

Obsah

1. Úvod.....	9
1.1 Struktura skript.....	9
1.2 Data k příkladům.....	10
1.3 Program EViews.....	10
1.4 Poděkování.....	10
1.5 Věnování.....	10
2. Opakování základů časových řad.....	11
2.1 Obsah kapitoly.....	11
2.2 Ekonomické a finanční časové řady.....	11
2.2.1 Definice.....	11
2.2.2 Klasifikace časových řad.....	11
2.2.3 Transformace časových řad.....	11
2.3 Statistický popis časových řad.....	12
2.3.1 Průměr.....	12
2.3.2 Míry dynamiky časových řad.....	12
2.3.3 Klouzavé průměry.....	13
2.4 Dekompozice časových řad.....	13
2.4.1 Aditivní dekompozice časové řady.....	13
2.5 Ověřování vhodnosti modelu.....	15
2.5.1 Koeficient determinace R^2 (I^2).....	15
2.5.2 Testování statistické významnosti parametrů modelu.....	16
2.5.3 Testování statistické významnosti modelu.....	16
2.5.4 Testování autokorelace reziduí.....	17
2.6 Řešený příklad 1 – Aditivní dekompozice měsíční časové řady.....	18
2.7 Příklad k procvičení 2 – Aditivní dekompozice čtvrtletní časové řady.....	21
2.8 Otázky pro zopakování.....	21
3. Modelování časových řad.....	23
3.1 Obsah kapitoly.....	23
3.2 Základní pojmy.....	23
3.2.1 Náhodná veličina.....	23
3.2.2 Stochastický proces.....	23
3.2.3 Časová řada.....	23
3.2.4 Parametry náhodných veličin stochastického procesu.....	24
3.2.5 Stacionarita.....	24
3.2.6 Autokorelační funkce.....	25
3.2.7 Parciální autokorelační funkce.....	26
3.2.8 Proces bílého šumu.....	26
3.3 Řešený příklad 3 – Generování procesu bílého šumu a zobrazení jeho ACF a PACF.....	27
3.4 Příklad k procvičení 4 – Zobrazení ACF a PACF.....	29
3.5 Otázky pro zopakování.....	29
4. Analýza vlastností časových řad.....	31
4.1 Obsah kapitoly.....	31
4.2 Analýza korelační struktury.....	31
4.2.1 Autokorelační a parciální autokorelační funkce.....	31
4.2.2 Výběrová autokorelační funkce.....	31
4.2.3 Výběrová parciální autokorelační funkce.....	32

4.3	Zjišťování korelační struktury	32
4.3.1	Korelogram	32
4.3.2	Breusch-Godfreyův test	32
4.3.3	Ljung-Boxův Q-test	33
4.4	Detekce (ne)stacionarity:.....	33
4.4.1	Grafické zobrazení	33
4.4.2	Rozšířený Dickey-Fullerův test.....	33
4.5	Řešený příklad 5 – Zjišťování korelační struktury a testování (ne)stacionarity	34
4.6	Příklad k procvičení 6 – Autokorelace a (ne)stacionarita.....	36
4.7	Otázky pro zopakování.....	37
5.	Box-Jenkinsova metodologie	38
5.1	Obsah kapitoly.....	38
5.2	Lineární proces	38
5.2.1	Podmínky lineárního procesu.....	38
5.3	Box-Jenkinsova metodologie pro modelování časových řad	39
5.3.1	Autoregresní procesy (AR)	39
5.3.2	Procesy klouzavých průměrů (MA)	40
5.3.3	Smíšené procesy ARMA	41
5.4	Výběr vhodného modelu	42
5.5	Řešený příklad 7 – ARMA(p, q) model	42
5.6	Příklad k procvičení 8 – AR(1) a MA(1) model.....	44
5.7	Otázky pro zopakování.....	45
6.	Modely nestacionárních časových řad.....	47
6.1	Obsah kapitoly.....	47
6.2	Stacionární časové řady.....	47
6.3	Nestacionární časové řady	47
6.3.1	Náhodná procházka.....	47
6.3.2	Náhodná procházka s konstantou.....	48
6.3.3	Smíšené integrované procesy ARIMA.....	49
6.4	Procesy nestacionární v rozptylu.....	49
6.5	Řešený příklad 9 – ARIMA(p, d, q) model	49
6.6	Příklad k procvičení 10 – ARIMA(p, d, q) model.....	52
6.7	Otázky pro zopakování.....	52
7.	Sestavení modelu, odhad parametrů, verifikace (diagnostika) modelu a informační kritéria	54
7.1	Obsah kapitoly.....	54
7.2	Sestavení modelu.....	54
7.3	Metody odhadu parametrů modelu	54
7.3.1	Metoda maximální věrohodnosti	55
7.3.2	Metoda nejmenší čtverců	55
7.3.3	Nelineární metoda odhadu parametrů	55
7.4	Ověřování (verifikace, diagnostika) modelu	55
7.4.1	Testování autokorelace reziduí.....	55
7.4.2	Testování heteroskedasticity	56
7.4.3	Testování normality.....	56
7.4.4	Testování stability	57
7.5	Informační kritéria.....	57
7.5.1	Akaikovo informační kritérium (AIC)	57
7.5.2	Schwarzovo (Bayesovské) informační kritérium SIC/BIC.....	57
7.5.3	Hannan–Quinnovo informační kritérium (HQC).....	58

