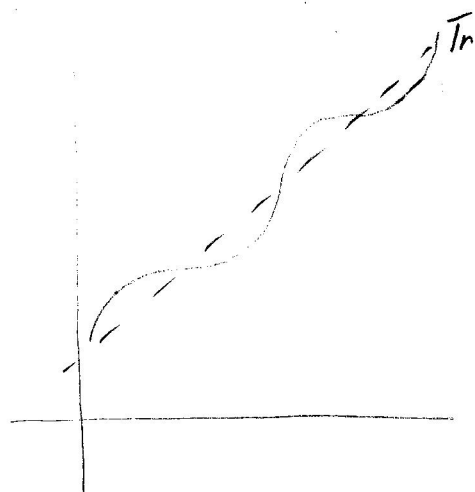


## Lexonni doxia

Odpovedi nájajm pravidelnjrn rjlym v sáci kolem trendu, např. chvltelnm.  
Mže byt aditivní nebo multiplikativní.

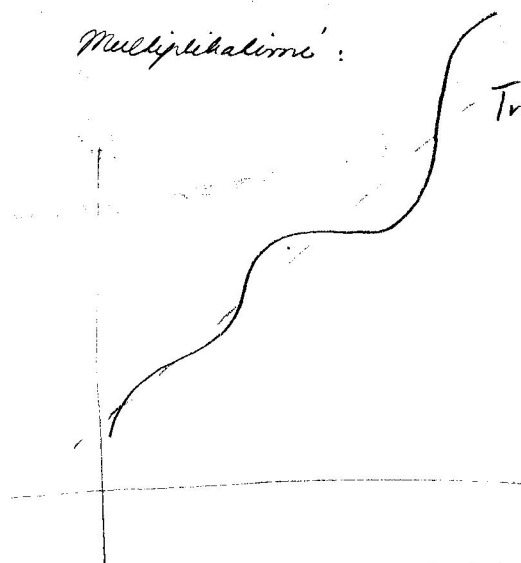
Příklad aditivní:



amplituda je stále stejná

$$\text{model } Y_t = Tr_t + Sx_t + E_t$$

Multiplikativní:



amplituda se zvětšuje a roste s časem

$$\text{model } Y_t = Tr_t \cdot Sx_t \cdot E_t$$

Po jednorozměrné dekompozici se většinou pokračuje, aby se dle sezónních faktorů v rámci každého roku celkově vykompenzoval, proto se dává normalizační podmínka - např. pro čtvrtletní sezónní faktory

$$\text{multiplikativní: } Sx_{1+j} + Sx_{2+j} + Sx_{3+j} + Sx_{4+j} = 4 \quad \text{pro } j \geq 0$$

$$\text{aditivní: } -1 = 0 \quad \text{pro } j \geq 0$$

Metody dekompozice - Příklad 8.2 na str. 48 (Gjira)

máme  $t = 1, \dots, 36$  čas (3 roky po měsících)

$Y_t$  pozorované hodnoty

podle grafického náčrtu předpokládáme multiplikativní model, lineární trend

1) vyčteme centrování hloukové průměry o délce 13 - by se dají

porovnat na odhad součinu  $Tr_t \cdot C_t$  (pokud tam  $C_t$  je)

2) podíl  $\frac{y_t}{T_t C_t}$  je odhadem kombinace  $Sx_t E_t$

3) jistě se musíme zbavit sčítav  $E_t$ .

Vypočítáme  $\bar{Sx}_t$  pro  $t = 1, 2, \dots, 12$  jako průměry všech  $Sx_t E_t$  hodnotících, eliminujících, ....

normalizované hodnoty  $Sx_t = \frac{12}{\sum_{t=1}^{12} \bar{Sx}_t} \bar{Sx}_t$  jsou odhady sezónní složky

4) Podíly  $d_t = \frac{y_t}{Sx_t}$  jsou hodnoty řady očištěné od sezónní složky

5) Z hodnot  $d_t$  odhadneme trend - v našem případě se nabízí přímka, odhadneme tedy její parametry

6) Máme již odhad sezónní složky a trendu, podíl  $\frac{y_t}{T_t Sx_t}$

je odhadem  $C_t E_t$ . Gamaovou složku  $C_t$  odhadneme vyrovňováním pomocí klesajícího průměru.

7) Ne a zbylých je  $E_t$ .

Tento postup se dá použít i pro odhadnutí modelu, jenom se násobení nahradí sečtením a dělení odčtením.

Wintersova metoda - je zobecněním exponenciálního vyrovňování pro modely se sezónní složkou.

