

- Dělení časových řad
- Srovnatelnost časových řad
- Elementární charakteristiky časových řad

# 3.

## Ekonomické časové řady



### Cíl kapitoly

Jednou ze stěžejních disciplín, kde se uplatňuje statistická analýza v ekonomii je oblast zkoumání tzv. ekonomických časových řad. Z dobré analýzy časové řady určitých dat budete schopni nejen posoudit minulý vývoj sledovaného ukazatele, ale i nalézt částečnou odpověď na otázku jeho budoucího vývoje. Jelikož je oblast časových řad poměrně rozsáhlá, je toto problematika obsahem následujících tří kapitol. Následující kapitola Vás uvede do východisek studia časových řad v ekonomii. Dozvíte se, že základem studia časových řad je jejich analýza pomocí jednoduchých charakteristik, které mají charakter popisně statistických veličin, které již znáte. Pokročilejší analýzy, opírající se o metody regresní analýzy, naleznete v dalších dvou kapitolách.



### Časová zátěž

3 hodiny (2. týden v březnu)

#### Úvod

Jedním ze základních problémů, na které se zaměřuje kvantitativní popis ekonomických jevů a veličin je jejich studium v čase. Minulý vývoj sledovaného jevu, popsáný odpovídajícím ukazatelem (ukazateli) je obvykle východiskem pro vytvoření představy o vývoji tohoto jevu v budoucnosti. V ekonomii není neobvyklé, že některé zákonitosti, které jsou v současné době považovány za dané, vycházejí z původní kvantitativní analýzy časové řady ukazatelů.



*Do této kategorie ekonomických zákonitostí patří například vztah mezi růstem cenové hladiny (mezd) a nezaměstnanosti označovaný jako Phillipsova křivka. Podobnou empirickou závislostí, jež je v současné době označována dokonce jako ekonomický zákon je vztah mezi růstem produktu a nezaměstnanosti nazývaný Okunův zákon.*

Analýza časové řady je proto jedním ze základních nástrojů kvantitativního popisu ekonomických jevů. Pro naše potřeby je možno časovou řadou rozumět posloupnost (sled) dat, která jsou vzájemně srovnatelná a jsou uspořádána z časového hlediska (chronologicky).

Časové řady lze třídit dle různých hledisek. Tato hlediska slouží zejména k zachycení rozdílného vyjádření sledovaných ukazatelů v těchto řadách. Pro analýzu jednotlivých typů časových řad (resp. ukazatelů v ní zachycených) jsou používány odlišné metody. Správné věcné vymezení časové řady také vede k lepšímu porozumění jevům v nich zachyceným.

### 3.1 Dělení časových řad

Časové řady dělíme

a) podle časového hlediska na

- **intervalové**

Intervalová časová řada zachycuje ukazatele, jejichž hodnota je počítána jako celkový objem dosažený ve sledovaném období (intervalu). Je tedy nutno zajistit, aby se intervalová časová řada vztahovala vždy ke stejně dlouhému období. V případě analýzy intervalových časových řad je nutno nejprve zhodnotit, zda údaje v nich zachycené nejsou zkresleny nestejně dlouhými intervaly - například vlivem tzv. kalendářních variací. (Kalendářním variacím a jejich odstranění se věnujeme dále v textu.)

- **okamžikové**

Časové řady nazývané okamžikové zobrazují hodnoty sledovaného ukazatele jako jeho časové snímky. Jedná se tedy o hodnoty zachycující stav ukazatele k určitému datu.

*Příkladem intervalové ekonomické časové řady je například vývoj hrubého domácího produktu (zachycuje celkovou produkci ekonomiky za sledované období – zpravidla čtvrtletí, či rok).*

Okamžikovou časovou řadu naopak může reprezentovat míra nezaměstnanosti, která obvykle udává procento občanů bez práce k určitému datu (1. dni v měsíci, či roce).

b) podle periodicity

- **dlouhodobé**

Dlouhodobé časové řady jsou také někdy nazývány roční, neboť jsou ve většině případů sestaveny z údajů zachycující sledovaný ukazatel s roční pravidelností.

