

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>7</b>
1.1 Význam a úloha experimentu ve vědě a technice . . . . .	7
1.2 Měření a experiment . . . . .	8
<b>2 Logické schéma experimentální práce</b>	<b>9</b>
2.1 Problematika experimentální práce . . . . .	9
2.2 Systém a logika práce . . . . .	10
2.2.1 Podmínky měření . . . . .	11
<b>3 Základy metrologie</b>	<b>14</b>
3.1 Organizace metrologie v ČR . . . . .	14
3.2 Stručný přehled úkolů a činností institucí . . . . .	15
3.3 Zákonné normy v metrologii . . . . .	15
3.4 Základní pojmy z metrologie . . . . .	17
<b>4 Pojmy chyba měření a nejistota měření</b>	<b>21</b>
4.1 Zavedení pojmů . . . . .	21
4.1.1 Definice a důsledky . . . . .	21
4.2 Klasifikace neurčitostí měření . . . . .	23
4.2.1 Úvahy o výskytu a použití soustavných a nahodilých nejistot	26
<b>5 Nejistoty funkcí o více proměnných</b>	<b>30</b>
5.1 Zákon šíření nejistot . . . . .	30
5.1.1 Obecné řešení problému nejistot funkce: . . . . .	31
5.1.2 Využití zákona šíření nejistot k optimalizaci měření . . . . .	34
<b>6 Numerické vyjádření hodnoty</b>	<b>41</b>
6.1 Logika zápisu číselné hodnoty (měření) . . . . .	41
6.1.1 Základní úvahy . . . . .	41
6.1.2 Semilogaritmický zápis čísla . . . . .	42
6.1.3 Platná číslice — správná číslice . . . . .	42
6.1.4 Logika zápisu intervalů nejistot . . . . .	43
6.2 Neúplná čísla . . . . .	45
6.2.1 Přiřazení nejistoty neúplným číslům . . . . .	46
<b>7 Statistika ve zpracování výsledků měření</b>	<b>48</b>
7.1 Podmínky pro vznik statistického souboru . . . . .	48
7.2 Charakteristiky statistických souborů . . . . .	50
7.2.1 Důvody pro zavedení charakteristik . . . . .	50
7.2.2 Rozdělení náhodné veličiny a její distribuční funkce . . . . .	51
7.2.3 Zavedení charakteristik . . . . .	52
7.2.4 Užívané charakteristiky . . . . .	53

7.2.5	Kvantily . . . . .	56
7.2.6	Odhady — teoretické a empirické charakteristiky . . . . .	57
7.2.7	Vztahy mezi charakteristikami . . . . .	58
7.3	Bodový odhad — intervalový odhad . . . . .	59
7.3.1	Zavedení pojmů . . . . .	59
7.3.2	Interpretace intervalu spolehlivosti . . . . .	60
7.3.3	Spolehlivost intervalového odhadu . . . . .	61
7.4	Statistická rozdělení . . . . .	62
7.4.1	Normální (Gaussovo) rozdělení . . . . .	63
7.4.2	Normální rozdělení jako model . . . . .	65
7.4.3	Studentovo rozdělení . . . . .	65
7.4.4	Poissonovo rozdělení . . . . .	67
7.5	Vyčíslování konfidenčního intervalu . . . . .	68
<b>8</b>	<b>Lineární regresní analýza</b>	<b>72</b>
8.1	Problematika regresní analýzy . . . . .	72
8.2	Formulace problému a logické schéma řešení . . . . .	72
8.2.1	Etapy regresní analýzy . . . . .	74
8.2.2	Zvolení kritéria regrese . . . . .	74
8.3	Metoda nejmenších čtverců . . . . .	76
8.3.1	Formulace problému . . . . .	76
8.3.2	Reziduální součet čtverců – odhad rozptylu $\hat{\sigma}^2$ . . . . .	79
8.3.3	Výběr vhodné aproximační funkce . . . . .	80
8.3.4	Příklad na řešení regresního problému . . . . .	83
<b>9</b>	<b>Grafické metody pro zpracování měření</b>	<b>87</b>
9.1	Základní problémy . . . . .	87
9.2	Vlastnosti grafického zobrazení . . . . .	87
9.3	Hlavní zásady konstrukce grafů . . . . .	90
<b>10</b>	<b>Některé obecné fyzikálně-matematické měřicí metody</b>	<b>93</b>
10.1	Měření pravidelně se opakujících veličin (dějů) . . . . .	93
10.1.1	Měření několikanásobku měřené veličiny . . . . .	93
10.1.2	Postupná metoda . . . . .	94
10.1.3	Omezovací metoda . . . . .	96
<b>11</b>	<b>Obecné pojmy vztahující se k měřicím prostředkům</b>	<b>99</b>
11.1	Klasifikace měřicích systémů . . . . .	99
11.2	Přesnost měření a citlivost měřicích přístrojů . . . . .	99
11.3	Pás neurčitosti měřicích přístrojů . . . . .	101
11.3.1	Třída přesnosti . . . . .	102

<b>12 Měřidla elektrických veličin</b>	<b>104</b>
12.1 Základní pojmy související s měřicími přístroji . . . . .	104
12.2 Nejistoty u měřicích přístrojů elektrických veličin . . . . .	106
12.2.1 Třída přesnosti elektrických měřidel . . . . .	108
12.2.2 Předběžná rozvaha o nejistotě měřicího přístroje počítané z třídy přesnosti . . . . .	109
12.3 Zatížitelnost přístrojů . . . . .	110
12.4 Elektrická pevnost . . . . .	114
<b>A Tabulková část</b>	<b>115</b>
A.1 Kvantily $t_p$ Studentova rozdělení . . . . .	115

## Seznam obrázků

1	Současný výskyt nejistot různého charakteru . . . . .	27
2	Určení nejistoty změřené plochy obdélníka . . . . .	31
3	Nejistota funkční hodnoty $y = f(x)$ . . . . .	32
4	Intervaly nejistot . . . . .	44
5	Intervaly spolehlivosti $n$ měření. . . . .	60
6	Frekvenční funkce $\varphi(x)$ normálního rozdělení . . . . .	64
7	Frekvenční funkce $\varphi(x)$ useknutého rozdělení . . . . .	66
8	Aproximace funkce . . . . .	74
9	Postupná metoda . . . . .	94
10	a) pás neurčitostí, b) klín neurčitostí, c) kombinace obou . . . . .	102
11	Kvantil $t_p(\nu)$ . . . . .	116

## Seznam tabulek

1	Schéma experimentu . . . . .	12
2	Výpočetní schéma ke konfidenčnímu intervalu . . . . .	70
3	Schéma pro zjištění stupně aproximačního polynomu . . . . .	81
4	Soubor naměřených hodnot . . . . .	83
5	Výpočetní schéma k určení stupně polynomu . . . . .	84
6	Výpočetní tabulka . . . . .	86
7	Nejdůležitější vztažné podmínky ovlivňujících veličin . . . . .	107
8	Dlouhodobá přetížitelnost měřicích přístrojů . . . . .	111
9	Krátkodobá přetížitelnost měřicích přístrojů . . . . .	113
10	Hodnoty zkušebního napětí . . . . .	114
11	Kvantily $t_p$ Studentova rozdělení . . . . .	115