→ predikce:  $\hat{y}_t = T_t Sx_t$

trend se protáhne

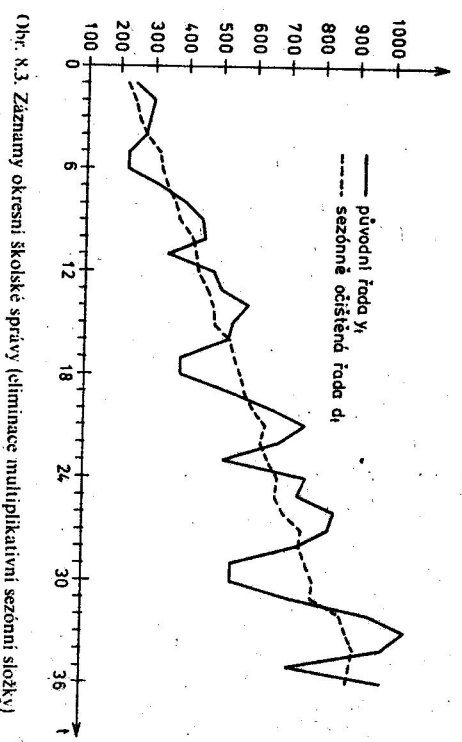
sezónní složka se pravidelně opakuje

Sezónnímu očisťování a vyrovnávání nepravidelnosti způsobených kalendářem se věnuje stále značná pozornost jako důležitým součástem analýzy ekonomických časových řad. Ze zajímavých prací v tomto směru lze uvést např. [72], [107], [116], [154]. Někteří autoři používají pro multiplikativní sezónní faktory jinou normalizační podmínku, při níž součin faktorů za jednu sezónu musí být roven jedné; po přechodu k aditivní dekompozici pomocí logaritmické transformace pak totiž sezónní faktory splňují podmínku (8.7).

### 8.1. Jednoduché přístupy k sezónní složce

Existuje řada metod, které umožňují na základě jednoduchých (aritmetických) výpočtů více nebo méně úspěšně eliminovat sezónní složku. Postup výpočtů se doporučuje systematicky zaznamenávat do názorných tabulek. Na ukázkou nyní popíšeme jednu z těchto metod určenou pro časovou řadu s multiplikativní dekompozicí. Budeme předpokládat, že analyzovaná řada má pravidelný sezónní průběh se sezónními faktory, které zůstávají pro jednotlivé roky konstantní.

**Příklad 8.2.** Uvažujme časovou řadu  $y_t$  měsíčních záznamů okresní školské správy z př. 6.3 za tříleté období 1980 až 1982. Tato řada je uvedena ve čtvrtém sloupci tab. 8.1. Zběžná prohlídka grafického záznamu řady na obr. 8.3 ukazuje,



Obr. 8.3. Záznamy okresní školské správy (eliminace multiplikativní sezónní složky)

že daná řada zřejmě obsahuje multiplikativní sezónní složku. Dohodneme se ještě, že odhady jednotlivých složek řady budeme označovat již zavedenými symboly s malými počátečními písmeny (např.  $t_{r,3}$  bude označovat odhadnutou trendovou složku  $T_t$  pro leden 1981).

První krok, který při naší analýze provedeme, bude výpočet centrovanych klouzavých průměrů o délce 13 provedený v pátém sloupci tab. 8.1. Jak již bylo řečeno v úvodu k této kapitole, tato operace může do značné míry uvažovanou

Tab. 8.1. Záznamy okresní školské správy (eliminace multiplikativní sezónní složky)

