovněž dělíme počtem větrů. První podíl dává průměrný směr větru, druhý průměrnou hodinovou rychlost větru.

$$210 + 260 + 280 = 750 : 3 = 250 = \text{směr průměrného větru.}$$

$$40 + 50 + 60 = 150 : 3 = 50 = \text{průměrná hodinová rychlost výškového větru.}$$

Graficky tento příklad řešíme tak, že z počátečního bodu vynešeme v měřítku směr a hodinovou rychlost větru v Čechách, z jeho koncového bodu pak směr a hodinovou rychlost větru na Moravě a z jeho koncového bodu směr a hodinovou rychlost větru na Slovensku. Koncový bod větru na Slovensku pak spojíme s počátečním bodem větru v Čechách. Úhel mezi touto spojnicí a severem je směrem průměrného větru. Rozdělíme-li spojnicí na tolik stej-

ných dílů, kolik bylo jednotlivých větrů, představuje jeden dílek v příslušném měřítku průměrnou hodinovou rychlost všech větrů. Viz obr. 75.



Obr. 75. Zjišťování hodnoty průměrného větru grafickou metodou

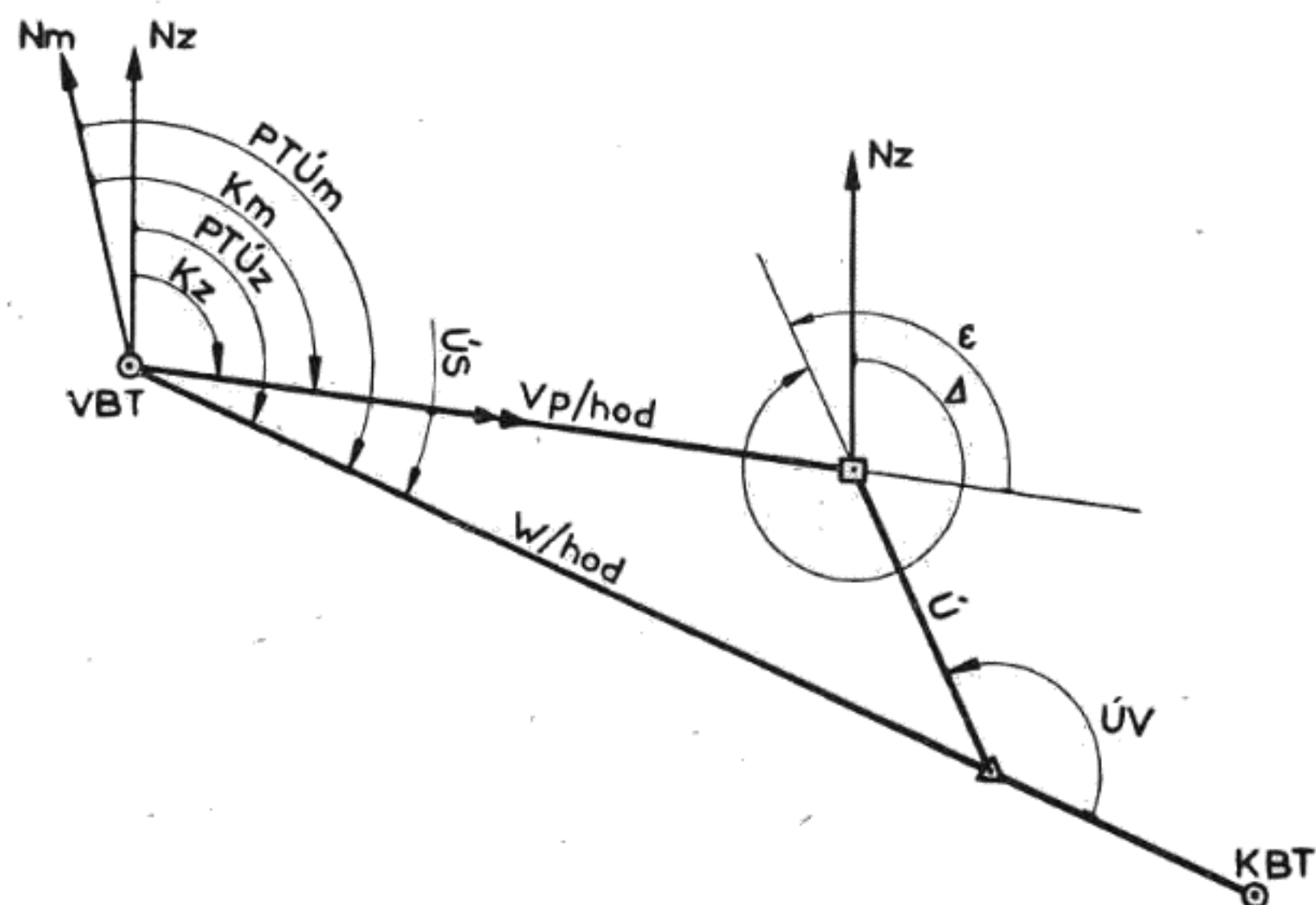
A – hodinový vektor větru v Čechách; B – hodinový vektor větru na Moravě; C – hodinový vektor větru na Slovensku; D – spojnice počátečního bodu s koncovým bodem posledního větru. Úhel mezi touto spojnicí a severem je směr průměrného větru, délka 1/3 této spojnice představuje v měřítku hodinovou rychlost průměrného větru; E – pomocná konstrukce, již dělíme úsečky na libovolný počet stejných dílů. Na úhlu přímky E vůči spojnici D nezáleží, rovněž nezáleží na velikosti dílků na přímce E, podmínkou však je, aby byly stejné.

Poznámka: V některých případech víme, že se nezdržíme ve všech oblastech s různými větry stejně dlouho. To platí například pro dlouhodobé stoupání na trati do velké výšky, kdy postupně prolétáváme letové hladiny s různými výškovými vlivy. Stoupavost letadla se stále zmenšuje. Tím se letadlo zdrží v oblasti větru, vanoucího ve výšce např. 3000 m třikrát déle než v oblasti větru, vanoucího ve výšce 1000 m. V takovém případě musíme při zjišťování průměrného větru pro stoupání na trati počítat nikoli s hodinovými hodnotami rychlostí jednotlivých výškových větrů, nýbrž s takovými hodnotami rychlostí, které jsou přímo úměrné dobám, které strávíme stoupáním v oblastech jednotlivých výškových větrů.

Úhel snosu je úhel, sevřený podélnou osou letadla (kursem) a letenou trati. Vane-li vítr na podélnou osu letadla zprava, snáší letadlo doleva, takže mluvíme o levém, záporném snosu. Vane-li vítr na podélnou osu letadla zleva, snáší letadlo doprava. V tom případě mluvíme o pravém, kladném snosu. Velikost úhlu snosu vyjadřujeme ve stupních a značíme jej $\bar{U}S$.

Za letu se dá úhel snosu zcela přesně zjistit pomocí snosoměrů. Jsou to jednoduché či složitější optické přístroje, kterými sledujeme terén, ubíhající pod letadlem. Nesnáší-li letadlo boční vítr,

ubíhá terén zpředu dozadu rovnoběžně s podélnou osou letadla. Snáší-li vítr letadlo na některou stranu, ubíhá terén pod letadlem vzhledem k myšlené podélné ose letadla poněkud šikmo. V tom případě zkusmo pootočíme okulárem snosoměru doleva nebo doprava tak, aby terén ubíhal rovnoběžně s ryskami, které vidíme



Obr. 76. Navigační vektorový trojúhelník

v okuláru. Na obvodu okuláru pak odečteme úhel jeho pootočení, který je totožný s úhlem snosu. Zjistíme-li touto metodou velikost úhlu snosu na dvou kursech, jež spolu svírají úhel 60° , můžeme pomocí navigačního počítadla DR 3 vypočítat směr a rychlost větru, který snášení působil. Tento způsob výpočtu neznámého větru nazýváme „dvousnosovou metodou“. Lze jej ovšem uplatnit jen u letadel, vybavených snosoměry.

Kursovým úhlem větru nazýváme v letecké navigaci úhel, který svírá směr, odkud vane vítr, s podélnou osou letadla (s kursem letadla). Měříme jej vždy od předního konce podélné osy letadla kratším směrem ke směru, odkud vane vítr. To znamená, že vane-li vítr na podélnou osu letadla zleva, měříme tento úhel od podélné osy letadla doleva, proti směru hodinových ručiček.

Vane-li vítr na podélnou osu letadla zprava, měříme kursový úhel větru od podélné osy letadla doprava, ve směru hodinových ručiček. Proto je kursový úhel větru vždy v rozmezí $0-180^\circ$. Viz obr. 76.

Úhlem větru na trať nazýváme v letecké navigaci úhel, který svírá směr, odkud vane vítr, se směrem plánované nebo skutečně letěné trati. Je rovněž vždycky v rozmezí $0-180^\circ$, protože jej měříme vždy od trati na tu stranu, ze které vítr na trať vane. Viz obr. 76.

Tabulka prvků navigačního vektorového trojúhelníku

Pojem	Zkratka			Definice
	nová	starší	starší	
γ_{kurs}	Kz Km Kk			Zeměpisný kurs (magnetický, kompasový) je úhel mezi zeměpisným severem (magnetickým, kompasovým) a podélnou osou letadla
V	$V_{př}$	IVR		Přístrojová rychlost (indikovaná vzdušná rychlost) je rychlost letadla vůči vzduchu, kterou ukazuje (indikuje) palubní rychloměr
	V	OVR		Opravená vzdušná rychlost je rychlost letadla vůči vzduchu, kterou ukazuje palubní rychloměr, opravená o chybu přístroje a polohovou chybu rychloměrné hubice
	V_p	PVR		Pravá vzdušná rychlost je rychlost letadla vůči vzduchu, kterou ukazuje palubní rychloměr, opravená nejen o chybu přístroje a polohovou chybu rychloměrné hubice, ale i o vliv teploty a výšky
	$TÚz$			Traťový úhel zeměpisný čili úhel mezi zeměpisným severem a tratí
	$PTÚz$	Tp		Plánovaný traťový úhel zeměpisný čili úhel mezi zeměpisným severem a plánovanou tratí. (Dříve se tomuto úhlu říkalo jen „trať plánovaná“, zkratka Tp)
	$STÚz$	Tl		Skutečně letěný traťový úhel zeměpisný čili úhel mezi zeměpisným severem a skutečně letěnou tratí. (Dříve se tomuto úhlu říkalo jen „Trať letěná“, zkratka Tl)

Pojem	zkratka			definice
	nová	starší	starší	
	$T\dot{U}_m$			Traťový úhel magnetický čili úhel mezi magnetickým severem a tratí
	$PT\dot{U}_m$			Plánovaný traťový úhel magnetický čili úhel mezi magnetickým severem a plánovanou tratí
	$ST\dot{U}_m$			Skutečně letěný traťový úhel magnetický čili úhel mezi magnetickým severem a skutečně letěnou tratí
traťová rychlost	W	TR		Rychlost pohybu letadla na trati, měřená vzhledem k terénu
Směr a rychlost větru	δ/U	V/V	Sm/SI	Směr větru je úhel mezi zeměpisným severem a směrem, odkud vane vítr. Rychlost větru je dráha, vyjádřená v jednotkách vzdálenosti, kterou vítr urazí za jednotku času. Nyní závaznou zkratkou směru a rychlosti větru je „delta lomeno U“, předtím se používalo zkratky, uvedené v druhém sloupci, která znamená „vektor větru“. Ještě dříve se používalo zkratky, uvedené ve třetím sloupci, která slovy znamená „směr lomeno síla“
úhel větru	UV			Úhel mezi TU a směrem, odkud vane vítr. Je protilehlým úhlem V_p v navigačním trojúhelníku
kursový úhel větru	KUV			Úhel mezi letu a směrem, odkud vane vítr
úhel větru na trať	ε	$\dot{U}V$		Úhel mezi plánovanou nebo letěnou tratí ve směru letu a směrem, odkud vane vítr
úhel snosu (drift)	$\dot{U}S$	S	τ	Je to úhel mezi traťovým úhlem zeměpisným $T\dot{U}_z$ a zeměpisným kursem K_z nebo mezi traťovým úhlem magnetickým $T\dot{U}_m$ a magnetickým kursem K_m . Je-li trať vlevo od kursu, je snos levý, záporný. Je-li trať vpravo od kursu, je snos pravý, kladný

Pojem	zkratka			definice
	nová	starší	starší	
vzdušná poloha	\square	\triangle		Je to poloha letadla vůči mase vzduchu, daná kursem letadla, pravou vzdušnou rychlostí a dobou letu
vypočítaná poloha	\triangle	\square		Je to poloha letadla na trati, odvozená od vzdušné polohy na základě směru a rychlosti větru
zjištěná poloha	\times	fix		Je to poloha letadla, zjištěná pozorováním terénu, radiozaměřením nebo astronomickým zaměřením.

Ostatní navigační prvky a zkratky

a) Výška letu

Při mimoletištních letech a přeletech je výška letu velmi důležitá jak pro navigaci, tak pro bezpečnost.

Výšku letu měříme buď vzhledem k terénu, nejčastěji vůči letišti, nebo vzhledem k mořské hladině.

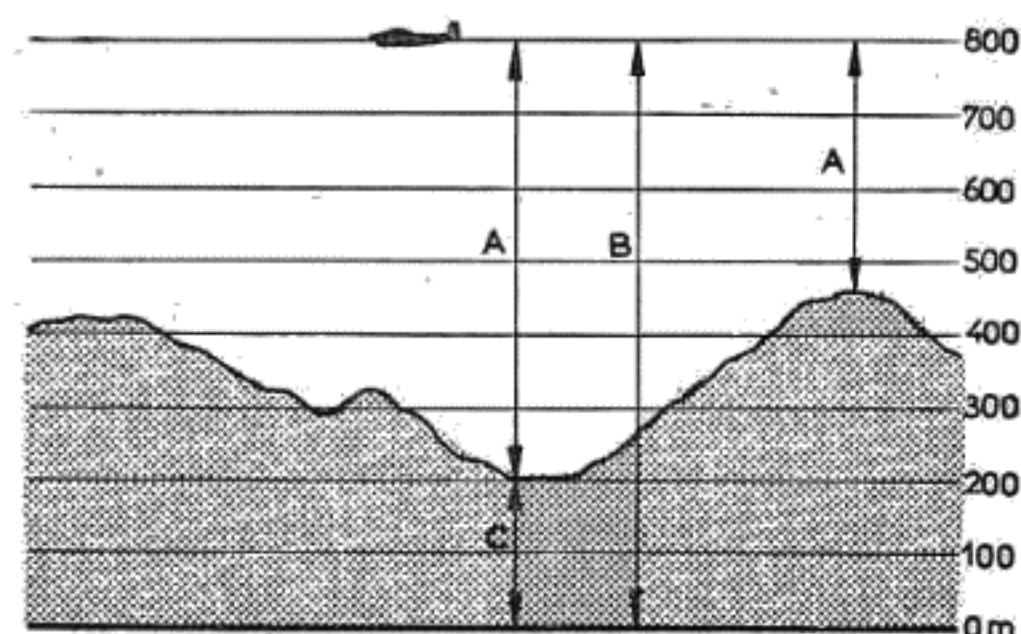
Výšku, měřenou nebo udávanou vzhledem k terénu, nazýváme „relativní“ a označujeme ji „sol“. Výšku, měřenou nebo udávanou vzhledem k mořské hladině, nazýváme „absolutní“ a označujeme ji „mer“. Absolutní výšku vypočítáme z výšky relativní, připočítáme-li k relativní výšce nadmořskou výšku terénu. Relativní výšku vypočítáme z výšky absolutní, odečítáme-li od absolutní výšky nadmořskou výšku terénu. Viz obr. 77.

Při mimoletištních letech a přeletech zpravidla létáme v takzvaných „letových hladinách“, jejichž výšky jsou stanoveny vzhledem k mořské hladině. Místní převýšení nad terénem za letu snadno zjišťujeme odečítáním místní nadmořské výšky terénu od výšky, již ukazuje výškoměr. Při takzvaných „letištních letech“, jež jsou v nevelké vzdálenosti od letiště (cca do 10 km), udržujeme výšku vzhledem k letišti.

Výšku letu měříme pomocí výškoměrů. Ve sportovním letectví používáme téměř výhradně výškoměrů, pracujících na principu úbytku tlaku vzduchu s výškou. Radiové výškoměry, udávající skutečnou výšku nad terénem, bývají instalovány jen v některých

větších letadlech. Pracují na principu odrazu radiových vln od terénu.

Výškoměry, pracující na principu úbytku tlaku vzduchu s výškou, jsou vlastně citlivými tlakoměry, jenže na jejich stupnicích čteme nikoli tlak, nýbrž výšku v metrech (někdy též ve feetech čili stopách). Výška, již tlakové výškoměry ukazují, vztahuje se vždy k tlakové hladině, jejíž tlak je vyjádřen v milimetrech nebo milibarech v okénku přístroje. U každého výškoměru je knoflík na seřizování této základní tlakové hladiny.



Obr. 77. Relativní a absolutní výška

A – výška letu, měřená vzhledem k terénu (sol); B – výška letu, měřená vzhledem k mořské hladině (mer); C – nadmořská výška letiště.

Výškoměr absolutní výšku, to je výšku vzhledem k mořské hladině. Je-li přitom letadlo na letišti na zemi, ukazuje ručička výškoměru výšku, jež je totožná s nadmořskou výškou letiště.

Nastavíme-li seřizovacím knoflíkem ručičku výškoměru na nulovou výšku, otáčí se současně milimetrová (milibarová) stupnice v okénku výškoměru a posléze nám ukáže skutečný tlak vzduchu na letišti. Takto seřizený výškoměr pak ukazuje relativní výšku vůči letišti.

Barometrické výškoměry jsou cejchovány podle standardní atmosféry. Odchylnou skutečných tlaků a teplot v atmosféře vznikají chyby výškoměru. Další chybu působí vlastní systém přístroje. Také si musíme být vědomi toho, že základní tlak, na který je výškoměr seřizen, se ve skutečnosti mění buď během času nebo vlivem změny zeměpisné polohy.

Při letech po letových cestách, při jejich křižování a při prolétávání mraků, prostě vždy, kdy je třeba, aby jednotlivá letadla mezi sebou z bezpečnostních důvodů udržovala přesné výškové rozstupy, musí být barometrické výškoměry všech letadel nastaveny na tentýž základní barometrický tlak. K tomu účelu se používá barometrického tlaku na mořské hladině podle mezinárodní standardní atmosféry, který činí 1013,2 mb (milibarů) nebo 760 mm

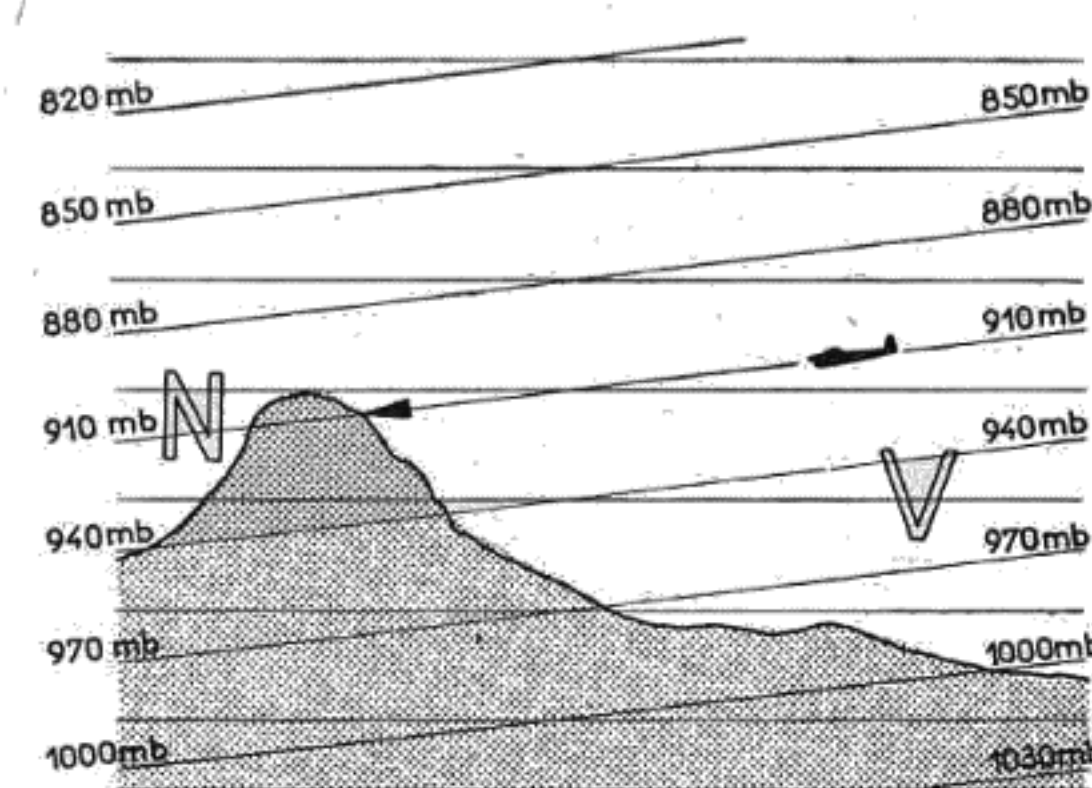
(milimetrů). Kdyby totiž proti sobě v mracích letěla letadla, jež by měla palubní výškoměry seřizené na skutečný tlak na mořské hladině, který je na různých místech zemské kůže různý, mohlo by se stát, že by ve skutečnosti letěla ve stejné výšce, i kdyby udával každý z výškoměrů jinou výšku. Tím by vznikalo riziko srážky.

Je tomu tak proto, že skutečný tlak vzduchu na různých místech zemské kůže, přepočtený na hladinu moře, může se lišit právě o tolik, kolik činí tlakový rozdíl mezi dvěma sousedními letovými hladinami.

Letovou hladinu je nutno volit vždy tak, aby letadlo mělo bezpečné převýšení nad terénem i při nejnižším možném tlaku vzduchu v příslušném prostoru. Minimální výšky letu nad terénem jsou různé pro různé kategorie letadel. Jsou dány Předpisem o létání.

Předpis o létání pilotům ukládá, aby při startu a přistání měli výškoměr seřizen vždy vůči letišti, na kterém startují nebo přistávají, tj. aby jim palubní výškoměr ukazoval na letišti před startem nebo po přistání nulovou výšku. Dále ukládá Předpis o létání pilotům, aby při opouštění prostoru letiště na mimoletištní let nebo přelet seřizovali palubní výškoměry na tlak na hladině moře podle standardní atmosféry. Výškoměr se po startu nebo před přistáním seřizuje vždy ve výšce 300 m/sol (vůči letišti). Údaj o skutečném tlaku vzduchu na cílovém letišti získáváme buď dotazem pomocí rádia, anebo výpočtem na základě znalosti nadmořské výšky cílového letiště.

Pro výpočet tlaku však ještě musíme znát skutečný tlak vzduchu na mořské hladině v příslušné oblasti. Jeden milibar odpovídá výškovému rozdílu asi devíti metrů, jeden milimetr odpovídá výškovému rozdílu asi jedenácti metrů. Pro převod milibarů na milimetry a obráceně si pamatujeme, že tři milimetry se rovnají čtyřem milibarům.



Obr. 78. Let z tlakové výše do tlakové níže. Letoun letí v tlakové hladině 910 mb. Při přiletu do tlakové níže ve skutečnosti vzhledem k terénu klesá, aniž by si toho pilot byl vědom. Chyba vzniká neopravením základního tlaku, nastaveného v okénku výškoměru, o pokles tlaku v tlakové výši

Pro bezpečnost mimoletištních letů a přeletů je třeba vědět, že letíme-li dlouhou trať se silným větrem zleva mírně zezadu, letíme z oblasti vyššího tlaku vzduchu do oblasti nižšího tlaku vzduchu. Letíme-li v takovém případě podle barometrického výškoměru stále ve stejné výšce, pak ve skutečnosti stále mírně a nenápadně klesáme. Při letu bez viditelnosti země bychom pak snadno mohli narazit na terén, i kdybychom se domnívali, že vůči němu máme dostatečné převýšení. Viz obr. 78.

Podrobný popis výškoměrů je v učebnici „Letecké palubní přístroje“. Pojednání o tlaku vzduchu, jeho úbytku s výškou, tlakových nížích a výších apod. jsou v příručce „Meteorologie pro sportovní letce“.

Tabulka navigačních zkratk

zkratka		definice
nová	starší	
H		výška letu v jednotkách vzdálenosti (metrech, hektometrech, kilometrech, stopách)
t_0		teplota vzduchu u země
t_H		teplota vzduchu ve výšce
S	Vzd	vzdálenost v jednotkách vzdálenosti (v kilometrech, mílích apod.)
t		čas
VČP		vypočítaný čas přiletu
VBT		východní bod trati
KBT		koncový bod trati
VBZT		východní bod zpáteční trati
VKB		vlastní kontrolní bod
KPB		kontrolní průletový bod
KOB		kontrolní orientační bod
HKB		hlavní kontrolní bod

zkratka		definice
nová	starší	
SM		zeměpisný směrník
OSM		směrník obrácený o 180°
SMm		magnetický směrník
KS		kompasový směrník
RSMz		zeměpisný radiosměrník
RSMm		magnetický radiosměrník
ORSM		radiosměrník, obrácený o 180°
RK		radiokompas (automatický)
RPK		radiopolokompas
Δr		deviace rámové antény
KUR		kursový úhel radiostanice
ČRA		čtení rámové antény

b) Ostatní navigační prvky a zkratky

S mnohými navigačními prvky a zkratkami jsme se již seznámili v předchozích kapitolách a odstavcích. Je třeba, abychom se ještě seznámili se zbývajících prvky a zkratkami, kterých se závazně používá v motorářské navigaci. Další prvky a zkratky jsou uvedeny v části, pojednávající o plachtařských navigačních výpočtech.

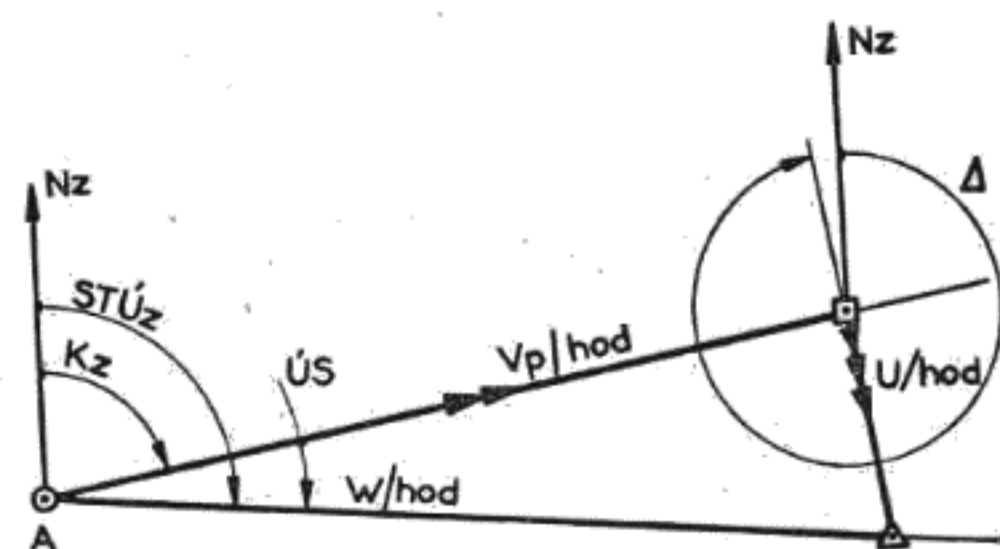
4.1.2. GRAFICKÉ ŘEŠENÍ NAVIGAČNÍHO VEKTOROVÉHO TROJÚHELNÍKU

Při grafickém řešení navigačního vektorového trojúhelníku kreslíme v přesném měřítku plánek, na kterém úhly odpovídají skutečnosti. Hodinové rychlosti (pravou vzdušnou rychlost, traťovou rychlost, rychlost větru) vynášíme na příslušných směrech ve zvoleném měřítku úsečkami.

Zjištění TU , snosu a W

Příklad: Pilot poletí jednu hodinu pod zeměpisným kursem 060 pravou vzdušnou rychlostí 150 km/h. Vítr ve výšce letu vane ze směru 350 a má hodinovou rychlost 40 km. Grafickým řešením máme zjistit úhel snosu, zeměpisný traťový úhel a hodinovou traťovou rychlost.

Řešení: Z počátečního bodu A vyneseme vzhledem k zeměpisnému severu pod úhlem 060° zeměpisný kurs. Na něj nanese ve zvoleném měřítku ve směru letu od počátečního bodu A hodinovou pravou vzdušnou rychlost. Z koncového bodu pravé vzdušné rychlosti vyneseme směr větru, tak, aby vanul z tohoto bodu a



Obr. 79. Zjištění traťového úhlu zeměpisného TUz a traťové rychlosti W grafickou metodou, je-li dán zeměpisný kurs Kz , pravá vzdušná rychlost Vp a směr a rychlost větru δ/U

označíme jej třemi šipkami. (Vítr ve skutečnosti i na náčrtku vždycky vane z kursu na trať.) Na směr větru vyneseme jeho hodinovou rychlost. Koncový bod vektoru větru pak spojíme s počátečním bodem A. Úhel mezi touto spojnicí a zeměpisným kursem je úhlem snosu, úhel mezi touto spojnicí a zeměpisným severem je zeměpisným traťovým úhlem. Vzdálenost koncového bodu větru od počátečního bodu A představuje v příslušném měřítku hodinovou traťovou rychlost. Viz obr. 79.

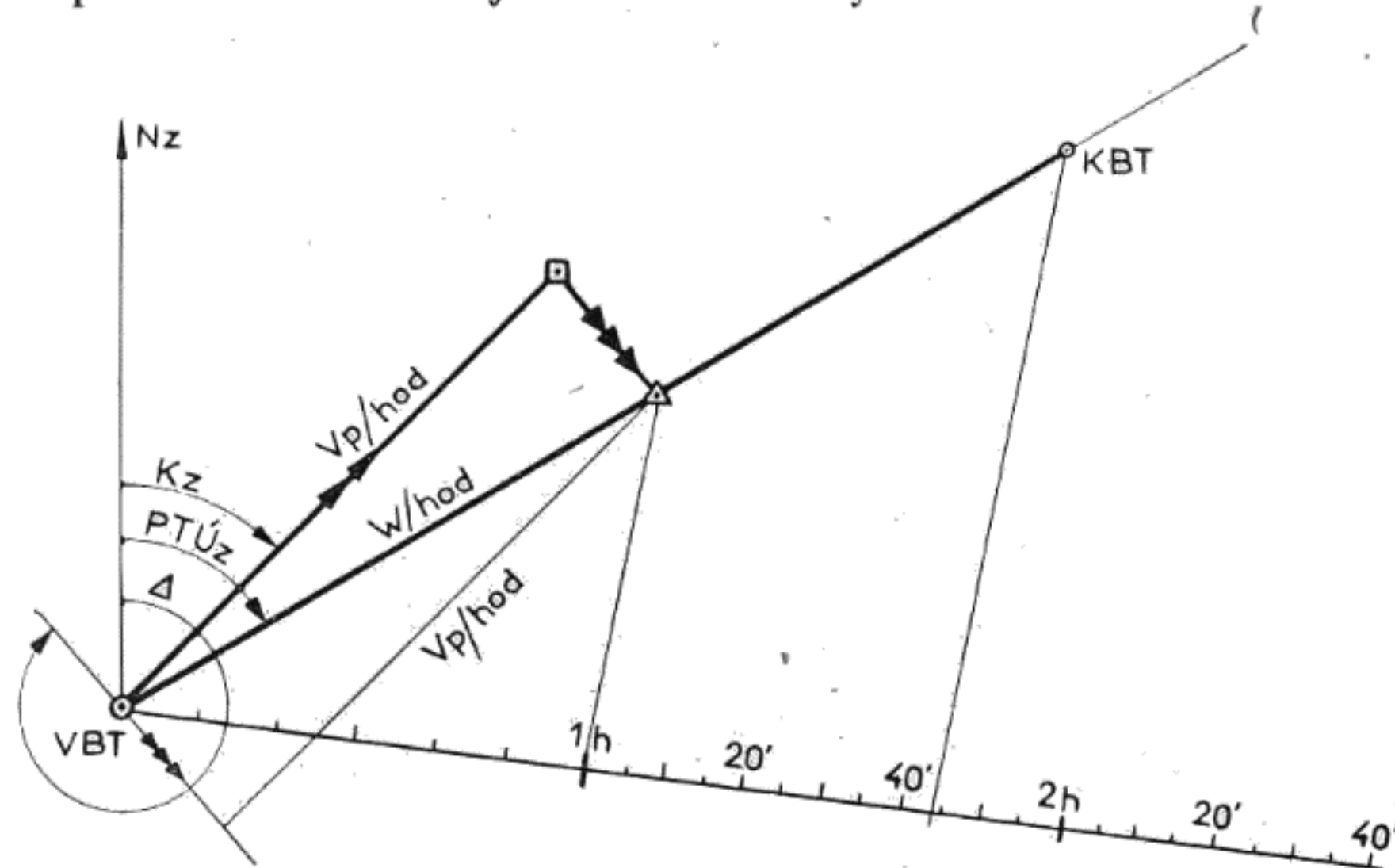
Zjištění Kz , snosu, W a doby letu

V praxi máme nejčastěji dán výchozí bod tratě VBT a koncový bod tratě KBT , jejichž spojnice svírá se směrem zeměpisného severu plánovaný traťový úhel zeměpisný $PTUz$, dále známe pravou vzdušnou rychlost letadla Vp a směr a rychlost větru δ/U . Úkolem je zjistit grafickým způsobem zeměpisný kurs, pod kterým musíme letět, aby bylo letadlo snášeno na plánovanou trať, hodinovou traťovou rychlost a celkovou dobu letu.

Příklad: Plánovaný traťový úhel zeměpisný $PTUz$ daný spojnicí VBT s KBT je 060, vzdálenost KBT od VBT činí 280 km. Pravá vzdušná rychlost letadla je 155 km/hod., směr a rychlost větru je 310/40.

Řešení: Na náčrtku vyneseme vzhledem k zeměpisnému severu úhel 060°, což je plánovaný traťový úhel $PTUz$. Na této přímce zakreslíme výchozí bod tratě VBT a ve zvoleném měřítku v příslušné vzdálenosti od VBT koncový bod tratě KBT .

Nyní vyneseme z výchozího bodu tratě VBT směr větru a v příslušném měřítku jeho hodinovou rychlost. Směr větru ozna-



Obr. 80. Zjištění zeměpisného kursu Kz , traťové rychlosti W a doby letu grafickou metodou, je-li dán VBT a KBT ($PTUz$), pravá vzdušná rychlost Vp a směr a rychlost větru δ/U

číme třemi šipkami. Tomuto větru se někdy říká „opačný vítr“, i když vlastně vane daným směrem. Říká se mu tak proto, že nám na náčrtku vane směrem od plánované trati na kurs, tedy opačně než ve skutečnosti, kde vane vždy od kursu na trať.

Nyní vezmeme do kružítka v měřítku náčrtku hodinovou pravou vzdušnou rychlost letadla (155 km), kružidlo zabodneme do koncového bodu vektoru větru a obloukem přetneme plánovanou trať. Tento průsečík pak spojíme s koncovým bodem vektoru větru. Tato spojnice představuje zeměpisný kurs, pod kterým letadlo musí letět, aby bylo při dané pravé vzdušné rychlosti a daném větru snášeno z kursu přesně na plánovanou trať. Viz obr. 80.

Zjištěný zeměpisný kurs nyní vyneseme z výchozího bodu tratě VBT . Z bodu, kde byla plánovaná trať protnuta obloukem kružnice o poloměru pravé vzdušné rychlosti, vedeme rovnoběžku se směrem větru. Zeměpisný kurs označíme dvěma šipkami, rovnoběžku se

směrem větru třemi šípkami, koncový bod hodinové pravé vzdušné rychlosti V_p na zeměpisném kursu čtverečkem \blacksquare , bod na plánované trati, získaný protnutím plánované trati obloukem kružnice o poloměru hodinové pravé vzdušné rychlosti, trojúhelníčkem \triangle . Čtvereček představuje takzvanou „vzdušnou polohu“, to je polohu, ve které je letadlo v daném čase vůči vzduchu. Trojúhelníček představuje takzvanou „vypočítanou polohu“, která je odvozena od vzdušné polohy na základě směru a rychlosti větru. Viz obr. 80.

Dříve se označovala vzdušná poloha trojúhelníčkem a vypočítaná poloha čtverečkem \blacksquare . Kurs se dříve označoval jednou šípkou \rightarrow a trať dvěma šípkami. Dnes se jednou šípkou označují polohové čáry. Trať se šípkami neoznačuje. Plánovaná trať se dříve kreslila čárkovanou čarou a skutečně letěná trať plnou čarou. Ve starších příručkách se s tímto způsobem označování ještě setkáváme.

Tento příklad můžeme řešit také tím způsobem, že místo plánovaného traťového úhlu zeměpisného $PTÚz$ vyneseme plánovaný traťový úhel magnetický $PTÚm$, to je plánovaný traťový úhel zeměpisný $PTÚz$, opravený o úhel magnetické deklinace. Po dokončení náčrtku pak dostaneme nikoli zeměpisný kurs Kz , nýbrž magnetický kurs Km .

Hodinovou traťovou rychlost W v příslušném měřítku z náčrtku zjistíme, odměříme-li vzdálenost bodu, ve kterém byla plánovaná trať protnuta obloukem kružnice, do výchozího bodu tratě VBT . Viz obr. 80.

Celkovou dobu letu do KBT zjistíme graficky pomocí náčrtku takto (viz obr. 80):

Z výchozího bodu tratě VBT vyneseme libovolným směrem přímku, kterou nazveme „časovou přímku“. Na ni nanese patnáct až čtyřicet libovolných, ale naprosto stejných dílků, z nichž každý bude představovat pět minut. Dvanáctý dílek, představující jednu hodinu, spojíme přímkou s bodem na plánované trati, který nám udává hodinovou traťovou rychlost letadla. Z koncového bodu trati KBT vedeme rovnoběžku s touto spojnici na časovou přímku a na ní pak odečteme celkovou dobu letu od VBT ke KBT .