- **krátkodobé**

Krátkodobé časové řady zachycují hodnoty sledovaného ukazatele s předem danými odstupy (kratšími než jeden rok). V případě ekonomických časových řad je nejobvyklejší sledování údajů se čtvrtletní a měsíční pravidelností (periodou). Je-li daný ukazatel sledován jednou měsíčně, hovoříme o měsíčních časových řadách, v případě, že ukazatel sledujeme jednou za tři měsíce, hovoříme o řadách čtvrtletních.

*Prakticky veškeré základní makroekonomické ukazatele jsou sledovány jak ve formě dlouhodobých (převážně ročních) časových řad, tak i ve formě krátkodobých řad. Volba nejkratší délky sledování jednotlivých ukazatelů je do jisté míry dáno metodami jejich zjišťování. Například zatímco míra inflace, či nezaměstnanosti je sledována jednou měsíčně, vývoj hrubého domácího produktu je udáván pouze za čtvrtletí, neboť jeho měsíční výpočet není technicky možný.*

c) podle druhu sledovaných údajů

- **absolutní**

Absolutní časové řady zachycují zjištěné (či vypočítané) hodnoty sledovaného ukazatele.

Podle  
časového  
hlediska



Podle  
periodicity



Podle  
druhu  
údajů



Podle  
vyjádření  
údajů

- **odvozené**

Odvozené časové řady jsou obvykle počítány z absolutních řad. Jedná se například o průměry, součty či rozdíly hodnot ukazatelů v absolutních časových řadách. Odvozené časové řady jsou vytvářeny a používány zejména v případech, kdy se úpravou absolutních ukazatelů zvýší vypovídací hodnota zkoumané časové řady, resp. výsledků jejich analýzy.

*Z časových řad významných makroekonomických ukazatelů je příkladem odvozené časové řady například míra inflace, která je odvozena jako procentní změna indexu spotřebitelských cen.*

d) podle vyjádření údajů

- **naturální**

Jedná se o časové řady zachycující zjištěné (či vypočítané) hodnoty sledovaného ukazatele v jejich obvyklém vyjádření.

- **peněžní**

Peněžní časové řady zachycují ukazatele vyjádřené v peněžních jednotkách. Mohou to být jednak ukazatele, které se v peněžním vyjádření přímo sledují, jednak ukazatele jejichž hodnoty jsou do těchto jednotek převedeny. Peněžní jednotky jsou výhodnější zejména z důvodu vyšší vypovídací schopnosti a vzájemné srovnatelnosti časových řad.

## 3.2 Srovnatelnost časových řad

Skutečnosti zachycené v ekonomických řadách podléhají mnohem častějším změnám než je tomu v případě jiných typů údajů. Základním předpokladem pro analyzování ukazatelů v časové řadě je proto zajištění jejich srovnatelnosti. Velké obtíže mohou například vzniknout při posuzování časových řad naturálních. Ačkoli tyto řady zachycují úroveň produkce stejné skutečnosti (výrobku), jejich srovnání v rozmezí např. desetiletí není možné. Za uvedené období s největší pravděpodobností došlo k podstatné změně používané technologie, případně funkce.



Věcná  
srovnatelnost

*Například srovnávat produkci počítačů za období delší než 30 let postrádá smyslu. Ačkoli historie výrobku označovaného „počítač“ je mnohem delší, počítač ve smyslu dnešních PC a velký sálový počítač z šedesátých let je naprosto odlišná technologická záležitost.*

Požadavek srovnatelnosti obsahového obsahu sledovaného ukazatele se obvykle označuje jako **věcná srovnatelnost**. Ke věcné nesrovnatelnosti ekonomických časových řad může dojít také v případě jiných časových řad než naturálních. Například v případě, že dojde k podstatné změně (tzv. revizi) výpočtu některých ukazatelů, nelze údaje počítané podle odlišné metodiky srovnávat.