| Rok  | Měsíc | t  | $y_t$ | Centrované<br>klouzavé<br>průměry<br>$\sim tr_{c,t}$ | $sz_{c,t} =$<br>$y_t / (tr_{c,t})$ | $sz_t$    | $d_t$   |
|------|-------|----|-------|------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------|---------|
| 1980 | 1     | 1  | 240   |                                                      |                                    | 1,090 35  | 220,112 |
|      | 2     | 2  | 297   |                                                      |                                    | 1,213 30  | 244,787 |
|      | 3     | 3  | 287   |                                                      |                                    | 1,106 98  | 259,263 |
|      | 4     | 4  | 274   |                                                      |                                    | 0,992 168 | 276,163 |
|      | 5     | 5  | 226   |                                                      |                                    | 0,714 090 | 316,487 |
|      | 6     | 6  | 222   |                                                      |                                    | 0,691 672 | 320,961 |
|      | 7     | 7  | 312   | 341,500                                              | 0,913 616                          | 0,919 257 | 339,404 |
|      | 8     | 8  | 395   | 364,292                                              | 1,084 30                           | 1,092 07  | 361,700 |
|      | 9     | 9  | 443   | 386,500                                              | 1,146 18                           | 1,186 70  | 373,305 |
|      | 10    | 10 | 450   | 407,125                                              | 1,105 31                           | 1,084 33  | 415,002 |
|      | 11    | 11 | 341   | 424,125                                              | 0,804 008                          | 0,795 065 | 428,896 |
|      | 12    | 12 | 480   | 437,750                                              | 1,096 52                           | 1,114 01  | 430,875 |
| 1981 | 1     | 13 | 502   | 453,833                                              | 1,106 13                           | 1,090 35  | 460,402 |
|      | 2     | 14 | 582   | 473,883                                              | 1,228 28                           | 1,213 30  | 479,683 |
|      | 3     | 15 | 535   | 497,833                                              | 1,074 66                           | 1,106 98  | 483,295 |
|      | 4     | 16 | 521   | 520,583                                              | 1,000 80                           | 0,992 168 | 525,113 |
|      | 5     | 17 | 387   | 537,417                                              | 0,720 112                          | 0,714 090 | 541,948 |
|      | 6     | 18 | 388   | 556,167                                              | 0,697 633                          | 0,691 672 | 560,959 |
|      | 7     | 19 | 532   | 577,292                                              | 0,921 545                          | 0,919 257 | 578,728 |
|      | 8     | 20 | 655   | 597,708                                              | 1,095 85                           | 1,092 07  | 599,781 |
|      | 9     | 21 | 739   | 620,667                                              | 1,222 88                           | 1,186 70  | 639,591 |
|      | 10    | 22 | 680   | 641,875                                              | 1,059 40                           | 1,084 33  | 627,114 |
|      | 11    | 23 | 515   | 657,542                                              | 0,783 220                          | 0,795 065 | 647,746 |
|      | 12    | 24 | 756   | 670,542                                              | 1,127 45                           | 1,114 01  | 676,627 |
| 1982 | 1     | 25 | 733   | 684,667                                              | 1,070 59                           | 1,090 35  | 672,260 |
|      | 2     | 26 | 841   | 704,417                                              | 1,193 90                           | 1,213 30  | 693,150 |
|      | 3     | 27 | 827   | 728,458                                              | 1,135 27                           | 1,106 98  | 747,074 |
|      | 4     | 28 | 738   | 753,125                                              | 0,979 917                          | 0,992 168 | 743,825 |
|      | 5     | 29 | 546   | 773,958                                              | 0,705 464                          | 0,714 090 | 764,609 |
|      | 6     | 30 | 541   | 791,875                                              | 0,683 189                          | 0,691 672 | 782,162 |
|      | 7     | 31 | 718   |                                                      |                                    | 0,919 257 | 781,065 |
|      | 8     | 32 | 943   |                                                      |                                    | 1,092 07  | 863,501 |
|      | 9     | 33 | 1048  |                                                      |                                    | 1,186 70  | 883,125 |
|      | 10    | 34 | 983   |                                                      |                                    | 1,084 33  | 906,549 |
|      | 11    | 35 | 712   |                                                      |                                    | 0,795 065 | 895,525 |
|      | 12    | 36 | 989   |                                                      |                                    | 1,114 01  | 887,781 |

Tab. 6.9. Základní údaje o školské správě  
(konstrukce centrovacích klouzacích průměrů)

| Rok  | Měsíc | 1  | 2   | (5)   | (6)   | Centrovací<br>klouzací<br>průměry |
|------|-------|----|-----|-------|-------|-----------------------------------|
| 1980 | 1     | 1  | 240 |       |       |                                   |
|      | 2     | 2  | 297 |       |       |                                   |
|      | 3     | 3  | 287 |       |       |                                   |
|      | 4     | 4  | 274 |       |       |                                   |
|      | 5     | 5  | 226 |       |       |                                   |
|      | 6     | 6  | 222 |       |       |                                   |
|      | 7     | 7  | 312 | 3 967 |       |                                   |
|      | 8     | 8  | 395 | 4 229 | 8 196 | 341,50                            |
|      | 9     | 9  | 443 | 4 514 | 8 743 | 364,29                            |
|      | 10    | 10 | 450 | 4 762 | 9 276 | 386,50                            |
|      | 11    | 11 | 341 |       |       |                                   |
|      | 12    | 12 | 480 |       |       |                                   |
| 1981 | 1     | 13 | 502 |       |       |                                   |
|      | 2     | 14 | 582 |       |       |                                   |
|      | 3     | 15 | 535 |       |       |                                   |

v šestém sloupci jsou uvedeny (opět v příslušné pozici) součty vždy dvou hodnot z pátého sloupce, např.

$$3\,967 + 4\,229 = 8\,196$$

a konečně v sedmém sloupci jsou hodnoty z šestého sloupce vyděleny číslem 24, což jsou právě hledané centrovací klouzací průměry (6.23). Centrovací klouzací průměry dané řady v její úplné délce za tři roky 1980 až 1982 jsou pak dále využity v tab. 8.1. Někdy se používají ještě jiné typy klouzacích průměrů, např. klouzací průměry s binomickými váhami nebo SpencEROVY klouzací průměry (viz [106]).

