

Obsah

Seznam použitých symbolů	1
1 Úvod do teorie náhodných procesů	5
1.1 Definice náhodného procesu	6
1.2 Příklady náhodných procesů	8
1.3 Stochastické procesy druhého řádu	8
1.3.1 Striktní a slabá stacionarita	8
1.3.2 Příklady	12
1.4 Kanonické rozklady náhodných procesů	16
1.4.1 Elementární procesy a kanonické rozklady	16
1.4.2 Příklady kanonických rozkladů	17
1.5 Vlastnosti autokovariační funkce	20
1.6 Spojitost, derivace a integrál procesu	23
1.6.1 Spojitost náhodného procesu	24
1.6.2 Derivace náhodného procesu	26
1.6.3 Integrál náhodného procesu	26
1.7 Spektrální rozklad autokovariančních funkcí stacionárních procesů	27
1.7.1 Herglotzova a Bochnerova věta	27
1.7.2 Příklady	38
1.8 Hilbertovy prostory spjaté s procesy druhého řádu	40
1.8.1 Základní metrické a topologické pojmy	40
1.8.2 Hilbertův prostor náhodných veličin druhého řádu	43
1.8.3 Predikce v případě normálně rozdělených náhodných veličin.	47
1.9 Odhady středních hodnot a autokovariancí	48
1.9.1 Odhady střední hodnoty	49
1.9.2 Odhady autokovarianční a autokorelační funkce	54

2	Analýza časových řad	57
2.1	Základní přístupy k analýze časových řad	57
2.1.1	Klasická dekompozice	57
2.1.2	Box-Jenkinsonova metodologie	58
2.1.3	Spektrální analýza časových řad	58
2.1.4	Lineární dynamické modely	58
2.2	Klasická dekompozice časových řad	59
2.2.1	Obecné lineární regresní modely a metoda nejmenších čtverců	59
2.2.2	Rozšířený lineární regresní model a vážená metoda nejmenších čtverců	63
2.2.3	Modelování trendu	64
2.2.4	Sezónnost	93
2.2.5	Analýza reziduální (náhodné) složky	102
3	Spektrální analýza jednorozměrných časových řad	109
3.1	Úvod	109
3.2	Periodogram	111
3.3	Metoda skrytých period.	121
3.3.1	Regresní model s periodickým trendem	121
3.3.2	Test R. A. Fishera	123
3.3.3	Siegelův test	125
3.3.4	Odhady neznámých parametrů modelu a periodogram	128
3.3.5	Iterativní metoda (Damsleth a Spjøtvoll, 1982)	129
3.4	Odhady spektrální hustoty	131
3.4.1	Neparametrické odhady spektrální hustoty (Window Spectral Estimation)	131
4	Box-Jenkinsonova metodologie	137
4.1	Úvod	137
4.2	Základní pojmy	138
4.2.1	Operátor zpětného posunutí	138
4.2.2	Lineární proces	138
4.2.3	Lineární filtry	142
4.2.4	Autokovarianční a autokorelační generující funkce stacionárních procesů	144
4.2.5	Definice ARMA procesu	146
4.2.6	Kauzalita	147
4.2.7	Invertibilita	156
4.2.8	Vícenásobná reprezentace $MA(q)$ procesů	162

4.2.9	Společné kořeny polynomů $\Phi(z)$ a $\Theta(z)$	163
4.2.10	Nutná a postačující podmínka kauzality a invertibility ARMA procesu.	163
4.2.11	Střední hodnota, rozptyl, autokovarianční a autokorelační funkce procesů $ARMA(p, q)$	164
4.2.12	Spektrální hustota $ARMA(p, q)$ procesů	166
4.3	Nejlepší lineární predikce ve stacionárních ARMA procesech	169
4.3.1	Durbin-Levinsův algoritmus	173
4.3.2	Důsledek Durbin-Levinsonova algoritmu	177
4.3.3	Parciální autokorelační funkce (PACF)	178
4.3.4	Inovační algoritmus	179
4.3.5	Jednokroková nejlepší lineární predikce v $AR(p)$	184
4.3.6	Víceokroková nejlepší lineární predikce v $AR(p)$	185
4.3.7	PACF pro $AR(p)$, $MA(q)$ a $ARMA(p, q)$	186
4.3.8	Jednokroková nejlepší lineární predikce v $MA(q)$	187
4.3.9	Nejlepší lineární predikce v $ARMA(p, q)$	188
4.4	Výstavba modelů v B-J metodologii	191
4.4.1	Odhady v ARMA procesech	191
4.4.2	Yuleovy-Walkerovy rovnice a odhad parametrů v $AR(p)$	195
4.4.3	Předběžné odhady v $AR(p)$ a Durbin-Levinsův algoritmus.	196
4.4.4	Předběžné odhady v $MA(q)$ a inovační algoritmus.	197
4.4.5	Předběžné odhady v $ARMA(p, q)$ procesu.	198
4.4.6	Maximálně věrohodné odhady.	200
4.5	Výstavba modelů a predikce v ARIMA procesech	205
4.5.1	Procesy nestacionární ve střední hodnotě	205
4.5.2	Procesy nestacionární v rozptylu	207
4.5.3	Volba řádu modelu	215
4.5.4	Verifikace modelu – analýza reziduí	217
4.6	Modelování sezónnosti pomocí SARIMA modelů	218
5	Dynamické lineární modely	223
5.1	Motivační příklad	223
5.2	Stavově-prostorové modely	225
5.3	Stacionární stavově-prostorové modely	228
5.4	Nejlepší lineární predikce pomocí projekce náhodných vektorů druhého řádu	230
5.5	Kalmanův iterační proces	239