*Příkladem může být například časová řada hrubého domácího produktu v České republice za období 1993-2001. Během tohoto období došlo k několika revizím výpočtu HDP (zejména s ohledem na přibližování se české statistiky k mezinárodně užívaným standardům). Časová řada HDP je pochopi-*

telně dle nové metodiky přepočítávána, nicméně riziko věcné nesrovnatelnosti hrozí například na nepoučeného čtenáře, který čerpá informace z více (různě starých) zdrojů.

Jinou oblastí, ve které je nutno zajistit stejné vymezení, je zajištění stejného geografického území – označované jako **prostorová srovnatelnost**. Prostorově nesrovnatelné mohou však být nejen údaje, u nichž došlo ke změně geografického území, na kterém jsou sledovány, ale i údaje, které jsou zjišťovány v odlišných „ekonomických prostorech“. Jedná se například o údaje z podniku, u něhož došlo ke změnám organizační struktury, případně o údaje u nichž došlo ke změně metodiky sledování.

*V české realitě je prostorová srovnatelnost poměrně významným problémem. Na celostátní úrovni je nutno zohlednit změnu politického systému v roce 1989 a zejména rozdělení Československa v roce 1992. Ačkoli jsou údaje starší roku 1993, které byly sledovány za společný stát, přepočítány na údaje reprezentující samostatnou ČR, je nutno mít na paměti, že se stále jedná jen o odhady, resp. simulaci skutečnosti.*

Prostorová srovnatelnost ve smyslu rozdílného „ekonomického prostoru“ může být například problematická u podniků, jež ve sledovaném období změnilly vlastnickou strukturu, či charakter výroby. Tato skutečnost je významná především u tranzitivních ekonomik, kde počátkem devadesátých let docházelo k takovýmto přesunům, například při privatizaci státních podniků.

Jak jsme již zmínili, v případě intervalových časových řad existuje velké riziko vzájemné **časové nesrovnatelnosti** údajů z důvodů tzv. kalendářních variací. Kalendářní variace jsou důsledky nestejného počtu dnů v jednotlivých měsících v průběhu roku. Tento problém je významný zejména pro krátkodobé časové řady (měsíční, čtvrtletní).

*Nelze například srovnávat údaje o produkci za leden a únor, neboť se tyto dva měsíce mohou lišit až o tři pracovní dny. Stejně tak v některých případech nelze srovnávat ani údaje za stejně dlouhé měsíce. Na rozdílnost výsledků (např. tržeb v obchodě) může mít vliv i odlišný počet pondělí či pátků v daném měsíci.*

Jelikož intervalové časové řady musí být sledovány za stejné časové období (interval), je proto nutno ji od těchto kalendářních variací očistit. Toto očištění je možno provést buď na kalendářní dny, nebo na obchodní (pracovní) dny.

Chceme-li provést očištění na kalendářní dny musíme ukazatele přepočítat pomocí následujícího vztahu

$$y_t^{(0)} = y_t \times \frac{\bar{k}_t}{k_t},$$

kde:

$y_t$  je hodnota očišťovaného ukazatele v příslušném dílčím období roku (měsíce, čtvrtletí)

$k_t$  je počet kalendářních dní v příslušném dílčím období roku (měsíce,

Prostorová  
srovnatelnost



Časová  
srovnatelnost



Kalendářní  
očištění

### 3. Ekonomické časové řady

čtvrtletí)

$\bar{k}_t$  je průměrný počet kalendářních dní v dílčím období roku (měsíce, čtvrtletí)

Stejně tak je možno provést očištění na pracovní dny podle vztahu

$$y_t^{(0)} = y_t \times \frac{\bar{p}_t}{p_t},$$

kde:

$y_t$  je hodnota očišťovaného ukazatele v příslušném dílčím období roku (měsíce, čtvrtletí)

$p_t$  je počet pracovních dní v příslušném dílčím období roku (měsíce, čtvrtletí)

$\bar{p}_t$  je průměrný počet pracovních dní v dílčím období roku (měsíce, čtvrtletí)



#### Příklad 3.1

Máme k dispozici údaje o příjmech státního rozpočtu ze spotřebních daní (SD) v jednotlivých měsících roku 2001. Očistěte tyto údaje na stejné kalendářní dny.

	leden	únor	březen	duben	květen	červen
SD	5 982	4 716	4 885	4 245	5 380	5 429
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
SD	6 070	6 539	6 643	5 302	5 282	5 188

Tabulka 3.1: Příjmy státního rozpočtu ze SD v roce 2001

#### Řešení:

Využijeme výše uvedeného vztahu pro výpočet očištěných údajů. V souladu s tímto vztahem určíme, že průměrná délka měsíce v roce 2001 je rovna

$$\bar{k}_t = 365/12 = 30,42 \text{ dnů}$$

Pro leden 2001 je tedy nutno provést výpočet

$$y_1^{(0)} = 5982 \cdot 30,42/31 = 5869$$

pro únor

$$y_2^{(0)} = 4716 \cdot 30,42/28 = 5123$$

Kompletní výsledky uvádí následující tabulka

	leden	únor	březen	duben	květen	červen
původní údaje	5 982	4 716	4 885	4 245	5 380	5 429
očištěné údaje	5 869	5 123	4 793	4 303	5 279	5 504
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
původní údaje	6 070	6 539	6 643	5 302	5 282	5 188
očištěné údaje	5 956	6 416	6 735	5 202	5 355	5 090

Jak je tedy patrné, očištění uvedené časové řady od vlivu kalendářních variací vede k některým podstatným změnám ve významu jednotlivých měsíců. Očištěním se zdůraznil výrazný nárůst příjmů v měsíci září, naopak pokles je patrný například u srpna či března.

Posledním význačným hlediskem, které je nutno při posuzování srovnatelnosti údajů v časové řadě vzít v úvahu, je jejich **cenová srovnatelnost**. Tato skutečnost se pochopitelně týká časových řad vyjádřených v peněžních jednotkách a je významná zejména u makroekonomických údajů. Je obvyklé, že hodnoty těchto ukazatelů jsou uváděny ve dvou odlišných vyjádřeních. V **běžných** (aktuálních) cenách je vyjádřen absolutní objem sledovaného ukazatele, tak jak byl zjištěn, či vypočítán. Údaje zachycené ve **stálých cenách** (cenách určitého roku) jsou odvozené z běžných cen, přičemž jsou očištěny o vliv růstu cenové hladiny (inlace).

*Nejčastější je používání těchto dvou typů cen u ukazatelů zachycující úroveň produktu ekonomiky - hrubého domácího (národního) produktu a jeho jednotlivých složek. Přepočet údajů v běžných cenách do stálých cen je prováděn pomocí tzv. deflátoru HDP, který zachycuje růst cen všech statků a služeb vyprodukovaných na daném území ve sledovaném období. Deflátor odráží změnu cenové hladiny vztahenou k její úrovni v pevně stanoveném roce, který bývá označován jako základní. Deflátoru se budeme věnovat v sedmé kapitole.*

Ve statistické praxi je dávana přednost používání stálých cen před cenami běžnými. Některé důvody naleznete v učebnici SEGER, HINDLS: *Statistické metody v tržním hospodářství* na stranách 333–334.



### 3.3 Elementární charakteristiky časových řad

Při práci s časovými řadami běžně zacházíme s určitým okruhem jednoduchých charakteristik sloužících k popisu základních vlastností. K elementárním charakteristikám patří především **diference** různého řádu, **tempo růstu** a průměrné tempo růstu. Tyto údaje, spolu s analýzou grafu procesu zachyceného časovou řadou, umožňují poměrně rychle získat základní přehled o průběhu tohoto procesu. Jsou také výchozí informací pro složitější analýzy, jež jsou popsány dále.