Na velikosti úhlu mezi časovou přímkou a plánovanou trati nezáleží. Nezáleží ani na velikosti dílků, jen je třeba, aby byly jeden jako druhý, tj. stejné. V praxi kreslíme časovou přímku z výchozího bodu tratě VBT vždy do nezakreslené plochy obrázku. Na časovou přímku není v praxi nutné vynášet všechny pětiminutové úsečky. Stačí vynést jen dvanáctou, tj. hodinovou úsečku a pak pětiminutové úsečky na tom úseku časové přímky, na kterém předpokládáme její protnutí zmíněnou rovnoběžkou se spojnici hodinového dílku s hodinovou traťovou rychlostí.

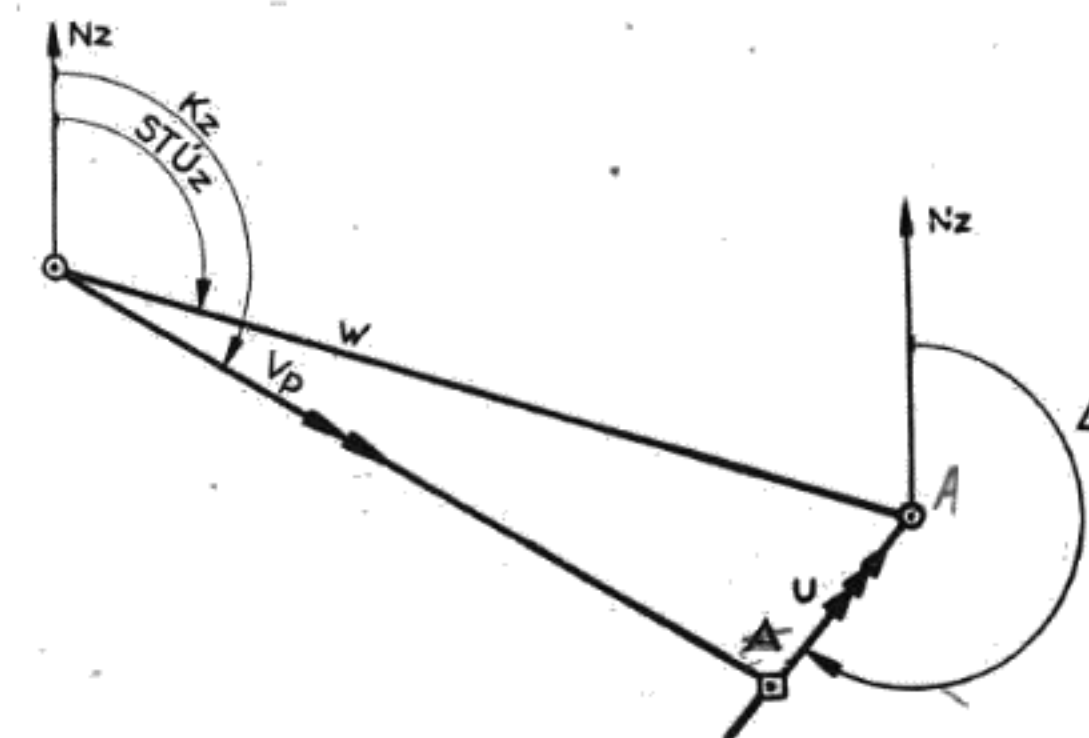
Zjištění směru a rychlosti větru

Grafickým způsobem lze zjistit směr a rychlost větru, známe-li například vzdušnou a skutečnou polohu letadla.

Příklad: Letadlo udržuje zeměpisný kurs 120 a letí pravou vzdušnou rychlostí V_p 180 km/h. Pilot za letu pozoruje, že ho vítr snáší doleva. Po dvaceti minutách letu pomocí srovnávací navigace zjistí, že je v terénu nad bodem A.

Řešení: Z výchozího bodu tratě VBT vyneseme zeměpisný kurs Kz 120 a v měřítku na něj nanese vzdálenost, ulétnutou danou

pravou vzdušnou rychlostí 180 km/h za dvacet minut letu. Tento bod označíme čtverečkem. Je to takzvaná vzdušná poloha, tj. poloha, ve které by letadlo vzhledem k zemi opravdu bylo, kdyby vůbec nevanul vítr. Vzdušnou polohu letadla nyní spojíme přímkou s bodem A, který představuje skutečnou polohu letadla, do které bylo letadlo větrem ze



Obr. 81. Zjištění směru a rychlosti větru δ/U grafickou metodou, je-li dán zeměpisný kurs Kz , pravá vzdušná rychlost V_p a skutečná poloha letadla

vzdušné polohy sneseno. Tři šípky, označující směr větru, budou směřovat od vzdušné polohy (čtverečku) k bodu A (skutečné poloze). Vzdálenost vzdušné polohy od skutečné polohy představuje v příslušném měřítku dráhu, kterou urazil vítr za dobu dvaceti minut. Násobíme-li tuto vzdálenost třemi, dostáváme hodinovou rychlost větru. Viz obr. 81.

4.1.3. POČETNÍ ŘEŠENÍ NAVIGAČNÍHO VEKTOROVÉHO TROJÚHELNÍKU

Při početním řešení úloh, týkajících se navigačního vektorového trojúhelníku, považujeme navigační vektorový trojúhelník za obecný trojúhelník, u kterého máme na základě několika daných prvků (stran a úhlů) vypočítat neznámé prvky (nejčastěji délku třetí strany a jeden úhel, tj. úhel snosu). Takové výpočty nazýváme

trigonometrickými výpočty. Jejich principy jsou vysvětleny v příručce „Matematika a fyzika pro sportovní letce“.

Pro zjednodušení a zrychlení trigonometrických i jiných výpočtů se často používá logaritmů. Logaritmus daného čísla je mocnitél základu (zpravidla deseti), na který musíme základ povýšit, abychom dostali dané číslo. Při použití logaritmů se ve výpočtech zjednodušuje násobení čísel na sčítání jejich logaritmů a dělení na odčítání jejich logaritmů. Podrobnější vysvětlení logaritmů je rovněž v příručce „Matematika a fyzika pro sportovní letce“.

Trigonometrické i jiné výpočty se dají s dostatečnou přesností urychleně provádět pomocí logaritmických pravítek nebo kruhových logaritmických počítadel.

Představme si, že máme za úkol sčítat pomocí dvou obyčejných pravítek čísla 174 a 348. Uděláme to tak, že začátek druhého pravítka (nulu) dáme pod stosedmadesátýčtvrtý milimetr prvního pravítka. Nyní na druhém pravítku najdeme třístýčtyřicátýosmý milimetr a nad ním čteme na prvním pravítku součet obou čísel, to je 522 (milimetry).

U logaritmických pravítek a kruhových počítadel nejsou dílky, označené čísla, rovnoměrné jako jednotky vzdálenosti u obyčejných pravítek, nýbrž zkracují se úměrně se zmenšováním logaritmů vyšších čísel. Pomocí logaritmických pravítek a počítadel pak při násobení dvou čísel postupujeme tak, jako bychom je chtěli sčítat obdobným způsobem, který jsme si popsali u obyčejných pravítek. Výsledek však nebude součtem obou čísel, nýbrž jejich součinem. Kdybychom podobným způsobem zkusili na logaritmickém pravítku nebo počítadle odečíst jedno číslo od druhého, nebyl by výsledek jejich rozdílem, nýbrž podílem.

V praxi se používá mnoho druhů logaritmických pravítek a kruhových logaritmických počítadel, specializovaných pro výpočty v mnoha oborech lidské činnosti.

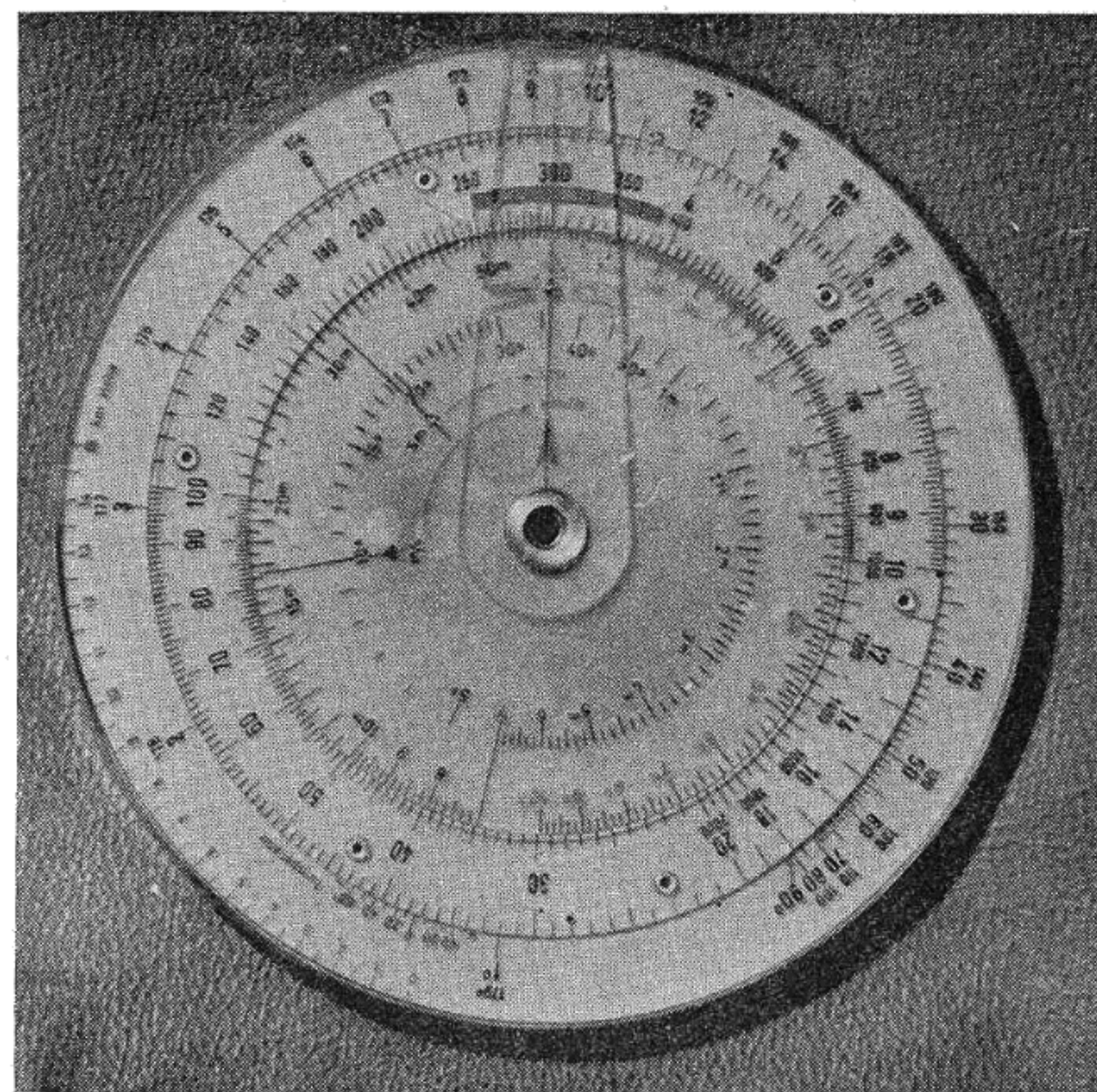
4.1.4. ŘEŠENÍ NAVIGAČNÍHO VEKTOROVÉHO TROJÚHELNÍKU POMOCÍ KRUHOVÉHO NAVIGAČNÍHO POČÍTADLA DR 2 NEBO DR 3

Popis počítadla

Kruhové navigační počítadlo DR 2 nebo DR 3, nazývané výkony letci zkráceně „komputor“, je sestaveno na principu trigonometrických zákonů a logaritmů a je upraveno pro speciální navigační výpočty. Jeho pomocí však lze provádět i mnohé jiné všeobecné výpočty.

A. Přední strana počítadla se skládá:

- a) Z otočného žlutého (bílého) vnitřního kotouče, který obsahuje:
1. stupnici času od 1 vteřiny do 10 hodin. Tato stupnice obtáčí asi $2\frac{3}{4} \times$ obvod kotouče. U starších počítadel je rozsah časové stupnice menší. Ani u novějších počítadel však není časový úsek 1—5 vteřin rozdělen na jednotlivé vteřiny. Údaj „1 hod.“ na časové stupnici je zvýrazněn červeným (černým) trojúhelníčkem, šipkou a malým kovovým kolíčkem, který je zarážkou pro otočný průhledný běžec s ryskou. Viz obr. 82



Obr. 82. Přední strana kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 3 (počítadlo DR 2 je shodné až na chudší rozsah některých stupnic). (Jednotlivá mezikruží a kotouče jsou označeny písmeny a číslicemi podle příslušných odstavců textu)

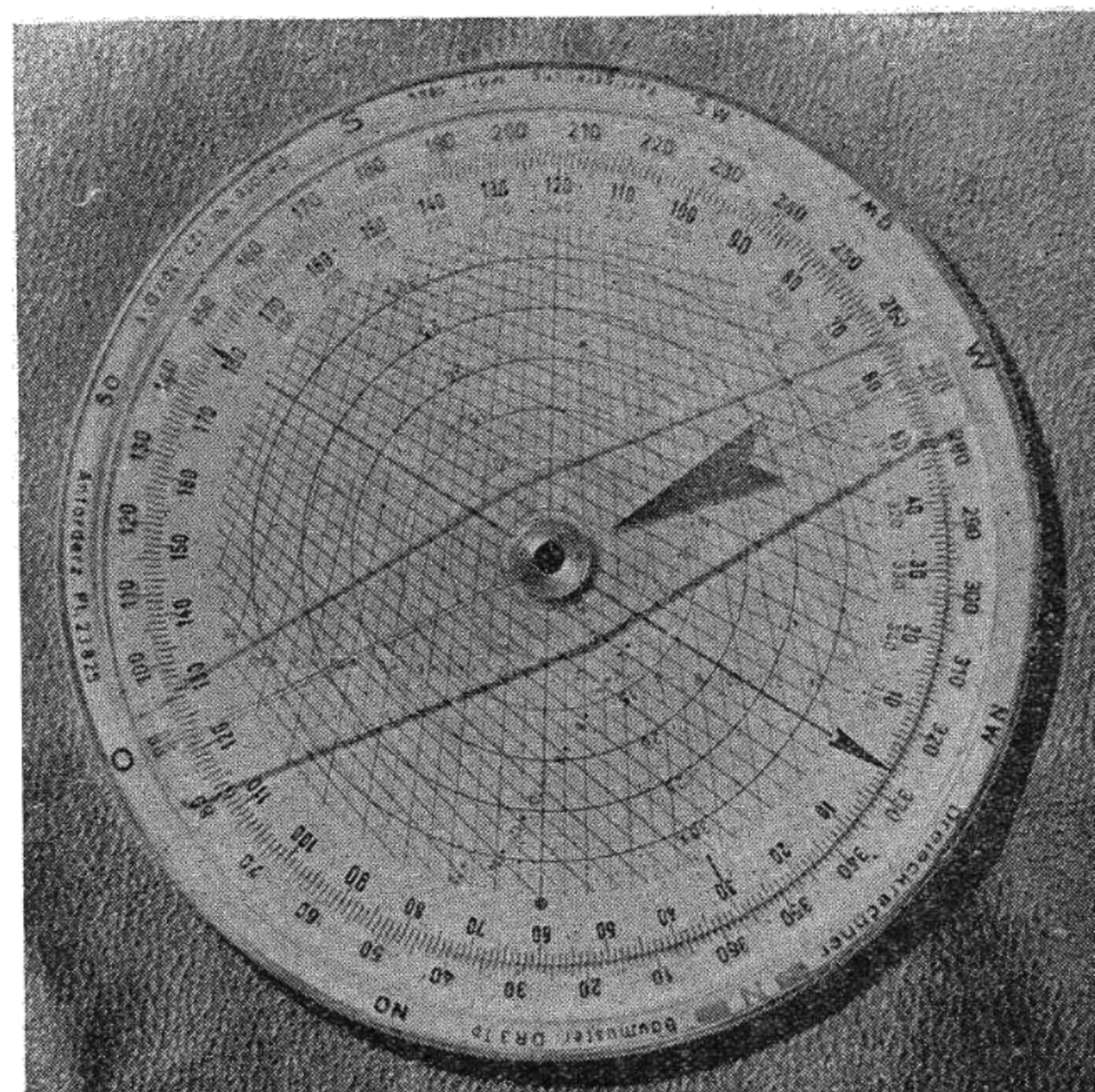
2. plný černý trojúhelníček asi 90° doleva od označení „1 hod.“. Tento trojúhelníček je označen m/s. Na některých počítadlech je tentýž trojúhelníček i symetricky vpravo od označení „1 hod.“. Slouží pro převod rychlostí v m/s na km/h a obráceně.
3. prázdný trojúhelníček asi 45° doleva od označení „1 hod.“. Tento trojúhelníček je označen Sm, což znamená Seemeile, námořní míle, 1855 m. Na některých počítadlech je tentýž trojúhelníček i symetricky vpravo od označení „1 hod.“. Slouží pro převod rychlostí v mílích za hodinu na kilometry za hodinu a obráceně. Viz obr. 82.
- b) Z pevného šedého (černého) středního mezikruží, které obsahuje logaritmickou stupnici čísel 10—100 na jedné polovině obvodu a 100—1000 na druhé polovině obvodu. Na protilehlých místech stupnice jsou tatáž čísla, lišící se od sebe jen polohou desetinné čárky. Stupnice vlastně nemá začátek a konec, lze na ni nastavit kterékoli číslo, jen mu v případě potřeby musíme v duchu přisoudit jinou polohu desetinné čárky. Část mezikruží s nejčastěji používanými čísly je označena červeným pruhem. Na této stupnici nastavujeme a čteme vzdálenosti, rychlosti a množství.
- c) Z otočného žlutého (bílého) vnějšího mezikruží, které obsahuje:
 1. na vnějším obvodu stupnici výšek od 0 do 10 km, u některých počítadel do 15 km
 2. uprostřed stupnici úhlů od 1° doprava do 90° doleva do 179°
 3. na vnitřním obvodu stupnici teplot od -60° C do $+60^\circ \text{ C}$.
- d) Z otočného průhledného běžce s ryskou a malým otvorem, do kterého v případě potřeby může zapadnout kovový výstupek vnitřního otočného kotouče, označený „1 hod.“, takže se pak otáčí běžec spolu s vnitřním kotoučem.

B. Zadní strana počítadla se skládá:

- a) Z vnitřního otočného žlutého (bílého) kotouče, který obsahuje:
 1. rysku, procházející středem kotouče, jež dělí kotouč na dvě poloviny. Ryska je označena černou šipkou, představující směr letu (u starších počítadel půdorysnou siluetou letadla). Viz obr. 83
 2. úhlové dělení na obvodu, a to od předního konce pŕlicí rysky na každou stranu od 0° do 180° . Číslování je černé
 3. úhlové dělení na obvodu od zadního konce pŕlicí rysky ve směru hodinových ručiček od 180° do 360° . Číslování je červené
 4. dvojitou síť sbíhajících se snosových čar. Tyto sítě spolu svírají úhel 60° . Přes snosové čáry jsou přetištěny sou-

středné kružnice, udávající v procentech pravé vzdušné rychlosti letadla rychlost větru. Obojí slouží k zjištění směru a rychlosti větru takzvanou „dvousnosovou metodou“. Tato síť je natištěna jen na některých navigačních počítadlech pozdější konstrukce. Viz obr. 83.

- b) Z vnějšího šedého (černého) pevného mezikruží, které obsahuje úhlové dělení na 360° . Hlavní a vedlejší světové strany jsou označeny písmeny.
- c) Z otočného průhledného běžce s ryskou a modrou šipkou, který slouží k nastavování směru větru.



Obr. 83. Zadní strana kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 3 (počítadlo DR 2 je shodné až na to, že neobsahuje síť snosových čar a soustředných kružnic rychlostí)

Přípravné a pomocné výpočty pomocí počítadla

a) Převody rychlostí

Všechny převody rychlostí provádíme pomocí kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3 na jeho přední straně (na straně s šedým nebo černým středním pevným mezikružím).

1. Převod opravené vzdušné rychlosti V na pravou vzdušnou rychlost V_p na základě dané výšky letu a teploty vzduchu ve výšce:

a) Na pevném středním mezikruží nastavíme rysku průhledného otočného běžce na opravenou vzdušnou rychlost.

b) Vnější otočné mezikruží pootočíme tak, aby daná teplota vzduchu ve výšce byla pod ryskou otočného průhledného běžce.

c) Aniž bychom dále pootáčeli vnějším mezikružím, posuneme průhledný otočný běžec tak, aby jeho ryska protínala danou výšku letu na obvodu vnějšího otočného mezikruží.

d) Pod ryskou otočného průhledného běžce přečteme pravou vzdušnou rychlost na středním pevném mezikruží.

2. Převod rychlostí v m/s na km/h nebo míle/h:

a) Na pevném středním mezikruží nastavíme rysku průhledného otočného běžce na danou rychlost v m/s.

b) Středním otočným kotoučem pootočíme tak, aby trojúhelníček, označený m/s byl pod ryskou průhledného otočného běžce. (Pro tento případ a jemu podobné je třeba otočný běžec vyjmout z kovové zarážky vnitřního otočného kotouče).

c) Hodinovou rychlost v kilometrech čteme na středním pevném mezikruží v místě proti trojúhelníčku na vnitřním otočném kotouči, označeném 1 hod.

d) Hodinovou rychlost v námořních mílech čteme na středním pevném mezikruží v místě proti trojúhelníčku vnitřního otočného kotouče, označenému Sm.

3. Převod rychlostí v km/h na m/s nebo míle/h.

a) Na pevném středním mezikruží nastavíme rysku průhledného otočného běžce na danou rychlost v km/h.

b) Vnitřním otočným kotoučem pootočíme tak, aby trojúhelníček, označený „1 hod.“, byl pod ryskou průhledného otočného běžce. (Zarážka vnitřního otočného kotouče u označení „1 hod.“ v tomto případě zapadne do výřezu v průhledném otočném běžci.)

c) Rychlost v m/s čteme na středním pevném mezikruží nad trojúhelníčkem vnitřního otočného kotouče, označeným m/s.

d) Rychlost v mílech za hodinu čteme na středním pevném mezikruží nad trojúhelníčkem vnitřního otočného kotouče, označeným Sm.

4. Převod rychlostí v mílech/h na m/s nebo km/h:

a) Na pevném středním mezikruží nastavíme rysku průhledného otočného běžce na danou rychlost v námořních mílech za hodinu.

b) Vnitřním otočným kotoučem pootočíme tak, aby trojúhelníček, označený Sm, byl pod ryskou průhledného běžce.

c) Rychlost v m/s čteme na středním pevném mezikruží nad trojúhelníčkem vnitřního otočného kotouče, označeným m/s.

d) Rychlost v km/h čteme na středním pevném mezikruží nad trojúhelníčkem vnitřního otočného kotouče, označeným 1 hod.

b) Řešení navigačních úloh, řešitelných trojčlenkou a úměrou, na počítadle

Mnoho navigačních úloh se dá řešit pomocí trojčlenky a úměry. Opakování trojčlenek a úměr je v příručce „Matematika a fyzika pro sportovní letce“.

Příklad: Traťová rychlost letadla je 210 km/h. Pilot chce vědět, jakou vzdálenost uletí za 1 minutu.

V tomto případě je vzdálenost 210 kilometrů k 60 minutám ve stejném poměru, jako hledaná vzdálenost X k jedné minutě. Matematicky tuto závislost vyjádříme úměrou

$$210 : 60 = x : 1$$

Víme, že v úměře je vždy součin vnitřních a vnějších členů stejný. Neznámá X je v tomto případě vnitřním členem. Vypočteme ji, dělíme-li součin vnějších členů zbývajícím členem vnitřním:

$$x = \frac{210 \times 1}{60} = \frac{210}{60} = 3,5$$

Pomocí kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3 vypočítáme neznámou X tak, že na jeho přední straně příslušným nastavením vnitřního otočného kotouče vůči střednímu pevnému mezikruží odečítáme logaritmus čísla 60 od logaritmu čísla 210. Výsledek nebude 150 čili rozdíl $210 - 60 = 150$, nýbrž 3,5 čili podíl $210 : 60 = 3,5$. To proto, že odečítáme-li logaritmus čísla A od logaritmu čísla B, obdržíme logaritmus podílu.

Logaritmus šedesáti od logaritmu dvousetdeseti odečteme na počítadle takto:

Na středním pevném mezikruží najdeme číslo 210, které je dělencem. Pod ně nastavíme na otočném středním kotouči na časové stupnici dělitele, v našem případě 60 minut čili 1 hod. (Je označena červenou šipkou a trojúhelníčkem.) Nyní po časové stupnici na středním otočném kotouči postupujeme doleva, aniž

bychom přitom měnili nastavení. Pomineme údaje 50 min., 40 min., 30 min., 20 min., 5 min. atd., až přijdeme k údaji 1 min. Nad tímto údajem čteme na středním pevném kotouči číslo 350, které je podílem $210 : 60$. Polohu desetinné čárky ovšem musíme stanovit sami úvahou nebo odhadem. V našem případě bude výsledek 3,5 km.

Zadívejme se ještě jednou na počítadlo, aniž bychom přitom pootočili jeho středním kotoučem s časovou stupnicí, na které ještě stále směřuje šipka, označující 1 hod., proti vzdálenosti 210 na středním pevném mezikruží.

O kousek doprava od údaje 1 hod. najdeme na časové stupnici úsečku, označenou 1 hod. 20 min. Nad ní čteme na stupnici středního pevného mezikruží 280. To znamená, že letadlo uletí při hodinové rychlosti 210 km za 1 hod. 20 min. vzdálenost 280 km.

Proč je to tak?

Kdybychom chtěli vypočítat vzdálenost, kterou letadlo uletí za 1 hod. 20 min., čili za 80 minut při hodinové rychlosti 210 km pomocí úměry, vypadala by takto:

$$60 : 210 = 80 : x$$

Neznámou, která je v tomto případě vnějším členem bychom vypočítali, kdybychom součin vnitřních členů dělili zbývajícím členem vnějším, tedy takto:

$$x = \frac{210 \times 80}{60}$$

Výpočet na kruhovém logaritmickém navigačním počítadle bychom provedli tak, že bychom k logaritmu dvousetdeseti připočítali příslušným nastavením kotouče logaritmus osmdesáti a od výsledku odečítali logaritmus šedesáti. V takovém případě bychom museli provádět dvojí nastavení kotouče, což je zdlouhavé.

Jak uvidíme, mnohem jednodušší je dělit na počítadle nejdříve $210 : 60$, což provedeme tak, že nastavíme údaj 1 hod. na časové stupnici středního otočného kotouče proti 210 na středním pevném mezikruží. (To jsme již udělali a nad údajem 1 min. jsme si již přečetli, že za ni ulétíme vzdálenost 3,5 km.) Nyní zbývá násobit vzdálenost, ulétnutou za 1 min., osmdesáti. To provedeme tak, že k logaritmu čísla 3,5 na středním pevném mezikruží připočítáme logaritmus osmdesáti na středním otočném kotouči. Výsledek 280 km čteme na středním pevném mezikruží nad 80 min. středního otočného kotouče.

Máme-li tedy v praxi na kruhovém navigačním počítadle vypo-

čítat, jakou vzdálenost ulétíme např. za 80 min. při hodinové rychlosti 210 km, nastavíme údaj 1 hod. na vnitřním otočném kotouči proti vzdálenosti 210 na středním pevném mezikruží, čímž automaticky dělíme $210 : 60$. Aniž bychom se zajímali o výsledek tohoto dělení, o podíl, a aniž bychom jej znali, můžeme jej přímo násobit osmdesáti tím, že přečteme údaj na stupnici středního pevného mezikruží nad údajem 1 hod. 20 min. vnitřního otočného kotouče. Tím zjednodušujeme a zrychlujeme řešení navigačních úloh, řešitelných úměrou, poněvadž odpadá jedno nastavování kotouče, jež by jinak bylo nezbytné.

Závěr: Máme-li údaj 1 hod. na vnitřním otočném kotouči nastaven proti dané hodinové rychlosti na vnitřním pevném mezikruží, můžeme bez dalšího pootáčení číst, jakou vzdálenost ulétíme za určitý čas od 5 vteřin až po 10 hodin, jen musíme správně stanovit polohu desetinné čárky. A obráceně, můžeme stanovit, jak dlouhou dobu budeme potřebovat k prolétnutí určité vzdálenosti.

Neznáme-li hodinovou rychlost letadla, ale víme-li, za jak dlouho jsme prolétli určitou vzdálenost, nastavíme příslušnou dobu letu proti této vzdálenosti a nad údajem 1 hod. pak čteme hodinovou rychlost letadla.

Před řešením každého příkladu na kruhovém logaritmickém navigačním počítadle je zpočátku výhodné sestavení příslušné úměry na základě závislosti mezi danými prvky, jíž by bylo možné neznámou vypočítat. Budeme-li vědět, že sestavenou úměru pomocí počítadla vyřešíme součtem logaritmů násobence a násobitele a odečtením logaritmu dělitele, nebude nám dělat nastavování hodnot na počítadle žádné potíže. Také se nestane, abychom na počítadle po čase zapomněli počítat, budeme-li znát důvody, jež vedou k tomu nebo onomu způsobu vzájemného nastavení kotouče a mezikruží. Jen tomu, kdo počítá na počítadle naučeným mechanickým způsobem, aniž by přitom znal důvody, jež vedou k tomu či onomu způsobu nastavení, zdá se počet různých druhů výpočtů na počítadle příliš velkým. Potřebnou zručnost a rychlost při počítání s kruhovým logaritmickém navigačním počítadlem ovšem získáme jen praxí, tj. častým řešením většího počtu příkladů, které si budeme sami vymýšlet. Nebudeme-li si zpočátku s některým výpočtem vědět rady, obrátíme se na staršího výkonného letce, který nám jistě rád poradí.

Ten, kdo bedlivě prostudoval princip řešení navigačních úloh, řešitelných úměrou nebo trojčlenkou pomocí navigačního počítadla, dovedl by nyní sám odvodit postup při řešení všech dalších navigačních úloh pomocí počítadla. Pro kontrolu správnosti postupu a pro toho, kdo by si postup při jednotlivých druzích výpočtů na

počítadle nedovedl sám odvodit, nyní jednotlivé druhy výpočtů popíšeme:

1. Výpočet hodinové traťové rychlosti

Pilot si za letu poznačil čas průletu nad otočným bodem A a čas průletu nad otočným bodem B. Z doby letu od otočného bodu A k otočnému bodu B a z jejich vzdálenosti si chce vypočítat svou hodinovou traťovou rychlost.

a) Na pevném středním mezikruží nastavíme rysku průhledného otočného běžce na vzdálenost mezi bodem A a B.

b) Vnitřním otočným kotoučem pootočíme tak, aby doba letu od bodu A k bodu B byla pod ryskou průhledného otočného běžce.

c) Hodinovou traťovou rychlost letadla čteme na středním pevném mezikruží proti trojúhelníčku na vnitřním otočném kotouči, označeném 1 hod.

2. Výpočet doby letu

Pilot zná hodinovou traťovou rychlost letadla (vypočítal si ji například právě popsaným způsobem). Chce vědět, jak dlouho poletí úsek tratě od orientačního bodu C do konečného bodu tratě KBT.

a) Otočný průhledný běžec spojíme s vnitřním otočným kotoučem pomocí kovové zarážky u označení 1 hod. na vnitřním otočném kotouči tak, aby se obé otáčelo společně.

b) Rysku otočného průhledného běžce nastavíme na středním pevném mezikruží na hodinovou traťovou rychlost letadla, kterou máme danu. Znovu se přesvědčíme, máme-li pod ryskou běžce opravdu trojúhelníček vnitřního otočného kotouče, označený 1 hod. To proto, že u starších kruhových navigačních počítadel jsou malé kovové zarážky na vnitřním otočném kotouči dvě, takže bychom se mohli při nepozornosti snadno zmýlit.

c) Na středním pevném mezikruží vyhledáme danou vzdálenost, pro niž máme vypočítat dobu letu.

d) Otočný průhledný běžec opatrně vyjmeme ze zarážky tak, abychom přitom nepootočili vnitřním otočným kotoučem. Běžec pak nastavíme ryskou nad vyhledanou vzdálenost na středním pevném mezikruží.

e) Pod ryskou běžce na časové stupnici vnitřního otočného kotouče přečteme dobu letu, potřebnou k dolétnutí od bodu C do konce bodu tratě KBT.

3. Výpočet maximálního doletu

Pilot ví, že má k dispozici určitou dobu letu (plachtař vzhledem

k době trvání termiky, motorář vzhledem k zásobě pohonných hmot v nádržích letadla). Chce vědět, jakou vzdálenost za tuto dobu uletí při známé traťové rychlosti.

a) Trojúhelníček vnitřního otočného kotouče, označený 1 hod., nastavíme proti dané traťové rychlosti na středním pevném mezikruží.

b) Na vnitřním otočném kotouči vyhledáme čas, který máme pro let k dispozici.

c) Nad tímto časem na středním pevném mezikruží přečteme vzdálenost, kterou za tento čas při nastavené traťové rychlosti uletíme.

4. Výpočet traťové rychlosti, potřebné k ulétnutí dané vzdálenosti při dané době letu

Plachtař má v plánu ulétnout určitou vzdálenost a předem předpokládá dobu, po kterou budou příznivé meteorologické podmínky. Aby se mohl za letu kontrolovat, má-li na trati náskok či je-li pozadu, chce si vypočítat průměrnou traťovou rychlost, jíž musí letět, má-li úkol splnit.

a) Na středním pevném mezikruží vyhledáme plánovanou vzdálenost.

b) Pod ni nastavíme na vnitřním otočném kotouči čas, který máme pro let k dispozici.

c) Nad označením 1 hod. na vnitřním otočném kotouči čteme na středním pevném mezikruží průměrnou traťovou rychlost, jíž musíme letět, chceme-li úkol splnit.

5. Výpočet skutečné hodinové spotřeby benzínu (oleje apod.)

Letec zná přesné množství pohonných hmot, které během letu spotřeboval a zná přesnou dobu letu. Chce si vypočítat skutečnou hodinovou spotřebu.

a) Na středním pevném mezikruží vyhledáme celkové množství spotřebovaného benzínu (oleje apod.)

b) Pod ně nastavíme na vnitřním otočném kotouči celkovou dobu letu.

c) Nad trojúhelníčkem na vnitřním otočném kotouči, označeném 1 hod., čteme na středním pevném mezikruží skutečnou hodinovou spotřebu benzínu (oleje apod.).

6. Výpočet maximální možné doby letu při známé hodinové spotřebě a známé zásobě pohonných hmot

a) Trojúhelníček na vnitřním otočném kotouči, označený 1 hod.

nastavíme proti známé hodinové spotřebě benzínu na středním pevném mezikruží.

b) Maximální dobu letu čteme na časové stupnici vnitřního otočného kotouče pod známou celkovou zásobou benzínu v nádržích, nastavenou na středním pevném mezikruží.

7. Výpočet potřebné zásoby pohonných hmot

Pilot se připravuje na mimořádný dálkový vytrvalostní let. Vypočítal si, jak dlouho musí letět a zná průměrnou hodinovou spotřebu. Chce vědět, jakou musí mít celkovou zásobu pohonných hmot.

a) Trojúhelníček na vnitřním otočném kotouči, označený 1 hod., nastavíme proti známé hodinové spotřebě pohonných hmot na středním pevném mezikruží.

b) Nad známou celkovou dobou letu na vnitřním otočném kotouči přečteme na středním pevném mezikruží potřebnou zásobu pohonných hmot.

8. Výpočet doby stoupání

Pilot zná průměrnou hodnotu stoupání svého letadla v metrech za vteřinu a chce vědět, jak dlouho bude trvat, než nastoupá určitou výšku.

a) Plný trojúhelníček, označený m/s (asi 90° doleva od označení 1 hod. na vnitřním otočném kotouči) nastavíme proti hodnotě průměrného stoupání na středním pevném mezikruží.

Na pevném středním mezikruží najdeme výšku, do níž chce pilot stoupat (pozor na desetinnou čárku!) a pod ní čteme na časové stupnici vnitřního otočného kotouče celkovou dobu stoupání. Zpočátku, než získáme náležitou praxi, se zejména v tomto případě a jemu podobných musíme přesvědčovat, zda jsme neudělali chybu při umisťování desetinné čárky.

9. Výpočet průměrného stoupání

Pilot nastoupal za určitou dobu určitou výšku. Velikost stoupání v m/s však podle variometru nebyla rovnoměrná. Pilot si proto chce vypočítat, jaké bylo jeho průměrné stoupání v m/s.

a) Na pevném středním mezikruží najdeme výšku, kterou pilot nastoupal (je to rozdíl výšky, do které vystoupal a výšky, ve které počal stoupat).

b) Pod výšku nastavíme na časové stupnici vnitřního otočného kotouče celkovou dobu stoupání.

c) Průměrnou vteřinovou rychlost stoupání čteme na středním

pevném mezikruží nad černým trojúhelníčkem časové stupnice vnitřního kotouče, označeným m/s.

Řešení vektorového navigačního trojúhelníku pomocí počítadla

V praxi nejčastěji známe tyto navigační veličiny: pravou vzdušnou rychlost letadla, traťový úhel zeměpisný, směr a rychlost větru a celkovou vzdálenost, již máme uletět. Naproti tomu zpravidla neznáme zeměpisný kurs, pod kterým musíme letět, aby nás vítr snášel na plánovanou trať, dále zpravidla neznáme traťovou rychlost a celkovou dobu letu.

Chceme-li tyto neznámé veličiny vypočítat pomocí kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3, musíme především zjistit velikost takzvaného úhlu větru na trať, který je vždy menší než 180°. (Viz str. 131).

