

MODELOVÁNÍ PŘESNOSTI GEOMORFOLOGICKÝCH DAT

R. Dušek, M. Drozdek

katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity v Ostravě

Abstrakt

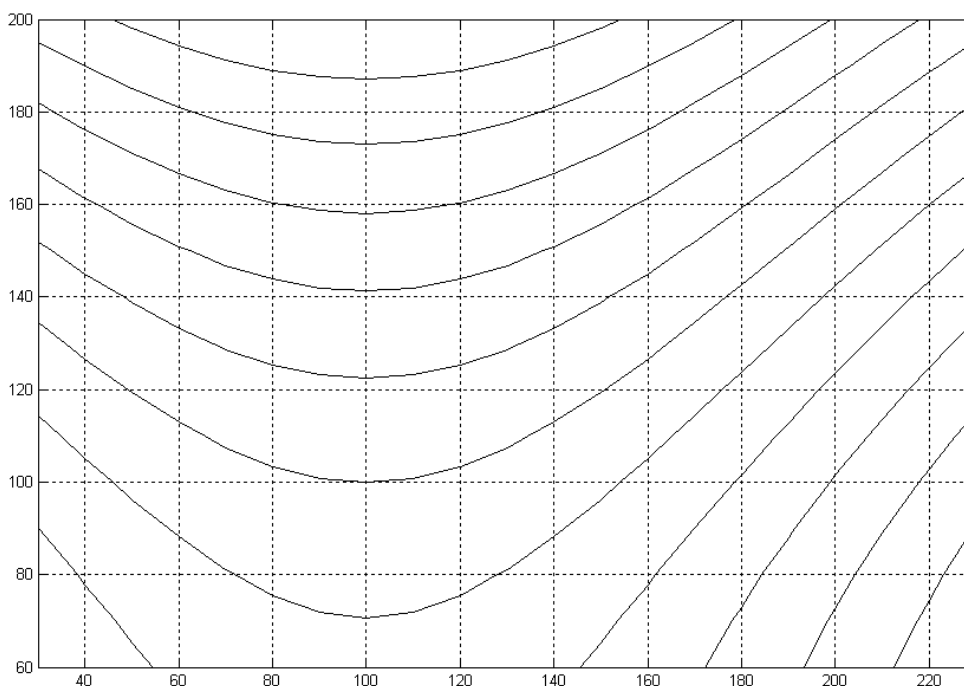
Na příkladu monitoringu svahového pohybu je modelována přesnost geomorfologických dat. Je předpokládáno klasické geodetické měření polární metodou standardní přesnosti. Pro pravidelnou síť bodů jsou vypočítány kovarianční matice a z nich parametry ploch stejné střední chyby ve směru. Pro hodnocení přesnosti geomorfologického monitoringu jsou vypočteny přesnosti v poloze jednotlivých bodů ve směru předpokládaného pohybu – ve směru spádu. Výsledky dokládají, že zanedbání rozboru přesnosti může vést ke zkreslení výsledků monitoringu i to, že přesnost nelze řešit jednoduchými odhady.

1 Parametry modelu geomorfologického monitoringu

Jako modelový příklad určování přesnosti geomorfologických dat byl zvolen monitoring svahového sesuvu. Terén je reprezentován územím o rozměrech 200 m × 140 m s maximálním převýšením 50 m. Jedná se o široký konvexní svahový hřbet, který je pomocí vrstevnic s intervalem pět metrů znázorněn na obrázku 1. Pro vlastní sledování pohybu svahu se předpokládá geodetické měření polární metodou z jediného stanoviska o souřadnicích $X_p = 20$ m, $Y_p = 0$ m, $Z_p = 400$ m. Pro vlastní přesnost monitoringu je podstatná přesnost použitých přístrojů. Modelový příklad byl řešen pro standardní přesnost používaných totálních stanic s konkrétními hodnotami:

- střední chyba délek = (3 + 3 ppm) mm,
- střední chyba vodorovných i svislých úhlů = 30^{cc}.

Modelový příklad je řešen v místní souřadnicové soustavě (viz obr. 1) v pravidelné síti 10 m × 10 m.



Obr. 1: Modelové území znázorněné pomocí vrstevnic (interval 5 m).

