

Praktická geometrie

1. Úkol a rozsah geodesie a praktické geometrie

In: Pavel Potužák (author): Praktická geometrie. Část první. (Czech). Praha: Jednota českých matematiků a fyziků, 1945. pp. 5–10.

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/403116>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

1. ÚKOL A ROZSAH

GEODESIE A PRAKTICKÉ GEOMETRIE

Praktická geometrie je nauka o měření, výpočtech a zobrazování menší části zemského povrchu, kterou lze prakticky považovati za rovinu. Je částí geodesie, kterou u nás dělíme na geodesii vyšší a nižší. Do vyšší geodesie spadá studie přesných měřických strojů, stupňové měření pro určení povšechného tvaru zemského tělesa a určování odchylek od tohoto povšechného tvaru. Kromě tohoto vědeckého úkolu vyšší geodesie je její úlohou pořízení přesného geometrického základu pro podrobné měření a zobrazování velkých částí zemského povrchu jako zemí a států. Tento úkol je povahy technické a poskytuje podklady pro podrobné měření katastrální, topografické a horní, jež se koná za účelem vyhotovení plánů a map.

Základní technickou úlohou geodesie je vyšetřování vzájemné polohy bodů na zemském povrchu vzhledem ke zvolené zobrazovací ploše, odvozovati výrazy pro číselné určování polohy bodů mezi sebou a zobrazovati je v určitém měřítku zmenšení v mapách, plánech a náčrtech. Vzájemnou polohu bodů mezi sebou je rozuměti polohu jejich průmětů na vhodné zobrazovací a výpočetní ploše; určujeme ji polohovým měřením. Kolmou odlehlost bodů od jejich průmětů poskytuje výškové měření. Průmětná plocha se volí tak, aby se pro území určitého rozsahu přimykala ke skutečnému zemskému povrchu. Poněvadž zemský povrch je nerovný, byla by nejvhodnější průmětnou plochou klidná, souvislá hladina vodní, jdoucí ve vzdálenosti průměrné výšky vodního stavu od pozorovaného bodu, jež by se prodloužila i pod povrch pevnin. Tato plocha je kolmá ke všem směrům tíže, je však pomyslná a nazývá se geoidem a nehodí se pro naše úkoly. Nahrazuje se proto plochou zemského elipsoidu, který se přimyká ke geoidické ploše s nejmenší odchylkou.

Přesné rozměry zemského elipsoidu nejsou dosud známy a pro mapování větších území se volí některý ze známých srovnávacích (referenčních, náhradních) rotačních elipsoidů, jež byly vypočteny z dosavad vykonaných stupňových měření. Ve střední Evropě se užívá elipsoidu, jehož rozměry vypočetl v letech 1837—41 německý geodet Bessel z 10 různých stupňových měření a uveřejnil je v roce 1842. Rozměry jeho elipsoidu jsou:

velká poloosa $a = 6\,377\,397,16$ m,

malá poloosa $b = 6\,356\,078,96$ m,

zploštění $i = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{299,1528 \pm 4,667}$;

délka poledníkové čtvrtkružnice (kvadrantu) je $Q = 10\,000\,855,76$ m \pm 398,23 m.

V Anglii a ve Francii se užívá rozměrů elipsoidu vypočtených anglickým geodetem Clarkem:

$a = 6\,378\,249,2$ m, $b = 6\,356\,515,0$ m,

$i = \frac{1}{293,5}$, $Q = 10\,001\,867,7$ m.

V Americe je užíván elipsoid Hayfordův, vypočtený z amerických stupňových měření a jeho rozměry jsou:

$a = 6\,378\,388$ m \pm 53 m, $b = 6\,356\,909$ m \pm 108 m,

$i = \frac{1}{297,0}$, $Q = 10\,002\,286$ m.

Z uvedených elipsoidů má nejmenší rozměry elipsoid Besselův. Z každého stupňového měření se dají určití rozměry elipsoidu a výsledky se budou mezi sebou lišit. Nejlépe by vyhověl pro celý zemský povrch ten elipsoid, který by byl vypočten z velkého počtu měření vykonaných na stejnoměrně rozložených místech zeměkoule.