časovou řadu sezónně očistit, zatímco nemá podstatný účinek na případnou cyklickou složku  $C_t$  řady. Na vypočtené centrované klouzavé průměry tedy můžeme pohledit jako na odhadnutou kombinaci součinu  $tr_t c_t$ .

Jestliže vydělíme v čase  $t$  touto kombinací odpovídající hodnotu řady  $y_t$  pak zřejmě dostaneme odhadnutou kombinaci  $sz_t = y_t / (tr_t c_t)$  v šestém sloupci tab. 8.1.

Uvažujme nyní všechny jednové hodnoty kombinace  $sz_t c_t$ , tj. v našem případě dvě následující kombinace

$$sz_{13} c_{13} = 1,106\ 13, \quad sz_{25} c_{25} = 1,070\ 59 \quad (8.8)$$

a spočítáme jejich aritmetický průměr

$$\frac{sz_{13} c_{13} + sz_{25} c_{25}}{2} = 1,088\ 36. \quad (8.9)$$

Můžeme předpokládat, že toto zpřůměrování (zvlášť kdybychom měli k dispozici více jednových hodnot) potlačí vliv reziduální složky, takže průměr (8.9) reprezentuje chování samotné sezónní složky v čase  $t = 13$  a  $t = 25$ , takže můžeme položit

$$\overline{sz}_{13} = \overline{sz}_{25} = 1,088\ 36. \quad (8.10)$$

Stejný postup provedeme i pro ostatní měsíce a. výsledky shrneme do tab. 8.2. Používáme značení  $\overline{sz}_t$ , neboť vlastní odhady sezónních faktorů  $sz_t$  dostaneme až po normalizaci hodnot  $\overline{sz}_t$ , která zaručí, že hodnoty všech sezónních faktorů z jed-

Tab. 8.2. Vypočet sezónních faktorů v př. 8.2

| Měsíc | $sz_t c_t$ | $\overline{sz}_t$ | $sz_t$    |
|-------|------------|-------------------|-----------|
| 1     | 1,106 13   | 1,088 36          | 1,090 35  |
| 2     | 1,228 28   | 1,193 90          | 1,213 30  |
| 3     | 1,074 66   | 1,135 27          | 1,106 98  |
| 4     | 1,000 80   | 0,979 917         | 0,992 168 |
| 5     | 0,720 112  | 0,705 464         | 0,714 090 |
| 6     | 0,697 633  | 0,683 189         | 0,691 672 |
| 7     | 0,913 616  | 0,921 545         | 0,917 581 |
| 8     | 1,084 30   | 1,095 85          | 1,092 07  |
| 9     | 1,146 18   | 1,222 88          | 1,186 70  |
| 10    | 1,105 31   | 1,039 40          | 1,084 33  |
| 11    | 0,804 008  | 0,783 220         | 0,795 065 |
| 12    | 1,096 25   | 1,127 45          | 1,111 98  |

noho roku budou mít požadovaný součet 12 (srov. s (8.6)). Normalizované hodnoty  $sz_t$  můžeme vypočítat jako

$$sz_t = \frac{12}{\sum_{t=1}^{12} \overline{sz}_t} \cdot \overline{sz}_t. \quad (8.11)$$

Tab. 8.3. Záznamy okresní školské správy – pokračování  
(eliminace trendu a cyklické složky)