Celkový postup pomocí počítadla je tento:

a) Na zadní straně počítadla nastavíme černou šipku (siluetu letadla) na otočném vnitřním kotouči do směru plánovaného traťového úhlu zeměpisného *PTÚz* podle úhlové stupnice na pevném obvodu počítadla.

b) Modrou šipku na otočném průhledném běžci zadní strany počítadla nastavíme tak, aby směřovala ze směru daného větru do středu počítadla.

c) Na obvodu vnitřního otočného kotouče přečteme doleva nebo doprava od podélné osy letadla úhel větru na trať, který je vždy menší než 180°. Úhel větru na trať čteme doleva (proti směru chodu hodinových ručiček), vane-li vítr na trať zleva. Vane-li vítr na trať zprava, čteme úhel větru na trať ve směru chodu hodinových ručiček, od podélné osy siluety letadla (šipky, představující směr plánované trati) k šipce větru. Zjištěný úhel větru na trať si zapíšeme a snažíme se, abychom již na zadní straně počítadla nepootočili ani vnitřním kotoučem, ani běžcem. Zároveň si poznačíme smysl snosu, a to podle toho, ze které strany vítr na trať vane. (Vane-li vítr na trať podle zadní strany počítadla zprava, jde o levý snos (záporný), vane-li zleva, jde o pravý snos (kladný).

d) Na přední straně počítadla nastavíme rysku průhledného otočného běžce na pravou vzdušnou rychlost letadla na středním pevném mezikruží.

e) Vnější otočným mezikružím s úhlovou stupnicí pootočíme tak, aby úhel větru, zjištěný pomocí zadní strany počítadla, ležel pod ryskou otočného průhledného běžce.

f) Na pevném středním mezikruží vyhledáme danou hodinovou rychlost větru v km/h a nad ní přečteme na úhlové stupnici vněj-

šího otočného mezikruží úhel snosu, který si zapíšeme. Smysl snosu již známe ze zadní strany počítadla, nyní jsme tedy již poznali i jeho úhlovou velikost.

g) Úhel snosu vždy odečítáme od úhlu větru na trať. Pod výsledným úhlem na vnějším otočném mezikruží čteme na středním pevném mezikruží traťovou rychlost letadla. Podmínkou je, že původní nastavení mezikruží zůstalo nezměněno.

h) Nyní se opět podíváme na zadní stranu počítadla. Uvědomíme si, že kurs bude od trati vždy na tu stranu, ze které na letadlo vane vítr. Podle toho snos buď připočítáme nebo odečítáme od traťového úhlu zeměpisného, čímž obdržíme zeměpisný kurs.

i) Na základě právě vypočítané traťové rychlosti a vzdálenosti vypočítáme celkovou dobu letu postupem, uvedeným v předcházející kapitole.

Je-li úhel větru na trať menší než 90° , postupujeme při odečítání úhlu snosu od úhlu větru na úhlové stupnici vnějšího mezikruží přední strany počítadla zprava doleva, což znamená, že traťová rychlost bude menší než pravá vzdušná rychlost. Je-li úhel větru na trať větší než 90° , postupujeme při odečítání úhlu snosu od úhlu větru zleva doprava, což znamená, že traťová rychlost bude větší, než pravá vzdušná rychlost. Je-li úhel větru na trať větší než 90° právě o polovinu úhlu snosu, je traťová rychlost stejná jako pravá vzdušná rychlost.

Logaritmických navigačních počítadel, ať již v podobě rovných pravítek nebo v podobě kruhové existuje více druhů a typů, jež jsou přizpůsobeny potřebě (např. pro létání proudových letadel, pro létání bezmotorových letadel apod.). Ve sportovním letectví však jsou zatím nejpoužívanější počítadla typu DR 2 a DR 3, se kterými jsme se právě seznámili.

Jiná navigační počítadla jsou řešena na principu grafického řešení vektorového navigačního trojúhelníku. U některých z nich se např. v ploché skřínce s průhlednou stěnou na dvou válečcích převíná nekonečný pás s natištěnými snosovými čarami a čarami rychlostí, u jiných se v drážkách posunuje kovový obdélník, na kterém jsou rovněž nakresleny snosové čáry a čáry rychlostí. Tato počítadla však zatím nejsou mezi sportovními letci příliš rozšířena a proto se v této základní učebnici nezabýváme jejich popisem.

4.1.5. MOTORÁŘSKÝ NAVIGAČNÍ ZÁZNAM

Je to tištěný formulář, kterého používáme

- a) při předběžné přípravě navigačního letu
- b) při předletové přípravě navigačního letu
- c) při vlastním navigačním letu
- d) při poletovém rozboru navigačního letu.

Pilotní navigační záznam se skládá z části, kterou vyplňujeme před letem a z části, kterou vyplňujeme za letu. Viz tab. č. 5.

Při předběžné přípravě navigačního záznamu zapisujeme do

příslušných řádek a kolonek ty údaje, které zůstávají neměnné. Jsou to zpravidla tyto údaje:

- a) typ a imatrikulační značka letadla
- b) osádka letadla
- c) úkol (například: cvičný navigační let na trati Zbraslavice-Křížanov-Holič-Valašské Meziříčí-Zbraslavice)
- d) traťové zeměpisné úhly na jednotlivých úsecích tratě
- e) průměrné hodnoty magnetické deklinace na jednotlivých úsecích tratě
- f) opravená vzdušná rychlost letadla

g) předpokládaná výška letu, daná povahou úkolu, rozkazem nebo předpisy a nadmořskou výškou terénu, a předpokládaná teplota vzduchu ve výšce. Na základě těchto hodnot pak přepočítáme opravenou vzdušnou rychlost na pravou vzdušnou rychlost. I kdyby byla skutečná teplota vzduchu ve výšce jiná, než předpokládaná, nebude mít podstatný vliv na hodnotu vypočítané pravé vzdušné rychlosti

h) vzdálenosti na jednotlivých úsecích tratě (je-li lomená) nebo celková vzdálenost konečného bodu tratě *KBT* od výchozího bodu tratě *VBT*.

Souběžně s vyplňováním příslušných řádků a kolonek navigačního záznamu provádíme přípravu a studium map podle pokynů, uvedených v kapitole o srovnávací orientaci.

Předběžná příprava navigačního letu je ukončena, máme-li uvedené údaje zapsané v navigačním záznamu, máme-li připraveny mapy podle směrnic a máme-li trasu plánované tratě prostudovanou tak dokonale, že známe z paměti traťové úhly, vzdálenosti a význačnější orientační body na jednotlivých úsecích tratě. Své znalosti, získané při předběžné přípravě navigačního letu, musíme umět dokázat nakreslením plánu tratě z paměti, na kterém by byly zakresleny traťové úhly, vzdálenosti a orientační body.

Předběžnou přípravu navigačního letu zakončíme předběžným výpočtem doby letu, přičemž musíme k době letu po plánované trati připočítat dobu letu, kterou strávíme startem, přistáváním a stoupáním do nařízené výšky, zejména máme-li brzy po startu přelétávat vyšší pohoří. Přitom musíme vždy počítat s případným protivětrným středním síly. Předpokládanou celkovou dobu letu pak uvedeme do plánu, který podáváme oblastní dispečerské službě podle příslušných směrnic.

NAVIGAČNÍ ZÁZNAM

[illegible]

Tabulka č. 5. Motorářský

Meteorologické údaje			odlet...952 mb.
			QFE bod mrazu v 2800 m
			přilet...950 mb.
H	Δ/U	TH	
1000	300/20	+12°C	
2000	330/30	+5°C	
3000	340/40	-2°C	

Potvrzení o kontrole navigační
 přípravy.

Razítko a podpis:

Letecká stanice
POLIČKA
krajského aeroklubu
Svazu pro spolupráci s armádou
PARDUBICE

náčelník v.r

Huber K

navigační záznam (vyplněný)

Při předletové přípravě navigačního letu

zapisujeme do navigačního záznamu:

a) důležité a čerstvé meteorologické údaje. Jde zejména

1. o celkový ráz počasí a jeho předpokládaný vývoj z hlediska bezpečnosti letu (například sklon k vytváření místních bouřek nebo mlh, očekávání přechodu studené fronty, snížení nebo zvýšení základen nízkých mraků a dohlednosti apod.)
2. o směr a rychlost přízemního a výškového větru na jednotlivých úsecích tratě (podle předpokládané výšky letu)
3. o místní stavy počasí na jednotlivých úsecích tratě (dohlednosti, výšky základen nízkých mraků nad terénem, mlhy, kouřma, sněhové nebo dešťové přeháňky, bouřky apod.).

Na zprávě o počasí závisí bezpečnost mimoletištního letu či přeletu a proto musíme věnovat jejímu studiu maximální péči.

b) zeměpisné kursy, vypočítané na základě údajů meteorologických zpráv o směrech a rychlostech větrů. Zeměpisné kursy pak převedeme na základě znalosti magnetické deklinace a deviace kompasu na magnetické a kompasové kursy a zapíšeme do příslušných kolonek.

c) traťové rychlosti na jednotlivých úsecích tratě a doby letu.

Předletová příprava navigačního záznamu je ukončena jeho prozkouškou řídicím létáním, učitelem létání nebo náčelníkem letiště, který zkontroluje pečlivost přípravy a správnost výpočtů.

Při vlastním navigačním letu zapisujeme do navigačního záznamu:

a) zápis času nahození motorů s poznámkou, že jejich chod je bezvadný (není-li bezvadný, nesmíme odstartovat dříve, dokud není závada odstraněna)

b) zápis času poježdění

c) zápis času startu. Start zapíšeme například takto: 10,07 start do 1200 mer. Viz vyplněný navigační záznam na tabulce č. 5.

d) nasazení kompasového kursu nad VBT (letištěm). Tento zápis provedeme např. takto: 10,12 SP letiště, N/K Křížanov. (Zkratka N/K znamená „nasazen kurs“). Na tuto řádku pak opíšeme celou příslušnou řádku z předletové přípravy navigačního záznamu, viz tabulku č. 5.

e) čas od času (asi v desetiminutových intervalech) zapisujeme do navigačního záznamu skutečné polohy letadla, zjištěné srovnávací orientací (nebo radiozaměřováním apod.) Ke každému údaji

zeměpisné polohy zapíšeme do příslušné kolonky čas. Není-li pod letadlem delší dobu žádný charakteristický orientační bod, udáváme polohu letadla směrem a vzdáleností od nejbližšího charakteristického orientačního bodu

f) každou změnu kursu rovněž zapisujeme s udáním času do navigačního záznamu, a to nejen každou změnu kursu na novém úseku tratě, ale i každou malou opravu kursu, kterou provádíme s ohledem na vítr

g) do navigačního záznamu pilota zapisujeme i údaje o stavu počasí, zejména liší-li se od počasí, předpokládaného před letem zprávou o počasí. V každém případě zapisujeme takzvané nebezpečné povětrnostní vlivy, jako bouřky, zejména frontální, mlhy, sněhové přeháňky apod.

h) bezpodmínečně musíme zapsat každou nepředvídanou odchylku od původně plánované tratě (například za účelem oblétnutí místní bouřky apod.)

i) rovněž musíme zapsat každou neobvyklou událost, jako například přetržení vlečného lana při převleku větroně (s udáním prostoru vypnutí, případně i přistání větroně) apod.

j) na počátku každého nového úseku plánované tratě (při přeletu každého otočného bodu) opisujeme do navigačního záznamu z předletové přípravy celý příslušný řádek

k) poslední zápisy do navigačního záznamu jsou zápisy přiletu nad koncový bod tratě (cílové letiště), času přistání a času vypnutí motorů

l) používáme-li za letu palubní radiostanici, zapisujeme do navigačního záznamu podstatnou a důležitou část radiokorespondence.

Při poletovém rozboru

slouží navigační záznam pilota k zapsání doby letu a doby chodu motorů do hlavní knihy letů letecké stanice či aeroklubu, do pracovní knížky a do osobního zápisníku letů. Dále slouží k rozboru chyb a nepřesností, kterých jsme se za letu dopustili. Tento rozbor se zpočátku provádí kolektivně v družstvu žáků a řídí jej učitel létání. Jde-li o úkolový let mimo vlastní výcvik (například převlek větroně po přeletu zpět na mateřské letiště, let letadla do revize nebo z revize apod.), je na každém pilotu, aby se snažil sebekriticky uvědomit své chyby a nedostatky a aby příště usiloval o jejich odstranění. Jedině tak může každý další navigační let či přelet zvyšovat kvalifikaci pilota. Nezajímá-li se pilot o poletový rozbor letu, pak jeho kvalifikace poroste i při častém létání mnohem pomaleji.

Při poletovém rozboru sebekriticky hodnotíme zejména:

- a) přesnost udržování vypočítaného kompasového kursu
- b) přesnost udržování nařízené výšky letu a přístrojové rychlosti
- c) snadnost provádění srovnávací orientace, zejména na obtížných úsecích tratě. Úseky tratě, na kterých jsme prováděli srovnávací orientaci jen s velkými obtížemi a na kterých jsme se chvílemi dokonce „ztráceli“, znovu podrobně prostudujeme na mapě, přičemž se snažíme v paměti vybavit skutečnou podobu terénu
- d) přesnost navigačních výpočtů. Je pravda, že ve většině případů nebývá vinou pilota, jestliže vypočítané hodnoty za letu „nevycházejí“. Bývá to zpravidla v důsledku nepředvídatelné změny směru a rychlosti větru. Záleží však jen na pilotu, jak brzy za letu pozná, že směr a rychlost větru je ve skutečnosti jiný, než udávala zpráva o počasí a jak přesně dovede vypočítaný kurs opravit.

Zvlášť velký význam má poletový rozbor navigačního letu u méně zkušených pilotů v případech, kdy za letu ztratili orientaci a kdy se museli v potu tváře pracně „hledat“. Sebekritický rozbor letu jim ukáže příčiny ztráty orientace, případně i příčiny příliš zdlouhavého obnovování orientace. Tím poletový rozbor snižuje pravděpodobnost opětné ztráty orientace při příštích letech a přispěje k vyšší bezpečnosti mimoletištních letů a přeletů.

Kontrolní otázky:

1. Vyjmenujte v logické souvislosti prvky vektorového navigačního trojúhelníka!
2. Jaké rychlosti letadla znáte a čím se od sebe liší?
3. Opravená vzdušná rychlost letadla je 180 km/h, výška letu 2000 m a teplota vzduchu ve výšce -10°C . Vypočítejte pravou vzdušnou rychlost letadla nejdříve přibližně podle vzorečku (z paměti), pak přesně pomocí kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3!
4. Co víte o směru a rychlosti větru? V jakých jednotkách rychlosti se udává? Převeďte vítr 23 m/s z paměti na kilometry za hodinu!
5. Jak za letu zjistíte přibližný směr a rychlost přízemního a výškového větru?
6. Vypočítejte početně a graficky průměrný vítr z těchto větrů: 330/15, 020/20, 045/20, 060/30, 080/35!
7. Rychlosti větrů v předcházející otázce jsou uvedeny v kilometrech za hodinu. Převeďte je pomocí počítadla DR 2 nebo DR 3 na metry za vteřinu a na míle za hodinu (uzly čili knoty)!
8. Co je úhel snosu, jak se dá zjistit, kdy je levý a kdy pravý (kladný a záporný)? Vane vítr z kursu na trať nebo obráceně?
9. Co je úhel větru na trať a kursový úhel větru? Jaká je jeho maximální úhlová hodnota? Jak se zjišťuje jeho velikost pomocí navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3?
10. Nakreslete a vysvětlete navigační vektorový trojúhelník!
11. Jaké znáte traťové úhly a jejich zkratky a čím se od sebe liší?

12. Vysvětlete, co je takzvaná „vzdušná poloha“, „vypočítaná poloha“ a „skutečná poloha“ a jak se označují na náčrtcích!

13. Co je výška „mer“ a výška „sol“, výška absolutní a výška relativní? Jak je navzájem převádíme?

14. Vysvětlete, jakou výšku může ukazovat barometrický palubní výškoměr v závislosti na tlaku, nastaveném na milibarové (milimetrové) stupnici v okénku přístroje! Vysvětlete změnu výšky při letu z tlakové výše do tlakové níže!

15. Vysvětlete, co znamenají tyto zkratky: S, t, tpř, VBT, KBT, VBZT, VKB, KPS, HKB!

16. Letec poletí 45 minut pod kursem 330° při pravé vzdušné rychlosti 210 km/h, načež změni kurs na 060° a poletí jím po dobu 30 minut. Vítr vane ze směru 300° rychlostí 16 m/s. Najděte grafickou cestou vypočítanou polohu letadla po 75 minutách letu!

17. $PT\dot{U}z = 240$, ($U = 180/40$, $Vp = 180$ km/h, $S = 320$ km.) Zjistěte grafickou cestou W , úhel snosu, Kz a celkovou dobu letu!

18. Vysvětlete na náčrtku, jak zjistíte směr a hodinovou rychlost větru, znáte-li hodinovou pravou vzdušnou rychlost letadla, zeměpisný kurs, dobu letu, VBT a SP!

19. Popište přední stranu navigačního počítadla DR 2 (DR 3)!

20. Popište zadní stranu navigačního počítadla DR 2 (DR 3)!

21. Vypočítejte na navigačním počítadle DR 2 nebo DR 3 tento příklad: $PT\dot{U}z = 125$, $PVR = 190$ km/h, ($U = 260/30$, $S = 265$ km). Čemu se rovná Kz , W , úhel snosu a doba letu?

22. Vypočítejte pomocí navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3 tento příklad: Nádrže letadla pojmu 190 litrů benzínu. Hodinová spotřeba benzínu je 27 litrů. Jaký je maximální dolet tohoto letadla v kilometrech při traťové rychlosti 170 km/h, počítáme-li s půlhodinovou navigační zásobou benzínu? (Z bezpečnostních důvodů musí být po přistání v nádržích benzín ještě na 1/2 hodiny letu, tato takzvaná „navigační zásoba“ slouží pro případ nepředvídatelného prodloužení doby letu).

23. Jak za letu zjistíte skutečnou traťovou rychlost letadla? Dejte si sám příklad a vypočítejte jej na navigačním počítadle DR 2 nebo DR 3!

24. Popište navigační záznam pilota a vysvětlete, k čemu slouží před letem, za letu a po letu!

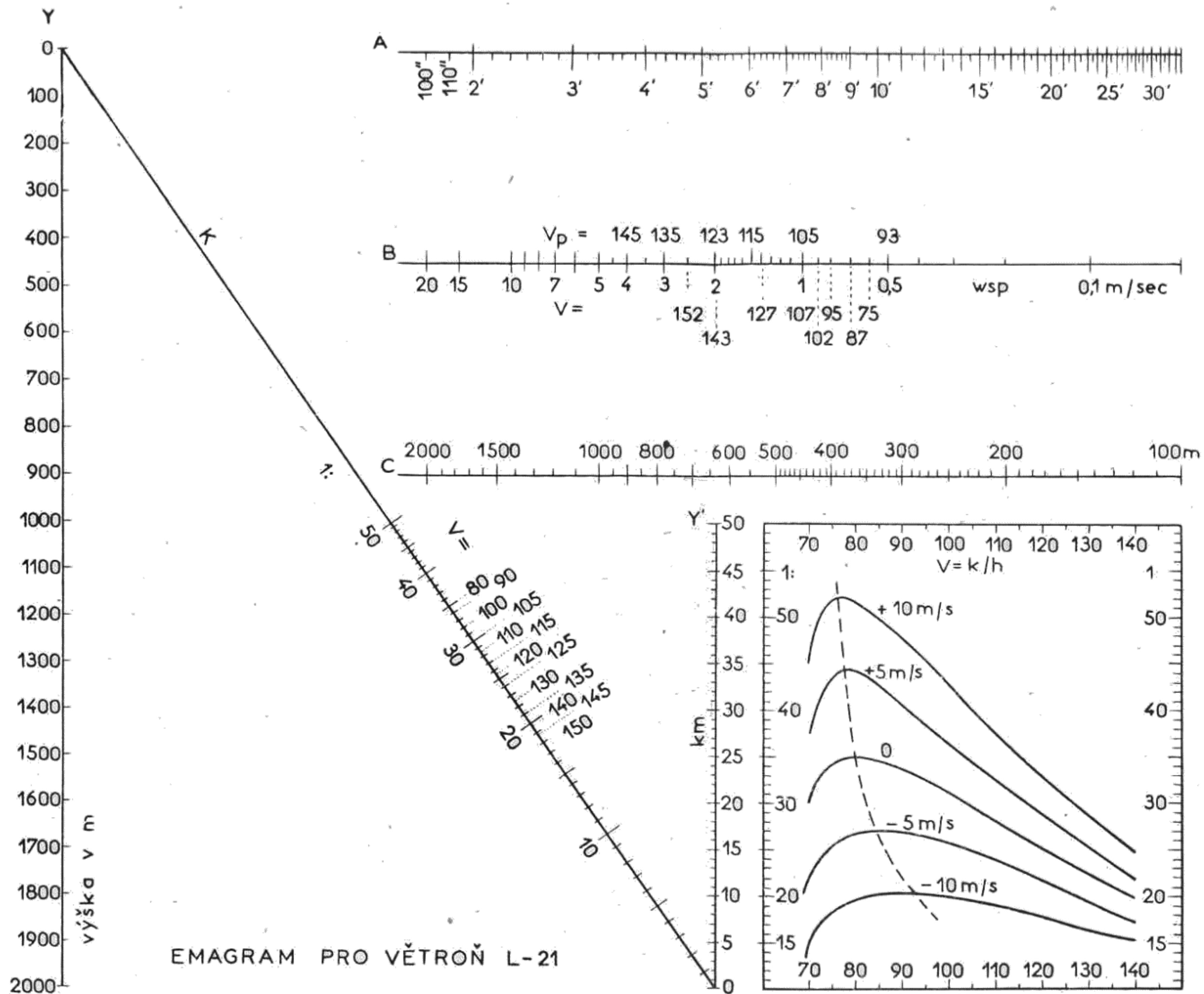
25. Co vše zapisujeme do navigačního záznamu pilota při takzvané předběžné přípravě, předletové přípravě a během letu? Uveďte příklady!

4.2. PLACHTAŘSKÉ POMŮCKY

Tato stať je určena jako nepovinná doplňková látka pro instruktory a sportovce.

4.2.1. POUŽÍVÁNÍ RŮZNÝCH POMŮCEK PŘI PŘELETU

Přelet bezmotorovým letadlem je závislý na několika důležitých veličinách, které navzájem na sebe navazují a v praxi se nedají od sebe oddělit. Stoupající úroveň plachtařských přeletů vyžaduje vyřešit každý problém, vyskytnuvší se při přeletu tak, aby plachtař bezpečně a co nejrychleji doletěl do cílového



Tabulka č. 8. Příklad univerzální plachtařské pomůcky. Lze ho použít pro všechna základní řešení při přeletech

letiště. Pomáhají tomu přeletové pomůcky, které usnadňují dokonaleji využít aerodynamických vlastností větroně.

Pro úspěšné používání a případné sestavení plachtařských pomůcek je velmi důležitá dokonalá znalost větroně. Bez ní by se staly plachtařské pomůcky samoučelné, nepřesné a v praxi nepoužitelné.

Stejně důležitá je přesná indikace palubních přístrojů. Létáme-li s větronem, jehož variometr a rychloměr indikuje falešné hodnoty, projeví se tyto chyby nejvýrazněji při stanovení přeskokové a přeletové rychlosti a při doklouzávání.

Používání plachtařských pomůcek můžeme rozdělit do dvou skupin. Do první zařadíme přípravu na zemi při pozemní přípravě a do druhé na palubě během přeletu. Naučit se při studiu na zemi dokonale ovládat jakoukoliv pomůcku je vlastně základ úspěchu. Nestačí vypočítat dva tři příklady a při čtvrtém se domnívat, že jsme již celý problém zvládli. Pilotovu pozornost totiž stále odvádí řešení mnoha různých problémů. To vede mnoho plachtařů k tomu, že používají svých pomůcek až po přistání. Splněný přelet, při kterém tabulky nebo kalkulačtor zůstaly bez povšimnutí, napomáhá tomu, aby plachtař po druhé s sebou nic podobného nebral. To není správný názor, ať už je jeho příčinou cokoliv.

Čím bude větron výkonnější a počasí příznivější, tím větší budou nároky na přesné dodržení rychlostí a výšek, aby se počasí i větron co nejlépe využilo. V takovém případě již nevystačíme jenom s pamětí a budeme nuceni použít přeletových pomůcek.

Důležitý je nácvik práce s pomůckami přímo v kabině větroně. Musíme uspořádat vše co nejúčelněji, vyzkoušet možnost čtení a měření v mapě, psaní poznámek a v neposlední řadě pohodlné sezení a možnost osvěžení a posílení při dlouhých přeletech.

Nejjednodušší pomůckou, kterou nesmíme zapomenout vybavit svůj větron, je poznámkový blok a tužka. Bez tohoto vybavení se neobejde žádný výkonný plachtař. Stačí připomenout, že při jednom obletu trojúhelníku musíme zaznamenat nejméně 9 zápisů: při hlášení čas a výšku odletu, na otočných bodech čas, výšku hlášení a vytyčený znak a při přiletu čas. Zápisník můžeme připevnit na překližkovou podložku a tu upevnit přizpůsobeným gumovým páskem nad pravým kolenem. Při psaní záznamů musíme řídicí páku ovládat levou rukou. Nezvyk ovládat letoun levou rukou odstraníme v krátké době při tréninkových letech. Písemné záznamy z jednotlivých přeletů jsou dobrým podkladem pro studování přeletů na zemi. Tímto způsobem se vyloučí subjektivní dojmy, které se mnohdy podstatně liší od skutečnosti. Nepříjemnému hledání tužky po kabině větroně předejdeme tím, že tužku přivážeme k podložce bločku.

Rozhodneme-li se vyrobit si plachtařské pomůcky sami, musíme dbát přesnosti, snadné ovladatelnosti, přijatelných rozměrů a dobré čitelnosti. Jde-li o zhotovení tabulek, emagramů nebo různých kalkulačtorů, musíme použít pro popisování a číslování pokud možno normalizovaného písma a čísel, které zaručují velmi dobrou čitelnost. Výběr materiálu se řídí možnostmi každého jednotlivce. S oblibou se používá „plexiskla“. Jeho průhlednost, lehkost a rovné hladké plochy jsou jeho přednostmi. Obtížné psaní nebo rytí písmen do hladké tvrdé plochy a z toho vyplývající obtížné čtení při přeletu v kabině větroně však nejsou příliš výhodné. Nepotřebujeme-li zachovat průhlednost plexiskla, je výhodné zdrsnit lesklou plochu jemným skelným papírem. Takto upravená plocha je vhodná pro psaní tuší nebo acetonovou barvou. Potřebujeme-li vrátit pomůcce průhlednost, stačí zdrsněnou plochu nastříkat acetonovým lakem. Dalším vhodným materiálem může být milimetrový papír, na který lehce vyneseme i složitější tvary a křivky. Po nalepení na tvrdší podložku a impregnování získáme trvanlivou a praktickou pomůcku.

Jsou-li na palubě větroně zamontovány hodinky, použijeme jich při každé příležitosti. Ve standardním vybavení palubních desek však nejsou a proto

použijeme hodinek náramkových. Musíme je umístit tak, abychom mohli kdykoliv použít jejich údaje. Stačí nosit je na zápěstí před manžetou rukávu tak, aby ciferník byl stále v dohledu. Stejně důležité je seřadit přesný čas a zkontrolovat natažení.

Používání pomůcek při plachtařském přeletu musí informovat pilota o nejvýhodnějších rychlostech a o relativních výškách, které jsou ekonomické pro bezpečné a rychlé doklouzání do cíle. Je potřeba zdůraznit význam slova „informovat“, protože při přeletech se vyskytnou situace, které je někdy třeba řešit jinak, než jak udávají pomůcky.

4.2.2. ROZDĚLENÍ PLACHTAŘSKÝCH POMŮCEK PODLE ÚČELU A POUŽITÍ

Plachtařské pomůcky můžeme rozdělit podle použití na

- a) pomůcky pro výpočet průměrného stoupání (tabulky, kalkulačtory, logaritmické stupnice);
- b) pomůcky pro zjišťování ekonomických rychlostí přeskoku a přeletových rychlostí (tabulky, grafy, kroužky);
- c) pomůcky pro zjištění klouzavých úhlů při různých rychlostech (tabulky, emagramy);
- d) pomůcky pro výpočet doletů z různých výšek a při různých rychlostech (tabulky, emagramy);
- e) pomůcky pro zjištění vlivu větru v zádech a protivětru na relativní úhel klouzání (poláry, emagramy);
- f) pomůcky pro zjištění snosu (tabulky);
- g) pomůcky pro zjištění snosu během kroužení.

4.2.3. VÝPOČET PRŮMĚRNÉHO STOUPÁNÍ

Při plachtařském přeletu činí přibližně polovinu doby kroužení a zbytek klouzání. Zajímá nás, jak nejrychleji získat výšku a potom ji hospodárně proměnit v kilometry klouzavého letu. Předpokládejme, že větron je správně ustředěn ve stoupavém proudu. Variometr nás informuje o oblasti většího či menšího stoupání, neindikuje však přesně skutečné stoupání v m/s. Tyto přístroje jsou cejchovány pro hladinu 3000 m nad mořem, takže v nižších vrstvách atmosféry ukazují proti skutečnosti větší hodnotu. Stoupavý proud nezachovává stálou rychlost výstupu a proto musíme zjistit průměrnou sílu stoupavého proudu *wsp*. Výpočet *wsp* je důležitý pro stanovení přeskokové a přeletové rychlosti. Poslouží nám při odhadu meteorologických podmínek v oblasti, kde právě jsme a v blízkém sousedství na trati před námi. Před počátkem měření odstraníme jemným poklepem na výškoměr chybu, způsobenou třením v mechanickém převodu, zaznamenejme si čas a výšku. Měření skončíme buď v okamžiku některé celé minuty nebo celých stovek metrů na výškoměru. Před koncem měření poklepejme znovu na výškoměr. Zapišeme čísla do poznámkového bloku a vypočítáme průměrné stoupání.

Průměrné stoupání vypočítáme, dělíme-li výšku v metrech časem ve vteřinách:
$$wsp = \frac{\text{výška v metrech}}{\text{čas kroužení ve vteřinách}} = \frac{Hk}{tk}$$

Příklad: V 500 m (podle výškoměru) jsme nalétli stoupavý proud. V 580 m jsme již dokonale soustředěni. Poklepem sledujeme výškoměr až do 600 m, kde

zapišeme čas v minutách a vteřinách. Celé hodiny nás zatím nemusí zajímat. $t = 23'30''$. Po dobu měření si všímáme údajů variometru, abychom je mohli srovnat s vypočítanou hodnotou průměrného stoupání. Tím získáme odhad pro poměrně přesné stanovení wsp přímo z údaje variometru. Měření ukončíme za 3', tj. ve 26'30''. Poklepem na výškoměr zjistíme výšku 1050 m. Rozdíl mezi koncem měření a posledním zapsaným časem (1050—600) činí 450, vykroužili jsme tedy 450 m za 3', tj. za 180''. Po dosazení bude $wsp = \frac{450}{180} = 2,5$ m/s. Máme-li k dispozici stopku, měříme s ohledem na celé stovky metrů. Vteřiny přečteme z ciferníku stopek.

Pro výpočet wsp můžeme použít kulatého kalkulátoru typu DR 2 nebo DR 3. Čas stoupání nepřevádíme na vteřiny, nýbrž dosazujeme jej v minutách.

wsp = průměrná síla st. proudů									
pro $V_p \rightarrow$									
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	
Hk = získaná výška v m	200	400	200	133	100	80	66	57	50
	300	600	300	200	150	120	100	86	75
	400	800	400	266	200	160	133	114	100
	500	1000	500	333	250	200	166	143	125
	600	1200	600	400	300	240	200	171	150
	700	1400	700	466	350	280	233	200	175
	800	1600	800	532	400	320	266	228	200
	900	1800	900	600	450	360	300	256	225
	1000	2000	1000	666	500	400	333	286	250

Tabulka č. 6. Tabulka průměrné hodnoty stoupavých proudů wsp . Nad wsp si můžeme poznamenat příslušné přeskokové rychlosti V_p .

Nemáme-li kalkulátor, můžeme si pomoci sestrojením tabulky průměrných stoupavých rychlostí. Zvolíme si rozsah výšek $Hk = 200$ m až 1000 m a průměrné stoupání $wsp = 0,5$ až 4 m/s. Při sestavování vypočítáme jednotlivé závislosti $\frac{Hk}{wsp}$ 500 tak, že výšku Hk lomíme wsp a výsledek se rovná času tk . $tk = \frac{Hk}{wsp} = \frac{500}{1,5} = 333$ s.

Při zjišťování wsp na 400 m výšky jsme naměřili čas 240 s. Ve vodorovném sloupci $Hk = 400$ hledáme nejbližší čas k 240 (266) a k němu přísluší wsp 1,5. Nyní musíme odhadnout hledanou wsp , která bude přibližně 1,7 m/s. Tabulku můžeme doplnit hodnotami přeskokových rychlostí V_p , které si poznamenáme nad hodnoty wsp .

Druhý typ tabulky je konstruován opačně. Do svislého sloupce je opět vyne-

		tk = čas kroužení										$\frac{Hk}{tk} = wsp$				
		1'		2'		3'		4'		5'	6'	7'	8'	9'	10'	
		60	90	120	150	180	210	240	270	300	360	420	480	540	600	
Hk = získaná výška v m	200	3,3	2,2	1,7	1,3	1,1	0,95	0,83	0,75	0,66						
	300	5	3,3	2,5	2	1,65	1,4	1,25	1,1	1						
	400		4,5	3,3	2,6	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1					
	500			4,2	3,3	2,8	2,4	2,1	1,8	1,65	1,4	1,2	1			
	600				4	3,3	2,8	2,5	2,2	2	1,7	1,4	1,25			
	700					3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	1,9	1,7	1,4	1,3		
	800						3,8	3,3	3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5		
	900							3,7	3,3	3	2,5	2,1	1,9	1,7	1,5	
	1000								3,7	3,3	2,8	2,4	2,1	1,8	1,7	

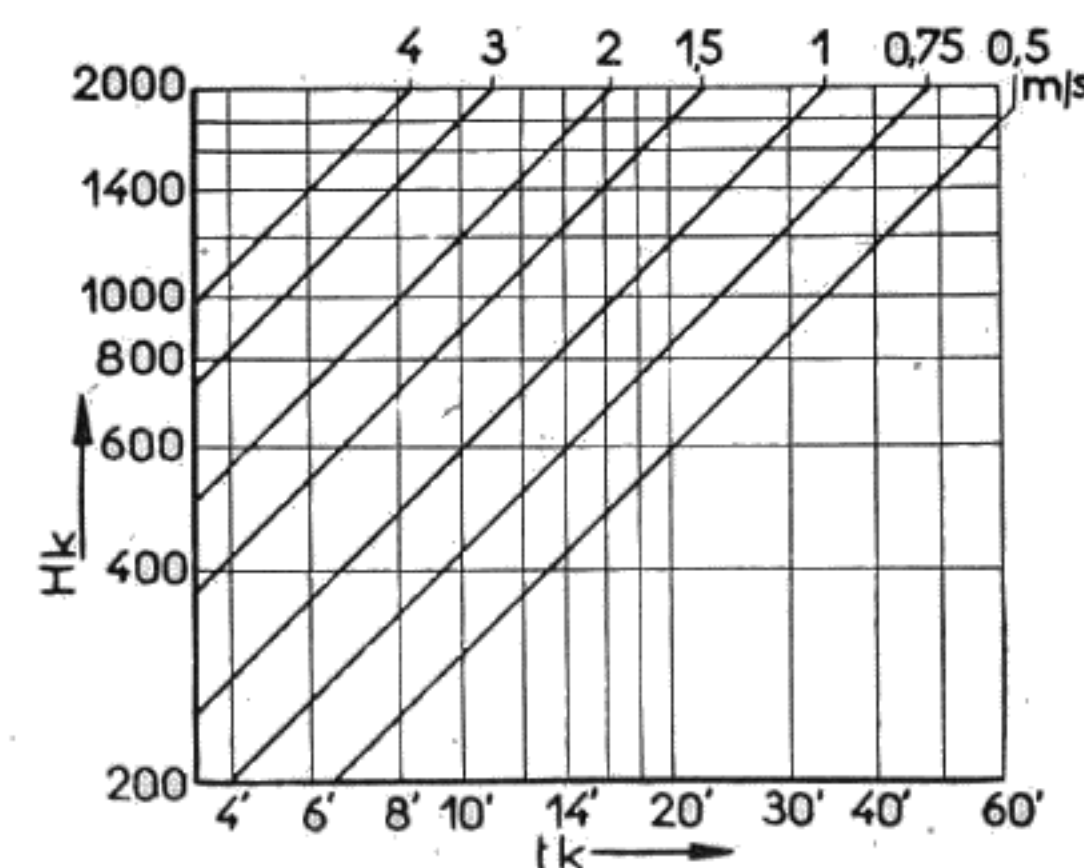
Tabulka č. 7. Tabulka pro výpočet wsp

sena výška Hk v rozsahu 200—600 m. Čas potřebný k získání výšky je vynesena do vodorovné rubriky v rozsahu 1—10 minut, tj. 60—600 vteřin. Pro rychlejší orientaci můžeme do příslušných políček vepsat celé minuty. wsp nyní hledáme uvnitř tabulky v políčku, které spojuje Hk vodorovně a tk svisle. Příklad: $Hk = 600$ m, $tk = 240$ s. wsp čteme ve spojnici vodorovné a svislé, tj. 2,5 m/s.

Všimneme-li si lépe závislosti stoupání wsp mezi první a druhou minutou, při natočení výšky $Hk = 200$ m zjistíme rozdíl ve stoupání $3,3 - 1,7 = 1,6$ m/s.

Tento rozdíl se logaritmicky zmenšuje, takže mezi 5. a 6. min. je $0,65 - 0,55 = 0,1$ m/s. Taková přesnost je pro nás nepoužitelná. Do tabulky zaneseme pouze takové veličiny, kterých nejčastěji používáme.

Výpočet wsp můžeme zjistit z grafu, který má lineární závislost. Je to jakási obdoba tabulky pro výpočet wsp . Na svislou stranu obdélníka naneseme výšky Hk od 200 m do



Obr. 84. Graf k výpočtu wsp

2000 m, na základnu obdélníka hodnoty času tk v minutách. Z bodu Hk 600 m vyneseme rovnoběžku se základnou a z tk 10' kolmici na základnu. Průsečík těchto přímků udává $wsp = 1$ m/s. Na ose, položené pod úhlem 45° , jsou tedy průsečíky $wsp = 1$ m/s. Ostatní osy pro $wsp = 0,5$ až 4 m/s jsou rovnoběžné.