K urychlení výpočtů na elipsoidické ploše nebo na náhradní kouli jsou pro každý elipsoid sestaveny různé tabulky. Při

srovnávání geodetických prací užívá se (také pro větší oblast) téhož elipsoidu.

Jak ukázaly novodobé práce, liší se geoid velmi nepatrně od plochy rotačního elipsoidu, který vznikne otáčením elipsy o zploštění $i = \frac{1}{300}$. Geoid si lze představit též jako rotační

elipsoid nebo sféroid, který má na různých místech mírně vzedmutý povrch. Čím méně se odchyluje elipsoidická plocha od geoidické, tím přesněji byly zvoleny rozměry elipsoidu.

Zvolený elipsoid se pro geodetické práce umístí se zřetelem ke geoidu a k fyzickému povrchu Země takto:

Na zemském povrchu se zvolí bod jako počátek zobrazovací soustavy. Na něm se určí astronomicky zeměpisné souřadnice, délka λ , šířka φ , nadmořská výška a azimut některé strany jdoucí počátkem. Na zvoleném srovnávacím rotačním elipsoidu se podle astronomicky změřených zeměpisných souřadnic sestrojí počátek a v něm se vztyčí normála. Elipsoid se posunuje tak, aby jeho osa byla rovnoběžná se zemskou osou a normála k elipsoidu se ztotožnila se skutečnou tížnicí jdoucí počátkem. Zároveň se dbá toho, aby elipsoidická plocha protínala normální hladinu vodní (mořskou) (čili geoidickou plochu) tak, že je částečně pod a částečně nad geoidickou plochou.

Největší odchylka v převýšení geoidu nad elipsoidem je pod velikými horstvy a vliv toho se projevuje tížnicovou odchylkou čili úhlem mezi tížnicí a normálou k elipsoidu.

Na plochu srovnávacího rotačního elipsoidu se promítají body skutečného zemského povrchu normálami i když skutečné měření bylo konáno vzhledem ke geoidické ploše podle tížnic. Tím vznikají určité chyby, které jsou však tak malé, že se mohou zanedbávat. Tak se stává elipsoidická plocha průmětnou a výpočetní plochou pro všechny druhy zobrazovacích prací.

Vycházejíce ze zeměpisných souřadnic počátku astronomicky určených a azimutu některé strany jdoucí počátkem, odvodíme geodeticky — nikoli astronomicky — zeměpisné

souřadnice průmětů trigonometrických bodů na elipsoidické ploše na 4 desetinná místa, aby délky z nich vypočtené byly určeny spolehlivě na centimetry. Po určení nadmořské výšky trigonometrických bodů je dána prostorová poloha bodu nad plochou srovnávacího elipsoidu.

K měření větší části zemského povrchu je třeba zvoliti a osaditi veliké množství trigonometrických (trojúhelníkových) bodů, které se spojují v sítě, čímž se získá kostra pro podrobné měření. Tím se dodržuje zásada pracovati ze širšího obvodu do užšího čili z obvodu dovnitř. Do sítě o dlouhých trigonometrických stranách se vkládají postupně sítě o kratších stranách až průměrná vzdálenost bodů je taková, že lze přistoupit k podrobnému měření. Území mezi těmito body lze považovati za rovinné, neboť při výpočtu souřadnic trigonometrických bodů byl vzat zřetel k zakřivení zemského povrchu pro zobrazení bodů v rovině.

U nás se dělí trigonometrická síť na sítě vyšších řádů a podrobnou trigonometrickou síť, která se nazývá trigonometrickou sítí katastrální. Vzdálenosti bodů v jednotlivých sítích čili délky trigonometrických stran jsou různé a průměrná délka stran v trojúhelníku činí u nás pro 1. řád 25 km, pro 2. řád 13 km, pro 3. řád 7 km a pro 4. řád 4 km.

Na trigonometrické sítě vyšších řádů se připojuje podrobná trigonometrická síť o průměrné délce stran v trojúhelníku 2 km. Měřický výkon na trigonometrických bodech se nazývá triangulací, což znamená měření vodorovných úhlů mezi směry na trigonometrické body podle pozorovacího a výpočetního plánu, jak stanoví měřické návody.