7.6	Automatický výběr modelu a předpovídání	58
7.7	Řešený příklad 11 – diagnostika modelů z příkladu 7 a 9	59
7.8	Příklad k procvičení 12 – diagnostika modelu z příkladu 10	62
7.9	Otázky pro zopakování	62
8.	Konstrukce předpovědí (Forecasting)	64
8.1	Obsah kapitoly	64
8.2	Konstrukce předpovědí	64
8.3	Praktický výpočet předpovědi	65
8.4	Bodový odhad vs. intervaly spolehlivosti	65
8.5	Řešený příklad 13 – Konstrukce předpovědi	65
8.6	Příklad k procvičení 14 – Konstrukce předpovědi	71
8.7	Otázky pro zopakování	71
9.	Sezónnost	73
9.1	Obsah kapitoly	73
9.1.1	Sezónnost	73
9.2	Testování sezónnosti	73
9.2.1	Fisherův F-test sezónnosti	73
9.2.2	Kruskal-Wallisův neparametrický test sezónnosti	73
9.2.3	Fisherův F-test klouzavé sezónnosti (moving seasonality test)	73
9.3	Sezónní jednotkové kořeny – testování sezónní stacionarity	74
9.3.1	Sezónní jednotkové kořeny	74
9.3.2	DHF test	74
9.3.3	HEGY test	75
9.4	Modelování sezónních časových řad	75
9.4.1	Deterministické sezónní modely	76
9.5	Box-Jenkinsova metodologie: Modely sezónních časových řad	76
9.5.1	Sezónní autoregresní proces řádu 1	76
9.5.2	Sezónní autoregresní proces řádu P	77
9.5.3	Sezónní proces klouzavých průměrů řádu 1	77
9.5.4	Sezónní proces klouzavých průměrů řádu Q	77
9.6	Box-Jenkinsova metodologie: Smíšené sezónní a nesezónní procesy	77
9.6.1	Sezónní proces SARMA(0,0)(1,1)	77
9.6.2	Sezónní proces SARMA(0,0)(P,Q)	78
9.6.3	Smíšený sezónní proces SARMA(1,1)(1,1)	78
9.6.4	Smíšený sezónní proces SARMA(p,q)(P,Q)	78
9.7	Integrované sezónní procesy (SARIMA)	78
9.7.1	Sezónní diferencování	78
9.8	Sezónní očišťování	78
9.8.1	STL dekompozice	79
9.8.2	Census X-12 ARIMA	79
9.9	Jednotkové exogenní šoky	79
9.10	Řešený příklad 15 – Integrovaný sezónní proces (SARIMA)	79
9.11	Příklad k procvičení 16 – Sezónní očištění časové řady	86
9.12	Otázky pro zopakování	86
10.	Modely časových řad s dlouhou pamětí	88
10.1	Obsah kapitoly	88
10.2	Fracionálně integrované procesy	88
10.3	Řešený příklad 17 – Ukázka procesu ARFIMA	89
10.4	Příklad k procvičení 18 – Časová řada pro modelování ARFIMA modelem	90
10.5	Otázky pro zopakování	90