| Rok  | Měsíc | $t$ | $y_t$ | $tr_t = 203,474 + 19,6779t$ | $\hat{y}_t = tr_t sz_t$ | $c_t c_t = y_t / (tr_t sz_t)$ | $c_t$     |
|------|-------|-----|-------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------|
| 1980 | 1     | 1   | 240   | 223,152                     | 243,314                 | 0,986 379                     |           |
|      | 2     | 2   | 297   | 242,830                     | 294,626                 | 1,008 06                      |           |
|      | 3     | 3   | 287   | 262,508                     | 290,592                 | 0,987 639                     |           |
|      | 4     | 4   | 274   | 282,186                     | 279,976                 | 0,978 656                     | 1,001 92  |
|      | 5     | 5   | 226   | 301,864                     | 215,558                 | 1,048 44                      | 1,002 13  |
|      | 6     | 6   | 222   | 321,542                     | 222,401                 | 0,998 195                     | 1,001 08  |
|      | 7     | 7   | 312   | 341,220                     | 313,669                 | 0,994 68                      | 1,005 37  |
|      | 8     | 8   | 395   | 360,898                     | 394,124                 | 1,002 22                      | 1,007 96  |
|      | 9     | 9   | 443   | 380,575                     | 451,627                 | 0,980 898                     | 1,004 19  |
|      | 10    | 10  | 450   | 400,253                     | 434,007                 | 1,036 85                      | 1,003 33  |
|      | 11    | 11  | 341   | 419,931                     | 333,872                 | 1,021 35                      | 1,003 92  |
|      | 12    | 12  | 480   | 439,609                     | 489,731                 | 0,980 131                     | 1,002 69  |
| 1981 | 1     | 13  | 502   | 459,287                     | 500,785                 | 1,002 43                      | 0,999 934 |
|      | 2     | 14  | 582   | 478,965                     | 581,129                 | 1,001 50                      | 0,996 787 |
|      | 3     | 15  | 535   | 498,643                     | 551,990                 | 0,969 220                     | 0,997 766 |
|      | 4     | 16  | 521   | 518,321                     | 514,262                 | 1,013 10                      | 0,999 909 |
|      | 5     | 17  | 387   | 537,999                     | 384,180                 | 1,007 34                      | 1,000 16  |
|      | 6     | 18  | 388   | 557,677                     | 385,730                 | 1,005 89                      | 1,006 08  |
|      | 7     | 19  | 532   | 577,355                     | 530,738                 | 1,002 38                      | 1,009 43  |
|      | 8     | 20  | 655   | 597,033                     | 651,999                 | 1,004 60                      | 1,005 45  |
|      | 9     | 21  | 759   | 616,711                     | 731,848                 | 1,037 10                      | 1,003 65  |
|      | 10    | 22  | 680   | 636,389                     | 690,056                 | 0,985 427                     | 1,000 54  |
|      | 11    | 23  | 515   | 656,067                     | 521,615                 | 0,987 318                     | 0,994 627 |
|      | 12    | 24  | 756   | 675,745                     | 752,788                 | 1,004 27                      | 0,989 988 |
| 1982 | 1     | 25  | 733   | 695,422                     | 758,255                 | 0,966 693                     | 0,988 331 |
|      | 2     | 26  | 841   | 715,100                     | 867,632                 | 0,969 305                     | 0,988 402 |
|      | 3     | 27  | 827   | 734,778                     | 813,388                 | 1,016 73                      | 0,986 856 |
|      | 4     | 28  | 738   | 754,456                     | 748,547                 | 0,985 909                     | 0,984 731 |
|      | 5     | 29  | 546   | 774,134                     | 552,802                 | 0,987 696                     | 0,989 777 |
|      | 6     | 30  | 541   | 793,812                     | 549,058                 | 0,985 324                     | 0,996 933 |
|      | 7     | 31  | 718   | 813,490                     | 747,807                 | 0,960 141                     | 1,002 92  |
|      | 8     | 32  | 943   | 833,168                     | 909,874                 | 1,036 41                      | 1,008 68  |
|      | 9     | 33  | 1048  | 852,846                     | 1012,07                 | 1,035 50                      | 1,009 04  |
|      | 10    | 34  | 983   | 872,524                     | 946,105                 | 1,039 00                      |           |
|      | 11    | 35  | 712   | 892,202                     | 709,358                 | 1,003 72                      |           |
|      | 12    | 36  | 989   | 911,880                     | 1015,85                 | 0,973 572                     |           |

V našem případě tedy násobíme každou hodnotu  $\bar{z}_t$  číslem

$$\frac{12}{\sum_{i=1}^{12} \bar{z}_i} = \frac{12}{1,088\ 36 + \dots + 1,111\ 98} = 1,001\ 83. \quad (8.12)$$

Získané hodnoty  $sz_t$  jsou uvedeny v posledním sloupci tab. 8.2 a v sedmém sloupci tab. 8.1.

V posledním sloupci tab. 8.1 jsou pak uvedeny hodnoty  $d_t$  sezónně očištěné řady spočtené jako  $d_t = y_t / sz_t$ . Řada  $d_t$  je vynesena graficky v obr. 8.3.

V tomto bodě by naše analýza časové řady mohla skončit, neboť jsme našli sezónně očištěnou řadu. Pokračujeme však v analýze s tím cílem, že chceme na základě předchozích výsledků odhadnout také cyklickou složku a konstruovat předpovědi v dané řadě. Vyrovnáním řady  $d_t$  některou matematickou křivkou jako v článku 5.2 můžeme získat již velice přesný odhad trendové složky  $tr_t$ . Obr. 8.3 napovídá, že v našem případě plně postačí vzít za tuto křivku přímku. Tato přímkou byla odhadnuta pomocí vztahu (5.9) jako

$$tr_t = 203,474 + 19,677\ 9\ t \quad (8.13)$$

a odhadnuté hodnoty  $tr_t$  jsou uvedeny v pátém sloupci tab. 8.3.