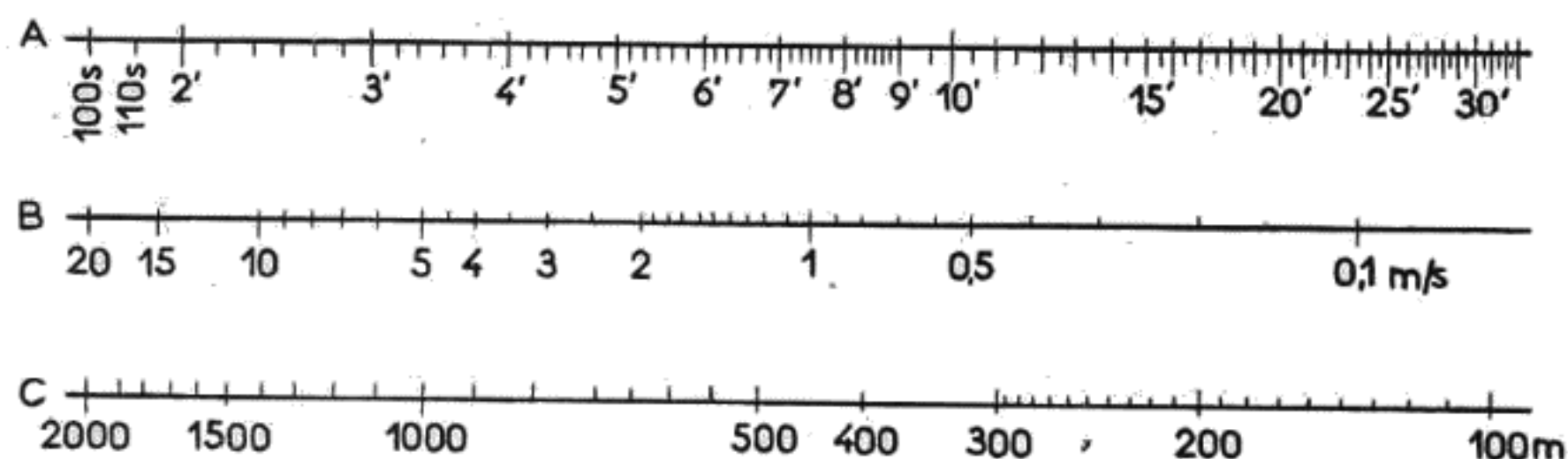
Ostatní průsečíky pro wsp 0,5, 0,75, 1,5, 2, 3, a 4 m/s si najdeme na základní síti výškových a minutových čar.

Příklad: Kroužíme 8 min. a za tuto dobu jsme získali 1000 m. Na vodorovné čáře najdeme časovou značku 8 min., na svislé výšku 1000 m. Těsně pod průsečíkem prochází osa, nakloněná o 45° a příslušející wsp 2 m/vt, tzn. že naše skutečná wsp je o něco větší (asi 2,1 m/s). Mnohem obtížnější je vyhledání hodnoty wsp při kratší době kroužení a při menších výškách.

Příklad: Výšku 400 m získáme za 5 min. Zde již musíme odhadnout průsečík pro 5 min. a rozhodnout se, k čemu bude stoupání blíže, zda k 1 m anebo k 1,5 m. Odhad se rovná 1,3 m/s.

Z uvedeného příkladu je patrné, že manipulace s touto pomůckou vyžaduje hodně úvahy a poměrně obtížného odhadování mezihodnot.

Přesný a dostatečně přehledný je emagram pro výpočet wsp na základě tří logaritmických stupnic. Na první stupnici A je vynesena čas tk ve vteřinách 100



Obr. 85. Emagram pro výpočet průměrného stoupání wsp

a 110", dále pak v minutách od 2 do 30'. Prostřední stupnice B má dělení pro wsp 0,1 až 20 m/s. Nejmenší hodnota je na pravé straně, největší 20 m/s na levé straně. Na dolní stupnici C jsou výšky od 100 až do 2000 m. Spojením dvou známých veličin přímkou zjistíme třetí hledanou wsp v průsečíku osy B.

Příklad: 400 m výšky jsme získali za 130 vteřin; jaké je wsp ? Na stupnici C přiložíme pravítko tak, aby jeho hrana protínala Hk 400 a zároveň spojila na stupnici A bod, odpovídající 130 s, tj. 2' a 1 dílek. V průsečíku stupnice B čteme $wsp = 3$ m/s. Z popisu je jasné, že na emagramu získáme velmi rychle kteroukoliv veličinu, známe-li aspoň dvě.

Zhotovit si tuto pomůcku není nijak obtížné a je otázkou trpělivého a přesného přenesení logaritmických stupnic. Konstrukce logaritmických stupnic je obtížná, proto sáhneme po jednodušším a rychlejším způsobu.

Stupnice C je základní stupnicí logaritmického pravítka, dlouhého 250 mm. Je vyznačena na posuvné části vlevo nahoře. Posuvnou část logaritmického pravítka vytáhneme a otočíme v základní rovině o 180° ; jedničku přiložíme na začátek (vpravo) osy C a přeneseme na papír. Stupnice A má totéž dělení jako stupnice C, jenomže zleva doprava. To znamená opět otočit vyňatou část logaritmického pravítka o 180° . Tentokrát nezačneme s jedničkou od začátku osy A, nýbrž posuneme ji kousek vlevo tak, aby první dvojka byla od levého kraje 10 mm. Tímto posunutím udržíme rozsah stupnice B v požadovaném rozmezí. Nyní si označíme minuty od 2—30 podle vzoru a rozdělení 100 a 110" doplníme

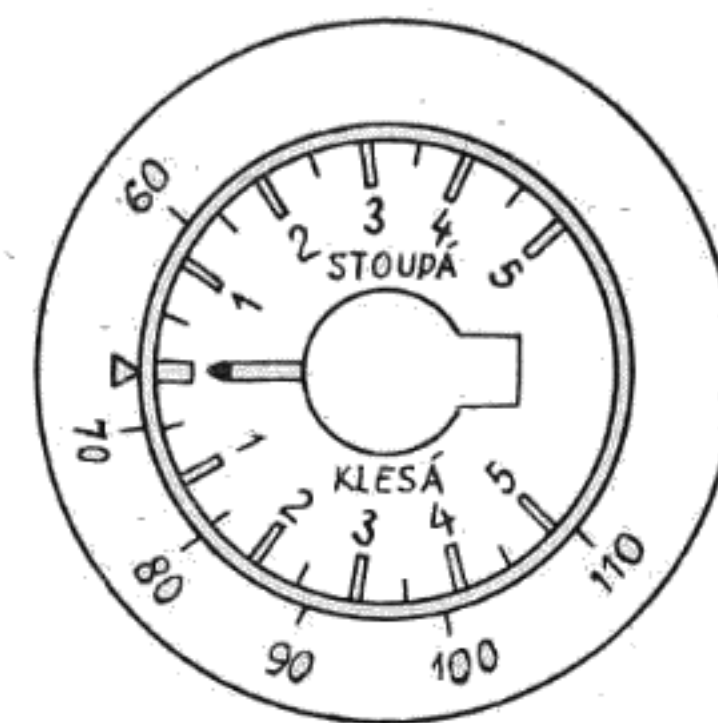
dodatečně. Stupnice B bude ležet uprostřed stupnice A a C. Vzdálenost stupnice A a C je libovolná, musí však umožňovat zřetelné čtení. Čím bude blíže, tím obtížnější bude čtení na prostřední stupnici. Hodnoty průměrného stoupání na stupnici B vyznačíme pomocí průsečíku hodnot na stupnici A a C. Nejlépe nám opět poslouží logaritmické pravítko, jehož pomocí rychle vypočítáme potřebné výsledky.

Příklad: Začneme od hledání wsp 1 m/s, tzn. 600 m výšky budeme dělit 600 vteřinami; na stupnici B je to značka 10 min. Spojíme hodnotu 600 a 10 min. a v průsečíku stupnice B si poznamenejme hodnotu 1 m/s. Snažíme se, aby zvolené příklady vycházely pokud možno z celých hodnot alespoň na stupnici C a sečna stupnice B byla blízká kolmici.

Další příklady: 600 m na stupnici C a 5 min. na stupnici A dává průsečík 2 m na stupnici B, 900 m a 5 min. dává průsečík 3 m/s. Tímto způsobem doplníme stupnici B tak, aby vyhovovala našim požadavkům. Nesmíme zapomenout, že desetinné a pětidesetinné hodnoty mezi wsp nejsou symetrické, nýbrž logaritmické.

Na stupnici A nám ještě zbývá označit rysky pro 100 a 110". Ty stanovíme tak, že spojíme výšku 1500 m a 15 m na stupnici B; dostaneme průsečík pro 100 vteřin na stupnici A a výšku 1100 s 10 m/s a obdržíme průsečík pro 110 vteřin.

Na spojování stupnice A a C se nejlépe hodí průhledný trojúhelník nebo průhledné měřítko.



Obr. 86. Mac Readyho kroužek. Mezikruží s trojúhelníčkem nastaveno proti 0 na variometru.

4.2.4. ZJIŠTĚNÍ EKONOMICKÝCH RYCHLOSTÍ PŘESKOKU, V_p , KLOUZAVÝCH ÚHLŮ PŘI RŮZNÝCH RYCHLOSTECH, VÝPOČET DOLETŮ Z RŮZNÝCH VÝŠEK, ZJIŠTĚNÍ VLIVU VĚTRU V ZÁDECH A PROTIVĚTRU NA RELATIVNÍ ÚHEL KLOUZÁNÍ

Základem pro konstrukci jednotlivých pomůcek nebo univerzálního emagramu je polára rychlostí větroně. Výkonnost větroně vyjadřuje polára, tj. závislost dopředné rychlosti V a klesavé rychlosti wk . Polára může být teoreticky odvozená, vypočítaná nebo prakticky vyzkoušená. Nás bude zajímat polára změřená za letu, která vyjadřuje stejné závislosti, s jakými se setkáváme v provozu.

Snažíme se opatřit si pomůcku přesnou, přehlednou a pokud možno všestrannou. Emagram na tabulce č. 8 má v sobě tyto prvky. Jeho řešení není konečné a každý si je může upravit podle svých představ a zkušeností.

V pravém rohu jsou již známé logaritmické stupnice pro výpočet průměrného stoupání. Stupnici B si doplníme přeskokovou rychlostí V_p pro jednotlivé hodnoty wsp . Při zjišťování V_p vyneseme pouze skutečnou průměrnou rychlost stoupavých proudů. Rychlost klesavých proudů (0,2 až 0,3 wsp) opravíme podle denní doby a podle okamžité termické situace. Pod hodnoty wsp napíšeme dopředné rychlosti V , které odpovídají vyznačeným hodnotám.

Protějškem k této pomůcce je graf, vyjadřující závislost mezi výškou, klouzavým úhlem a doletem. Na svislou osu jsou vyneseny výšky od 0 do 2000 m. Jeden dílek se rovná 100 m. Z nulového bodu vyneseme přímku K pod libovolným úhlem 30° až 40° . V průsečíku kolmice na osu Y vztyčíme novou osu Y' , na které vyznačíme vzdálenosti v kilometrech. Z bodu 1000 na ose Y vztyčíme kolmici, která protne osu K a osu Y' . První průsečík udává klouzavý úhel $1:50$ a druhý vzdálenost 50 km. Osu Y' rozdělíme na 50 stejných dílků, jeden dílek = 1 km. Z bodu 1000 spojíme postupně všech zbývajících 49 dílků na ose Y' a vždy vyznačíme průsečík osy K . Na ose K máme vyznačený úhel klouzání $1:50$ až $1:1$. Z poláry příslušného větrone vyznačíme dopředné rychlosti V k jednotlivým úhlům klouzání. Toto doplnění je velmi cenné proto, že upřesní nasazení správné rychlosti při doklouzávání nebo při přeskočích mezi jednotlivými stoupavými proudy.

Příklad: 500 m výšky jsme vykroužili za $4'10''$; na stupnici B si přečteme $wsp = 2$ m/s. Hned nad touto hodnotou máme nejvýhodnější přeskokovou rychlost V_p 123 km/h. Hodnoty V_p a V jsou dosazeny z poláry větrone L 21. Kroužit jsme začali ve výšce 300 m. Celková výška je tedy 800 m sol. Kolik km uletíme z této výšky při nejlepším klouzání a jak dlouho poletíme?

V druhé části emagramu spojíme bod 800 na ose Y s bodem $V_{opt} = 80$ km/h a na ose Y' čteme maximální dolet v km = 28. Na stupnici B najdeme nejbližší rychlost V_{opt} 80 km a opadání 0,65 m/s. Dobu klouzání se dovíme spojením bodu 800 na stupnici C s hodnotou 0,65 na stupnici B; na stupnici A čteme $22'$.

Druhý příklad: Od otočného bodu 200 km trojúhelníku jsme vzdáleni 20 km. Kroužíme a $wsp = 2,5$ m/s. Základny mraků jsou 2000 m sol. V jaké výšce ukončíme kroužení, abychom otočného bodu dosáhli v nejkratším čase a přesně ve výšce 1000 m? Nejprve zjistíme V_p pro 2,5 m/s wsp . Na stupnici B zjistíme $V_p = 130$ km/h. Nyní spojíme bod 20 na ose Y' s úhlem klouzání, kterému přísluší rychlost $V = 130$ km/h a ten je $22,5'$. Tato přímká protne osu Y v místě 850 m. Kroužení tedy ukončíme ve výšce 1850 m sol. 1000 m musíme připočíst, abychom mohli provést hlášení v hladině 1000 m nad otočným bodem. Srovnáme větrone do směru otočného bodu a vyvážíme na $V = 130$ km/h, při které by měl variometr ukazovat klesání 1,6 m/s. Jak dlouho bude trvat kroužení 850 m a jak dlouho klouzání na otočný bod? Odpověď čteme na stupnici A: $5'40''$ kroužení a $9'10''$ klouzavý let. Výpočet klouzání pro vysvětlenou: Na stupnici C spojíme bod 850 s rychlostí $V = 130$ při opadání 1,6 m/s. Na stupnici A čteme čas přeskočů $9'10''$.

Abychom získali důvěru ke svým výpočtům a úvahám, osvětlíme si celý případ na dalších dvou plachtařích. Oba vyřeší situaci pouze odhadem. Druhý plachtař natočí maximální výšku až pod mrak, třetí pouze výšku potřebnou k V_{opt} . Ostatní hodnoty jsou stejné pro všechny tři.

Druhý plachtař nakrouží výšku 1000 m za $6'40''$. Na emagramu zjistí rychlost, která odpovídá klouzání $1:20$, tj. 140 km/h a klesání 2 m/s. 20 km uletí za $8'30''$. Celkový čas je $15'10''$.

Třetí plachtař zjistí, že mu stačí pro překonání vzdálenosti 20 km při klouzání $1:35$ natočit pouhých 550 m. Potřebný čas bude $3'40''$. Přeskok 20 km při $V_{opt} = 80$ km/h poletí $15'$. Celý let ukončí za $18'40''$.

Nyní posoudíme, kdo letěl nejehospodárněji:

Prvnímu trval let	14 min. 50 vteřin
Druhému trval let	15 min. 10 vteřin
Třetímu trval let	18 min. 40 vteřin.

Jak je vidět, byla nejsprávnější úvaha, kterou jsme řešili podle emagramu.

Kombinací obou diagramů můžeme rychle a dostatečně přesně vyřešit složité případy dolétávání do cíle apod. Zatím naše úvahy platily pouze ovzduší

bez větru. Klouzavost byla dána poměrem dopředné rychlosti ke klesací rychlosti. Při zavedení protivětru zmenší se klouzavý úhel proti zemi. Při větru v zádech zvětší se úhel klouzání proti zemi. Klouzavost vzhledem k zemi je klouzavost relativní.

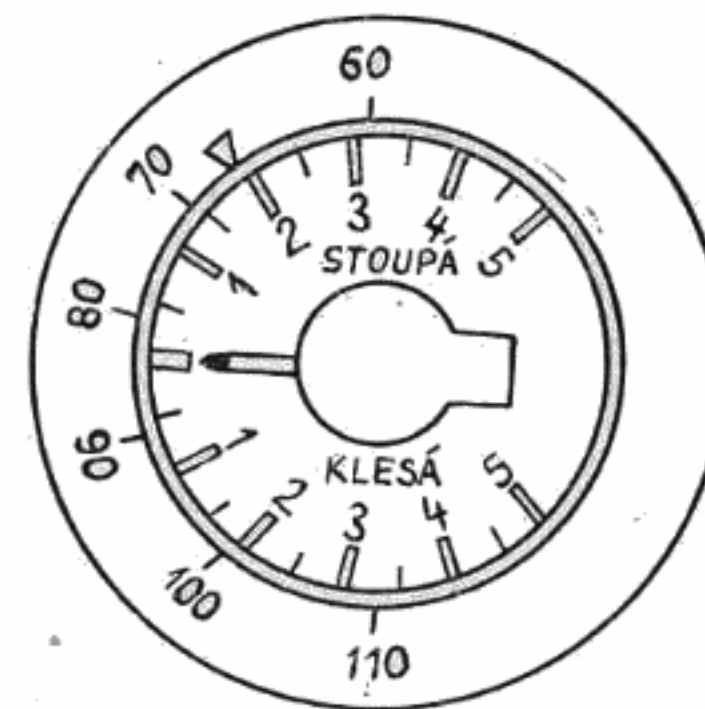
V pravém rohu emagramu je tato závislost vyjádřena graficky. Spojíme-li vrcholy jednotlivých polár zjistíme, že se s větrem mění i rychlost pro největší relativní klouzavost. Při letu s větrem v zádech musíme letět rychlostí menší než V_{opt} , při protivětru rychlostí větší. Při letu po větru je relativní klouzavost poměrně citlivá na dodržení správné rychlosti. Malá odchylka znamená znatelné zhoršení klouzavosti. Při letu proti větru jsou vrcholy polár nižší a z toho také vyplývá, že relativní klouzavost není tak náchylná na změnu rychlosti V . V_{opt} je pro protivítr větší než při bezvětří. Oprava klouzavého úhlu na vítr bude mít největší význam hlavně při dolétávání do cíle nebo nad otočný bod. Pokud chceme dosáhnout dalšího stoupavého proudu, poletíme nejehospodárněji tak, jako kdyby vítr nebyl. Vítr vlastně unáší celou oblačnost, pokud nejde o překážkovou oblačnost, a vzhledem k ovzduší se klouzavý úhel nemění.

Na spodní straně jsou vyneseny rychlosti V 70—140, na svislé straně klouzavost relativní. Polára označená 0 je základní. Poláry označené -5 a -10 m/s platí pro protivítr. Poláry označené $+5$ a $+10$ m/s platí pro vítr v zádech. Při sestavování polár relativní klouzavosti musíme každý bod vyjádřit poměrem dopředné rychlosti k rychlosti klesání.

Na poláře rychlostí si vyznačíme protivítr -5 m/s, tj. 18 km/h. Na vodorovné ose poláry vyznačíme nový bod, z kterého položíme tečnu na poláru. Tomuto bodu přísluší rychlost nejlepšího klouzání proti uvažovanému protivětru a k této rychlosti příslušné opadání. Klouzavý úhel vypočítáme z dopředné rychlosti -18 km/h a dělíme 3,6. Tím dostaneme rychlost v m/s a tento výsledek ještě lomíme příslušným klesáním wk . Výsledek rovná se klouzavosti K . V našem případě zaneseme klouzavost 27 do grafu a průsečíkem rychlosti z poláry 85 km obdržíme první bod poláry klouzavosti. Pro další body zvolíme sečny. Jak známo, sečna protíná poláru ve dvou bodech. Ke každému bodu přísluší určitá rychlost V a wk . Výsledek je však stejný pro oba body sečny (stejný úhel klouzání). Tímto postupem se zároveň zkontroluje věrohodnost poláry našeho větrone a zmenší počet výpočtů. Nejvyšším bodům jednotlivých polár klouzavosti přísluší rychlost, při které větrone letí relativně s nejlepší klouzavostí. Spojíme-li tyto body vidíme, jak při protivětru rychlost V_{opt} stoupá; při větru v zádech je V_{opt} menší než za bezvětří.

Použití v praxi: Letíme proti větru -10 m/s. V_{opt} se zvýší na 5 km/h a klouzavost se relativně sníží na 21. Budeme-li zjišťovat potřebnou výšku pro překonání třeba 20 km, musíme uvažovat relativní klouzavost 21. Potřebná výška je 20 m proti 550 m za bezvětří a při klouzavosti 35.

Cestovní rychlost Wc je vlastně přímo závislá na wsp . V praktickém létání nemá podstatný význam a uvažuje se spíše při teoretických předpokladech před přeletem. Zavedením této rychlosti do našeho emagramu bychom nepomohli ani všestrannosti ani možnostem speciálního použití. Hodnoty Wc by v naší pomůcce pouze statovaly a způsobovaly by její nepřehlednost.



Obr. 87. Mac Readyho kroužek nastaven na $wsp + 2$ m stoupání

Přeletová neboli traťová rychlost W je rychlost, kterou plachtař letěl od okamžiku hlášení nad startem až do okamžiku hlášení při přiletu. Odpadlo-li jedno nebo obě hlášení, počítá se přeletová rychlost od okamžiku startu až do přistání na cílovém letišti.

Velikost rychlosti W závisí na těchto veličinách; intenzitě stoupavých proudů, složce větru, dokonalém využití letových vlastností větroně a na spolehlivé navigaci, která nezavádá příčiny k zadržení. Hodinu startu a délku přeletu stanovíme před letem z určitého předpokladu přeletové rychlosti W . Čím zkušenější je plachtař a čím přesnější je meteorologická předpověď, tím přesněji můžeme stanovit W a tím častěji se nám podaří dosáhnout cíle.

Během přeletu si můžeme vypočítat přeletovou rychlost, jaké jsme dosáhli od startu až do okamžiku zjištění. Při neměnných meteorologických podmínkách odhadneme možnosti dosáhnout cíle anebo maximální délky přeletu.

Příklad: Ulétli jsme 200 km za 4 hod. $W = 200 : 4 = 50$ km, do cíle nám zbývá 100 km = 2 hod. letu. Bude-li tato úvaha provedena v 15 hod. odpoledne a počasí se před námi nezhorší, máme reálný předpoklad cíle dosáhnout. Jiná situace by vznikla při stejných podmínkách v 17 hod. Zde je vyhlídka dosáhnout cíle mizivá proto, že termické podmínky budou slábnout, tudíž i W se v posledním úseku značně sníží a zánik stoupavých proudů je nutno v letních měsících očekávat kolem 18 hod. V tom případě se plachtař rozhodne správně, použije-li nejbližšího letiště k přistání místo zbytečného sedání do terénu. Tato připomínka platí pro normální sportovní létání, nikoliv pro závody.

Velmi známou a rozšířenou pomůckou pro určování V_p je tzv. Mac Readyho kroužek (obr. 86). Základ je v tom, že pro každou wsp přísluší určitá rychlost V a k této opět určité klesání. Závislost je vztažena na údaj variometru a rychloměru. Úspěšné použití předpokládá velmi přesnou indikaci rychloměru a variometru. Variometr je nejlépe zapojit na Venturiho trubici celkové energie. Kolem stupnice variometru je otočně připojeno mezikružní, na které vyznačíme rychlost nejlepšího klouzání trojúhelníčkem a tuto označíme proti 0 na variometru. Ostatní hodnoty variometru 1, 2, 3, 4 a 5 promítneme na mezikružní a dopíšeme příslušné rychlosti pro V_p z poláry větroně. Jak bude vypadat let s tímto kroužkem při $wsp = 2$ m/s? Trojúhelníček mezikružní nastavíme proti +2 m na variometru. Při přeskoku pak letíme rychlostí, kterou na kroužku ukáže ručička variometru. Tím vlastně přizpůsobujeme rychlost nejlepšímu přeskoku. Zvětší-li se opadání vlivem klesavého proudu, zvětšíme rychlost na hodnotu, kterou ukazuje ručička variometru. Nesmíme zapomenout, že správnost takto upravované rychlosti platí jen pro předpoklad nalétnutí zmíněného $wsp = 2$ m/s.

Mc Readyho kroužku se nedá použít v této úpravě pro nejlepší dolet.

4.2.5. SHRUTÍ

Popsali jsme několik pomůcek, které mají pomoci plachtaři při přeletu. Rozhodnout se pro některou z nich nelze bezmyšlenkovitě, nýbrž rozhodnutí musí přijít po rozumné úvaze, k čemu má pomůcka sloužit. Pro začátek doporučujeme zvyknout si nejprve pracovat s pomůckami pro výpočet wsp . Až si základní úkony dokonale osvojíme, přistoupíme k další pomůcce pro volbu nejvýhodnější přeskové rychlosti V_p a případně pro výpočet doletu. Oba tyto úkoly jsou lehce zjištělné na emagramu č. 5.

Používat pomůcek si nezvykneme při dvou letech. Není ani vyloučeno, že zpočátku nám bude používání pomůcek připadat jako přítěž. Byl by však zásadní omyl chtít tento problém vyřešit záměnou za jinou pomůcku. Takové výměny pomůcek vedou k tomu, že se jejich uživatel neseznámí dokonale s žádnou z nich a v praxi pak nedokáže použít žádnou.

5. SROVNÁVACÍ ORIENTACE

5.1. PŘÍPRAVA MAP

5.1.1. VŠEOBECNÁ PŘÍPRAVA MAP

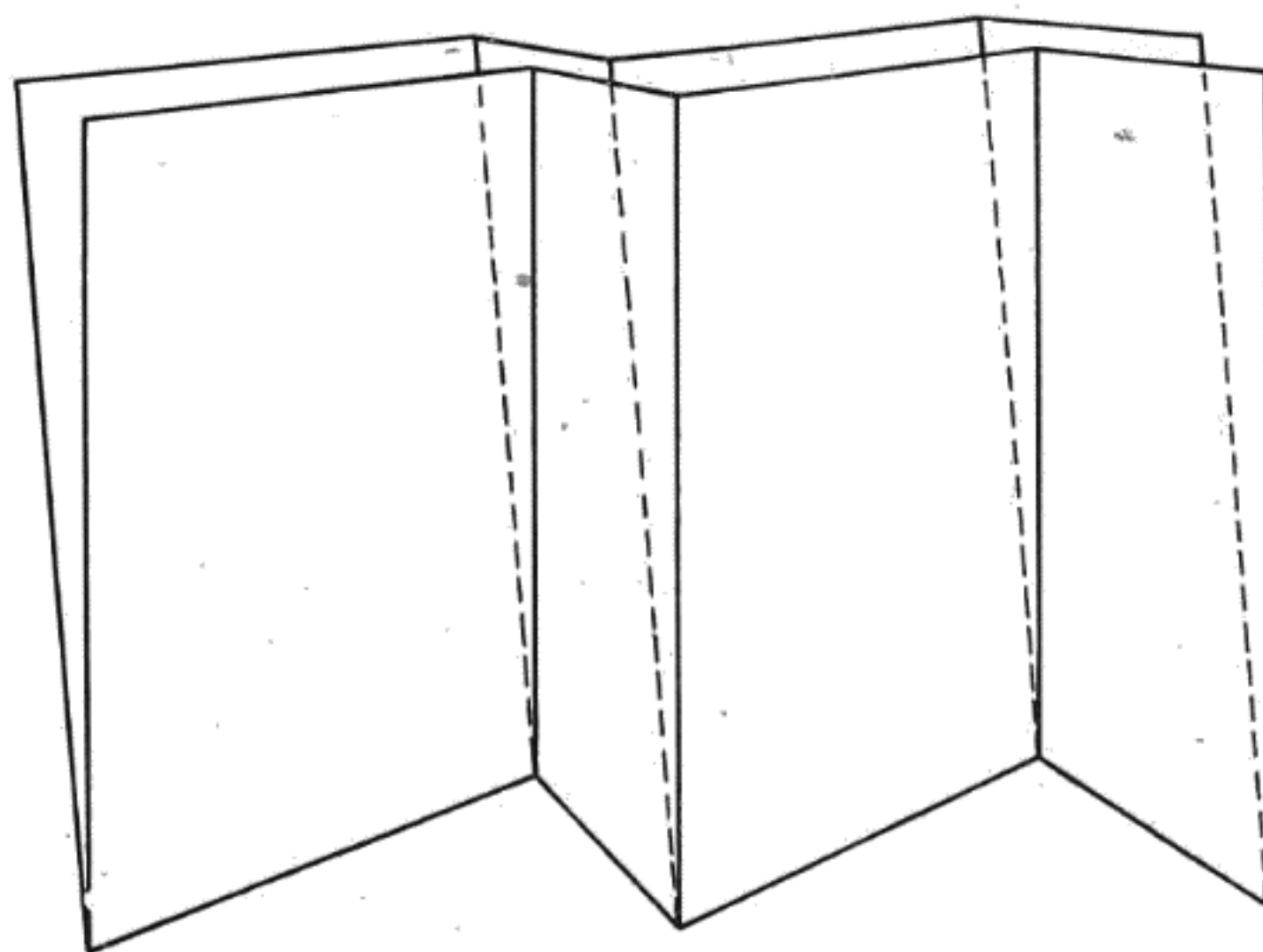
a) Vnější úprava map

Mapy musíme při zakreslování a měření plánovaných tratí přikládat těsně k sobě, v čemž vadí jejich široké okraje. Proto je buď zahýbáme na spodní stranu nebo prostě odstřihujeme. Odstřihování okrajů map se některým letcům zdá výhodnější, poněvadž se tím poněkud zmenšuje celkový objem a váha map. Překládání map s odstřiženými okraji je za letu jednodušší – zahnuté okraje se při překládání map často ohýbají a překládání ztěžují. Okraje map ostatně na nic nepotřebujeme. Klíč smluvených značek, pokud je na nich natištěn, musíme znát stejně zpaměti. Rovněž údaje, kdy byly na mapu natištěny izogony a jaká je roční změna magnetické deklinace si snadno zapamatujeme. Nejsme-li si jisti, že jednotlivé mapy (například generálky) bezpečně poznáme, napíšeme si jejich názvy velkým písmem na zadní stranu do všech čtyř rohů.

Listy jednotlivých map musíme mít za letu složené co možno nejpraktičtějším způsobem. V každém případě mapy proti normálnímu zvyklostem skládáme tak, aby jejich tisk zůstal po vnější straně. U listů map stojatého formátu (generálky) se doporučuje přehnutí v polovině výšky a v polovině šířky. U listů map ležatého formátu, znázorňujících větší část území ČSR, se doporučuje první přehnutí vodorovné v polovině výšky, aby tisk mapy zůstal vně, a druhé přehnutí v polovině šířky. Dva dvojité „listy“, jež tím vzniknou, pak ještě jednou přehneme podle jejich svislé poloviny, čímž vznikne dvojitá, svisle třikrát přehnutá „harmonika“, viz obr. č. 88.

Máme-li mapy přidělené do dlouhodobého používání nebo jde-li o mapy vlastní, necháme si je odborně podlepit plátnem. Tím se velmi prodlouží jejich životnost. Knihaře předem poučíme, jakým způsobem chceme mapy překládat. Knihař je v těch místech rozřeže a nalepí na plátno odděleně, takže po podlepení zůstanou

mezi čtvrtinami či osminami listů map úzké pruhy plátna, ve kterých se mapy budou přehýbat. Tyto proužky nesmí být nadměrně široké, aby přílišným oddálením čtvrtin či osmin listů map nevznikalo příliš velké zkreslení úhlů a vzdáleností. Při výpočtech vzdáleností ostatně na tyto mezery můžeme brát ohled.



Obr. 88. Způsob skládání mezinárodních leteckých map 1 : 500 000

b) Úprava obsahu map

1. Úprava topografické situace a státních hranic

Na mnohých generálních mapách, jichž se ještě často používá pro srovnávací orientaci (do spotřebování zásoby), nejsou státní hranice zdůrazněny pruhem červené barvy. V těchto případech jsou státní hranice na mapě vyznačeny jen černým tiskem příslušných značek, což je velmi nevýrazné. I v klidu na zemi musíme čáru státních hranic na takových mapách sledovat velmi pozorně, abychom ji neztratili. Značky státních hranic jsou totiž na mnohých místech vynechány, totiž tehdy, když hranice vede např. podle říček, silnic apod. V letadle ovšem nemáme na tak podrobné prohlížení map čas a proto na nich musíme linii státních hranic zvýraznit pruhem červené barvy.

Na generálních mapách, na kterých nejsou větší sídliště a hlavní silnice tištěny barevně, pokryjeme větší sídliště a státní silnice barvou nejlépe oranžovou, a to tak, aby obrysy objektů na mapě

byly zřetelné, aby však z mapy nevynikaly více, než odpovídá jejich významu pro srovnávací orientaci. Můžeme to udělat v době, kdy se učíme zeměpisu. Naše zeměpisné znalosti se tím určitě rozšíří. Musíme přitom přesně dbát skutečného půdorysného tvaru těchto objektů. Silnice, pokud jsou lomené, nesmíme například zjednodušovat na přímé. Tím bychom se z hlediska srovnávací orientace ochudili o cenné znaky. Větší sídliště na mapě nezvýrazňujeme tak, že bychom z nich dělali oranžová kolečka. Oranžová ploška na mapě musí mít naprosto stejné obrysy jako sídliště, jinak bychom mohli velmi těžko jednotlivá sídliště identifikovat.

Pokud je vodstvo na některých mapách tištěno velmi nevýrazně mdlou modrou barvou, zvýrazníme alespoň toky, rybníky a jezera, význačnější z hlediska srovnávací orientace, poněkud sytější modrou barvou. Musíme přitom ovšem opět dbát skutečných půdorysných tvarů.

U map staršího původu si podle možnosti dokreslíme nově vybudované objekty, důležité pro srovnávací orientaci. Jsou to přehrady a jiná vodní díla, železnice, hlavní silnice apod. Nové objekty (například železniční trať Havlíčkův Brod – Brno, jež na mapách staršího původu není) můžeme do map buď obkreslit z nových map, nebo je zakreslujeme alespoň částečně podle pozorování ze vzduchu. V každém případě přitom opět dbáme maximální možné přesnosti.

Po odstrižení okrajů map musíme na mapách obnovit očíslování poledníků a rovnoběžek. Číslice píšeme k jednotlivým poledníkům a rovnoběžkám na okraje map do volného prostoru tak, abychom nenarušovali znázornění topografické situace. Tyto číslice též můžeme psát na zadní okraje map na úroveň poledníků a rovnoběžek.

Budeme-li podle map určovat zeměpisné polohy pomocí zeměpisných souřadnic, zakreslíme si do map pomocné poledníky a rovnoběžky po 10 minutách. Poledníky můžeme očíslovat dvojím způsobem, a to jednak podle Ferra a jednak podle Greenwiche.

Na mezinárodních leteckých navigačních mapách o měřítku 1 : 500 000 nejsou znázorněny hrady a zámky, které jsou v některých případech charakteristickými orientačními body. V celé republice je jich ovšem příliš veliký počet, takže by mapa ztratila na přehlednosti, kdyby na ní byly zakresleny polohy všech hradů a zámků. Polohy některých z nich si však můžeme do map, na kterých nejsou znázorněny, zakreslit.

2. Zakreslení navigačních informací do map

Abychom při mimoletištních letech a přeletech náhodou neporušili rozšířený pohraniční prostor, zakreslíme si do map hranice

rozšířeného pásma, platné pro sportovní letce. Při té příležitosti si také prostudujeme zakázané prostory ve vnitrozemí podle seznamů, jež mají aerokluby k dispozici. Hranice těch z nich, které jsou tajné, nesmíme do map kreslit. Není jich však tolik, abychom si je nemohli zapamatovat. O zakázané prostory se zajímáme nejen z hlediska jejich hranic, nýbrž i z hlediska výšek. Přes některé prostory se totiž nesmí létat jen v menších výškách.

Pro zvýšení bezpečnosti si do map zakreslíme přesné polohy sportovních a civilních letišť, které ještě neznáme z paměti. Za letu se v případě potřeby nemusíme zdržovat hledáním neznámého letiště, nýbrž přiletíme k němu najisto. Je samozřejmé, že polohy vojenských letišť do map zakreslovat nesmíme.

Předpokládáme-li, že budeme provádět radionavigaci, zakreslíme si do map přesné polohy civilních majáků, radiozaměřovačů a vysílacích stanic, vhodných pro radionavigaci.

Předpokládáme-li, že budeme létat za podmínek neviditelnosti země (v mracích, nad mraky, noční mimoletištní lety a přelety – samozřejmě ve shodě s příslušnými předpisy), zakreslíme si do map všechny letové cesty.

Všechny dodatečné zákresy do map mají být sice zřetelné a výrazné, nesmí však narušovat čtení natištěné topografické situace a topografické plochy, jež přece jen zůstává z hlediska srovnávací orientace tím nejdůležitějším.

Při práci s mapami musíme mít neustále na zřeteli, že většina map je tajná. Tajné jsou zejména nové mapy, obsahující změny topografické situace poslední doby a mapy, sice původně určené pro veřejnost, do kterých však byly dodatečně vkresleny nebo vepsány údaje, jež mají zůstat utajeny.

5.1.2. PŘÍPRAVA MAP PŘED LETEM

Jakmile dostaneme navigační úkol, přistupujeme k přípravě map pro mimoletištní let nebo přelet.

Poznámka: Mimoletištním letem se rozumí let mimo okrsek letiště, končící přistáním na letišti startu. Přelet je let, končící přistáním na jiném letišti.

Výchozí bod plánované trati (VBT) spojíme obyčejnou černou měkkou tužkou s otočnými body nebo s koncovým bodem trati (KBT) podle povahy navigačního úkolu. Při sportovních letech z civilních letišť zpravidla bývá výchozím bodem trati (VBT) letiště startu a koncovým bodem trati (KBT) letiště přistání. Při letech z vojenských letišť, při letech vojenských letadel a u sportov-

ních letadel z cvičných důvodů bývá snaha utajit letiště startu a přistání. Proto v navigačním záznamu trať začíná nikoli letištěm startu, nýbrž výchozím bodem trati VBT, který je od letiště startu vzdálen až 50 km. Trať letiště startu – VBT se letí z paměti nebo podle srovnávací orientace nebo na radiomaják, umístěný na VBT, avšak bez jakýchkoli písemných záznamů. Záznamy pak končí nikoli přiletem letadla nad vlastní cílové letiště, nýbrž přiletem nad konečný bod trati KBT, od něž se letí na letiště přistání opět bez záznamů.

Po prostudování nadmořských výšek terénu, a to nejen přímo na trati, nýbrž i bokem do vzdálenosti dvaceti až padesáti kilometrů, stanovíme ve shodě s předpisy a podle povahy úkolu minimální bezpečnou výšku letu a podle ní nejnížší možnou letovou hladinu.

Zejména u plachtařů je studium výškového rozvrstvení terénu na plánované trati a bokem od ní velmi důležité, a to z hlediska možného přistávání do terénu. Výškové rozvrstvení terénu proto někdy studujeme na základě výškového průřezu terénem (profilu plánované trati). Pro přelet oblastí s konfigurací terénu, nevhodnou pro nouzové přistání věttroně, je nutno stanovit minimální bezpečnou výšku přeletu, jež zaručí v případě zániku stoupavých proudů dolet do oblasti s vhodnými plochami pro nouzové přistání.