2 Výpočet přesností bodů sítě

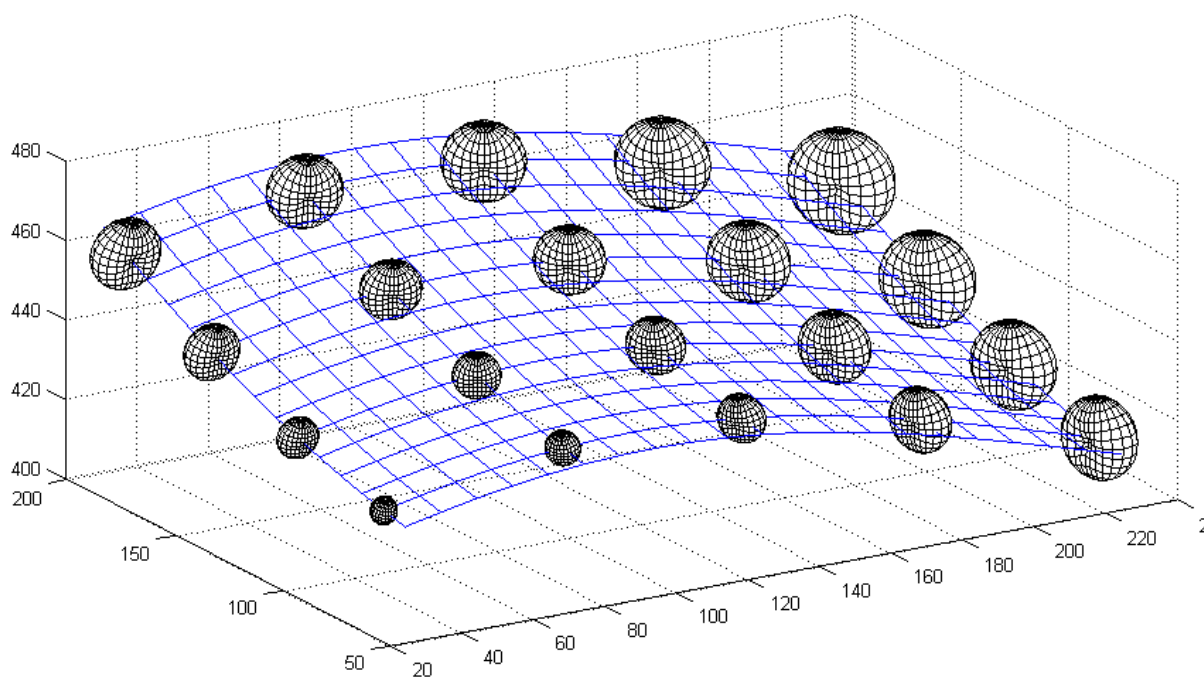
Na základě modelového řešení geodetických úloh [1] byly pro jednotlivé body čtvercové sítě vypočteny kovarianční matice odpovídající výše uvedeným parametrům modelu. Pomocí vlastních čísel kovariančních matic byly vypočteny parametry (poloosy a , b , c a úhly stočení α , β) středních elipsoidů chyb charakterizujících přesnost určení polohy jednotlivých bodů. Vlastní elipsoidy bylo možné získat řešením parametrické rovnice trojosého elipsoidu pro průvodič r_E :

$$r_E^2 = \frac{a^2 b^2 c^2}{b^2 c^2 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + a^2 c^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \beta + a^2 b^2 \sin^2 \beta}. \quad (1)$$

Vzhledem k tomu, že při geomorfologickém monitoringu je rozhodující určovat nikoli přesnost v poloze, ale v konkrétním směru (ve směru pohybu), byly dále z parametrů a , b , c , α , β řešeny plochy stejné přesnosti v konkrétním směru (Helmertovy plochy [2]). Parametrické vyjádření Helmertovy plochy:

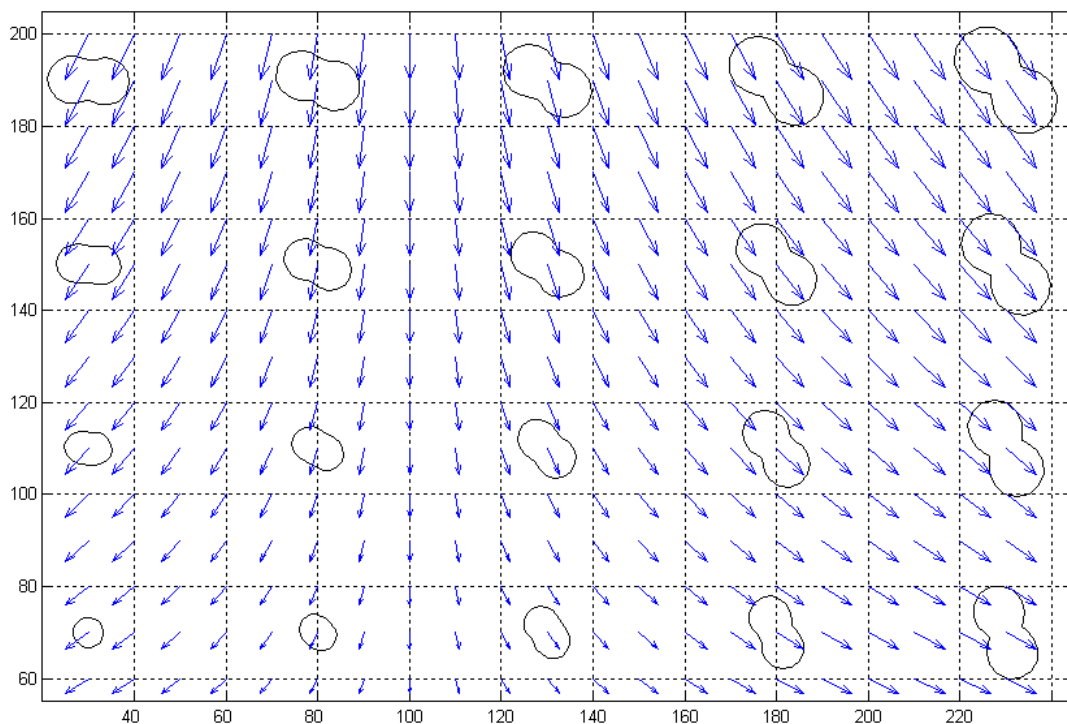
$$r_H^2 = a^2 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + b^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \beta + c^2 \sin^2 \beta. \quad (2)$$