Poslední tři sloupce tab. 8.3 slouží k odhadu cyklické složky řady. V šestém a sedmém sloupci tab. 8.3 jsou postupně odhadnuty kombinace

$$c_t e_t = \frac{y_t}{tr_t sz_t}$$

Konečně v posledním sloupci této tabulky je odhadnuta samotná cyklická složka použitím jednoduchých klouzavých průměrů délky 7 (vycházíme z toho, že tato operace musí poměrně dobře polštět vliv reziduální složky v kombinaci  $c_t e_t$ , neboť

Tab. 8.4. Předpovědi pro časovou řadu / př. 8.2

| Rok  | Měsíc | t  | $sz_t$    | $tr_t = 203,474 + 19,677\ 9\ t$ | $\hat{y}_t = tr_t sz_t$ |
|------|-------|----|-----------|---------------------------------|-------------------------|
| 1983 | 1     | 37 | 1,090 35  | 931,538                         | 1 015,73                |
|      | 2     | 38 | 1,213 30  | 951,236                         | 1 154,13                |
|      | 3     | 39 | 1,106 98  | 970,914                         | 1 074,79                |
|      | 4     | 40 | 0,992 168 | 990,591                         | 982,833                 |
|      | 5     | 41 | 0,714 090 | 1 010,27                        | 721,424                 |
|      | 6     | 42 | 0,691 672 | 1 029,95                        | 712,386                 |
|      | 7     | 43 | 0,919 257 | 1 049,63                        | 964,876                 |
|      | 8     | 44 | 1,092 07  | 1 069,30                        | 1 167,75                |
|      | 9     | 45 | 1,186 70  | 1 088,98                        | 1 192,29                |
|      | 10    | 46 | 1,084 33  | 1 108,66                        | 1 202,15                |
|      | 11    | 47 | 0,795 065 | 1 128,34                        | 897,101                 |
|      | 12    | 48 | 1,114 01  | 1 148,02                        | 1 278,91                |

náhodné pohyby v řadě jsou sice systematicky vychýleny po dobu sedmi měsíci stejným směrem). Cyklický pohyb v řadě popsaný v posledním sloupci tab. 8.3 je téměř zanedbatelný. Z toho důvodu můžeme konstatovat, že průběh řady lze přijatelně vysvětlit jen pomocí trendové a sezónní složky, jak je tomu v šestém sloupci tab. 8.3. Navíc vzorec

$$\hat{y}_t = tr_t sz_t \quad (8.14)$$

lze použít pro předpověď budoucích hodnot řady, neboť podle vzorce (8.13) snadno spočteme budoucí hodnoty  $tr_t$  trendové složky a známé hodnoty sezónních faktorů se periodicky opakují i v budoucích obdobích. Předpovědi  $\hat{y}_t$  vypočtené podle (8.14) pro celý rok 1983 jsou uvedeny v šestém sloupci tab. 8.4.

Konečně příslušný předpovědní interval pro budoucí čas  $t$  bychom mohli konstruovat tak, že za jeho střed zvolíme bodovou předpověď  $\hat{y}_t$  spočtenou podle (8.14) a jeho šířku vypočteme stejným způsobem, jako když odhadujeme pomocí regrese příslušnou trendovou křivku pro sezónně očištěnou řadu  $d_t$  (viz čl. 5.2).

Na závěr tohoto článku uvedeme několik poznámek. Především při výpočtu průměru  $\bar{sz}_t$  se často doporučuje vyloučit z průměrovaných hodnot  $sz_t$  odlehle (nesourodé) hodnoty. Někdy se také místo aritmetického průměru bere za  $\bar{sz}_t$  výběrový medián. Jsou-li např. lednové hodnoty  $sz_t$  postupně 1,2; 1,1 a 0,8, pak se klade

$$\bar{sz}_1 = \bar{sz}_{13} = \bar{sz}_{25} = \bar{sz}_{37} = 1,1.$$

Metodu předvedenou v př. 8.2 pro multiplikativní sezónní složku lze použít i pro aditivní sezónní složku s tím rozdílem, že násobení a dělení nahradíme sčítáním a odečítáním. Navíc lze tuto metodu modifikovat tak, že pomocí ní lze analyzovat časové řady, jejichž sezónní charakter se v čase mění: místo vyvážení průměrů v (8.9) můžeme vyrovnat hodnoty