V druhé fázi činnosti změříme co nejpřesněji vzdálenosti a traťové úhly (na mapách se sbíhajícími se poledníky vždy na poledníku, procházejícím přibližně středem plánované trati). Naměřené hodnoty dosadíme do navigačního plánu na formuláři „Navigační záznam pilota“. Podle předpokládané výšky letu a teploty vzduchu ve výšce vypočítáme pravou vzdušnou rychlost a doby letu pro jednotlivé plánované trati a pro celý let. Zásoba benzínu v nádržích letadla musí vydržet nejméně o hodinu déle, než činí vypočítaná doba letu. Nestačí-li nádrže letadla pojmout tak velké množství benzínu včetně „navigační zásoby“, je nutno let rozdělit na dva úseky s mezipřistáním pro doplnění pohonných hmot. Ve vypočítaných časech ovšem budou určité difference, poněvadž ještě neznáme směr a sílu větru.

Na začátek každé plánované trati si na volném místě vpravo od trati (ve směru letu) vepíšeme formou zlomku délku trati v kilometrech (do čitatele zlomku) a dobu letu v minutách (do jmenovatele). Ke zlomku přepíšeme traťový úhel magnetický $T\dot{U}m$ (traťový úhel zeměpisný opravený o průměrnou magnetickou deklinaci).

Pomocí navigačního počítadla si vypočítáme, kolik kilometrů uletíme při pravé vzdušné rychlosti, dané typem našeho letadla,

výškou letu a teplotou vzduchu, za dobu pěti minut (někdy se počítá s dobou deseti minut). Na základě měřítka mapy vypočítáme, jak je tento úsek dlouhý na mapě, a pak plánované tratě rozdělíme ve směru letu na časové úseky po pěti (deseti) minutách. Tratě rozdělíme na úseky krátkými příčnými úsečkami, kolmými na plánovanou trať a ke každé z nich přepíšeme tužkou čas, za který k ní přiletíme.

Někdy, zejména dokud nenabudeme větších zkušeností a praxe, zakresluje se na mapu takzvané „pětistupňové čáry“. Jsou to přímky, rozbíhající se paprskovitě z výchozího bodu tratě VBT, mezi nimiž jsou úhly po 5° . Za letu pomocí srovnávací orientace zjistíme, jsme-li na plánované trati nebo bokem od ní a pětistupňové čáry nám řeknou, kolik stupňů činí naše úhlová odchylka. Opravíme-li pak kurs směrem k trati o dvojnásobek úhlové odchylky, octneme se na plánovanou trať za čas, který je stejný jako čas, po který jsme se od tratě odchylovali. Jakmile se opět octneme na plánovanou trať, nasadíme nový kurs, který je aritmetickým průměrem mezi původním a opraveným kursem.

Do přípravy map před letem také patří odstranění nepotřebných čar a zápisů z map, pocházejících z minulých letů, jež by nás mohly zmýlit. Tak například na generálkách, přes které by vedly v malých vzdálenostech a pod podobnými úhly přímky, představující různé plánované tratě z předcházejících letů, mohlo by se stát, že bychom při přechodu z mapy na mapu „přesedli“ na jinou, nesprávnou přímku. V nejlepším případě, kdybychom tím neztratili orientaci (což je v oblasti, chudé na orientační body, velmi pravděpodobné), bychom se vzdálili od správné plánované tratě. V krajním případě bychom to poznali až po přechodu na poslední generálku s konečným bodem tratě. Proto se doporučuje nebo i nařizuje, aby z map byly před letem vymazány alespoň ty staré plánované tratě, které novou plánovanou trať kříží nebo s ní svírají úhel menší než 20° nebo jsou k ní blíže než 4 cm. V blízkosti nové plánované tratě také nesmějí být čísla, vyjadřující staré traťové úhly, vzdálenosti a časy.

Aby staré nepotřebné čáry a zápisy šly z mapy snadno vymazat, aniž by se spolu s nimi vymazala natištěná topografická situace a topografická plocha, což by značně narušovalo srovnávací orientaci, je třeba všechny zákresy a zápisy do map, jež nejsou trvalého charakteru, zaznamenávat měkkou obyčejnou tužkou. Zákresy a zápisy, vyryté do zapůjčených map inkoustovou tužkou nebo pastelkami jsou projevem bezohlednosti svátečních pilotů. Křiklavým způsobem zakreslená plánovaná trať nejenže neusnadní navigaci, ale naopak ji ztíží, poněvadž vedle takové čáry zanikají podrobnosti, důležité pro srovnávací orientaci.

5.2. STUDIUM MAP PŘED LETEM

Po předletové navigační přípravě map přistupujeme k jejich studiu. Při studiu map se zajímáme

a) o vzdálenosti plánovaných tratí od pohraničního pásma, zakázaných prostorů a letišť. Kdyby přímá spojnice VBT a KBT „řezala“ státní hranice (například při letu Brno-Bratislava) nebo zakázaný prostor, museli bychom ji lomit přes vhodný otočný bod (Trstín) a rozdělit ji na dva samostatné úseky. Rovněž letiště na trati musíme oblétnout, a to ve vzdálenosti, dané Předpisem o létání, zejména letiště vojenská a dopravní;

b) o polohu letišť poblíž trati, jež by nám mohla posloužit při zhoršení počasí nebo při nepravidelném chodu motoru apod. jako diverzní (záložní, pomocná) letiště. Pokud je nemáme zakreslená na mapě a pokud neznáme jejich přesnou polohu z paměti, zakreslíme si je;

c) o výškové rozčlenění terénu. Pokud jsou kóty na mapě tištěny nevýrazným způsobem (týká se generálek), zvýrazníme nejdůležitější kóty na trati a poblíž ní, ale tak, abychom tím podstatně nenarušili čtení sousední topografické situace. Při snížení oblačnosti během letu vyhledáme, pokud je to možné, trasu, vedoucí nejnižšími místy v terénu, jež by v rámci Předpisu o létání umožnila splnění úkolu. (Například při přeletu Bratislava-Poprad je to trasa Bratislava-Prievidza-Martin, po Váhu na Ružomberok a dále již přímočaře na východ do Popradu. O této trase bude ještě zmínka);

d) o různé alternativy plánované tratě v závislosti na počasí. Například pro přelet Českomoravské vysočiny bývá někdy vhodnější její jižní polovina, než severní. Máme-li letět například z Hranic na Moravě do Prahy, doporučuje se připravit si navigačně dvě alternativy, a to jednu přímou, druhou lomenou třeba přes Brno a Havlíčkův Brod. Při povolování přeletu leteckým dispečerem se s ním dohodneme pro tu alternativu, která je vzhledem k počasí výhodnější a bezpečnější. Kdybychom se předem na obě alternativy nepřipravili, museli bychom přelet odřeknout, kdyby nám letecký dispečer doporučil nebo nařídil letět přes Českomoravskou vysočinu jihem, poněvadž bychom na tuto odchylku od plánované tratě nebyli předem navigačně připraveni. Je ovšem samozřejmé, že každá odchylka od plánované tratě musí být předem povolena;

e) o snadnost provádění srovnávací orientace. Tato část předletového studia map je pro začátečníky bez praktických

zkušeností nejobtížnější, poněvadž si ještě nedovedou učinit obraz o snadnosti či nesnadnosti srovnávací orientace na různých místech ČSR.

V předletovém studiu map musí být pevný systém, v žádném případě se toto studium nesmí stát bezcílným nahlížením do mapy. Při studiu vyjdeme od *VBT* ve směru letu a postupně v mapě vyhledáváme všechny objekty na trati a vlevo a vpravo od ní (v dosahu předpokládané viditelnosti), o kterých se domníváme, že jsou pro srovnávací orientaci význačné. Pokud máme k dispozici generálky bez barevných úprav, upravíme si je barevně alespoň podle tratě podle návodu v předcházející kapitole. Pak postupně vyhledáme na trati a bokem od ní všechna větší sídliště, všimneme si, leží-li na řece, železnici či hlavní silnici a pokusíme si zapamatovat alespoň přibližně jejich vzájemné polohy a vzdálenosti. Rovněž si všimneme, jsou-li v jejich blízkosti jiné význačné objekty, jako rybníky, lesy, kopce apod. Pak přeneseme pozornost na hlavní silnice a železnice. Všimneme si, vedou-li přibližně rovnoběžně s plánovanou tratí, jsou-li v tomto případě vlevo nebo vpravo od ní či protínají-li plánovanou trať a v jaké vzdálenosti od *VBT* (přibližně v jedné čtvrtině celkové vzdálenosti, ve dvou třetinách celkové vzdálenosti apod.). Pokud jsou na těchto komunikacích větší sídliště, jichž jsme si zatím nevšimli, poněvadž jsou příliš vzdálena bokem od tratě, prostudujeme je dodatečně. U železnic si kromě toho všimneme, jsou-li přerušeny tunely či nikoliv. Hlavní silnice a železnice pak ohodnotíme z hlediska předpokládané viditelnosti. Tak např. dvoukolejná železnice na rovině bude mnohem markantnější než jednokolejná železnice v lesnatém a kopcovitém terénu.

Vede-li poblíž plánované tratě řeka, věnujeme jí též náležitou pozornost. Zapamatujeme si, je-li vlevo či vpravo od tratě, kterým směrem teče, jaká jsou na ní význačná sídliště, ohodnotíme její předpokládanou viditelnost apod.

Výškové poměry přelétávaného terénu jsme již studovali z hlediska bezpečnosti a z hlediska trasy plánované tratě při nízké oblačnosti. Nyní prostudujeme, jaký je jejich přínos pro srovnávací orientaci. Ojedinelé kopce na rovině a vůbec všechny nejvyšší body v terénu budou tím význačnější, čím více se na ně budeme dívat z boku, tj. čím níž poletíme. Čím větší převýšení budeme mít, tím méně budou výrazné. Z velké výšky již vlastně nebude vidět kopce, nýbrž jejich lesnatý porost, pokud jej mají. Je-li naše mapa dosti podrobná, všimneme si, nejsou-li na temeni hor hrady či jiné stavby (Hostýn, Melechov apod.).

Velkou pozornost musíme při studiu věnovat půdorysnému

tvaru lesů. Ideální jsou velké komplexy lesů bez velkého množství nepravidelných mýtin, s výraznými okraji. Bude-li na nás při studiu některá oblast působit z hlediska půdorysných obrysů lesů chaotickým, roztržitým dojmem, pokusíme se v této oblasti vystihnout několik charakteristických lesních komplexů odmyšlením podružných lesíků. Náš dojem zpravidla bývá „roztržitý“ jen zpočátku. Až příslušnou oblast poznáme, uvědomíme si, že lesy se v půdorysu již nejeví jako chaotická změť, která se nedá zapamatovat, nýbrž že již v jejich půdorysném tvaru vidíme něco charakteristického a že si jej již pamatujeme.

I když v tomto návodu mluvíme o jednotlivých druzích objektů odděleně, při jejich studiu v mapě si jich musíme všimnout ve vzájemné souvislosti. Měst si musíme všimnout v souvislosti s půdorysnými tvary okolních lesů, rybníků v souvislosti s jejich polohou vůči komplexům lesů, hlavních silnic, řek a železnic v souvislosti s táhlými údolími a půdorysnými tvary pohoří apod.

Nakonec při studiu map zbývají ještě dva úkoly, a to:

A. Stanovit náhradní trasu mezi *VBT* a *KBT* z hlediska nejlehčí srovnávací orientace a

B. stanovit způsob obnovy srovnávací orientace při případné ztrátě orientace, a to zvláště pro každý větší úsek plánované tratě.

ad A. Někdy se za letu sníží dohlednost, aniž by to bylo nebezpečné z jiného hlediska než pro možnou ztrátu orientace. Nemusí to být jen při prolétávání deštěm anebo při letu za podzimního mlhavého počasí. Stačí letět při mírném kouřmu proti slunci. Obloha je téměř modrá, nikde ani mráček. Let je naprosto bezpečný, ale orientační body vidíme jen do vzdálenosti asi pěti kilometrů a často ani to ne. Pro takový případ, vede-li plánovaná trať oblastí s nevýraznými a navzájem velmi vzdálenými orientačními body, kde bychom se mohli snadno „ztratit“, zvolíme si předem náhradní trať se snadnější orientací. Nejčastěji vede taková náhradní trať podle železnice, hlavní silnice, řeky apod. Je pravda, že by bylo ostudné, kdybychom se soustavně vyhýbali přímočarému, nejkratšímu létání po plánovaných tratích a létali zásadně oklikami po železnicích, hlavních silnicích či řekách. Je však lepší letět mírnou oklikou a doletět bezpečně do cíle, než ztratit za ztížených podmínek orientaci a nakonec přistát v terénu. Let podle delší, ale snadnější tratě je omluvitelný u nezkušeného pilota, který si za dané situace není jistý, že by doletěl do cíle, kdyby letěl přímočaře přes rozsáhlé území s nevýraznými orientačními body a k tomu při snížené dohlednosti. Jeho snahou ovšem musí být, zvýšit si natolik leteckou kvalifikaci, aby byl schopen bezpečně plnit navigační úkoly i bez takového „ulehčování“. Odchylka od plánované tratě

ovšem nesmí v žádném případě překračovat normu, danou předpisy.

ad B. Zejména zpočátku se může méně zkušeným pilotům občas stát, že při letu za snížené dohlednosti nad nevýrazným terénem ztratí orientaci. Pro obnovení orientace zpravidla stačí dodržovat nadále správný kurs a rychlost, přičemž bývá jen otázkou času, kdy se pilot opět „najde“. Pro případ opravdu beznadějně ztráty orientace si však při studiu map před letem uděláme několik plánek pro obnovení orientace na různých úsecích plánované trati. V každém případě musíme při ztrátě orientace nejdříve nasadit kurs do vnitrozemí, jsme-li blízko státních hranic. Nehrozí-li riziko porušení státních hranic nebo zakázaného prostoru a máme-li ve směru letu před sebou napříč význačnou orientační čáru, neměníme ani kurs, ani rychlost a vyčkáváme, až k orientační čáře (řece, význačné silnici, železnici, rozměrnému lesnímu komplexu s charakteristickými půdorysnými tvary) přiletíme. Při dodržení správného kursu a rychlosti se skutečný čas přiletu k této orientační čáře musí přibližně shodovat s předem vypočítaným časem. Jestliže se „nenajdeme“ ani při přiletu nad orientační čáru, změníme nad ní kurs směrem do vnitrozemí a letíme podle ní tak dlouho, dokud nepřiletíme k charakteristickému orientačnímu bodu. Let podle orientační čáry v naprosté většině případů v krátké době umožní úplné obnovení srovnávací orientace.

Pro případ, že naši plánovanou trať neprotíná žádná význačná orientační čára, musíme si již předem při studiu mapy vyhlédnout vhodnou čáru poblíž trati. Některé z nich vedou přibližně souběžně s plánovanou tratí v jisté vzdálenosti od ní. Volba orientační čáry pro obnovení orientace musí zajišťovat, abychom ji při odbočení z kursu po ztrátě orientace neminuli, abychom nad ní dříve či později opravdu přiletěli. Po přiletu nad charakteristickou orientační čáru neobnovíme-li orientaci ihned při přiletu k ní, letíme chvíli podle ní a snažíme se o identifikaci v terénu viditelných charakteristických orientačních bodů. Obnovení srovnávací orientace nalétnutím orientační čáry je velmi spolehlivé.

Příklady: Při letu Jihlava—Praha si při studiu mapy před letem vyhlédneme jako orientační čáru pro obnovení orientace řeku Sázavu, vpravo od plánované trati. Při letu Lučenec—Bratislava za kouřma proti slunci je pro nás orientační čarou pro obnovení orientace Váh. I při mírné odchylce od plánované trati a rychlosti v důsledku změny směru a síly větru přiletíme nad Váh přibližně v plánovaném čase. Kdyby časová nepřesnost přiletu nad řeku byla větší, nebyla by řeka pod námi Váh, nýbrž Nitra nebo dokonce Hron, což bychom v každém případě poznali po nasazení kursu směrem proti proudu řeky. Při letu proti proudu Váhu přiletíme nejdříve nad Sered, charakteristický v této době širokými pilíři rozestavěného mostu v blízkém sousedství starého mostu. Nepoznáme-li Sered, přiletíme za krátkou chvíli nad Hlohovec (na východním

břehu) a Leopoldov se starou pevností (na západním břehu). „Nenajdeme-li“ se ani tu, přiletíme nad Piešťany s letištěm, případně po přeletu Nového Mesta nad Trenčín s letištěm. Prostě, let podle orientační čáry musí dříve nebo později vést k obnovení orientace. Nikdy se nesmíme nechat svést k bezhlavému létání „cikcak“, pomocí kterého neobnovíme orientaci ani tehdy, uvidíme-li charakteristický orientační bod v terénu, poněvadž zpravidla jsme neustálým měněním kursů tak spleteni, že nemáme správnou představu o tom, na které části mapy máme tento charakteristický orientační bod hledat.

O činnosti při případné ztrátě orientace bude ještě zmínka. Zatím jde jen o to, abychom se i na tuto možnost při předletovém studiu map připravili.

Po ukončení studia map musíme mít správnou představu v paměti o traťovém úhlu, vzdálenostech, časech a vzájemných polohách orientačních bodů na trati a poblíž ní. Musíme mít stoprocentní jistotu, že jsme schopni daný navigační úkol bezpečně splnit. Znalost trati a orientačních bodů nám před letem i za letu dodává sebejistotu a klid. Doba studia závisí na délce trati, obtížnosti terénu z hlediska srovnávací orientace a na zkušenostech a praxi pilota.

Předpisy nařizují náčelníkům krajských aeroklubů, leteckých stanic a letišť a řídicím létání, aby přezkušovali osádky nejen vlastních, ale i cizích letadel z navigační přípravy a znalosti plánované trati. Pilot letadla zpravidla znalost plánované trati dokazuje kreslením jejího náčrtku se všemi orientačními body zpaměti. Náčrtek musí být kreslen pod dozorem přezkušujícího, jinak se zvrhává v obkreslování trati podle mapy nebo v předkládání starých náčrtků z předcházejících letů jiných pilotů, takže přestává být dokumentem skutečných znalostí pilota.

5.3. OHODNOCENÍ ORIENTAČNÍCH BODŮ V TERÉNU Z HLEDISKA SROVNÁVACÍ ORIENTACE

Viditelnost objektů v terénu závisí na těchto okolnostech:

- a) na velikosti objektů
- b) na průhlednosti atmosféry
- c) na směru osvětlení vzhledem k směru letu (při letech proti slunci za kouřma se dohlednost snižuje na minimum)
- d) na výšce letu
- e) na roční době
- f) na celkové tvárnosti terénu (na otevřené rovině jsou objekty viditelnější než v zalesněném kopcovitém terénu).

Kombinací uvedených možností je nekonečně mnoho.

5.3.1. OHODNOCENÍ LESŮ

Lesy jsou v ČSR z hlediska srovnávací orientace snad nejdůležitější. Plošná rozloha i menších lesních komplexů je větší než plošná rozloha i středně velkých měst, což je důležité z hlediska jejich viditelnosti. Zatím co větší sídliště, vhodná pro srovnávací orientaci, mají mezi sebou poměrně značné vzdálenosti, zejména v některých oblastech, lesy jsou téměř všude. Na rovině jsou i malé lesy velmi markantní, na vysočinách pak často nemáme kromě lesů žádné jiné objekty na srovnávání. Lesy v terénu se porovnávají s mapou tím snadněji, čím jsou jejich půdorysné tvary jednodušší.

Ideální jsou velké komplexy s malým počtem velkých mýtin a s markantními okraji. Nejhorší se srovnávají rozlehlé komplexy lesů, roztržité velké počtem navzájem pospojovaných mýtin na velký počet malých lesíků s nezřetelnými okraji. Letecké navigační mapy o měřítku 1 : 500 000 pochopitelně nemohou zobrazovat každý lesík a každou mýtinu, takže půdorysný obraz lesů na mapě je oproti skutečnosti „zjednodušený“. Některé zalesněné plochy v terénu jsou na mapě zakresleny jako nezalesněné a obráceně, a to nejen z důvodů zjednodušení mapy, ale i proto, že od vydání map uplynula určitá doba, během níž se situace v terénu změnila. To vše značně ztěžuje plynulost a snadnost čtení mapy. Proto je srovnávací orientace hlavně podle půdorysných tvarů malých „roztrhaných“ lesů značně neoblíbená.

Můžeme-li, přelétáváme takové oblasti přesně podle kursu a správnou rychlostí, aniž bychom prováděli podrobnou srovnávací orientaci. To je však možné jen v případě, kdy letíme do oblasti s terénem, vhodnějším pro srovnávací orientaci, anebo máme-li na cestě alespoň nějakou markantní orientační čáru, pomocí níž můžeme obnovit orientaci. Je-li však náš cíl přímo uprostřed oblasti s tak nevýraznými orientačními body, nedá se nic dělat, musíme se snažit poctivě srovnávat i malé lesy v mapě s lesy ve skutečnosti. Kdybychom za takových okolností letěli na cíl jen podle kompasu, rychlosti a času, mohli bychom jej snadno minout třeba jen v nepatrné vzdálenosti, anebo bychom nad ním létali a nemohli bychom jej poznat. Mnohé sportovní letiště se totiž dá minout ve vzdálenosti dvou kilometrů, aniž by upozornilo na svou existenci. Ostatně, kurýrní pilot má ovládat detailní srovnávací orientaci i podle nevýrazných orientačních bodů, civilní i vojenská služba to mnohdy vyžaduje. (Leteckochemické a leteckogeologické práce, letecký průzkum, shazování zpráv, parašutistů a zásob na domluvená místa v terénu apod.).

Při určitém osvětlení se někdy stíny oblaků v dálce jeví jako obrysy lesů.

Půdorysný tvar lesů bývá většinou dobře znatelný i v zimě, zejména uplynula-li již delší doba od posledního padání sněhu.

5.3.2. OHODNOCENÍ SÍDLIŠŤ

V praxi se většinou srovnáváme podle středních a velkých sídlišť. Ani při velmi špatné dohlednosti nejsme nuceni srovnávat se podle vesnic, které ostatně ani na mezinárodních leteckých navigačních mapách nejsou zakresleny. Nikomu ovšem neuškodí, naučí-li se v detailní srovnávací orientaci i srovnávání podle vesnic, při plnění zvláštních leteckých úkolů se to někdy potřebuje.

V naprosté většině případů létáme po plánovaných tratích přesně podle vypočítaných kursů, rychlostí a časů, a oblasti s vesnicemi přelétáváme bez srovnávání. Tehdy míváme větší sídliště a města ve vzdálenostech 15—30 km, v některých oblastech ČSR i ve větších vzdálenostech. Již z toho je vidět, že zejména při snížené dohlednosti by větší sídliště sama o sobě k spolehlivému provádění srovnávací orientace nepostačovala. Málokdy se stává, že máme sídliště přímo na plánované trati. Většinou bývají bokem, takže při snížené dohlednosti je ani nevidíme. Proto srovnávací orientaci nesmíme zakládat jen na srovnávání sídlišť, nýbrž musíme ji mezi většími sídlišti doplňovat srovnáváním podle jiných význačných objektů, zejména lesů, řek, komunikací, horstev a rybníků.

Při ověřování totožnosti sídlišť vycházíme opět z jejich půdorysného tvaru a ze směrů hlavních silnic, železnic a řek, pokud na nich sídliště leží. Důležité jsou tvary lesů v okolí. Mnohá města a městečka jsou charakteristická svými rybníky nebo rybníčky, jež mohou být buď přímo ve městě nebo v okolí. Pomocí této charakteristiky si je velmi snadno zapamatujeme zpaměti. Namátkou můžeme jmenovat Telč, Tábor, Jedovnici, Chrást u Chrudimě (rybníček s ostrůvkem), Plumlov, Konici. Jiná města jsou charakteristická význačnými stavbami, a to opět buď ve městě anebo v okolí. Nemusí přitom jít snad jen o hrady a zámky, jež mají ostatně poměrně malou plošnou rozlohu, takže bývají viditelné jen z menších výšek. Významnější jsou celé komplexy budov. Například Havlíčkův Brod poznáme podle komplexu nemocničních budov s červenými střechami na severozápadním okraji města, Svitavy podle několikakilometrového výběžku obce k jihu, Dvůr Králové podle elipsovitého Josefova jihovýchodně od města, Prievidzu podle no-

vých bloků obytných domů na jihovýchodě, Zruč nad Sázavou podle typických továrních budov apod.

Nad městy s těžkým a hutním průmyslem bývá velmi často husté kouřmo, jež podstatně snižuje jejich viditelnost (Ostrava, Most apod.). V některých případech však kouř prozrazuje polohu města již na velkou vzdálenost. Například kouř z komínů elektrárny v Hodoníně je někdy vidět na vzdálenost větší než 50 km, podobně se kouřem prozrazují Nováky, Handlová aj.

Při ověřování totožnosti sídliště si musíme uvědomit, že mnohá z nich dnes mají na mapě docela jiné tvary než ve skutečnosti v důsledku intenzivní průmyslové a bytové výstavby.

5.3.3. OHODNOCENÍ VODSTEV

Velmi významné jsou z hlediska srovnávací orientace řeky a říčky, jež nám dokonce umožňují obnovit ztracenou orientaci. O potoky se zajímáme jen velmi ojedinele, například při ověřování totožnosti některého sídliště. Rybníky a rybníčky dodávají sídlištím charakteristickou půdorysnou podobu. Přehrady a osamělé rybníky v terénu jsou též významnými orientačními body. Při letu proti slunci za kouřma význam vodstev pro srovnávací orientaci vzrůstá, poněvadž trpyt vod je vidět na velkou vzdálenost. V zimě, jsou-li zamrzlé a pokryté čerstvě napadaným sněhem, se hlavně při kouřmu těžko identifikují. Rybníky se za takových podmínek liší od okolního terénu nápadně rovnou plochou a kromě toho jsou vidět jejich břehy. Zamrzlé řeky, pokryté čerstvě napadaným sněhem, poznávají se podle svých koryt a údolí. V krajině přeplněné rybníky se snižuje význam rybníků z hlediska srovnávací orientace. Někdy se stává, že na předpokládaném místě v terénu nevidíme přehradu nebo rybník a jsme tím překvapeni tak, že začínáme pochybovat o správnosti orientace. Stačí si však pozorněji prohlédnout terén, načež zpravidla zjistíme, že voda je z rybníku či přehrady právě vypuštěna. Musíme přitom ovšem opravdu dno přehrady nebo rybníka vidět, jinak skutečně jde o ztrátu orientace. Některé rybníky, zakreslené na mapě, jsou ve skutečnosti již zrušeny, ale jejich bývalé obrysy jsou v terénu vždy patrné. Rostlinstvo na dnech bývalých rybníků se liší barvou od sousedního rostlinstva. Naproti tomu bývají v terénu rybníky, které na mapě nejsou zakresleny.

5.3.4. OHODNOCENÍ SILNIC

Ve většině případů nás zajímají jen hlavní silnice s betonovým nebo asfaltovým povrchem. Zejména po dešti při letu proti slunci se jejich povrch leskne již z velké dálky. V zimě po napadnutí čerstvého sněhu ztrácejí na výraznosti, jejich zřetelnost se obnovuje rozježděním sněhové pokrývky. Některé silnice, znázorněné na mapě jako hlavní, mají při pohledu ze vzduchu charakter podružných silnic a nejsou vhodné pro srovnávání (jsou úzké, s nevýrazným povrchem, klikaté). Jiné, při pohledu ze vzduchu velmi markantní přímočaré silnice s betonovým nebo asfaltovým povrchem jsou na mapě znázorněny jako obyčejné silnice nebo nejsou znázorněny vůbec. To se týká hlavně nových silnic. Chceme-li po ztrátě orientace obnovit orientaci nalétnutím hlavní silnice jako orientační čáry, musíme bedlivě dávat pozor, abychom ji nepřehlédli, zejména neznáme-li její vzhled. Někdy ji spatříme až v poslední chvíli. Kdybychom při hledání silnice nerozdělovali správně pozornost a dívali se příliš často a dlouho do mapy a na přístroje, velmi snadno bychom ji přelétli, aniž bychom o tom věděli. V lese je silnice viditelná jen tehdy, letíme-li rovnoběžně s ní a téměř nad ní v přiměřené výšce. Totožnost hlavních silnic, které jsme nalétli jako orientační čáry po ztrátě orientace, ověřujeme čas od času porovnáváním jejich směru na mapě s kursem palubního kompasu.

5.3.5. OHODNOCENÍ ŽELEZNIC

Viditelnost železničních tratí závisí opět na okolnostech, o kterých již bylo hovořeno a kromě toho na tom, jde-li o jednokolejné nebo dvoukolejné či vícekolejné železnice a jsou-li na otevřené rovině nebo v zalesněném kopcovitém terénu. Na dálku se železniční trať často projevuje charakteristickými kouři lokomotiv. Letíme-li podle železnice jako podle orientační čáry za špatného počasí, musíme vědět, že není přerušována tunely a musíme znát výškový profil okolního terénu. V zimě se trasy železnic většinou markantně liší od terénu.

5.3.6. OHODNOCENÍ HORSTEV A KOPCŮ

Mají pro srovnávací orientaci velký význam, hlavně však v menších výškách, kdy se na ně díváme z letadla šikmo dolů a především, když je vidíme panoramaticky před sebou anebo když dokonce letíme pod úrovní jejich vrcholů. Na značné části Slovenska se podle pohoří orientujeme velmi snadno, ba dokonce snadněji, než například podle lesů. Naproti tomu na Českomoravské vysočině má znalost výšek v terénu význam jen pro bezpečnost letu, pro srovnávací orientaci pak jen při letech v přízemní výšce. Výškové zvrstvení terénu přestáváme vnímat, máme-li nad ním převýšení, úměrné relativním převýšením terénu.

Pro bezpečnost letu, orientaci a pravděpodobnost splnění letového úkolu je velmi důležité znát průběh hlavních údolí pohoří. Umožňuje to bezpečné splnění úkolu a let podle předpisů i při nižší oblačnosti, ležící na hřebenech hor anebo i níž. Poněvadž bezoblačná obloha je jen jistý počet dní v roce a poněvadž základny mraků jsou v naprosté většině případů níž než hřebeny hor, (týká se převážně Slovenska), dají se některé tratě v horách létat za podmínek viditelnosti země jen na základě stoprocentních znalostí údolí. Prolétávání údolí musí předcházet dokonalé předletové studium map. Než do některého údolí vlétneme, musíme o něm se vši určitostí vědět, že není slepé a že je dostatečně široké, abychom se v něm mohli zatočit zpět. Tak například přes Malou Fatru od Žiliny po Vrútky nebo přes Velkou Fatru od Martina po Ružomberok se snadno dostaneme, jsou-li nejvyšší body pohoří v základně mraků, údolím Váhu. Musí však být splněny všechny podmínky bezpečnosti, dané předpisy, to je dohlednost, výška letu nad terénem a výška letu vzhledem k základnám mraků.

Příkladem snadné orientace podle hor je let údolím Váhu od Piešťan po Žilinu, let od Ružomberku po Spišskou Novou Ves, od Topolčian po Martin apod.

5.3.7. OHODNOCENÍ HRADŮ, ZÁMKŮ A KOSTELŮ

Tyto objekty mají pro srovnávací orientaci většinou jen místní význam, to je význam jen pro toho, kdo je dobře zná. Například za letu podle generálek ztratíme orientaci, pokračujeme však v letu podle kursu a najednou uvidíme hrad Bouzov. Poznáme jej bezpečně, poněvadž jsme na něm byli, neznáme však jeho přesnou zeměpisnou polohu. Bude nám proto jistě, trvat značnou chvíli,

než jej najdeme na mapě. Letíme-li podle kursu přibližně k západu, budeme dávno předtím, než jej na mapě najdeme, nad prostorem, zobrazeným na sousední generálce, takže pro obnovení podrobné srovnávací orientace nebude příliš platný. Na mezinárodních leteckých navigačních mapách pak nejsou hrady, zámky a kostely znázorněny vůbec.

Jiný příklad: Dvouvěžový kostel na Svatém Kopečku u Olomouce a dvouvěžový kostel v Dubu na Moravě jsou za jistých okolností vidět ze značné vzdálenosti (až z padesáti kilometrů). Bývá to tehdy, když se zapadající slunce opírá o jejich světlá průčelí, takže se jeví v dálce jako zářící body. Kdo zná jejich totožnost, může od okamžiku, kdy je spatří, přerušit srovnávací orientaci a doletět přesně do Olomouce. Kdo jejich totožnost nezná, tomu jejich viditelnost nic nepomůže, dokud je vidí jen z dálky, poněvadž je nenajde na mapě, i když jsou na ní zakreslené. Nezná-li svou zeměpisnou polohu, nenajde tyto orientační body v mapě, ani když už je nad nimi. Ví-li, kde je, znamená to, že se srovnával podle jiných objektů, takže mu kostely (hrady, zámky) stejně v ničem nepomohly.

Tyto objekty ovšem dodávají charakteristickou podobu sídlištím, kterou si můžeme snadno zapamatovat. Příkladem jsou Račice u Vyškova, Křtiny u Brna, Český Šternberk apod.

54. TECHNIKA SROVNÁVACÍ ORIENTACE

Srovnávací orientaci provádíme za letu tím způsobem, že nejříve na mapě a pak v terénu (někdy též obráceně) vyhledáváme orientační body a ověřujeme jejich totožnost. Touto činností vzniká za letu celý řetěz identifikovaných (ověřených) orientačních bodů.

Vzdálenosti mezi ověřenými orientačními body tohoto řetězu se v praxi pohybují přibližně od jednoho do padesáti kilometrů. Závisí na:

a) viditelnosti orientačních bodů, jež je dána: výškou letu, průhledností atmosféry, velikostí orientačních objektů, směrem osvětlení, roční dobou a celkovou tvářností terénu

b) rychlostí letu. Čím je let (letadlo) pomalejší, tím mohou být vzdálenosti mezi ověřovanými orientačními body menší

c) rozhodnutí, budeme-li provádět podrobnou nebo hrubou srovnávací orientaci. Při hrubé srovnávací orientaci jsou vzdálenosti mezi ověřovanými orientačními body podstatně větší než při podrobné srovnávací orientaci

d) pohotovosti pilota. Dovede-li pilot ověřovat totožnost

orientačních bodů velmi rychle, mohou být vzdálenosti mezi nimi při zachování ostatních podmínek podstatně menší než u pilota, který nemá dostatek praxe a nadání.

5.4.1. PODROBNÁ SROVNÁVACÍ ORIENTACE

O podrobné srovnávací orientaci mluvíme tehdy, máme-li ve výhledu z letadla v každém okamžiku letu nejméně jeden orientační bod v terénu, jehož totožnost jsme si ověřili.

Při podrobné srovnávací orientaci můžeme za letu kdykoli zcela přesně určit svou polohu jak v terénu, tak na mapě vzhledem k ověřenému orientačnímu bodu, který vidíme.

Podrobnou srovnávací orientaci za letu provádíme

- a) abychom si ji nacvičili
- b) při špatné dohlednosti
- c) při letu nad terénem bez význačných orientačních bodů a čar
- d) je-li to nutné ke splnění letového úkolu (vyhledávání malých a nevýrazných objektů v terénu). V tomto případě zpravidla provádíme podrobnou srovnávací orientaci jen po tu část letu, kdy je nutná ke splnění letového úkolu. Příklady takových „zvláštních letových úkolů“ jsou uvedeny na str. 65.

Při podrobné srovnávací orientaci postupujeme na mapě od právě ověřeného orientačního bodu k druhému ve směru letu nejlépe podle silnic, železnic, řek, okrajů lesů apod., jež usnadní vyhledání téhož orientačního bodu v terénu. Není-li možný tento postup, určíme polohu následujícího orientačního bodu v mapě vzhledem k předcházejícímu a pak se jej pod příslušným úhlem v příslušné vzdálenosti snažíme najít v terénu. Přitom musíme brát zřetel na zkreslení úhlů v terénu následkem šikmého pohledu z letadla. Vzdálenost mezi orientačními body musí být vždy menší, než je maximální dohlednost za daných podmínek. To znamená, že ve výhledu z letadla musíme mít vždy oba orientační body, a to jak ten, jehož totožnost jsme právě ověřili, tak ten, jehož totožnost teprve ověřujeme. To proto, že se nám někdy nedaří ověřit totožnost nově vyhledaného orientačního bodu dostatečně rychle a spolehlivě. V tom případě musíme mít možnost vrátit se zrakem nejen na mapě, ale i v terénu k předcházejícímu orientačnímu bodu a přesvědčit se, že směr a vzdálenost nového bodu od ověřeného v terénu odpovídá mapě. Nově vyhledaný orientační bod musíme mít ověřený se stoprocentní jistotou mnohem dřív, než zmizí

z výhledu letadla. Ještě dříve, než zmizí z výhledu, musíme mít vyhledaný a ověřený opět další orientační bod.

Čím jsou vzdálenosti mezi orientačními body při srovnávací orientaci větší, tím více času máme na ověřování jejich totožnosti. Doba, kterou máme k dispozici na vyhledávání orientačních bodů a ověřování jejich totožnosti tedy závisí na dohlednosti, výšce a rychlosti letu. Čím menší je dohlednost a čím níž a rychleji letíme, tím méně máme času na vyhledávání a ověřování orientačních bodů.

V praxi je nutné „dostat do oka“ poměr mezi velikostmi objektů na mapě (zejména ploch lesů) a velikostmi těchže ploch ve skutečnosti, a navíc získat podvědomý cit pro rychlost pohybu letadla na mapě. Poměr mezi velikostmi ploch na mapě a ve skutečnosti závisí na výšce letu a měřítku mapy. V praxi jsme nuceni létat v různých výškách podle úkolu, rozkazu nebo podle okolností. Proto používáme alespoň při nácviku srovnávací orientace stále map o stejném měřítku. Strídavé používání map o různých měřítkách působí i zkušenějším pilotům jistě potíže. Pilot si musí na mapu jiného měřítko nejdříve zvyknout.

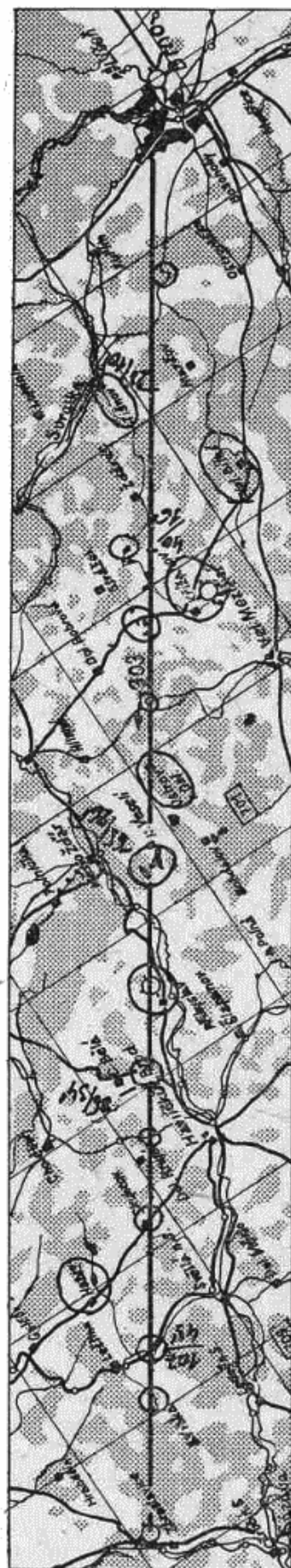
Nyní si na praktickém příkladu ukážeme, jakým způsobem provádíme za letu podrobnou srovnávací orientaci při přeletu motorovým letadlem.