Průběh přesnosti jednotlivých bodů je pomocí Helmertových ploch znázorněn na obr. 2. Pro přehlednost obrázku byly vykresleny Helmertovy plochy pouze pro body v intervalu $50 \text{ m} \times 40 \text{ m}$. Zobrazené Helmertovy plochy dokládají různorodou přesnost jednotlivých bodů v závislosti na vzdálenosti od stanoviště přístroje a směru záměry.



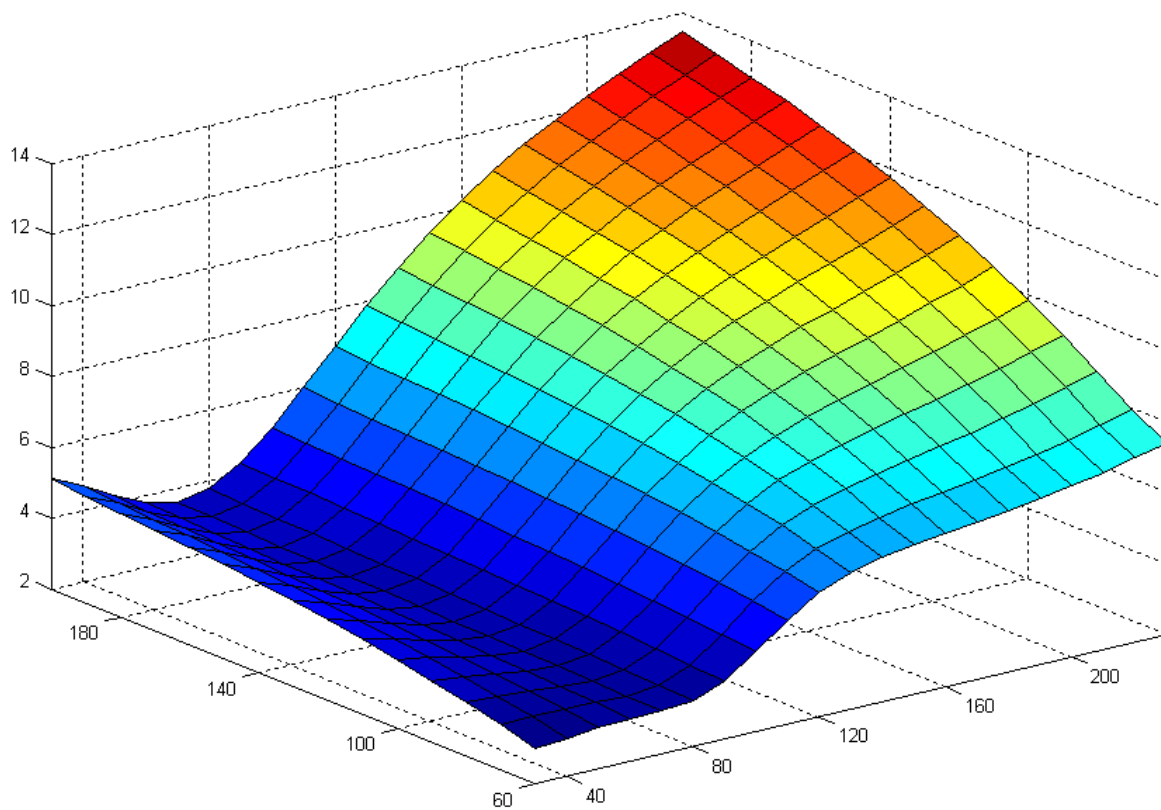
Obr. 2: Helmertovy plochy ve vybraných bodech sítě.