Každý trigonometrický bod má svůj název a číslo. Poslední číslice znamená řád bodu. Ku př. bod č. 41 je bodem č. 4 a 1. řádu, bod č. 415 je bodem č. 41 a 5. řádu čili bodem podrobné triangulace.

Lze-li část zemského povrchu nahraditi rovinou, je nutno určití podle základních geodetických prací a to zvláště pro měření polohové a zvláště pro výškové měření. Při posuzování se zkoumá, jak se uplatňuje vliv zanedbávání sáhavosti

tížnic (čili konvergence tížnic), případně též podle toho, s jakou přesností se má měření prováděti.

Ve sférickém trojúhelníku je nutno počítat se sférickým nadbytkem (excesem). Podle geodetických výpočtů lze sférický trojúhelník o základně a výšce asi 50 km pokládati ještě za rovinný. Poněvadž trigonometrické body jsou voleny na mnohem menší vzdálenosti od sebe a měření se musí vždy připojovat na trigonometrické body podle měřičských předpisů, není třeba při podrobném měření s excesem počítati.

Volíme-li za průmětnu vodorovnou rovinu, jdoucí určitým bodem zemského povrchu a tížnice za promítací paprsky, zanedbáváme sbíhavost tížnic, jež činí na vzdálenost 1,85 km 1 minutu. Pro území menšího rozsahu lze tížnice při polohovém měření považovati za rovnoběžné přímky. Při výškovém měření se musí bráti zřetel k zemskému zakřivení i když jde jen o měření malého rozsahu.

Pro pořízení mapy je třeba body na zakřiveném zemském povrchu zobraziti v určité rovině. To se děje přes plochu sféroidickou na kulovou a z ní do některé rozvinutelné plochy pláště dotykového válce nebo kužele. Tímto úkolem se zabývá kartografie. Obrazy ze sféroidu do roviny se nedají přenášet shodně, ale je možno zachovat buď úhly (projekce stejnoúhlá) nebo obsahy ploch (projekce stejnoplochá).

Do oboru vyšší geodesie spadají tudíž řešení geoidická, sféroidická, sférická a projekční (zobrazovací) a to jak s hlediska vědeckého, tak s hlediska jejich využití po technické stránce. Do oboru nižší geodesie se zahrnují úkoly, které lze povětšinou řešit podle zásad rovinné geometrie. Pro hospodářské a technické úkoly se obor nižší geodesie nazývá velmi často praktickou geometrií, pro účely báňské důlním měřičtívím a pro účely zeměpisné topografií.

Je-li v mnohých případech nutné dbáti zemského zakřivení, lze počítat s poloměrem koule jednotné velikosti o $r \cong 6370$ km. Je to poloměr koule, která má přibližně též objem i povrch jako Besselův elipsoid. Pro přesnější výpočet se stanoví zeměpisné souřadnice místa, kde měření bylo konáno, na př. na topografické mapě, v tabulkách se najdou hlavní poloměry křivosti, poled-

níkový (čili meridiánový) M a příčný N (ve směru kolmém). Z nich se vypočte místní (střední) poloměr křivosti jako geometrický střed

$$r = \sqrt{MN}.$$

Plocha kulová, která se v pozorovaném místě dotýká vodorovné roviny a má tento poloměr r , nahrazuje dosti přesně (pro měření) plochu elipsoidickou a plochu geoidickou.

Obrazy vodorovných průmětů v určitém měřítku (poměru) zmenšení se nazývají mapami nebo plány. Jejich měřítko jsou u map

katastrálních	1 : 2880, 1440, 720, 2500, 1250, 625, 4000, 2000, 1000, 500,
topografických . . .	1 : 25 000, 20 000,
speciálních	1 : 75 000, 50 000,
generálních	1 : 200 000,
atd.	

Výškové poměry se vyznačují na mapách výškovými značkami (kótami) s udáním výšky bodů, vrstevnicemi a šrafy. Svislý řez územím se zobrazením výškových poměrů se jmenuje profilem. Užívají se profily podélné a příčné.