Příklad: Pomocí podrobné srovnávací orientace, přístrojů pro létání za podmínek viditelnosti země a výpočtů máme přeletět na trati Medlánky u Brna – Zbraslavice. K dispozici máme mezinárodní leteckou navigační mapu v měřítku 1 : 500 000. Je léto, bezmračná obloha, následkem letu proti zapadajícímu slunci při slabém zákalu je horizontální dohlednost snížena na 12 km. To znamená, že jednotlivé orientační body budou od sebe vzdáleny v terénu asi 6–10 km, na mapě 12–20 mm.

Abychom mohli za letu snadno porovnávat mapu s terénem, máme ji vždy otočenou tak, aby směry na mapě souhlasily se směry ve skutečnosti, to je, aby směr plánované trati na mapě byl totožný se směrem podélné osy letadla. Vůbec přitom nehledíme na to, že například při letu od severu k jihu držíme mapu obráceně, jak se říká „vzhůru nohama“. Tímto způsobem je situován i náčrtek trati Medlánky–Zbraslavice na obr. 89. Co do šířky je omezen danou dohledností. Na náčrtku je mimo jiné vidět též rozdělení plánované trati na časové úseky pro průměrnou rychlost 150 km/h a číselné vyjádření velikosti traťového úhlu, vzdálenosti a doby letu. Vypočítaný kurs (traťový úhel opravený o vliv větru) nasadíme nad letištěm a do navigačního záznamu si zapíšeme příslušný čas.

Po levé straně uvidíme Kníničskou přehradu a hrad Veverčí, na soutoku Svratky s neznámou říčkou (neznámou proto, že je na mapě sice zakreslena, ale není pojmenována) neznámé městečko. Ani jeden z těchto objektů (přehrada, hrad, městečko) není na mezinárodních leteckých navigačních mapách zakreslen. To je nám hned příkladem, že je někdy bezúčelné hledat v mapě některé význačné orientační objekty, které vidíme v terénu, takže se musíme srovnávat podle jiných, méně významných objektů.

V našem příkladě můžeme spolehlivě porovnávat údolí Svratky v terénu s údolím na mapě. Prvním orientačním bodem na trati může být zákrut Svratky,



Obr. 89. Náčrtek trati Medlánský—Zbraslavice

označený na mapě jako detailní orientační bod č. 1. Při přelétávání údolí Svratky pomocí tohoto bodu snadno zjistíme, jsme-li přesně na trati nebo jsme-li poněkud odchýleni. Menší odchylku zatím neopravujeme, ale musíme si jí být hned zpočátku vědomi.

To jsme již přenesli pohled proti směru toku Svratky a našli jsme Tišnov, ležící pod úpatím kopce poněkud vpravo od naší plánované tratě. Jeho totožnost ověříme pomocí železnice, silnice, říček a kopců. Bude to druhý orientační bod.

Od Tišnova přeneseme pohled přibližně k západu ve směru údolí, kterým protéká říčka, jež se u Tišnova stéká se Svratkou. Tato říčka, pro nás opět bezejmenná, teče proti směru letu. Poletíme přímo nad ní. Její údolí je pro celé délce obklopeno úzkým dlouhým lesem, jehož skutečný půdorysný tvar snadno odsouhlasíme s mapou. Za chvíli budeme mít vlevo téměř na úrovni skoro na hranici viditelnosti Velkou Bíteš. Pokusíme se odsouhlasit lesy v okolí Velké Bíteše v terénu s mapou, při čemž dojdeme k závěru, že mapa v tomto prostoru není dostatečně věrná. Proto přeneseme pohled znovu na říčku pod námi. Proti směru jejího toku se budeme snažit v terénu vypátrat rybníček, z něhož vytéká. Než k němu doletíme, ověříme si kurs a čas. Obojí během letu, zejména pak kurs, kontrolujeme tak často, jak jen je to možné. Po přiblížení se k rybníčku, z něhož vytéká říčka, nad níž jsme letěli, zjistíme, že jeho severní břeh je charakteristický řadou domků. Proto si jej zapamatujeme pro příští lety tímto prostorem. Druhý rybníček, vyznačený na mapě v sousedství prvního, ve skutečnosti nenajdeme. Po chvíli zjistíme, že je vyschlý. Jeho dno a břehy jsou v terénu dosud patrné. Tente rybníček bude pro nás čtvrtým detailním orientačním bodem.

Ještě než rybníček zmizí pod letadlem, zkontrolujeme si hodinky. Zjistíme, že letíme deset minut, což odpovídá předem vypočítané poloze na mapě, označené úsečkou „10 min.“.

Při přelétávání rybníčku se budeme dívat vlevo. Uvidíme kopcovitý lesní komplex. Kousek od něj ve směru letu je Křížanov a mezi ním a zmíněným lesním komplexem letiště Křížanov, oddělené od rybníka úzkým proužkem lesíku. Toto letiště se zpočátku v terénu hledá obtížně, kdo si však zapamatuje jeho polohu vzhledem k sousedním lesním komplexům a rybníkům, najde je vždy velmi snadno z kteréhokoli směru již z dálky.

Velké Meziříčí vlevo za daných okolností

neuvidíme. Jednak je na hranici viditelnosti, jednak je při pohledu od severu skryto terénem, alespoň při pohledu z menší výšky. Proto přeneseme pohled opět dopředu ve směru letu a spatříme před sebou skupinu rybníků na východním okraji druhého kopcovitého komplexu lesů.

Tyto rybníčky pro nás budou dalším charakteristickým orientačním bodem. Hřbety kopců, porostlé lesy, mají přibližný tvar „V“, viditelný a srovnatelný s mapou při letu v menší výšce. Půdorysné tvary zmíněného lesního komplexu se však dají s mapou porovnávat tím lépe, čím výš letíme. Podle skutečné polohy vůči tomuto lesnímu komplexu opět snadno určíme na mapě naši zeměpisnou polohu. Tam, kde se půdorysný tvar lesního komplexu zužuje, aby se vzápětí opět rozšířil v jiný, ještě větší komplex lesů, je v terénu malý rybníček, který mapa věrně zobrazuje. Je to sice velmi detailní orientační bod, ale charakteristický a dobře srovnatelný. Naše plánovaná trať vede přímo přes něj. Vytéká z něj směrem na Velké Meziříčí říčka.

Udržujeme-li správně kurs, uvidíme ve směru letu za zmíněným druhým velkým komplexem lesů na otevřené rovině Ostrov nad Oslavou a po jeho přeletu poletíme asi 6 km rovnoběžně s okrajem lesa. To již vpředu uvidíme osamocený les, dotýkající se jižního okraje naší plánované tratě. Vlevo od něj na východním okraji dalšího lesního komplexu je rybník. Vpravo téměř na úrovni uvidíme při troše štěstí matně Nové Město na Moravě, jež je za daných okolností na hranici dohlednosti, takže nemůžeme ověřit jeho totožnost. Proto se o něj nemůžeme opírat jako o orientační bod.

Mnohem důležitější pro srovnávací orientaci je velký rybník charakteristického tvaru písmene „Y“, na jehož východním okraji je řada domků. Spatříme jej při přelétávání jižního okraje zmíněného osamoceného lesa ve vzdálenosti asi 6 km. Bude pro nás hlavním kontrolním orientačním bodem. Při letu za zákalu proti slunci, klonícímu se k západu, bude již z dálky dobře viditelný. V jeho sousedství je další velký rybník. Vpravo spatříme město Žďár. Všimneme si, že leží na úpatí kopců a že od něj vede údolím na Přibyslav železnice, silnice a říčka. Toho si ovšem zatím všimneme jen na mapě, ve skutečnosti zatím uvidíme jen údolí.

Po krátké chvíli nalétneme na údolí s železnici, vedoucí od Žďáru do Přibyslavi, jež nás dovede až do Přibyslavi. Na východním okraji města je letiště. Musíme je obletět ve vzdálenosti nejméně 5 km.

Další srovnávací orientace je až po Havlíčkův Brod velmi snadná. Vlevo od plánované tratě máme železnici Přibyslav – Havlíčkův Brod. Po několika minutách přelétáváme hlavní silnici Havlíčkův Brod – Hlinsko, za chvíli nato železnici Havlíčkův Brod – Chotěboř. Pak si podle možnosti důkladně prohlédneme Havlíčkův Brod, ležící od nás vlevo ve vzdálenosti asi 6 km, a přesnou polohu určíme podle velkých lesů, prostírajících se na sever a severozápad od Havlíčkova Brodu. Zakrátko nato přiletíme nad hlavní silnici, vedoucí z Havlíčkova Brodu přes Habry, Golčův Jeníkov a Čáslav na Kolín. Při jejím přelétávání se opět „upřesníme“ podle lesů, ležících na západ od této silnice.

Po pravé straně letadla najdeme na této hlavní silnici Habry a rybníčky na jihovýchod od obce.

Vlevo od trati v údolí Sázavy spatříme Světlou nad Sázavou, ze které vede údolím říčky dvoukolejná železnice na Leštinu a Golčův Jeníkov. Podle mapy si představíme polohu této železniční trati v terénu a vyhledáme ji. Abychom doletěli přesně na letiště Zbraslavice, musíme nyní určovat skutečnou zeměpisnou polohu velmi pečlivě a rovněž musíme pečlivě udržovat správný kurs.

Dvoukolejnou železnici Světlá n. Sáz. – Leštinu – Golčův Jeníkov přelétáme přesně v místě, kde přechází z jednoho břehu říčky na druhý. Na železnici v údolí mezi lesy najdeme Leštinu. Dalším orientačním bodem bude okraj lesního kom-

plexu, na kterém z něj vytéká říčka. Nyní se srovnáváme podle možnosti stále podle půdorysných tvarů lesů. Udržujeme-li správný kurs, rychlost a sledujeme-li v pravidelných intervalech dobu letu a porovnáváme-li ji s časovými úsečkami na mapě, doletíme za několik minut do Zbraslavic.

Kdyby se nám nepodařilo přiletět přesně nad letiště a kdybychom dokonce neuviděli ani letiště, ani Zbraslavice v okolí, nesmíme v žádném případě přehlédnout a přelétnout železnici a hlavní silnici, vedoucí ze Zruče n. Sáz. do Kutné Hory. Usoudíme, jsme-li vlevo nebo vpravo od plánované trati a podle toho změním nad železnici a silnicí kurs na sever nebo na jih. Poletíme-li na sever a zmizí-li po chvíli lesy za námi, takže se octneme nad otevřenou rovinou, poznáme, že jsme na sever od Zbraslavic. Otočíme se směrem zpět k jihu, podle železnice a hlavní silnice obnovíme orientaci a tentokrát určitě Zbraslavice s letištěm najdeme. Kdybychom při přiletu do prostoru Zbraslavic po marném hledání obce a letiště letěli podle zmíněné železnice k jihu a nenašli Zbraslavice s letištěm ani pak, přiletěli bychom po několika minutách do Zruče nad Sázavou, charakteristické svými továrními budovami gottwaldovského stylu. Zde bychom se zatočili zpět k severu a při letu podle železnice Zruč nad Sázavou – Kutná Hora bychom nemohli Zbraslavice s letištěm minout.

Porovnáváním časových úseček na mapě se skutečnou dobou letu zjišťujeme, zda se předem vypočítaná rychlost alespoň přibližně shoduje se skutečnou rychlostí. V pěti až desetimínutových intervalech do navigačního záznamu zapisujeme časy přelétávání význačnějších orientačních bodů. Z rozdílů časů a vzdáleností velmi snadno pomocí navigačního počítadla vypočítáme skutečnou traťovou rychlost. Při zbývajících částech letu si pak musíme být stále vědomi, že ve skutečnosti letíme rychleji nebo pomaleji, než jsme si předem vypočítali.

Při podrobné srovnávací orientaci se někdy stává, že nám nestačí čas, který máme k dispozici k vyhledávání nových orientačních bodů a k ověřování jejich totožnosti. Nejčastěji to bývá v prostorech, kde mapa nezobrazuje terén zcela věrně, kde například nezachycuje poslední změny, nové objekty apod., anebo tehdy, nejsme-li náležitě zběhlí v provádění podrobné srovnávací orientace. Tehdy přelétáme orientační objekt dříve, než jej stačíme ověřit, a ve výhledu z letadla pak máme často zcela jednotvárnou krajinu bez charakteristických orientačních bodů.

V takovém případě si vždy zapamatujeme poslední orientační bod, který jsme si bezpečně ověřili a čas, kdy jsme jej minuli. Neznáme-li naprosto přesně čas, kdy jsme jej přelétli, určíme jej přibližně podle času, který v té chvíli máme na hodinách. Případný omyl při určení času přeletu posledního orientačního bodu v takovém případě nemůže být zpravidla větší než 1–2 minuty, což u pomalejších letadel není podstatné. Při zapisování času přeletu posledního orientačního bodu do navigačního záznamu nebo i do mapy musíme stále přesně udržovat správný kurs.

Poté se rozhodneme, budeme-li pokračovat v přímočarém letu

podle kursu a hodinek, nebo vrátíme-li se okamžitě zpět nad poslední ověřený orientační bod.

Méně zkušení piloti zpravidla volí druhou možnost, která je zejména za horších podmínek (při špatné dohlednosti nad jednotvárným terénem bez význačných orientačních bodů) spojena s menším rizikem úplné ztráty orientace. Pilot při návratu nad poslední orientační bod s ověřenou totožností zná svou přesnou zeměpisnou polohu a to je pro další podrobnou srovnávací orientaci velmi důležité. Nedaří-li se mu srovnávací orientace ani při druhém či třetím „výpadu“ od posledního ověřeného orientačního bodu, může se k němu vždy znovu vracet. Přitom má nespornou výhodu v tom, že stále ví, kde je. Má-li obavy, že by se při pokračování po původně plánované trati „ztratil“ následkem ztížených podmínek pro podrobnou srovnávací orientaci, může se rozhodnout buď pro návrat na výchozí letiště nebo pro přistání na některém nejbližším letišti nebo pro oblétnutí prostoru se špatnými podmínkami pro podrobnou srovnávací orientaci po markantní orientační čáře. Z hlediska bezpečnosti je to výhodnější než ztráta orientace, končící přistáním v terénu nebo dokonce za hranicemi.

Ve většině případů však zpravidla pokračujeme v letu původním kursem a na mapě si určujeme na základě rychlosti letu a doby letu takzvanou „vypočítanou polohu“, kterou označujeme malým trojúhelníčkem. Okolí vypočítané polohy na mapě pak porovnáváme s terénem a snažíme se obojí odsouhlasit. V blízkosti „vypočítané polohy“ na mapě najdeme charakteristický orientační bod, který se pak snažíme najít v terénu. V naprosté většině případů se to podaří. Tím navážeme přetržený „řetěz orientačních bodů“ a pokračujeme normálně v letu. Nepodaří-li se odsouhlasit mapu s terénem v prostoru „vypočítané polohy“ dříve, než tento prostor přeletíme, určíme si na mapě na základě rychlosti letu a času novou „vypočítanou polohu“ a znovu se ji snažíme odsouhlasit s terénem. Nemáme-li ani pak úspěch, opakujeme celý postup ještě jednou nebo dvakrát anebo se vrátíme nad poslední ověřený orientační bod, jsme-li přesvědčeni, že jej zcela určitě najdeme, že jej nemůžeme minout. Původním kursem letíme dál jen tehdy, nesměruje-li k pohraničnímu pásmu a je-li před námi přibližně kolmo na trať význačná orientační čára, kterou nemůžeme minout a jejíž pomocí obnovíme orientaci. Letíme-li k hranicím nebo nemáme-li před sebou význačnou orientační čáru, která by zaručila obnovení orientace, změním kurs letu tak, abychom letěli do vnitrozemí, a to směrem k charakteristické orientační čáře, kterou jsme si při studiu map před letem vybrali pro obnovení ztracené orientace. Přitom si tužkou do mapy zakreslíme poslední vypočítanou polohu a z ní

nový kurs. Máme-li na mapě na původní kursové čáře časové úsečky, nedělá zakreslování vypočítaných poloh do mapy potíže. Dokonce přitom ani nemusíme provádět žádné výpočty na navigačním počítadle, ke kterým stejně nemáme mnoho času. Postačí jen sledovat dobu letu od posledního ověřeného orientačního bodu podle hodinek a výsledky nejsou příliš nepřesné. Tento postup je vždy přesnější a spolehlivější než bezcílné nesystematické létání sem tam, které nás po chvíli tak splete, že nemáme sebemenší určitou představu o skutečné zeměpisné poloze. Proto se nikdy nesmíme k bezplánovitému létání sem – tam uchýlit.

Nevýhodou detailní srovnávací orientace podle podrobných map je to, že pozornost pilota je odváděna od velkých a důležitých orientačních celků a připoutávána k nepatrným orientačním objektům v blízkosti letadla. Když pak pilot nechtěně „přetrhne“ řetěz orientačních bodů a když se mu v nejbližší chvíli nepodaří obnovit podrobnou srovnávací orientaci, pokládá se často za „úplně ztraceného“. Naproti tomu pilot, který si při současném provádění podrobné srovnávací orientace stále uvědomuje svou zeměpisnou polohu vůči okolním význačným a velikým orientačním objektům, třeba vzdáleným na několikánásobek maximální dohlednosti, neztrácí při dočasném přerušení řetězu orientačních bodů hlavu. Nevidí sice ve výhledu z letadla žádný orientační bod, jehož totožnost by v daném okamžiku mohl ověřit podle mapy, ale je klidný, poněvadž ví, v kterém prostoru je. Je totiž rozdíl mezi pilotem, který si ve vzduchu umí představit svou přibližnou polohu vůči okolním, třeba za dané dohlednosti neviditelným velkým a charakteristickým orientačním objektům, a mezi pilotem, který ví jen tolik, že je v prostoru „vypočítané polohy“, aniž by si dovedl z paměti představit okolní velké a markantní orientační útvary. Je pravda, že má k dispozici mapu. Nezapomínejme však, že podrobné mapy rozpitvávají velké orientační celky (například zalesněná pohoří) na nepřehlednou spoustu detailů, takže celek na nich jakoby zaniká. K tomu přistupuje okolnost, že velký orientační objekt (například pohoří) je zpravidla znázorněn na několika listech mapy. První pilot si udělá bez velkých potíží dokonce i z paměti plán, jak obnoví orientaci stanovením nového kursu letu směrem na velmi markantní rozlehlý orientační objekt. Druhý pilot se bude obávat vzdálit se příliš z prostoru pravděpodobné polohy a bude se dlouho zdržovat marným obnovováním srovnávací orientace podle nevýrazných orientačních objektů.

Za ztížených podmínek pro podrobnou srovnávací orientaci dochází často k přetržení řetězu orientačních bodů na těch úsecích tratě, které procházejí místem, kde se vzájemně svými rohy stýkají

čtyři mapy, jestliže se navzájem nepřekrývají. V těchto prostorech se podle takových map (generálek) při špatné dohlednosti a nad jednotvárným terénem dosti nesnadno obnovuje ztracená orientace. Pilota velmi znervózňuje, když se mu nedaří držet čtyři mapy jednou rukou tak, aby se v rozích přesně dotýkaly a přitom neví, na které z těchto čtyř map by se měl hledat.

5.4.2. HRUBÁ SROVNÁVACÍ ORIENTACE

O hrubé srovnávací orientaci mluvíme tehdy, máme-li ve výhledu z letadla jen občas orientační bod v terénu, jehož totožnost jsme si nade vši pochybnost ověřili, a provádíme-li lety mezi těmito orientačními body jen pomocí kompasu a hodinek.

Řekli jsme si, že při podrobné srovnávací orientaci můžeme v kterémkoli okamžiku letu stanovit přesnou zeměpisnou polohu letadla vzhledem k orientačnímu bodu v terénu s ověřenou totožností, který právě vidíme. Naproti tomu při hrubé srovnávací orientaci můžeme svou okamžitou zeměpisnou polohu určit jen přibližně na základě letěného kursu a doby letu vzhledem k poslednímu ověřenému orientačnímu objektu, který jsme minuli.

Hrubou srovnávací orientaci provádíme

a) plníme-li letový úkol, který sám o sobě nevyžaduje podrobnou srovnávací orientaci

b) máme-li stoprocentní jistotu, že daný letový úkol splníme vzhledem k podmínkám letu (dohlednosti, tvárnosti terénu apod.) naprosto bezpečně, i když nebudeme provádět podrobnou srovnávací orientaci

c) ovládáme-li podrobnou srovnávací orientaci tak dokonale, že ji nemusíme provádět ani z cvičných důvodů.

Nikdy nesmíme přejít od podrobné srovnávací orientace k hrubé jen proto, že nám podrobná srovnávací orientace činí velké potíže, ač daná letová situace (špatná dohlednost, tvárnost terénu) podrobnou srovnávací orientaci vyžaduje.

Hrubá srovnávací orientace za letu je mnohem méně pracná a tudíž pohodlnější, než podrobná srovnávací orientace. Za jistých okolností však hrubá srovnávací orientace nezajišťuje zcela bezpečné zvládnutí daného letového úkolu, i když přitom nejde o takzvaný zvláštní letový úkol. Je to například tehdy, leží-li cílové letiště, otočný bod apod. v jednotvárném terénu bez charakteristických orientačních čar (řek, železnic, hlavních silnic, pohoří, dlouhých a rovných okrajů lesů apod.) Letíme-li k tomu za špatné

dohlednosti, pak hrubá srovnávací orientace nedává stoprocentní záruku, že cíl najdeme (zejména neznáme-li z dřívějších letů například naprosto přesnou polohu cílového letiště; hangáry bývají často skryty za okrajem lesíka, letištní stříšky nebývají na dálku vidět, plocha letiště se často v ničem neliší od okolního terénu).

Dá se říci, že příčinou zbloudění bývá za letu velmi často skutečnost, že pilot neovládá náležitě podrobnou srovnávací orientaci a že přejde na hrubou, ač měl za dané situace provádět podrobnou. Některému pilotovi za dané dohlednosti, výšky a rychlosti letu prostě nestačí čas na vyhledávání detailních orientačních objektů a ověřování jejich totožnosti, a to jen proto, že nemá dostatečnou praxi. To pilota nakonec donutí k tomu, že úplně přeruší podrobnou srovnávací orientaci a že si rezignovaně řekne: „Za tolik a tolik minut doletím tam a tam“. Je dobře, má-li na cestě anebo v blízkosti cíle orientační čáru, na které obnoví orientaci. Nemá-li ji, velmi často mine cíl a „ztratí se“.

To vše v žádném případě neznamená, že by snad hrubá srovnávací orientace nebyla výhodná a bezpečná. Její největší výhoda je v tom, že zejména při dlouhém navigačním letu neunavuje tolik pilota a že pilotovu pozornost upoutává na velké orientační celky a nikoli na bezvýznamné detaily. Je však nutné uvědomit si, že hrubá srovnávací orientace nezajišťuje stoprocentně bezpečné zvládnutí daného navigačního úkolu za všech okolností a že někdy je k tomu bezpodmínečně třeba podrobné srovnávací orientace.

Nyní si uvedeme dva příklady hrubé srovnávací orientace:

Příklad č. 1. Za dohlednosti 5 km máme letět z Bratislavy do Piešťan. K dispozici máme mapu o měřítku 1 : 500 000. Jde o převlek větromě, rychlost letu proto bude 110 km/h.

Přesto, že je velmi špatná dohlednost, hrubá orientace v tomto případě zajišťuje bezpečné splnění úkolu. Podmínkou je spolehlivost kompasu a přesné dodržování vypočítaného kursu. Naprosto samozřejmým předpokladem jsou hodinky.

Přímku, spojující VBT s KBT, rozdělíme na časové úseky. Kurs nasadíme nad letištěm a do navigačního záznamu si k němu připseme příslušný čas. Při studiu náčrtku na obr. 90 si musíme uvědomit, že dohlednost pilota 5 km představuje na mapě daného měřítká vzdálenost 1 cm.

Pilot po nasazení kursu nejdříve přelétne dvoukolejnou železnici Bratislava – Senec a za chvíli poté mine dva lesy mezi Sv. Jurem a Bernolákovem. Poté chvíli nemá ve výhledu z letadla žádný orientační objekt. Teprve za chvíli přelétne hlavní silnici Pezinok – Senec a octne se nad lesem. Po přeletu lesa přelétne dvoukolejnou železnici Bratislava – Pezinok – Trnava. Vypočítané časy se zatím shodují se skutečností.

Přelétnutá železnice na Trnavu zůstává po pravé straně trati mimo dohled. Pilot opět nemá ve výhledu z letadla žádný orientační objekt.

Po chvíli ve stanoveném čase míjí Budmerice, charakteristické stromořadím, táhnoucím se od obce k lesu, a zámečkem. Když Budmerice pilotovi zmizí pod křídlem, nemá dlouho ve výhledu z letadla žádný markantní orientační objekt,

o který by se mohl opřít. Proto se soustřeďuje jen na přesné dodržování správného kursu a sledování času.

Po chvíli, která se méně zkušeným pilotům zdá až příliš dlouhou, přelétává silnici a železnici, vedoucí od Trnavy na Trstín. Pak nastává opět dlouhá, během tohoto letu nejdelší přestávka, kdy z letadla není vidět žádný orientační objekt. Říčky, zakreslené v tomto prostoru na mapě, Špačince a odbočka železniční trati od Trnavy jsou příliš bezvýznamnými objekty, takže pilot ani neuznává za vhodné, aby se podle nich srovnával.

Přesto však je tento přelet z navigačního hlediska naprosto bezpečný. Pilot sice provádí jen hrubou orientaci a přes polovinu doby letu nemá ve výhledu z letadla žádný orientační objekt, přesto však stále ví, kde je. Svou okamžitou polohu může kdykoli určit na základě letěného kursu a doby letu od posledního orientačního objektu. I kdyby se dohlednost během letu snížila třeba na polovinu, byl by schopen v kterékoli fázi letu nalétnout dvoukolejnou železnici Bratislava – Trnava – Leopoldov – Piešťany a dovést podle ní letoun buď zpět do Bratislavy, nebo na diverzní letiště v Trnavě, nebo do Piešťan.

Po velmi dlouhé chvíli pilot vidí po pravé straně dvoukolejnou železnici, za ní Váh a brzy nato Piešťany a letiště. Navigační přelet se chýlí ke konci.

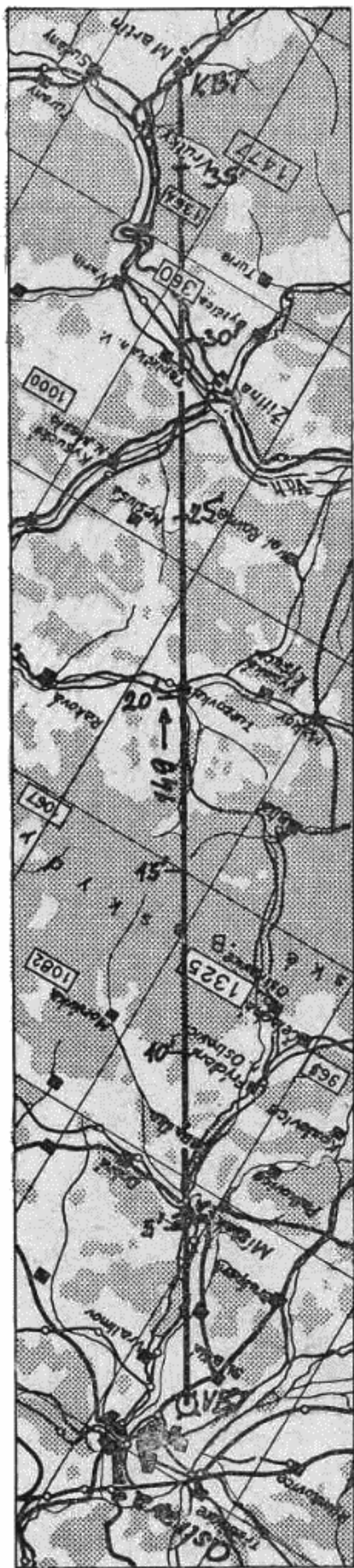
I kdyby se během tohoto letu stočil a zesílil vítr, takže by pilota snesl z předem vypočítaného kursu více, než pilot předpokládal, v žádném případě by pilot nemohl minout Váh. Letem po Váhu by se dostal buď do Piešťan, anebo v nejhorším případě do Nového Mesta n. V. nebo do Hlohovce (to kdyby jej vítr snesl na opačnou stranu od Piešťan, než předpokládal). Nové Mesto n. Váhom, resp. Hlohovec by pilot snadno podle mapy identifikoval a podle Váhu by se vrátil do Piešťan. Let by byl sice o něco delší, v žádném případě by však nemohl končit naprostou ztrátou orientace.

Velmi opatrný pilot však může změnu směru a síly větru během letu předpokládat a může si v tomto případě zvolit KBT na Váhu asi 10 km jižně od Piešťan. Tím dosáhne toho, že nalétně Váh jižně od Piešťan. Letem po Váhu se pak snadno dostane do cíle, při čemž let časově neprodlouží o více, než o jednu až dvě minuty.

Příklad č. 2: Za dohlednosti 5 km při bezmračné obloze máme provést přelet Ostrava – Martin. Špatnou dohlednost způsobuje silný zákal, sahající do značné



Obr. 90. Náčrtek trati Bratislava – Piešťany



Obr. 91. Náčrtek trati Ostrava—Martin

výšky a let proti rannímu slunci. K dispozici máme opět mezinárodní leteckou navigační mapu o měřítku 1 : 500 000. Letíme pravou vzdušnou rychlostí 150 km/h. Ve stoupání pokračujeme ještě po nasazení kursu, abychom měli bezpečné převýšení nad horami.

Po přelétnutí Místku nemáme při dané dohlednosti ve výhledu z letadla žádný orientační bod. Železnice, vedoucí z Místku na Frýdlant, nám zmizí kdesi vpravo. V dálce před námi se však objeví zalesněný svah. Viz náčrtek na obr. 91.

Po přiletu nad okraj lesního komplexu si podle jeho půdorysných obrysů na severní straně naposledy upřesníme zeměpisnou polohu a zapíšeme čas. V dalším letu pokračujeme přesně podle kursu. Po chvíli spatříme panoramaticky před sebou dva vrcholy Moravskoslezských Beskyd, mezi kterými za chvíli proletíme. (Ovšem s bezpečným převýšením).

Poté letíme dlouhou chvíli bez jediného orientačního bodu ve výhledu z letadla. Všude kolem dokola vidíme jen samé lesy. Teprve po řadě dlouhých minut doletíme nad jihovýchodní okraj lesního komplexu. Ve směru letu uvidíme velkou horskou úžlabinu, svažující se do údolí, v níž zpočátku víc vytušíme než zpozorujeme silnici, vedoucí do Turzovky. Po delší chvíli přelétáme Turzovku a octneme se znovu nad zalesněným pohořím, tentokrát nad Javorníky. Les však v tomto prostoru není souvislý. To umožňuje i při snížené dohlednosti porovnávat mapu s terénem. Za dané situace, držíme-li správně kurs, to však není nutné. Váh v žádném případě nemůžeme minout.

Po další velmi dlouhé chvíli přelétáme silnice, říčku a dvoukolejnou železnici, jež vedou z Čadce na Žilinu. Krátce nato spatříme vpravo Žilinu a brzy poté přelétáme Váh, vytékající z údolí, jež půlí horský masiv Malé Fatry. Za malou chvíli toto údolí spatříme. Prolétáme nad ním a spatříme Vrútky. Za několik okamžiků jsme v Martině.

Na obou příkladech vidíme, že na úsecích trati, kde je terén jednotvárný a bez jakýchkoli orientačních bodů, opouštíme podrobnou srovnávací orientaci a prostory, často plošně značně rozsáhlé, přelétáváme jen podle

kompasu a času. Tak můžeme ostatně přelétávat i prostory s dostatkem orientačních bodů, pokud je nepřetržitá podrobná srovnávací orientace na některých úsecích trati zbytečná. Přitom však musíme mít vždy naprostou jistotu, že po přeletu těchto prostorů budeme moci obnovit podrobnou srovnávací orientaci, byť by to bylo u samého cíle. Jinak se vystavujeme riziku zbloudění.

5.4.3. SROVNÁVACÍ ORIENTACE PŘI PLACHTAŘSKÝCH PŘELETECH

Srovnávací orientace při plachtařských přeletech je proti přeletům motorových letadel ztížena tím, že větron při přeletu stráví značnou část letu kroužením. Zejména při kroužení v úzkých komínech o velké úhlové rychlosti je jakékoli srovnávání mapy s terénem takřka vyloučeno. Tuto nevýhodu však na druhé straně kompenzuje výhoda, spočívající v poměrně malé tratové průměrné rychlosti, jež se jen ojedinele pohybuje kolem 100 km/h.

Ke ztrátě orientace a zbloudění při přeletech motorových letadel zpravidla dochází při velmi špatné dohlednosti a při velmi nízké oblačnosti. Většina plachtařských přeletů však je za takových dohledností a v takových výškách, které motoroví piloti považují pro srovnávací orientaci za přímo ideální (až na silnou turbulenci). I tato okolnost usnadňuje srovnávací orientaci při přeletu větroně.

Orientace při přeletu větroně je velmi nesnadná tehdy, vede-li jistá část letu mraky nebo dokonce nad nízkou oblačností (v dlouhé vlně). Takové mimoletištní lety a přelety se však povolují jen velmi zkušeným pilotům plachtařům, kteří již mají bohaté přeletové a navigační zkušenosti.

Mapa se při plachtařských přeletech porovnává s terénem zpravidla při takzvaném „přeskakování“ od jednoho stoupavého proudu k druhému. Jednotlivé orientační body, tvořící během přeletu celý řetěz, bývají od sebe vzhledem k výšce letu a dohlednosti vzdáleny průměrně deset až dvacet kilometrů. Při ukončení přímočarého přeskoku si plachtař zapamatuje polohu a podobu posledního ověřeného orientačního bodu vpředu na plánované trati nebo stranou od ní a při kroužení, pokud je snášen větrem nebo pokud kroužení chvilkami přerušuje a obnovuje opodál, pozoruje pozvolnou změnu své polohy vůči němu. Až má tento orientační bod na úrovni, vyhledá a ověří si při „přeskakování“ opět jiný orientační bod.

Je důležité, aby si plachtař během přeletu uměl třeba i z paměti

představovat prostor, ve kterém krouží, a velké a charakteristické orientační celky, které jej ohraničují. V každém případě se doporučuje, aby si plachtař čas od času kontroloval průměrnou traťovou rychlost. Jestliže je pak i nadále doba, strávená kroužením, v přibližně stejném poměru k celkové době letu a „přeskakuje-li“ stále pod stejným kursem, může plachtař při případné ztrátě orientace stanovit na mapě svou „vypočítanou polohu“ a snažit se v tomto prostoru opět odsouhlasit terén s mapou.

Rychlost, dosahovaná při plachtařských přeletech, je měřítkem výkonnosti plachtaře a každý usiluje o to, aby byla co nejvyšší. Plachtař však kvůli ní nesmí zanedbávat navigaci. To znamená, že nesmí postupovat nad neznámým, jednotvárným terénem dál od posledního ověřeného orientačního bodu, dokud si před sebou nenašel a neověřil nový orientační bod. Může to udělat jen tehdy, má-li naprostou jistotu, že postupuje směrem k markantní orientační čáře, na které určitě obnoví srovnávací orientaci.

Při případné ztrátě orientace má plachtař vůči motoráři nespornou výhodu v duševním klidu, který pramení z vědomí, že přistane-li pro ztrátu orientace před cílem v terénu, půjde o normální zjev a nikoli o mimořádnou událost. Naprostý duševní klid totiž má při případné ztrátě orientace velký význam. V každém případě je nesvědomitě a trestuhodně nepřistát s větrem déle než patnáct až třicet minut po naprosté ztrátě orientace, nepodaří-li se ji do té doby obnovit, a to zejména tehdy, je-li let v blízkosti státních hranic nebo zakázaného prostoru. Není tu ovšem žádný důvod k tomu, aby se přistávání do terénu dělo ukvapeným, nepromyšleným způsobem bez řádného výběru vhodné plochy apod.

Chce-li plachtař při případné ztrátě orientace zakreslit do mapy takzvanou „vypočítanou polohu“, pomocí níž by mohl obnovit orientaci, potřebuje vědět, zda se podstatně nezměnil směr a síla větru. Směr a sílu (rychlost) výškového větru pozná podle rychlosti, jíž ubíhají stíny mraků terénem. Záleží-li mu na obzvláštní přesnosti, odhadne v terénu vzdálenost jednoho či dvou kilometrů a na hodinkách si stopne, za jak dlouho stín mraku o tuto vzdálenost postoupí. Pomocí navigačního počítadla si z daných veličin v několika vteřinách zjistí hodinovou rychlost větru.

Poté plachtař zjistí čas, který uplynul od okamžiku přeletu posledního ověřeného orientačního bodu a odhadem stanoví poměr doby, kterou strávil kroužením k době, po kterou „přeskakoval“. Od posledního ověřeného orientačního bodu pak vynese správným směrem vzdálenost, kterou celkem uletěl při přeskakování. Z koncového bodu tohoto vektoru pak vynese směrem větru vzdálenost, kterou vítr urazil za celou dobu letu od posledního orientačního

bodu. Koncový bod vektoru větru je pak jeho „vypočítanou polohou“.

Systematičnost při postupování od jednoho orientačního bodu k druhému a při ověřování jejich totožnosti je při plachtařských přeletech stejná jako při přeletech motorových letadel.