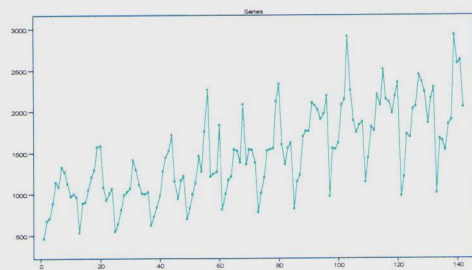
$$sz_1 e_1 sz_3 e_3 sz_5 e_5 \dots$$

obecnou matematickou křivkou (např. přímkou), stejně tak jinou křivkou vyrovnáme hodnoty

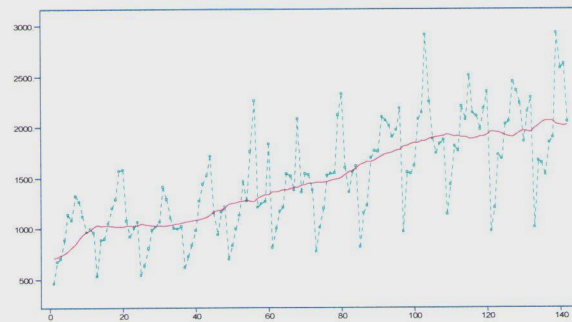
$$sz_1 e_1 e_1 sz_2 e_2 e_2 \dots$$

atd. a pomocí těchto odhadnutých křivek konstruujeme předpovědi budoucích hodnot sezónních faktorů; je však zřejmé, že musíme mít k dispozici delší časovou řadu, aby popsané vyrovnávání matematickými křivkami bylo provedeno pro dostatečně velké soubory dat.

Měsíční prodej (kilolitry) červeného vína v Austrálii, leden 1980 – říjen 1991

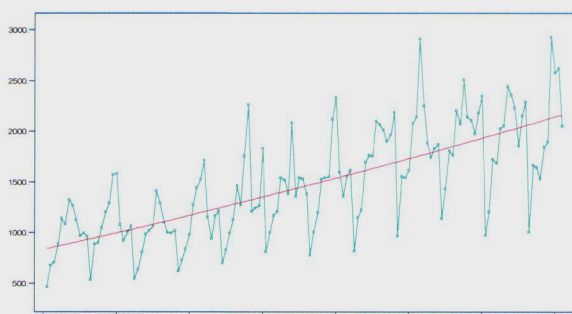


Měsíční prodej (kilolitry) červeného vína v Austrálii, leden 1980 – říjen 1991



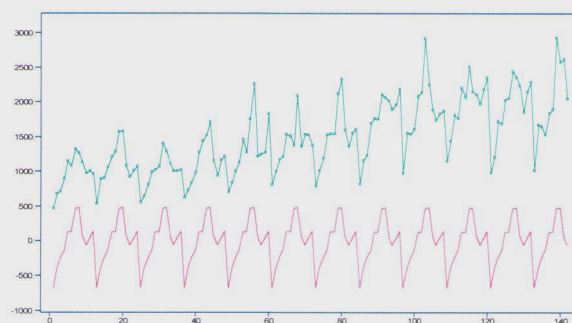
klouzavý aritmetický průměr délky 12

Měsíční prodej (kilolitry) červeného vína v Austrálii, leden 1980 – říjen 1991



$$Tr_t = 0.0096864 \cdot t^2 + 7.9632 \cdot t + 0.84261E+03$$

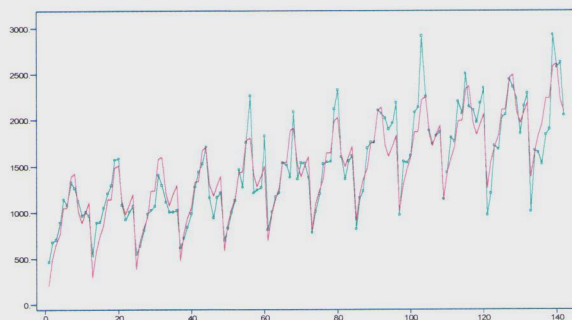
Měsíční prodej (kilolitry) červeného vína v Austrálii, leden 1980 – říjen 1991



Odhad sezónní složky s délkou periody 12

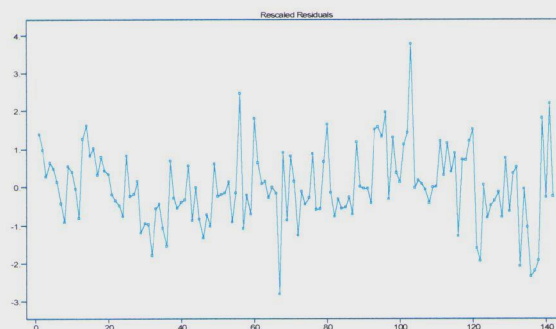
data – zelená, sezónní složka - červená

Kombinace odhadu trendu a sezónní složky



data – zelená, odhad – červená

reziduální složka



Pokud byly odhady správné, měla by reziduální složka být stacionární, v ideálním případě bílý šum.