**Diference** se počítají jako rozdíly hodnot v časové řadě. Pro potřeby popisu řady je možno počítat diference několika řádů. Diference vyššího řádu je počítána jako rozdíl diferencí nižšího řádu. Diference prvního řádu počítána podle vztahu

$$D_t^1 = y_t - y_{t-1},$$

kde  $y_t$  a  $y_{t-1}$  jsou jednotlivá pozorování z časové řady označující přírůstky či úbytky hodnoty sledované proměnné. Diference druhého řádu, počítána jako

$$D_t^2 = D_t^1 - D_{t-1}^1,$$

kde  $D_t^1$  a  $D_{t-1}^1$  jsou diference prvního řádu počítána z jednotlivých pozorování z časové řady, potom označuje rozdíl rozdílů hodnot sledované proměnné.

Diference



Diference vyšších řádů tak podávají informaci o vývoji přesunů (změn) proměnné, ke kterým docházelo v průběhu uvedeného časového období. Udávají, zda a v jaké míře došlo k akceleraci změny proměnné, či zda se trend změnil. Pomocí diferencí vyšších řádů tak můžeme usuzovat zda zkoumaný proces disponuje nějakou význačnou tendencí, tato analýza může být také východiskem k návržení trendové funkce (viz dále).

Tempo růstu

**Tempo růstu časové řady** je někdy označováno také pojmem řetězový index. Tempo růstu podává informaci o okamžitém relativním přírůstku hodnoty proměnné v časové řadě. Tempo růstu tedy vyjadřuje diferenci v procentním vyjádření. Jeho hodnotu proto vypočítáme jako

$$T_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad \text{pro } t = 1, 2, \dots$$



O výše uvedených veličinách více pojednává kapitola 5 věnovaná srovnávání ukazatelů v časových řadách.

Pro důkladnější popis vývoje sledovaného procesu za delší časové období se obvykle používá charakteristiky **průměrné tempo růstu**. Tato veličina udává jaká byla průměrná relativní (procentní) změna sledované proměnné za toto časové období. Je počítána jako geometrický průměr jednotlivých temp růstu.



Zatímco použití diferencí, či tempa růstu a jejich vypovídací hodnota je zjevná, v případě průměrného tempa růstu je otázka poněkud složitější. Rozdíl v interpretaci obou charakteristik je možno ilustrovat na příkladu na časové řady hrubého domácího produktu. Tempo růstu udává okamžitou hodnotu hospodářského růstu za období odpovídající jedné periodě (např. meziroční), průměrné tempo růstu naznačuje jakým tempem rostla v průběhu celého sledovaného období (např. deseti let).



#### Příklad 3.2

Na základě údajů o vývoji hrubého domácího produktu v České republice za období její existence (1993–2001) vypočítejte diference prvního a druhého řádu, tempo růstu a průměrné tempo růstu.

	1 993	1 994	1 995	1 996	1 997
HDP b.c.	1 020 278	1 182 784	1 381 049	1 566 968	1 679 921
	1 998	1 999	2 000	2 001	
HDP b.c.	1 837 060	1 887 325	1 959 585	2 146 103	

Tabulka 3.2: Vývoj HDP v ČR 1993-2001 (v tis. Kč)

#### Řešení:

Diference prvního řádu vypočítáme podle výše uvedeného vztahu. Pro rok 1994 dostáváme

$$D_{1994}^1 = \text{HDP}_{1994} - \text{HDP}_{1993} = 1182784 - 1020278 = 162506$$



pro rok 1995

$$D_{1995}^1 = \text{HDP}_{1995} - \text{HDP}_{1994} = 1381049 - 1182784 = 198265$$

