

**ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE**

**STAVEBNÁ FAKULTA**

**Katedra geodézie**

## **VYROVNÁVACÍ POČET II**

**Učebný text pre študentov bakalárskeho štúdia odboru geodézia  
a kartografia**

**WWW**

**Prof. Ing. Ladislav Bitterer, CSc.**

**2003**

OBSAH .....	2
Predhovor .....	3
1. BINOMICKÉ ROZDELENIE PRAVDEPODOBNOTI .....	4
2. NORMÁLNE ROZDELENIE CHÝB .....	9
2.1 Odvodenie normálneho rozdelenia chýb z hypotézy rovnakých elementárnych chýb (podľa Hagera) .....	9
2.2 Normálne rozdelenie pravdepodobnosti .....	10
2.3 Aplikácia normálneho rozdelenia na chyby .....	13
2.4 Intervalové odhady. Najväčšia možná chyba a najväčšia dovolená chyba .....	16
2.5 Interval spoľahlivosti .....	17
2.6 Konštrukcia krivky normálneho rozdelenia .....	18
2.7 Porovnanie histogramu empirických početností s Gaussovou krivkou .....	21
2.7.1 Skúšky normality pomocou empirických momentov .....	21
2.7.2 Skúška normality pomocou triednych početností .....	22
3. STUDENTOVO „t“ ROZDELENIE (s použitím empirickej strednej chyby $m$ ) .....	24
4. ZÁKON HROMADENIA STREDNÝCH CHÝB A ZÁKON HROMADENIA VÁH ....	26
5. VYROVNANIE PRIAMYCH MERANÍ .....	29
6. STREDNÉ CHYBY .....	31
6.1 Stredné chyby sprostredkujúcich meraní .....	31
6.2 Stredné chyby podmienkových meraní .....	32
7. VARIANČNO – KOVARIANČNÁ MATICA .....	35
7.1 Hromadenie chýb v lineárnej funkcii .....	36
7.1.1 Hromadenie chýb v nelineárnej funkcii .....	39
7.2 Elipsa chýb .....	40
7.2.1 Vyjadrenie chyby v polohe bodu .....	41
7.2.2 Elipsa polohovej chyby, krivka polohovej chyby .....	43
7.2.3 Pravdepodobnosť polohy bodu vnútri elipsy chyby .....	44
8. TESTOVANIE HYPOTÉZ .....	47
8.1 Základné pojmy .....	47
8.2 Test pravdepodobnosti pri známej variancii základného súboru .....	49
8.3 Test pravdepodobnosti pri neznámej variancii základného súboru .....	50
8.4 Testovanie hypotézy o rovnosti variancií dvoch normálne rozdelených základných súborov .	51
8.5 Testovanie hypotézy o rovnosti stredných hodnôt dvoch normálne rozdelených základných súborov .....	52
8.6 Rozdelenie $\chi^2$ .....	54
8.7 Analýza variancií .....	55
9. REGRESNÁ A KORELAČNÁ ANALÝZA .....	60
9.1 Lineárna regresia .....	61
9.2 Nelineárna regresia .....	63
9.3 Priestorová regresná analýza .....	66
9.4 Aproximácia bodového radu funkciou trigonometrickej rady (harmonická analýza) .....	68
9.5 Analýza korelácie .....	70
9.6 Nelineárna korelácia .....	75
10. KOLOKÁCIA .....	76
11. KOMBINOVANÉ VYROVNANIE .....	83
11.1 Vyrovnávanie podmienkových meraní s neznámymi .....	83
11.2 Vyrovnávanie sprostredkujúcich meraní s podmienkami medzi meranými veličinami .....	87
12. VYUŽITIE ITERAČNÝCH METÓD PRI VYROVNAVANÍ A GEODETICKÝCH VÝPOČTOCH .....	91
12.1 Iteračný výpočet úlohy pretínania napred, ak uhol prieseku $\gamma \approx 200^\circ$ .....	91
12.2 Iteračný výpočet polomeru kružnicového oblúka .....	92
12.3 Iteračný výpočet priesečníka priamky s krivkou .....	94
12.4 Riešenie rozsiahlych systémov rovníc .....	95
LITERATÚRA .....	96
TABUĽKY .....	97

## **Predhovor**

Učebný text Vyrovnávací počet II je určený pre študentov bakalárskeho štúdia odboru geodézia a kartografia.

Pokiaľ nedošlo k inovácii učebných plánov bakalárskeho štúdia predmet Teória chýb a vyrovnávací počet bol jednosemestrovým predmetom. Zostavenie študijných plánov, tak aby absolventi bakalárskeho štúdia v Žiline mohli po jeho úspešnom ukončení priamo pokračovať v inžinierskom štúdiu si vyžiadalo prehĺbiť problematiku vyrovnávacieho počtu a výučbu tohto predmetu umiestniť do dvoch semestrov. Skriptum Cebecauer, D.: Teória chýb a vyrovnávací počet obsahuje základy vyrovnávacieho počtu. Bolo ho potrebné doplniť a obsahovo rozšíriť. Skriptum navyše obsahuje časti predmetu Geodézia III., ktoré sú prednášané oddelene. Učebný text Vyrovnávací počet II. nepredstavuje samostatný učebný text ale doplnok ku skriptám doc. D. Cebecauera, ktoré spolu predstavujú neoddeliteľný celok. Študentom odporúčam používať obidve študijné pomôcky v oboch semestroch výučby.

Na rozšírenie vedomostného obzoru z problematiky teórie chýb a vyrovnávacieho počtu odporúčam niektorú z učebníc uvedených v zozname literatúry.

Učebný text dovoľujem voľne kopírovať a rozmnožovať.

Ladislav Bitterer

V Žiline 31. marca 2003.