# Test ranokiny na bodach kvatu

$y_t$  je horni bod kvatu, kdy  $y_{t-1} < y_t > y_{t+1}$

dolni bod kvatu analogicky

$n$  je celkovy pocet bodu kvatu

ka platnosti hypotezy je  $E(x) = \frac{2(n-2)}{3}$

$$\text{var}(x) = \frac{16n-29}{90}$$

hypoteza se namita, kdy  $\frac{|x - \frac{2(n-2)}{3}|}{\sqrt{\frac{16n-29}{90}}} > u(2/2)$

Dalsi testy jsou ranokiny napr. na Kendallove nebo Spearmanove

koefficientu poradove korelace:

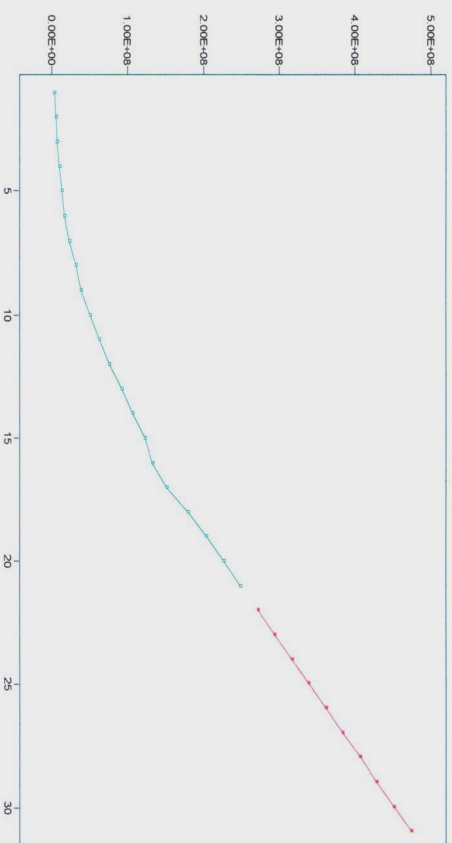
$q_1, \dots, q_m$  jsou poradky hodnot dane rady (j. kdy hodnoty uporadkam podle velikosti)

$$\rho = 1 - \frac{6}{m(m^2-1)} \sum_{i=1}^m (i - q_i)^2$$

hypoteza se namita, kdy  $|\rho| > r_s(n)$

kriticka hodnota  
je tabelovana

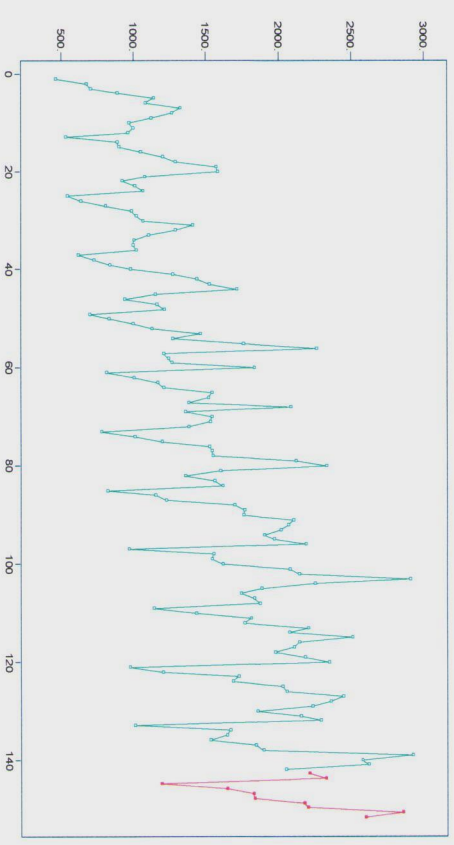
Počet obyvatel USA v letech 1790 – 1980 (v desetiletých intervalech)



Predikce Holtovou – Wintersovou metodou

data – zelená, předpověď – červená

Měsíční prodej (kilotitry) červeného vína v Austrálii, leden 1980 – říjen 1991



predikce Holtovou - Wintersovou metodou pro řady se sezónní složkou

data – zelená, předpověď – červená

## Predikce v dekompozicičních modelech:

Úkolem je odhadnout hodnotu  $y_{t+h}$ , kde  $h > 0$  (predikce o  $h$  kroků dopředu)

Trend popsaný analytickou křivkou se prodlužujeme

Sezónní složka se bude v budoucnu periodicky opakovat – přičte se k trendu  
nebo se používají předpovědní křivky průměry

Wintersova metoda