11. Modely volatility časových řad.....	92
11.1 Obsah kapitoly.....	92
11.2 Volatilita (kolísání).....	92
11.3 Finanční časové řady.....	92
11.4 Postup modelování.....	93
11.4.1 Test ARCH efektu.....	93
11.5 ARCH model.....	94
11.5.1 Autoregresní podmíněně heteroskedastický model řádu 1.....	94
11.5.2 Autoregresní podmíněně heteroskedastický model řádu m	95
11.6 GARCH model.....	95
11.6.1 Zobecněný autoregresní podmíněně heteroskedastický model GARCH(1,1).....	96
11.6.2 Zobecněný autoregresní podmíněně heteroskedastický model GARCH(m, s).....	96
11.6.3 Odhad a předpověď.....	96
11.6.4 Nevýhody modelů.....	96
11.7 Řešený příklad 19 – ARCH(m) model.....	97
11.8 Příklad k procvičení 20 – GARCH(m, s) model.....	104
11.9 Otázky pro zopakování.....	104
12. Modely vícerozměrných časových řad	106
12.1 Obsah kapitoly.....	106
12.2 Vícerozměrné časové řady.....	106
12.2.1 Vlastnosti vícerozměrných časových řad.....	106
12.3 Lineární modely vícerozměrných časových řad.....	108
12.3.1 Vícerozměrný lineární proces.....	108
12.3.2 Typy modelů vícerozměrných časových řad.....	109
12.4 Vektorové autoregresní procesy – VAR.....	110
12.4.1 Vektorový autoregresní proces řádu 1.....	110
12.4.2 Vektorový autoregresní proces řádu p	110
12.5 Vektorové procesy klouzavých průměrů – VMA.....	111
12.5.1 Vektorový proces klouzavých průměrů řádu 1.....	111
12.5.2 Vektorový proces klouzavých průměrů řádu q	111
12.6 VARMA(p, q) modely.....	112
12.6.1 Vektorový smíšený proces řádu 1,1.....	112
12.6.2 Vektorový smíšený proces řádu p, q	112
12.7 Výstavba VAR/VARMA modelů.....	112
12.7.1 Určení řádu modelu VAR(p).....	112
12.7.2 Určení řádu modelu VARMA(p, q).....	113
12.7.3 Diagnostická kontrola.....	113
12.7.4 Výběr vhodného modelu VAR(p).....	114
12.8 Predikce pomocí VAR/VARMA modelů.....	115
12.9 Grangerův test zdánlivé regrese.....	115
12.10 Řešený příklad 21 – VAR(p) model.....	116
12.11 Příklad k procvičení 22 – VAR(p) model.....	126
12.12 Otázky pro zopakování.....	126
13. Analýza kauzálních vztahů.....	128
13.1 Obsah kapitoly.....	128
13.2 Analýza kauzálních vztahů.....	128
13.3 Grangerovo pojetí kauzality.....	128
13.4 Analýza impuls – reakce.....	129

13.5	Řešený příklad 23 – Grangerova kauzalita a impuls-reakce	129
13.6	Příklad k procvičení 24 – Grangerova kauzalita a impuls-reakce	131
13.7	Otázky pro zopakování	131
14.	Autoregresní modely s distribuovaným zpožděním (ARDL modely)	133
14.1	Obsah kapitoly	133
14.2	ARDL modely	133
14.2.1	ARDL(1,1)	133
14.2.2	ARDL(p, q)	133
14.3	Křížová korelační funkce	134
14.3.1	Standardizovaná křížová kovarianční funkce	134
14.4	Identifikace a odhad	134
14.5	Postup konstrukce modelu	135
14.6	Řešený příklad 25 – ARDL(6,0) a ARDL(4,2)	135
14.7	Příklad k procvičení 26 – ARDL model	139
14.8	Otázky pro zopakování	140
15.	Modely vícerozměrných nestacionárních časových řad	141
15.1	Obsah kapitoly	141
15.2	Nestacionární časové řady	141
15.3	Kointegrace časových řad	141
15.4	Testy kointegrace časových řad	142
15.4.1	Engle-Grangerův test kointegrace	142
15.4.2	Phillips-Ouliarisův test kointegrace	143
15.4.3	Johansenův test kointegrace	143
15.5	Řešený příklad 27 – Testy kointegrace	144
15.6	Příklad k procvičení 28 – Testy kointegrace	148
15.7	Otázky pro zopakování	149
16.	ECM modely	150
16.1	Model korekce chyby	150
16.1.1	Model korekce chyby jako VAR	151
16.1.2	Grangerova věta (Granger representation theorem)	151
16.2	Postup konstrukce modelu korekce chyby	151
16.3	Řešený příklad 29 – VECM	152
16.4	Příklad k procvičení 30 – VECM	163
16.5	Otázky pro zopakování	163
17.	Systémy dynamických simultánních rovnic	165
17.1	Obsah kapitoly	165
17.2	Systém simultánních rovnic	165
17.3	Systém dynamických simultánních rovnic	165
17.4	Exogenita	165
17.4.1	Striktní exogenita	166
17.4.2	Testování exogenity	166
17.5	Endogenita	167
17.6	Predeterminovanost	167
17.7	Odhady parametrů v systému dynamických simultánních rovnic	167
17.7.1	Identifikace rovnic	168
17.7.2	Metody odhadu parametrů	168

17.8	Diagnostika systému dynamických simultánních rovnic	169
17.8.1	Autokorelace nesystematické složky	169
17.8.2	Heteroskedasticita nesystematické složky	170
17.8.3	Normalita.....	170
17.8.4	Test správné funkční formy modelu.....	171
17.9	Příklady modelů VARMA a VARMAX	171
17.9.1	Příklad VARMA(p, q) modelu	171
17.9.2	Příklad VARMAX(p, q, s) modelu.....	171
17.10	Řešený příklad 31 – 4rovnícový simultánní model.....	172
17.11	Příklad k procvičení 32 – 2rovnícový model	178
17.12	Otázky pro zopakování.....	178
18.	Použitá literatura.....	180