Z uvedených údajů pak vypočítáme **diferenci druhého řádu** pro rok 1995:

$$D_{1995}^2 = D_{1995}^1 - D_{1994}^1 = 198265 - 162506 = 35759$$

**Tempo růstu** hrubého domácího produktu vypočítáme jako poměr sousedních hodnot v časové řadě. Pro rok 1994 dostáváme

$$T_{1994} = \frac{\text{HDP}_{1994}}{\text{HDP}_{1993}} = \frac{1182784}{1020278} = 1,16$$

pro rok 1995

$$T_{1995} = \frac{\text{HDP}_{1995}}{\text{HDP}_{1994}} = \frac{1381049}{1182784} = 1,17$$

Průměrné tempo růstu vypočítáme jako geometrický průměr dílčích temp růstu pro roky 1994–2001.

$$\bar{T} = \sqrt[8]{\prod_{i=1994}^{2001} T_i} = \sqrt[8]{1,16 \cdot 1,17 \cdot 1,13 \cdot 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1,03 \cdot 1,04 \cdot 1,10} = 1,10$$

Kompletní výsledky uvádí následující tabulka

	1 993	1 994	1 995	1 996	1 997
HDP b.c	1 020 278	1 182 784	1 381 049	1 566 968	1 679 921
	1 998	1 999	2 000	2 001	
HDP b.c.	1 837 060	1 887 325	1 959 585	2 146 103	
	1 993	1 994	1 995	1 996	1 997
$D^1$	x	162 506	198 265	185 919	112 953
	1 998	1 999	2 000	2 001	
$D^1$	157 139	50 265	72 260	186 518	
	1 993	1 994	1 995	1 996	1 997
$D^2$	x	x	35 759	-12 346	-72 966
	1 998	1 999	2 000	2 001	
$D^2$	44 186	-106 874	21 995	114 258	
	1 993	1 994	1 995	1 996	1 997
$T$	x	1,16	1,17	1,13	1,07
	1 998	1 999	2 000	2 001	
$T$	1,09	1,03	1,04	1,10	

Výsledky tedy říkají, že mezi roky 1994 a 1995 došlo k nárůstu nominálního HDP o 162 miliard Kč, což činilo přírůstek 16%. Analýza prvních a druhých

diferencí druhého řádu napovídá, že tempo růstu HDP z počátku sledovaného období (roky 1994–1996) se nepodařilo v ekonomice udržet a v dalších letech došlo k jeho výraznému oslabení. Trend se opět obrátil v posledním období (2000–2001), kdy se tempo růstu začíná vracet k hodnotám z počátku sledovaného období.

Mezi lety 1993–2001 rostla česká ekonomika (měřeno nominálním HDP) průměrně o 10% ročně.



### Shrnutí kapitoly

Při studiu časových řad je nutno důkladně rozlišit typ posuzované řady. Metody užívané pro intervalové časové řady jsou odlišné od metod užívaných pro okamžikové časové řady. Stejně tak je nutno před započítáním analýz zajistit vzájemnou srovnatelnost údajů obsažených ve zkoumané časové řadě. Je nutno zajistit, aby ukazatel v řadě označoval stále stejnou skutečnost (věcná srovnatelnost), aby zachycoval stále stejné období (časová srovnatelnost), aby údaje pocházely ze stejného území, či podniku (prostorová srovnatelnost) a také aby byly všechny údaje vyjádřeny ve stejném typu cen – běžných či reálných.

Jako východisko studia časových řad je možno využít některých jednoduchých veličin, jako jsou difference a tempa růstu. Tyto popisné veličiny je možno využít například pro nalezení trendu časové řady, jak je popsáno v následující kapitole.



### Otázky k zamyšlení

- 1 Uveďte příklad intervalové a okamžikové časové řady v konkrétních podmínkách ekonomiky České republiky.
- 2 Na které problémy se srovnatelností narážejí ekonomické časové řady? Jak je tomu v případě českých makroekonomických časových řad?