5.5 ZTRÁTA ORIENTACE

Ztráta orientace je

a) příčinou nesplnění daného letového úkolu, což může mít již samo o sobě, nejde-li o pouhý cvičný let, někdy nejvážnější následky

b) příčinou značných nepříjemností, a to nejen pro osádku zbloudivšího letadla, ale i pro jiné složky, například přelétne-li letadlo pro ztrátu orientace státní hranice ČSR

c) příčinou zvýšeného nebezpečí a případně i škod na lidském zdraví a materiálu, vyplývajících z nutnosti zakončit let, nepodaří-li se obnovit orientaci nebo objevit náhodně letiště přistáním do terénu. Toto nebezpečí je tím větší, čím je terén členitější a letadlo rychlejší. U letadel se zatahovacím podvozkem je každé přistání do terénu spojeno s menší či větší škodou na letadle.

Z těchto důvodů je nutné bojovat proti případné ztrátě orientace všemi prostředky.

Ztrátě orientace předcházíme:

a) důkladnými všeobecnými znalostmi místopisu, horopisu, vodopisu a komunikací

b) předletovým studiem plánované trati

c) předletovým vytyčením a studiem diverzních tratí pro případ oblétávání nebezpečných povětrnostních jevů (například místních bouřek, oblastí místních sněhových nebo dešťových přeháněk apod.)

d) předletovým vytyčením diverzní tratě, snadnější z hlediska srovnávací orientace, pro případ neočekávaného snížení dohlednosti apod. (podle řek, hlavních komunikací, dlouhých rovných okrajů lesů, markantních dlouhých pohoří)

e) důkladným předletovým studiem okamžité meteorsituace a předpovědi pro let

f) poctivým provedením navigačních výpočtů (snosu, kursů, traťové rychlosti)

g) předletovým vypracováním plánu pro obnovu ztracené orientace na jednotlivých úsecích trati.

Ztrátě orientace za letu zabráňujeme:

a) pečlivým prováděním srovnávací orientace. Nezaručuje-li za daných okolností hrubá orientace stoprocentní zvládnutí letového úkolu, provádíme podrobnou srovnávací orientaci a neupouštíme od ní, i když je pracná a namáhavá, případně letíme (za snížené dohlednosti nad jednotvárným terénem) nad charakteristickými orientačními čarami, které jsme si pro tento účel před letem zvolili

b) pečlivým udržováním vypočítaného kursu a rychlosti na přístrojích a porovnáváním vypočítaných poloh se skutečnými polohami. Dále pokud možno sledujeme, zejména při přeletech pomalých letadel (větroňů), nemění-li se podstatně směr a síla větru. Mění-li se, počítáme se změněným snosem, který si určíme, nejde-li to přesněji, zkusmo nebo odhadem

c) pečlivým vedením navigačního záznamu, zejména pravidelným zapisováním v krátkých intervalech (5—10minutových) časů přeletávání orientačních bodů a letěných kursů

d) návratem nad poslední ověřený orientační bod, nemůžeme-li se po jeho přelétnutí z jakýchkoli důvodů řádně orientovat

e) přistáním na diverzním letišti, nejsme-li si jisti, že bychom další část letu z navigačního hlediska vzhledem k daným okolnostem zvládli

f) nepřeceňováním sebe sama, svých znalostí a zkušeností a důsledným dodržováním předpisů a směrnic, zejména těch, které se týkají minimální dohlednosti na trati, minimální výšky letu nad nejvyšším bodem terénu a minimální vertikální vzdálenosti od mraků. Je vždy lepší vrátit se desetkrát zpět nebo přistát desetkrát na diverzním letišti, než jednou ztratit orientaci, přistát nuceně v terénu a poškodit při tom letadlo. Za diverzní přistání nebo návrat na letiště startu se nestydí ani staří zkušení piloti, kteří již nalétali i více než milion kilometrů. Tím spíš se za takový čin nemusí stydět pilot, který teprve sbírá navigační zkušenosti.

Po úplné ztrátě orientace

a) zachováme naprostý klid

b) letíme-li směrem ke státním hranicím, změníme kurs letu tak, abychom směřovali do vnitrozemí, přičemž čas nasazení nového kursu a nový kurs zapíšeme do navigačního záznamu. Není-li

riziko přeletu státních hranic nebo zakázaného prostoru, dodržíme nadále přesně původní kurs

c) zjistíme podle navigačního záznamu, kdy jsme byli nad posledním orientačním bodem s ověřenou totožností a jak dlouhá doba od toho okamžiku uplynula

d) na základě letěného kursu a doby letu si na mapě určíme takzvanou „vypočítanou polohu“ a v jejím prostoru se snažíme odsouhlasit terén s mapou

e) je-li to nutné a možné, vrátíme se zpět nad poslední ověřený orientační bod a od něj znovu nasazujeme původní nebo změněný kurs (do prostoru se snadnější orientací)

f) nemůžeme-li obnovit orientaci podle návodu pod bodem d), nasadíme ve „vypočítané poloze“ nový kurs směrem na markantní orientační čáru ve vnitrozemí, kterou jsme si pro tento úsek ještě před letem vyhlédli a prostudovali. Nepomůže-li ani tento postup a uplynula-li již od okamžiku ztráty orientace doba delší než 15 minut u motorového letadla nebo 30 minut u bezmotorového letadla, vyhledáme klidně a bez zbytečného spěchu co nejbezpečnější plochu pro vynucené přistání v terénu a podle příslušných směrnic a nácviků na ni přistaneme. Přistání ohlásíme podle příslušných směrnic všem složkám, které o něm mají být uvedoměny.

Nejzhorší následky mívá létání za podmínek dohlednosti a výšky mraků, které jsou hluboko pod limitem, daným Předpisem o létání. Nepatrná výška základen mraků nad terénem je zpravidla ještě nebezpečnější než snížená dohlednost sama o sobě. Překročí-li pilot při mimoletištním letu nebo přeletu limit daný předpisy, nejenže snadno ztratí orientaci, ale navíc se často octne v situaci, kdy všude před ním a po stranách leží mraky až na zemi, takže už nemá dost prostoru ani k tomu, aby provedl zatáčku zpět, aniž by přitom vlétl do mraků. Z takové situace je jediné východisko jen tehdy, ví-li pilot s naprostou jistotou, že má před sebou nebo za sebou rozsáhlý prostor s dobrým počasím, zejména s dostatečnou výškou základen mraků nad terénem. Nezbývá mu pak nic jiného, než stoupavou zatáčkou pozorně podle přístrojů vlétnout do mraků a v bezpečné výšce nad terénem letět podle kompasu do prostoru s vysokou oblačností a dobrou dohledností. Výška letu v takovém případě musí být podstatně nižší, než minimální letová hladina letové cesty v příslušném prostoru. Takový postup je sice nejvážnějším porušením Předpisu o létání a není pro něj omluvy, poněvadž pilot se nikdy nesmí dostat do takových podmínek letu, kdy už ani není možnost vrátit se zpět. Je však přece jen lepší a bezpečnější, než snažit se letět za podmínek viditelnosti terénu tehdy, kdy mraky svou základnou prakticky leží na zemi. To nemůže skončit

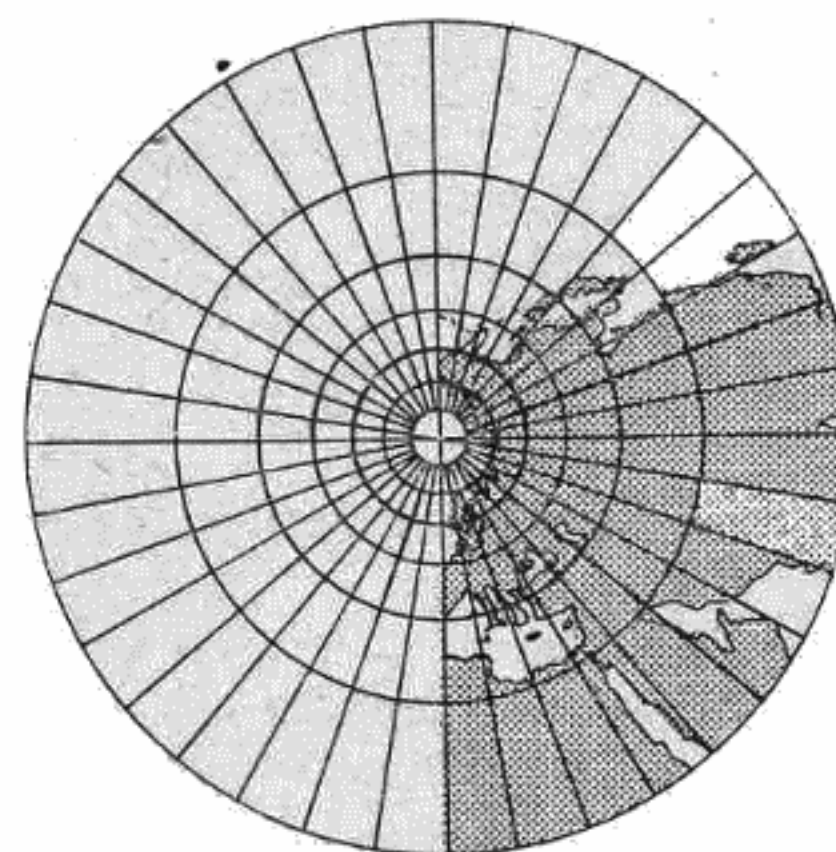
jinak, než katastrofou. Podmínkou ovšem je, aby pilot ovládal naprosto bezpečně létání podle přístrojů bez viditelnosti země a že je letadlo takovými přístroji vybaveno.

Čas od času se opakující katastrofy letadel, snažících se provést mimoletištní let nebo přelet, aniž by byla vybavena radionavigačním zařízením a za podmínek nízké oblačnosti, jsou důrazným napomenutím všem pilotům, aby ve vlastním zájmu dodržovali limity, dané Předpisem o létání a aby se včas rozhodovali k návratu nebo diverznímu přistání. Méně zkušení piloti nechtějí si pak uvědomit, že minimální limity, dané Předpisem o létání, jsou pro ně ještě příliš nízké.

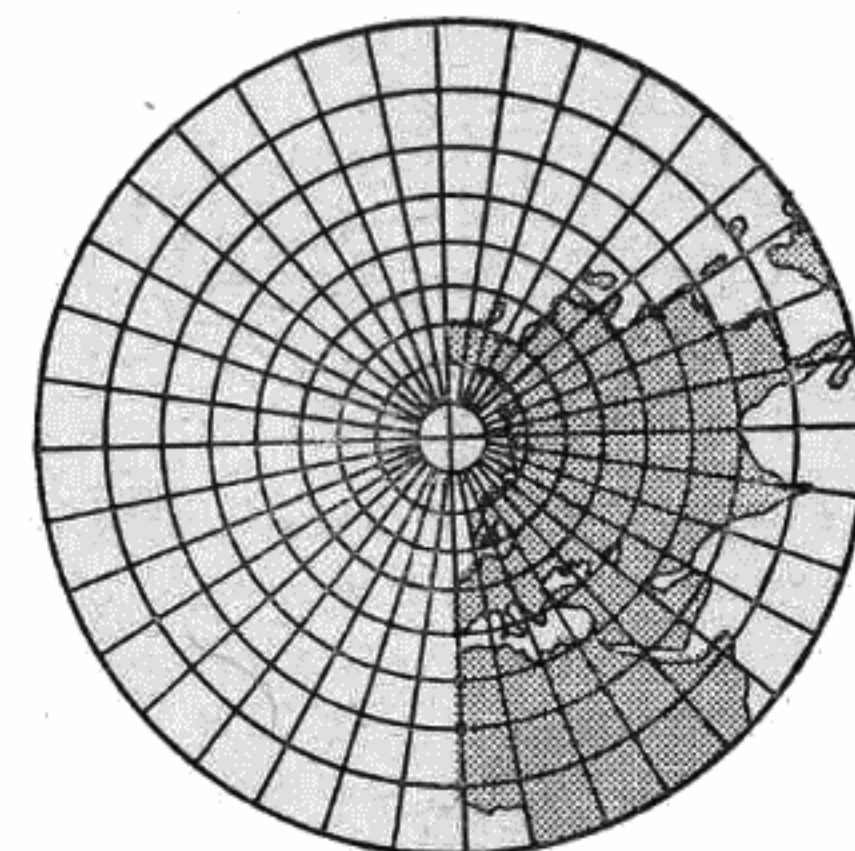
K zbloudění dochází u mnohých méně zkušených pilotů též pouhou lehkomyšlností. Takový pilot sice pozná již brzy po startu, že za daných podmínek takřka není schopen provádět srovnávací orientaci, ale pokračuje v letu v lehkomyšlné naději, že se někde na trati „najde“. Správný je v takovém případě včasný návrat na výchozí letiště nebo přistání na diverzním letišti, u plachtaře pak včasné přistání ve vhodném terénu. V letectví nesmíme nic ponechávat pouhé náhodě. I když za letu provádíme jen hrubou orientaci, i když jednotvárné oblasti s nevýraznými orientačními body přelétáváme jen pomocí kompasu, rychloměru a hodinek, vždy musíme předem se vši určitostí vědět, v kterém prostoru obnovíme orientaci a vždy musíme mít předem naprostou objektivní jistotu, že se nám to za daných podmínek podaří. Nikdy se nesmíme utěšovat pouhou nadějí.

Laikovi nebo nezkušenému začínajícímu pilotovi by se snad mohlo zdát, že předpisy omezující létání jsou příliš strohé a případné tresty i za jejich malé nedodržení příliš přísné. Není tomu tak. Rozvoj nové, moderní techniky přinesl i v letectví mnoho změn, které se mnohdy rovnají úplnému převratu. Vyspělá soudobá technika vyžaduje stále a soustavné zdokonalování od každého, kdo se chopí řídicí páky a vznese se do vzduchu. Žádný z dnešních pilotů dnes nemůže tvrdit, že dospěl na hranici poznání a vědění. Žádná zkušenost sama o sobě není dostatečná, aby s ní mohl pilot vystačit pro všechny případy, které se mu mohou za letu naskytnout. Nesmí se zapomínat, že ve vzduchu je pilot naprosto sám, že při letu nemůže spoléhat na ničí pomoc, na ničí radu. Proto je povinností každého pilota stále se vzdělávat, stále prohlubovat své znalosti ze všech oborů, které s letectvím souvisí a stále rozšiřovat svůj odborný obzor. Čím výše letec vyletí, tím větší obzory se před ním rozkládají. Stejně je tomu i v životě. Snahou každého letce musí být, aby i jeho vnitřní obzor, jeho povšechné i odborné vzdělání bylo co největší.

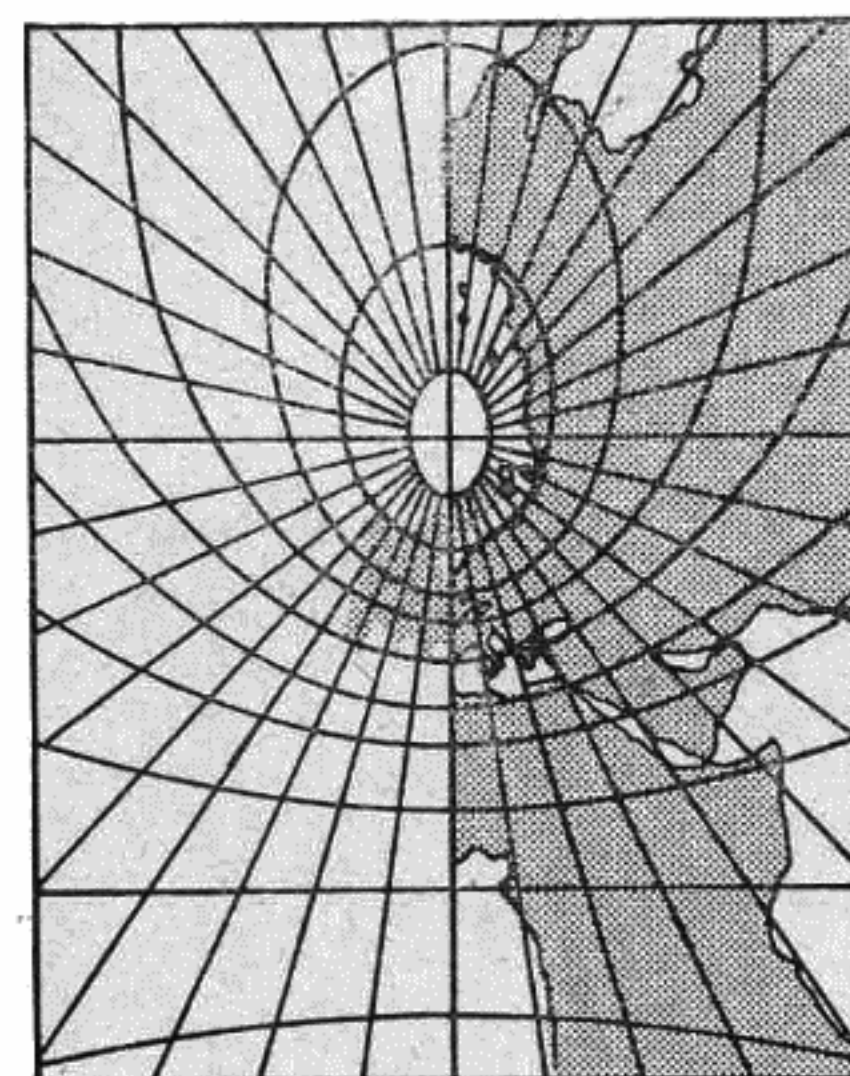
PŘÍLOHY



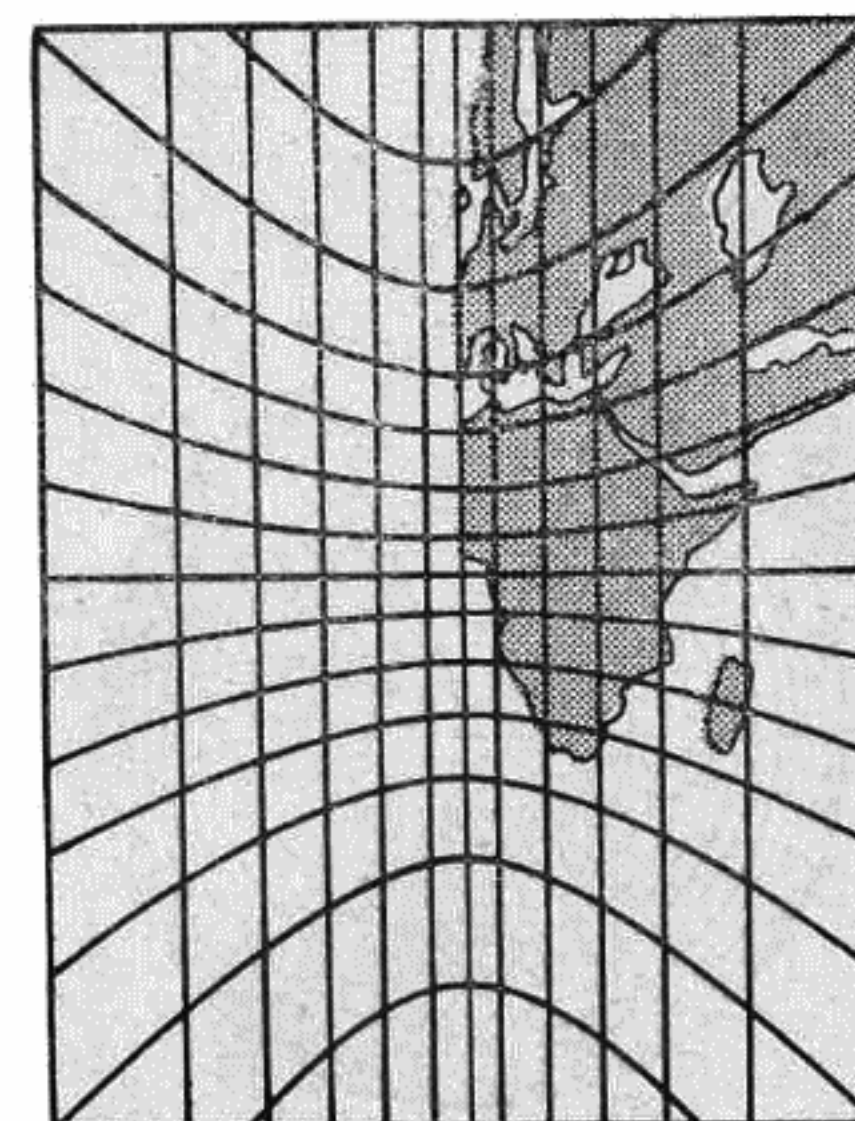
1. Gnómonická síť v normální poloze



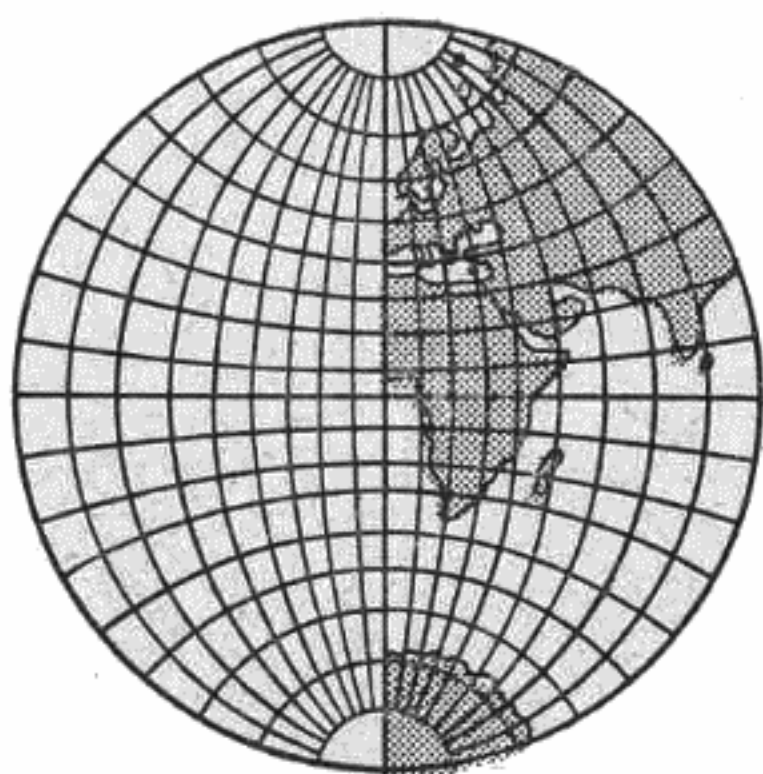
2. Síť na mapě azimutální polární stereografické projekce



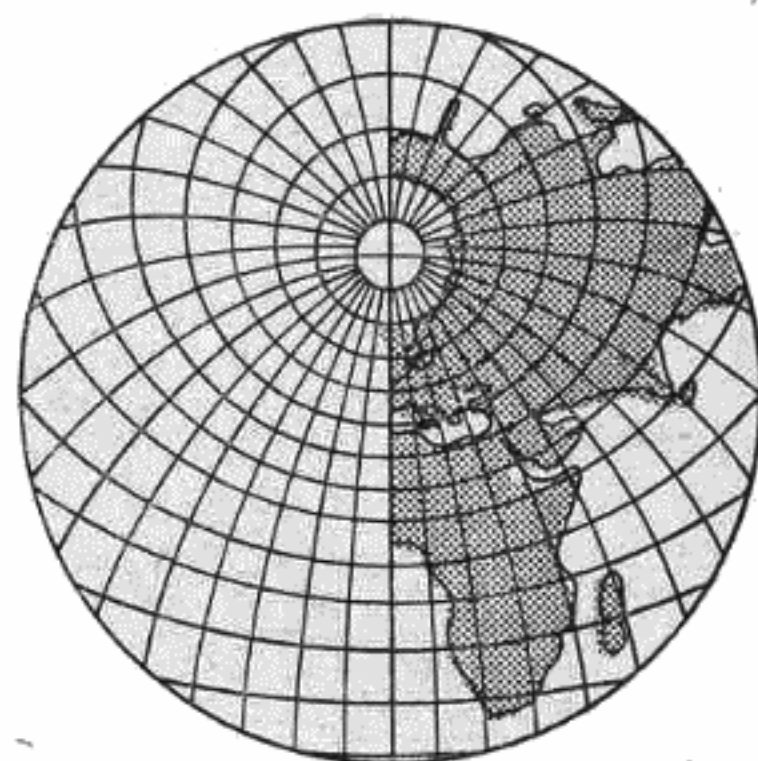
3. Síť na mapě azimutální obecné gnómonické projekce



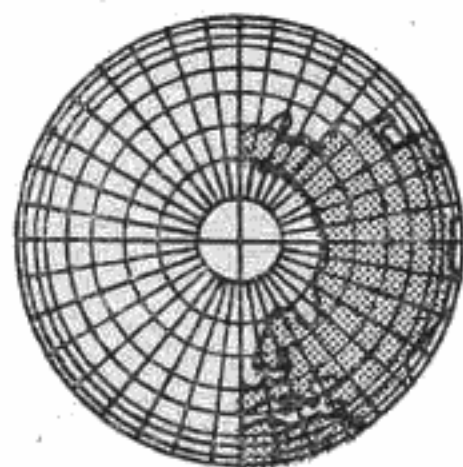
4. Gnómonická síť v transverzální poloze



5. Stereografická síť v ekvatoriální poloze



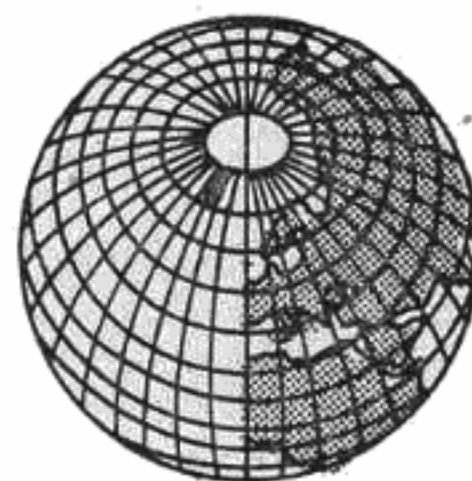
6. Stereografická síť v obecné poloze



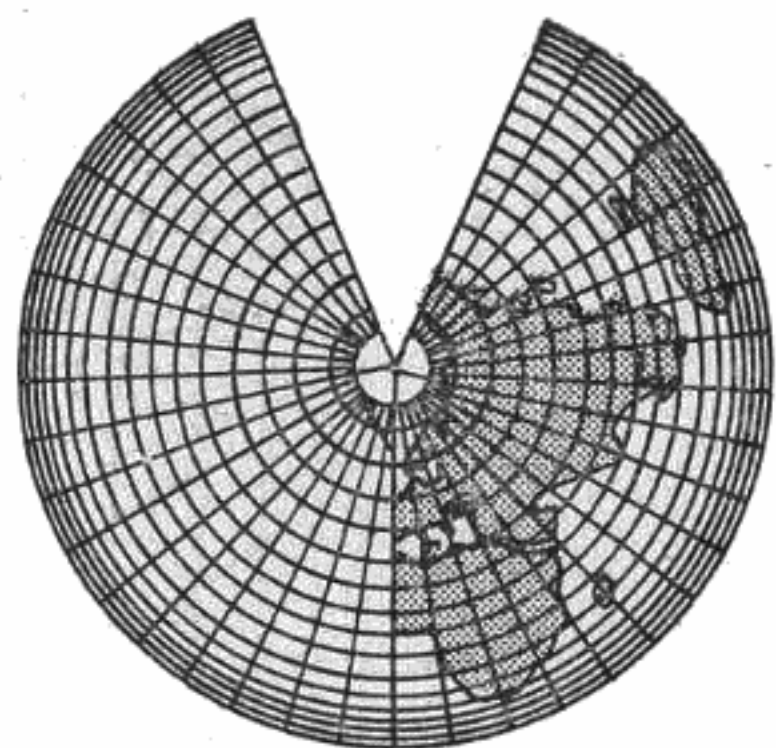
7. Ortografická síť v normální (polární) poloze



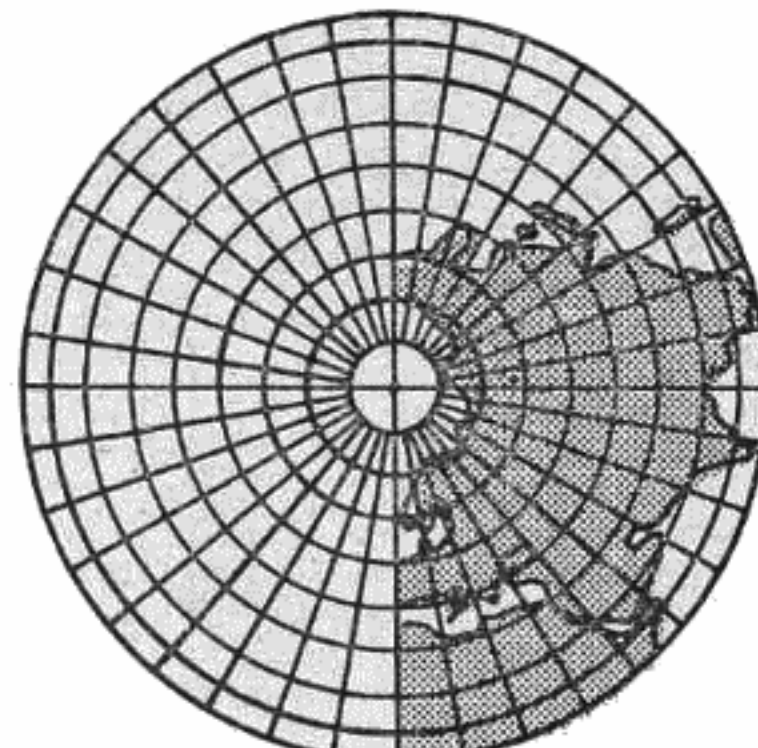
8. Ortografická síť v ekvatoriální poloze



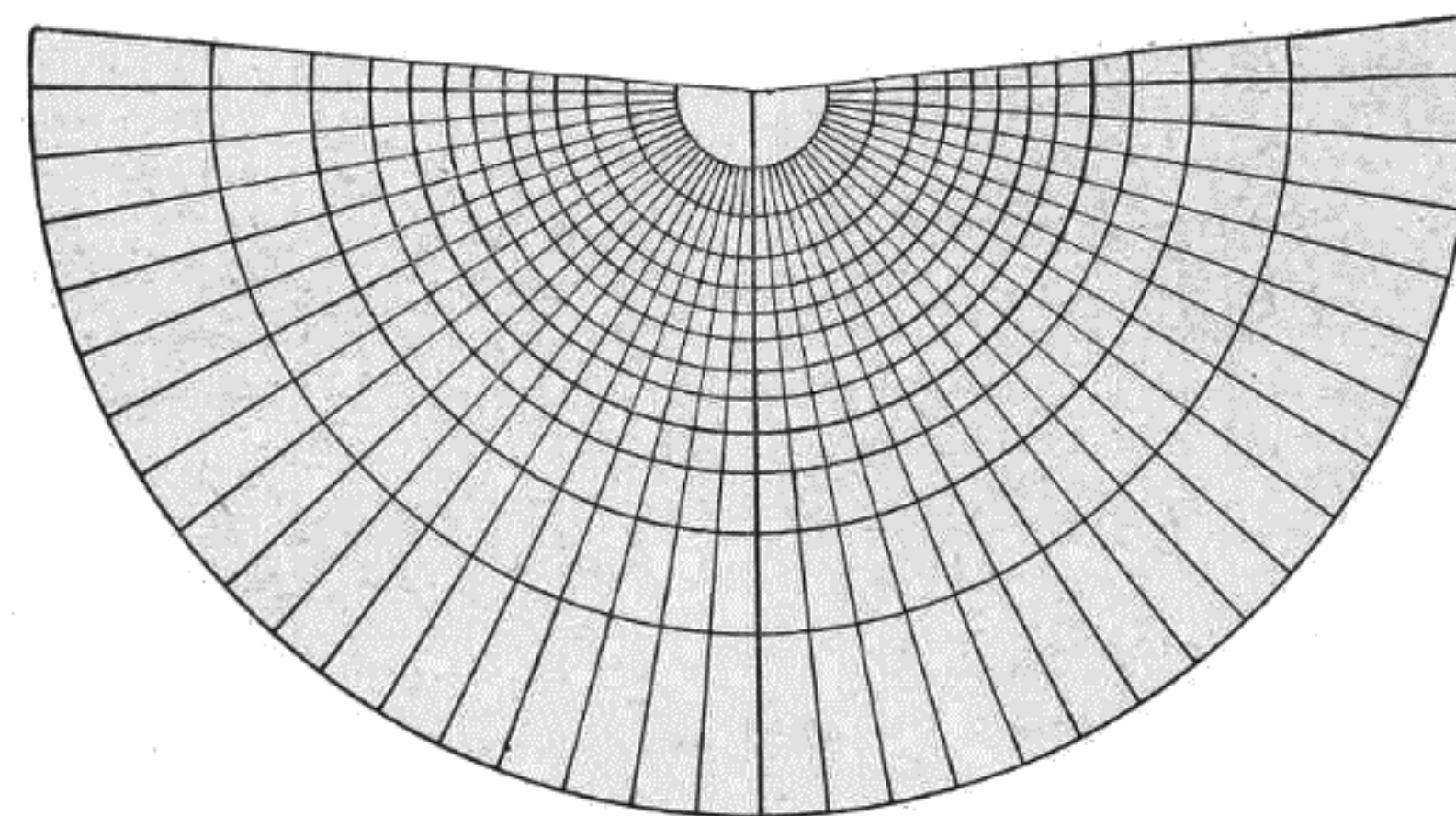
9. Ortografická síť v obecné poloze



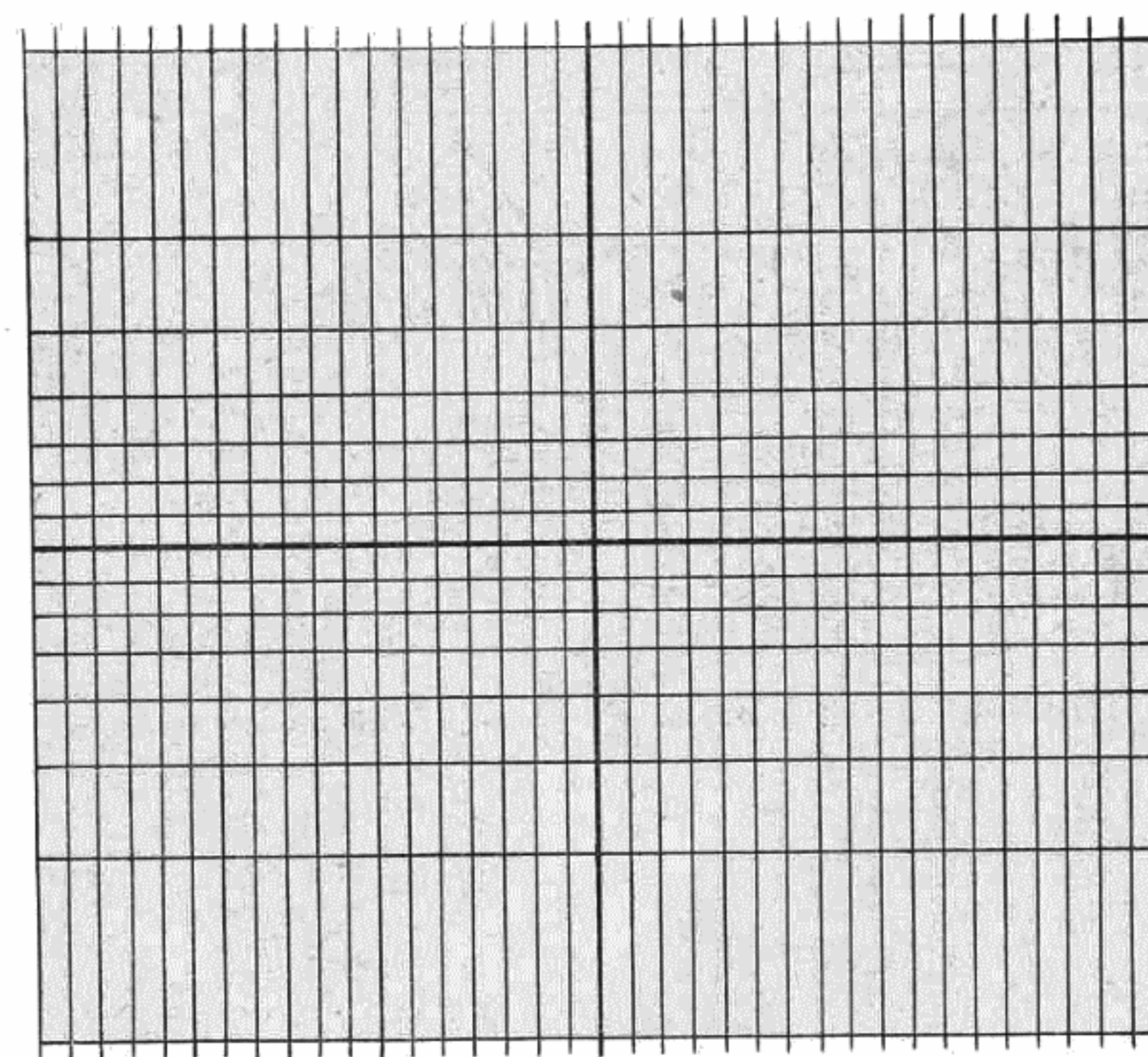
10. Lambertovo plochojevné kuželové zobrazení



11. Lambertovo azimutální zobrazení – síť v poloze polární



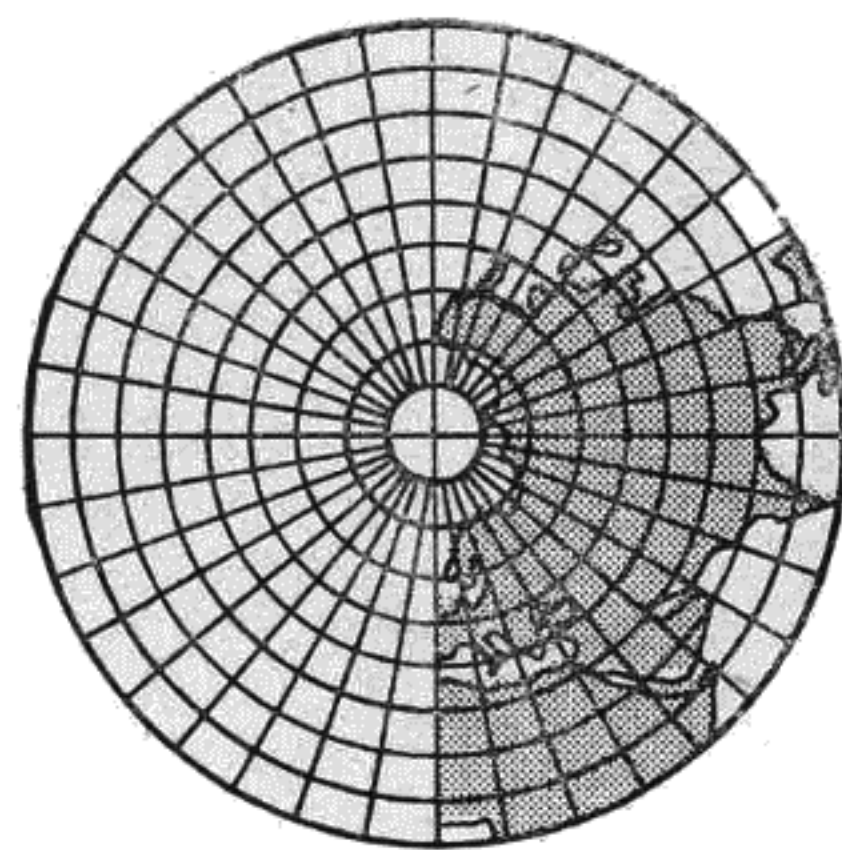
12. Síť na mapě kuželové projekce – kužel v normální poloze