Pro určení přesnosti jednotlivých bodů ve směru pohybu svahu byly stanoveny směry spádu a následně dosazením do (2) vypočteny průvodiče Helmertových ploch ve směru spádu. Na obr. 3 jsou vektory znázorněny směry (i velikosti) spádu zároveň se zákresem průmětů Helmertových ploch do vodorovné roviny. Těmito průměty jsou Helmertovy křivky reprezentující přesnost určení polohy (2D) v konkrétním směru. Pro přehlednost obrázku jsou opět Helmertovy křivky pouze na některých bodech. Z obrázku je patrné, že kombinace obecně různých Helmertových křivek na jednotlivých bodech a různých směrů spádu, je výsledná modelovaná přesnost určení pohybu svahu značně různorodá se složitým průběhem v síti bodů.

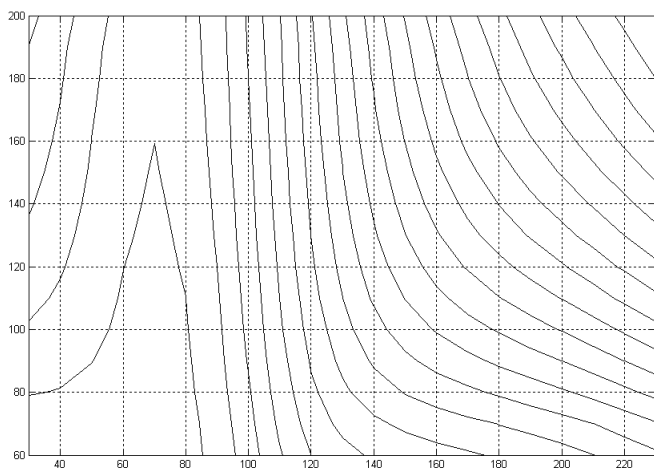


Obr. 3: Směry spádu svahu a Helmertovy křivky na vybraných bodech.

Složité průběh přesnosti určení polohy jednotlivých bodů ve směru spádu dokládá obr. 4, který znázorňuje průběh této přesnosti v celé síti. Hodnoty na svislé ose grafu udávají střední chybu určení polohy bodu ve směru spádu v milimetrech. Stejná situace znázorněná pomocí izolinií je na obr. 5.



Obr. 4: Průběh přesnosti polohy bodů v celé síti (mm).



Obr. 5: Znáznornění průběhu přesnosti (obr. 4) pomocí izolinií.

Z průběhu přesnosti i z hodnot středních chyb je patrné, že některé body v síti jsou určeny velmi přesně, u jiných je přesnost $4 \times$ až $5 \times$ horší. Vzhledem k tomu, že maximální hodnoty střední chyby se blíží ke 14 mm a mezní odchylka je v geodetické praxi běžně 2 až 2,5 násobek střední chyby, je možné očekávat nepřesnosti až 3,5 cm. Tato hodnota je již pro monitoring geodetickými metodami podstatná a může ovlivnit interpretaci výsledků. Vedle samotné chyby je důležitý i průběh přesnosti, který závisí na mnoha parametrech (metody měření, přesnost přístrojů, poloha stanoviska, konfigurace terénu) a nelze ho vyjádřit jednoduchou funkcí.

3 Závěr

Modelový příklad založený na zcela běžných parametrech a postupech jednoznačně dokládá, že je nutné věnovat otázkám přesnosti značnou pozornost. Z geografického hlediska je geodetické měření velmi přesné, ale přesto by zanedbání rozboru přesnosti mohlo vést ke zkreslení výsledků monitoringu. Výsledky dokládají nejen to, že je nutné se přesností zabývat, ale i to, že je obtížné řešit přesnost jednoduchými odhady.

Literatura

- [1] JANDOUREK, Jan. *Geodézie IV: úprava měřených veličin před výpočty, geodetická úloha a její kvalitativní hodnocení*. Praha: ČVUT, 1995. 149 s. ISBN 80-01-01330-8
- [2] DUŠEK, Radek. Helmertova křivka v trojrozměrném prostoru. *Geodetický a kartografický obzor*. 2004. roč. 50. V tisku. ISSN 0016-7096.
- [3] BÖHM, Josef – RADOUCH, Vladimír – HAMPACHER, Miroslav. *Teorie chyb a vyrovnávací počet*. 2. upravené vydání. Praha: Geodetický a kartografický podnik, 1990. 416 s. ISBN 80-7011-056-2
- [4] Dušek, Radek. *Užití systému MATLAB pro stanovení vlivu konfigurace na přesnost geodetických úloh*. In *MATLAB 2003. Sborník příspěvků 11. ročníku konference*. Praha: VŠCHT, 2003. s. 113–116. ISBN 80-7080-526-9

Radek Dušek
radek.dusek@osu.cz

Marek Drozdek
marek.drozdek@student.osu.cz