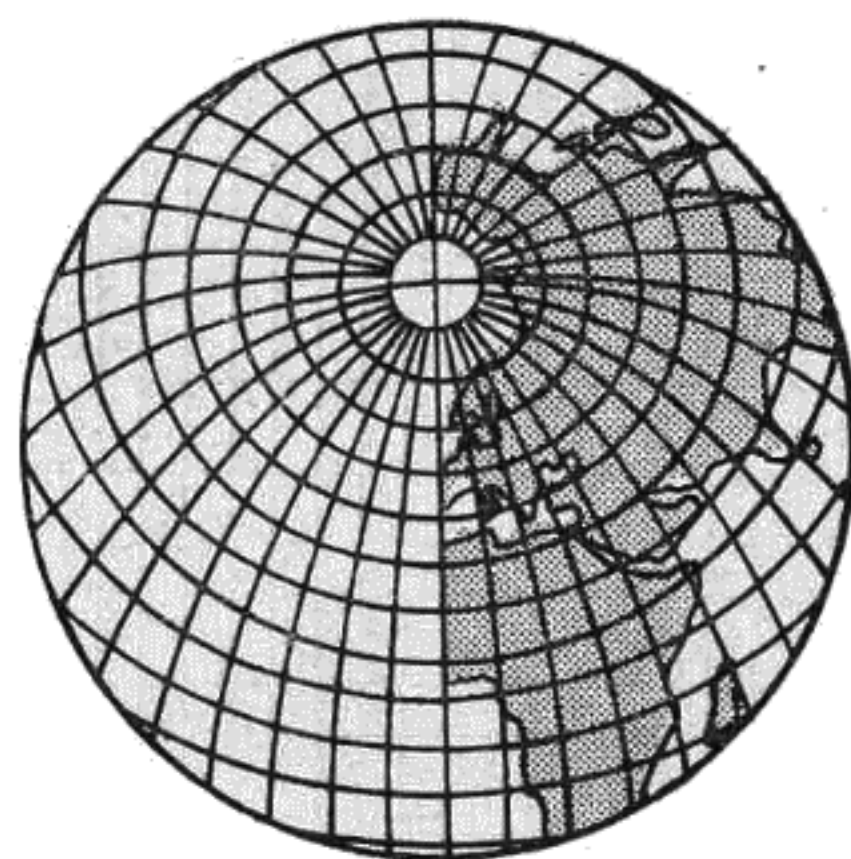
13. Síť na mapě válcové projekce



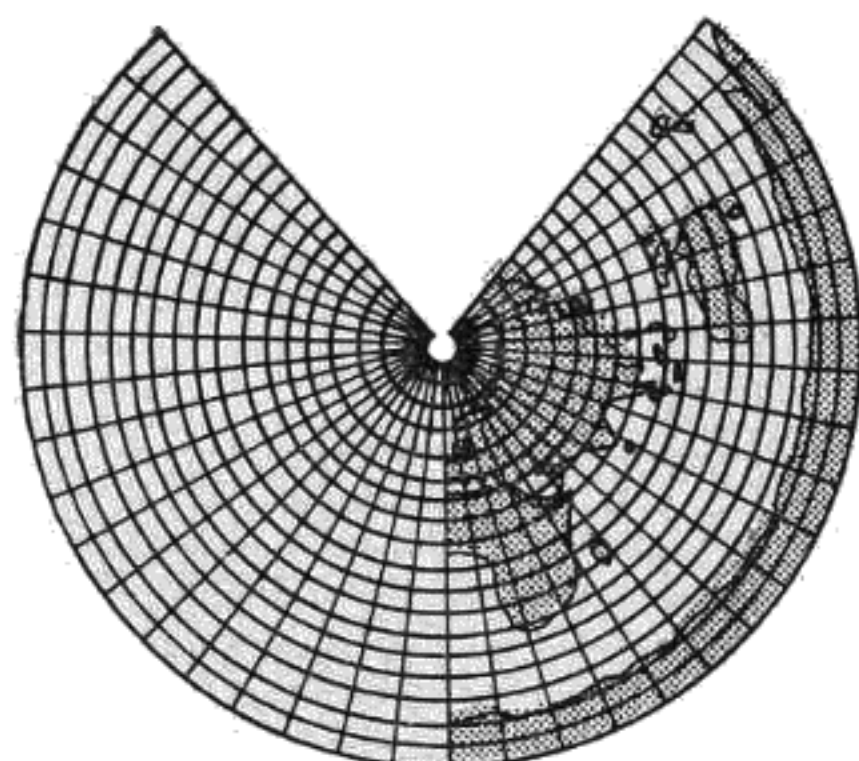
14. Lambertovo azimutální zobrazení –
sít v poloze ekvatoriální



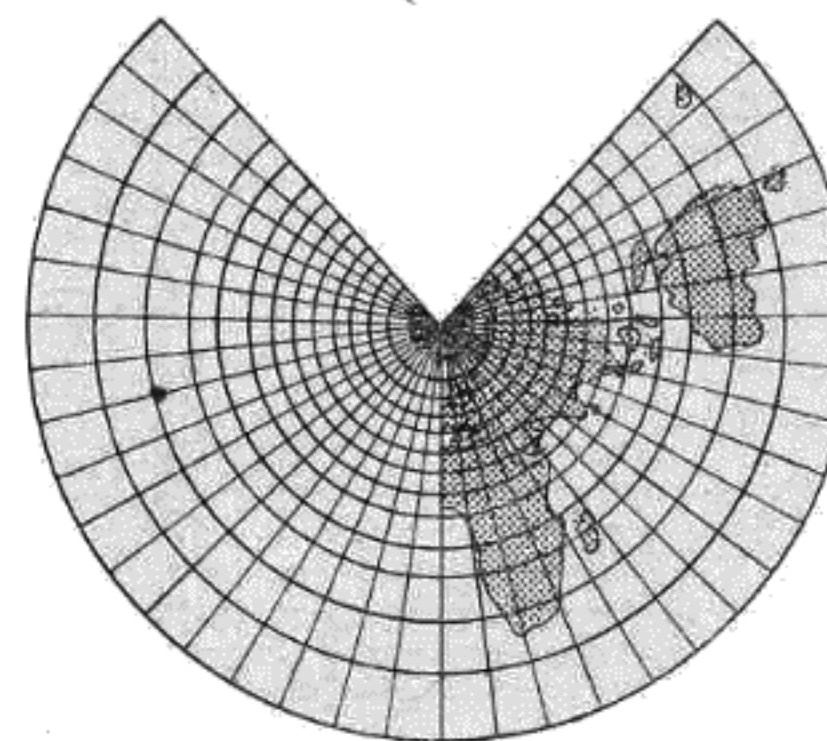
15. Postelovo azimutální zobrazení –
sít v poloze polární



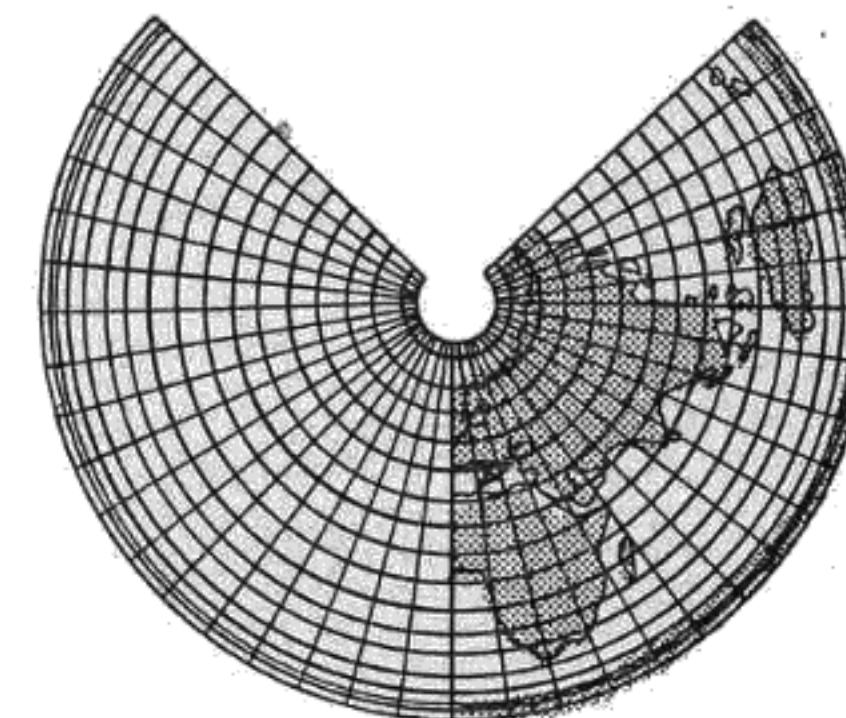
16. Postelovo azimutální zobrazení –
sít v poloze obecně



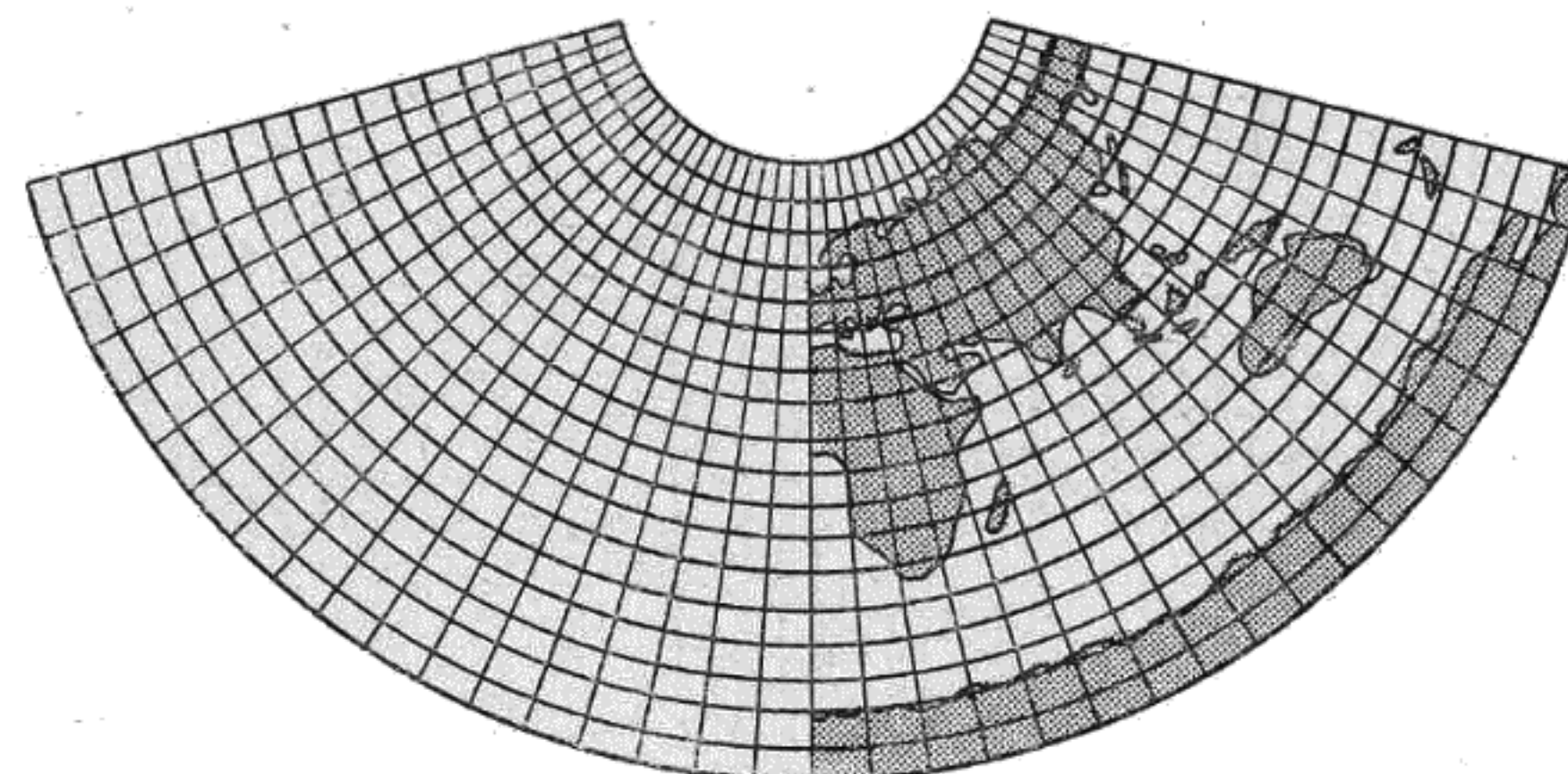
17. Ptolemaiovo zobrazení



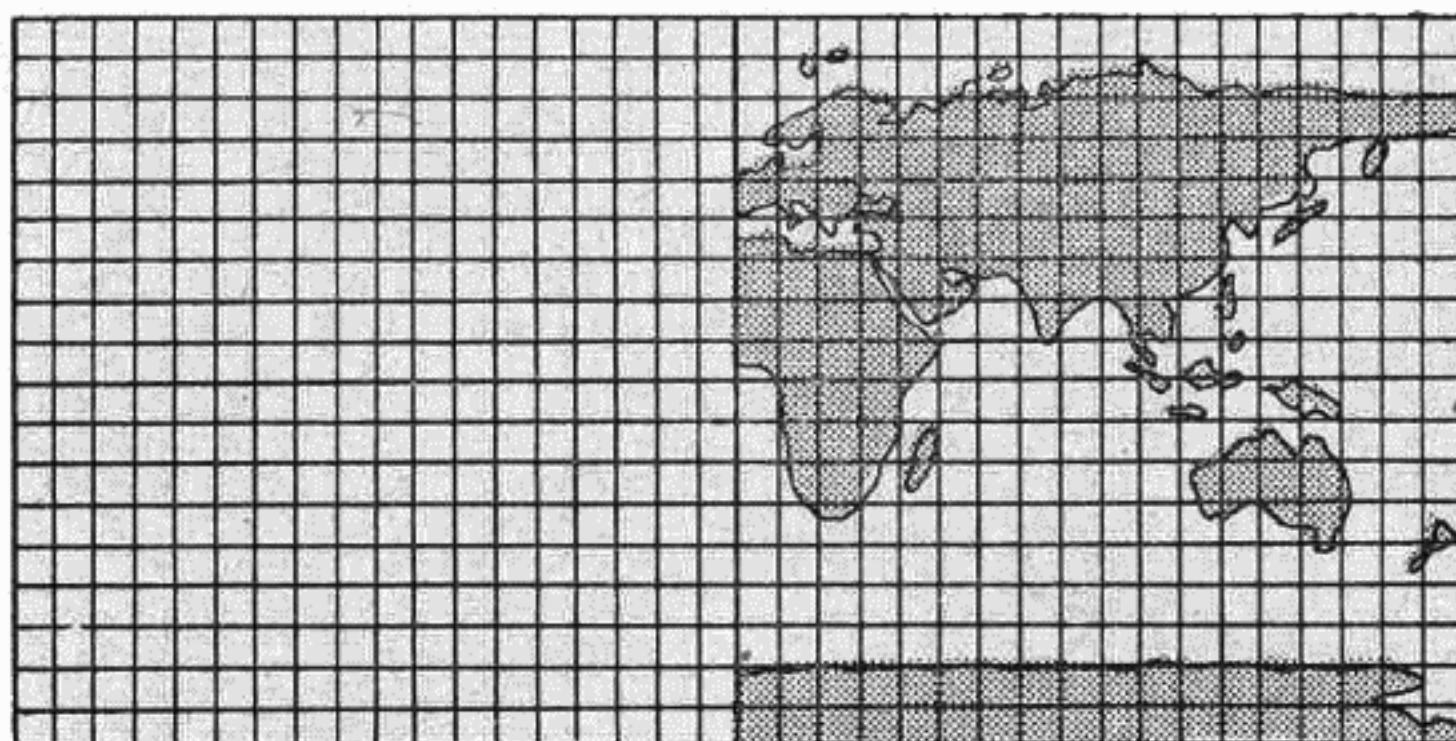
18. Lambert-Gaussovo úhlojevné kuželové
zobrazení



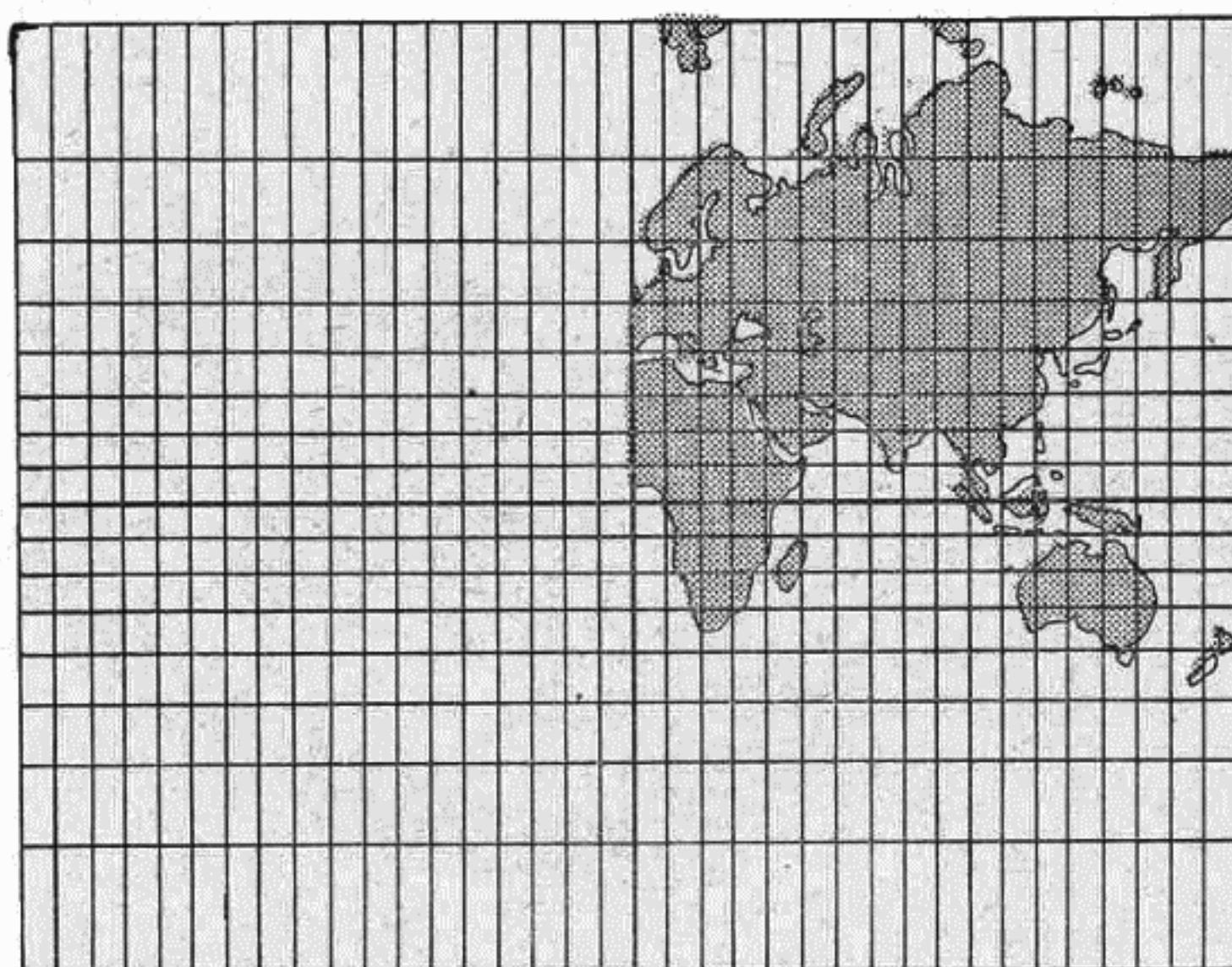
19. Albersovo zobrazení



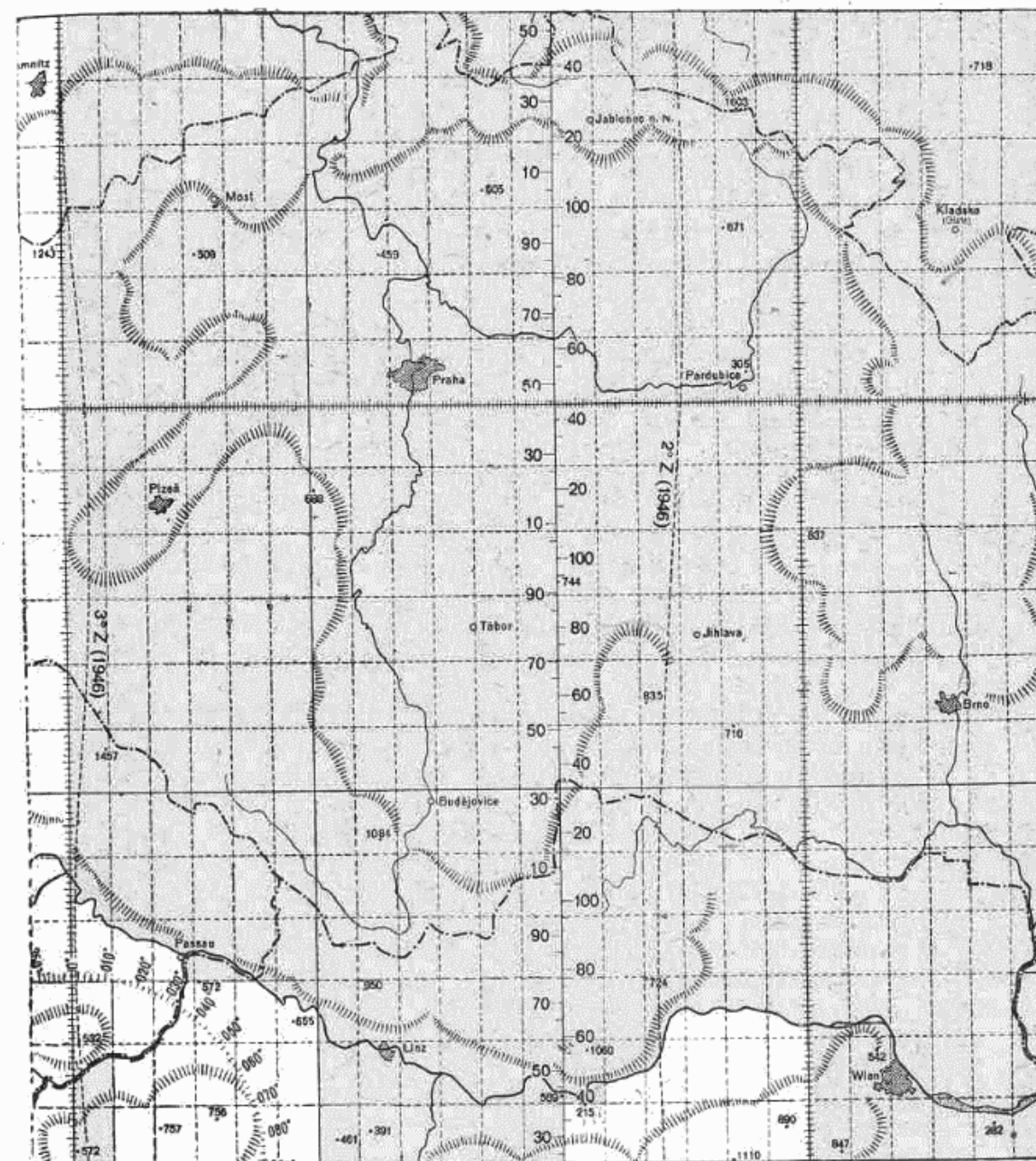
20. De L'Isleovo zobrazení



21. Válcové zobrazení se čtvercovou sítí



22. Mercatorova válcová síť



23. Mercatorova válcová síť

SEZNAM OBRÁZKŮ V TEXTU

1. Úchylka směru zemské gravitace	13
2. Sít myšlených čar na povrchu zeměkoule	16
3. Velká a malá kružnice na zeměkouli, průběh loxodromy, svírající s poledníky větší úhel než 0° a menší než 90° , průběh loxodromických a ortodromických spojnic	21
4. Průběh loxodromy a ortodromy na gnómonické mapě	22
5. Průběh loxodromy a ortodromy na Mercatorově mapě	22
6. Sbíhavost tečen poledníků v závislosti na zeměpisné šířce	23
7. Abak pro zjišťování konverzního úhlu	24
8. Průběh loxodromy a ortodromy na Mercatorově mapě a na mapě gnómonické na jižní a severní polokouli	29
9. Projekce azimutální polární gnómonická	30
10. Projekce azimutální rovníková gnómonická	31
11. Projekce azimutální obecná gnómonická	32
12. Projekce azimutální polární stereografická	33
13. Projekce azimutální rovníková stereografická	33
14. Projekce azimutální obecná stereografická	34
15. Projekce azimutální polární externí	34
16. Projekce azimutální rovníková externí	36
17. Projekce azimutální obecná externí	36
18. Projekce azimutální polární ortografická	37
19. Projekce azimutální rovníková ortografická	37
20. Projekce azimutální obecná ortografická	37
21. Projekce na kužel v normální poloze	40
22. Projekce na kužel v transverzální poloze	40
23. Projekce na kužel v obecné poloze	41
24. Projekce polykónická – kužely v normální poloze	42
25. Projekce kuželová se dvěma dotykovými kružnicemi	42
26. Projekce na válec v normální poloze, ohnisko promítání ve středu glóbu	43
27. Projekce na válec v normální poloze paprsky kolmými k ose válce	44
28. Projekce na válec v příčné poloze – pohled ve směru osy glóbu	45
29. Projekce na válec v obecné poloze	46
30. Projekce na válec v obecné poloze se dvěma dotykovými kružnicemi	46
31. Nemožnost přesného složení map polyedrické projekce v rovině	47
32. Grafický způsob sestrojení sítě poledníků a rovnoběžek Mercatorovy válcové projekce	50
33. Pásy válcové příčné Gauss – Krügerovy projekce	51
34. Měření vzdáleností na mapě Mercatorovy projekce	54
35. Příčný průřez terénu pomocí mapy s vrstevnicemi	56
36. Měření směru na mapě úhломěrem	61

37. Měření směru na mapě kursovým trojúhelníkem	62
38. Měření směru na mapě se sbíhajícími se poledníky	63
39. Převod hlavních a vedlejších světových stran na stupně	64
40. Území, zobrazované jednou generální mapou	66
41. Přehled kladu listů generálních map ČSR	67
42. Přehled kladu listů mezinárodních leteckých navigačních map o měřítku 1 : 500 000	69
43. Úhel mezi směrem zeměpisného a magnetického severu	81
44. Velikost úhlu magnetické deklinace v závislosti na zeměpisné poloze pozorovatele	81
45. Traťový úhel zeměpisný a traťový úhel magnetický	83
46. Traťový úhel zeměpisný a traťový úhel magnetický	83
47. Záporný a kladný úhel magnetické deklinace	84
48. Způsob vyjádření velikosti magnetické deklinace na navigačních mapách pomocí izogon	86
49. Převod $T\dot{U}z$ na $T\dot{U}m$ pomocí náčrtku	87
50. Převod Kz na Km pomocí náčrtku	88
51. Jiný příklad převodu $T\dot{U}z$ na $T\dot{U}m$ pomocí náčrtku	88
52. Jiný příklad převodu Kz na Km pomocí náčrtku	89
53. Převod $T\dot{U}m$ na $T\dot{U}z$ pomocí náčrtku	89
54. Převod Km na Kz pomocí náčrtku	90
55. Zjišťování neznámé magnetické deklinace pomocí náčrtku, je-li dán $T\dot{U}z$ a $T\dot{U}m$	90
56. Zjišťování neznámé magnetické deklinace pomocí náčrtku, je-li dán Kz a Km	91
57. Zjišťování neznámé magnetické deklinace pomocí náčrtku, je-li dán $T\dot{U}z$ a $T\dot{U}m$	91
58. Dvanáct kombinací vzájemné polohy severu zeměpisného, severu magnetického a severu kompasového	94
59. Převod Km na Kk graficky	96
60. Jiný příklad grafického převodu Km na Kk	96
61. Převod Kk na Km graficky	96
62. Jiná ukázka grafického převodu Kk na Km	96
63. Grafický způsob zjištění neznámé deviace kompasu	97
64. Grafický způsob zjištění neznámé deviace kompasu, je-li dán Km a Kk — jiný příklad	98
65. Vliv trvalého magnetismu v podélné ose letadla na výchylku střelky kompasu	100
66. Vliv trvalého magnetismu v příčné ose letadla na výchylku střelky kompasu	101
67. Grafikon pro sestrojení deviační křivky a deviační tabulky	110
68. Převod Kz na Km a Kk graficky	113
69. Zjištění neznámé magnetické deklinace a kompasového kursu pomocí náčrtku	113
70. Zjištění neznámé magnetické deklinace a kompasového kursu pomocí náčrtku, složitější případ	114
71. Zjištění neznámé deviace kompasu a zeměpisného kursu pomocí náčrtku	114
72. Průběh siločar zemského magnetického pole	117
73. Pootáčení střelky kompasu na kursu východ – západ při náhlém zrychlení nebo zpomalení	118
74. Hodnoty úhlů přetáčení a nedotáčení při zatáčkách podle magnetických kompasů od severních a jižních kursů	119

75. Zjišťování hodnoty průměrného větru grafickou metodou	129
76. Navigační vektorový trojúhelník	130
77. Relativní a absolutní výška	134
78. Let z tlakové výše do tlakové níže	135
79. Zjištění traťového úhlu zeměpisného TU_z a traťové rychlosti W grafickou metodou	138
80. Zjištění zeměpisného kursu K_z , traťové rychlosti W a doby letu grafickou metodou	139
81. Zjištění směru a rychlosti větru U grafickou metodou	141
82. Přední strana kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 3	143
83. Zadní strana kruhového logaritmického navigačního počítadla DR 3	145
84. Graf k výpočtu wsp	165
85. Emagram pro výpočet průměrného stoupání wsp	166
86. Mac Readyho kroužek	169
87. Mac Readyho kroužek nastaven na wsp + 2 m stoupání	169
88. Způsob skládání mezinárodních leteckých map 1 : 500 000	172
89. Náčrtek trati Medlánky–Zbraslavice	190
90. Náčrtek trati Bratislava–Piešťany	197
91. Náčrtek trati Ostrava–Martin	198

Tabulka č. 1 Projekce na rovinu	38
Tabulka č. 2 Záznam o kompenzování kompasu	107
Tabulka č. 3 Deviační tabulka	112
Tabulka č. 4 Tabulka příkladů	121
Tabulka č. 5 Motorářský navigační záznam (vyplněný)	156
Tabulka č. 6 Tabulka průměrné hodnoty stoupavých proudů wsp	164
Tabulka č. 7 Tabulka pro výpočet wsp	165
Tabulka č. 8 Příklad univerzální plachtařské pomůcky	160

SEZNAM OBRÁZKŮ V PŘÍLOZE

1. Gnómonická síť v normální poloze	205
2. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě azimutální polární stereografické projekce	205
3. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě azimutální obecné gnómonické projekce	205
4. Gnómonická síť v transverzální poloze	205
5. Stereografická síť v ekvatoriální poloze	206
6. Stereografická síť v obecné poloze	206
7. Ortografická síť v normální (polární) poloze	206
8. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě azimutální rovníkové ortografické projekce	206
9. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě azimutální obecné ortografické projekce	206
10. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě Lambertově plochojevné kuželové projekce	206
11. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě Lambertovy plochojevné azimutální projekce – poloha polární	206
12. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě kuželové projekce	207
13. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě válcové projekce	207
14. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě Lambertovy plochojevné azimutální projekce – poloha rovníková	208
15. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě Postelovy dálkojevné azimutální projekce – poloha polární	208
16. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě Postelovy dálkojevné azimutální projekce – poloha obecná	208
17. Síť poledníků a rovnoběžek na mapě Ptolemaiovy kuželové projekce	208
18. Lambert-Gaussovo úhlojevné kuželové zobrazení	209
19. Albersovo zobrazení	209
20. De L'Isleovo zobrazení	209
21. Válcové zobrazení se čtvercovou sítí	210
22. Mercatorova válcová síť	210
23. Mercatorova válcová síť	211

Doc. dr. Karel Kučař: Přehled kartografie 1946

Inž. dr. Václav Novák: Základy kartografie a topografie

Torgman-Kudrjavcev-Sergejev-Gorškov: Učebnice letecké navigace

Václav Šebesta: Základy letecké navigace

L. J. Němec: Praktická navigace

PŘEDMLUVA	5
1. ÚVOD	9
1.1. Co je letecká navigace	9
1.2. Předpokládané znalosti	11
2. NAUKA O MAPÁCH	12
2.1. Země a síť myšlených čar na ní	12
2.1.1. Tvar Země	12
2.1.2. Síť myšlených čar na povrchu Země	14
2.1.3. Udávání poloh na zeměkouli	17
2.1.4. Délkové míry, používané v navigaci	19
2.1.5. „Velká“ a „malá“ kružnice na zeměkouli, loxodroma a ortodroma, konvergence, konverzní úhel	20
2.2. Znázornění zeměkoule	25
2.2.1. Povrch Země	25
2.2.2. Postup při sestrojování map	25
2.2.3. Zkreslení map	27
2.2.4. Některé požadavky letecké navigace na mapy	28
2.3. Znázornění zeměkoule – druhy projekcí podle způsobu konstrukce	30
2.3.1. Projekce pravé	30
2.3.2. Projekce nepravé	47
2.4. Obsah a popis některých map	52
2.4.1. Měřítko mapy	52
2.4.2. Znázornění topografické plochy (topoplochy) na mapě	55
2.4.3. Znázornění topografické situace (toposituace) na mapě	58
2.4.4. Měření úhlů na mapách různých projekcí	60
2.4.5. Popis map v ČSR a v letecké navigaci nejpoužívanějších	65
2.4.6. Zeměpis Československé republiky	73
3. NAUKA O ZEMSKÉM MAGNETISMU	78
3.1. Rozdělení leteckých kompasů	78
3.1.1. Podle principu	78
3.1.2. Podle umístění v letadle	79
3.1.3. Podle způsobu čtení	80
3.2. Magnetická deklinace	80
3.2.1. Úvod a vysvětlení pojmů „západní“ a „východní“ magnetická deklinace	80
3.2.2. Čtení úhlů magnetické deklinace z map, izogony, agona	85
3.2.3. Převody zeměpisných směrů na magnetické a obráceně	87

3.3. Deviace kompasu	93
3.3.1. Úvod a vysvětlení pojmu „východní“ a „západní“ deviace kompasu	93
3.3.2. Převody magnetických kursů na kompasové a obráceně	95
3.3.3. Rozbor příčin deviace kompasu	98
3.3.4. Kompenzování letadlových kompasů	104
3.4. Převádění kursů a traťových úhlů v praxi	113
3.4.1. Převody grafickým způsobem	113
3.4.2. Převody početním způsobem	114
3.5. Inklinace kompasu	116
4. VÝPOČTOVÁ NAVIGACE	122
4.1. Motorářské navigační výpočty	124
4.1.1. Navigační prvky a zkratky	124
4.1.2. Grafické měření navigačního vektorového trojúhelníku	137
4.1.3. Početní řešení navigačního vektorového trojúhelníku	141
4.1.4. Řešení navigačního vektorového trojúhelníku pomocí kruhového navigačního počítadla DR 2 nebo DR 3.	142
4.1.5. Motorářský navigační záznam	154
4.2. Plachtařské pomůcky	161
4.2.1. Používání různých pomůcek při přeletu	161
4.2.2. Rozdělení plachtařských pomůcek podle účelu a použití	163
4.2.3. Výpočet průměrného stoupání	163
4.2.4. Zjištění ekonomických rychlostí přeskoku, V_p , cestovní rychlosti W_c , klouzavých úhlů při různých rychlostech, výpočet doletů z různých výšek, zjištění vlivu větru v zádech a proti-větru na relativní úhel klouzání	166
4.2.5. Shrnutí	170
5. SROVNÁVACÍ ORIENTACE	171
5.1. Příprava map	171
5.1.1. Všeobecná příprava map	171
5.1.2. Příprava map před letem	174
5.2. Studium map před letem	177
5.3. Ohodnocení orientačních bodů v terénu z hlediska srovnávací orientace	181
5.3.1. Ohodnocení lesů	182
5.3.2. Ohodnocení sídlišť	183
5.3.3. Ohodnocení vodstev	184
5.3.4. Ohodnocení silnic	185
5.3.5. Ohodnocení železnic	185
5.3.6. Ohodnocení horstev a kopců	186
5.3.7. Ohodnocení hradů, zámků a kostelů	186
5.4. Technika srovnávací orientace	187
5.4.1. Podrobná srovnávací orientace	188
5.4.2. Hrubá srovnávací orientace	195
5.4.3. Srovnávací orientace při plachtařských přeletech	199
5.5. Ztráta orientace	201
Seznam obrázků v textu	212
Seznam obrázků v příloze	215
Seznam použité literatury	216

EDICE SVAZARMU.

Svazek 7.

Jaroslav Knap, Jaroslav Kumpošt

NAVIGACE PRO SPORTOVNÍ LETCE

Obálku navrhl dr. Karel Helmich. Vydalo Naše vojsko, nakladatelství, n. p. v Praze, jako svou 2187. publikaci. Odpovědný redaktor Jiří Muk.

Ze sazby Monotype písmem Bodoni vytiskla tiskárna Polygrafia 1, n. p. v Praze. Formát papíru 86 × 112. Dílo obsahuje 13,16 autor-ských archů a 15,84 vydavatelských archů. K tisku 13. června 1960. Náklad 3000 výtisků. 05/112. Vydání I. Daň 5 %. Cena brož. 10,80 Kčs, váz. 14,20 Kčs, 56/III-5. D-09-01117.