

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

BAKÁLÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení nejnovějších trendů ve vývoji počtu
narozených dětí a jeho determinant



Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

Vedoucí práce: **doc. Mgr. Ondřej Vencálek, Ph.D.**

Vypracoval(a): **Adéla Vybíralová**

Studijní program: Aplikovaná matematika

Specializace: Matematika v ekonomické praxi

Forma studia: Prezenční

Rok odevzdání: 2024

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Autor: Adéla Vybíralová

Název práce: Hodnocení nejnovějších trendů ve vývoji počtu narozených dětí a jeho determinant

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

Vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Vencálek, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2024

Abstrakt: Tato práce se zabývá vývojem počtu narozených dětí v letech 2011–2022, dále také vývojem počtu žen v reprodukčním věku ve sledovaném období a vývojem úhrnné plodnosti. Cílem je popsat nejnovější trendy a zjistit, jak byly hodnoty měř plodnosti ovlivněny sčítáním lidu, které v roce 2021 proběhlo. V úvodu práce jsou představeny demografické pojmy a míry, kterými se v práci zabývám. Další kapitola je věnovaná analýze časových řad. Následující kapitoly se zaměřují na samotná data, jejich popis a analýzu pomocí softwaru R.

Klíčová slova: Plodnost, porodnost, časové řady, klouzavé průměry, sčítání lidu, úhrnná plodnost, ženy v reprodukčním věku

Počet stran: 45

Počet příloh: 1

Jazyk: český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Author: Adéla Vybíralová

Title: Assessment of the latest trends in the development of the number of newborns and its determinants

Type of thesis: Bachelor's

Department: Department of mathematical analysis and applications of mathematics

Supervisor: doc. Mgr. Ondřej Vencálek, Ph.D.

The year of presentation: 2024

Abstract: This thesis deals with the development of the number of children born in the years 2011–2022, as well as the development of the number of women of reproductive age in the monitored period and the development of total fertility. The aim is to describe the latest trends and find out how the values of the fertility rates were affected by the population census that took place in 2021. In the introduction of the thesis, the demographic concepts and measures that I deal with in the thesis are introduced. The next chapter is devoted to time series analysis. The following chapters focus on the data itself, its description and analysis using R software.

Key words: Fertility, birth rate, time series, moving averages, census, total fertility rate, women of reproductive age

Number of pages: 45

Number of appendices: 1

Language: czech

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením pana doc. Mgr. Ondřeje Vencálka, Ph.D. a všechny použité zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci dne
.....
podpis

Obsah

Úvod	8
1 Demografická část	10
1.1 Plodnost a porodnost	10
1.1.1 Hrubá míra porodnosti	11
1.1.2 Obecná míra plodnosti a specifické míry plodnosti . . .	11
1.1.3 Úhrnná plodnost	12
2 Analýza časových řad	14
2.1 Dekompozice časové řady	14
2.2 Trendová složka	15
2.2.1 Modelování jednoduchými matematickými křivkami . .	15
2.2.2 Metoda klouzavých průměrů	16
2.3 Sezónní složka	20
2.4 Náhodná složka	21
3 Popis dat	23
4 Vývoj počtu živě narozených	24
4.1 Příprava dat	25
4.2 Odhad trendu	26
4.3 Odhad vlivu sezóny	27
5 Vývoj počtu žen	31
5.1 Úprava počtu žen	33
6 Vývoj úhrnné plodnosti	35
6.1 Úhrnná plodnost s upravenými hodnotami	37
6.2 Vývoj měr plodnosti podle věku	38
Závěr	43
Literatura	45

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu práce panu doc. Mgr. Ondřeji Vencálkovi, Ph.D. za čas, který mi věnoval, spolupráci a pomoc při psaní bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat svým přátelům a rodině za jejich podporu.

Seznam obrázků

1	Živě narození za roky 2011 – 2022, původní data	24
2	Srovnání původní řady a řady očištěné od kalendářních variací	26
3	Odhad trendu pomocí klouzavých průměrů	27
4	Živě narození po odečtení odhadnuté trendové složky	28
5	Průměrný efekt jednotlivých měsíců	29
6	Průměrný efekt jednotlivých měsíců - proporčně	30
7	Ženy v reprodukčním věku za roky 2011–2022	31
8	Srovnání počtu narozených dívek a počtu žen	32
9	Upravené počty žen v reprodukčním věku za roky 2011–2022 .	33
10	Vývoj úhrnné plodnosti 2011–2022	35
11	Vývoj úhrnné plodnosti po upravení počtů žen v reprodukčním věku (2011–2022)	37
12	Závislost plodnosti na věku v letech 2011–2022	38
13	Závislost plodnosti na věku v letech 2011 – 2022 (přiblížení) .	39
14	Vývoj plodnosti vybraných skupin žen v letech 2011–2022 . .	42

Úvod

Počet narozených dětí a plodnost je zejména v posledních letech hodně diskutovaným tématem v odborných kruzích, ale také v médiích. Koncem roku 2022 se řešila vysoká hodnota úhrnné plodnosti, která v tomto roce dosáhla hodnoty 1,83. Jedná se o nejvyšší hodnotu od roku 1992. Tato hodnota byla vysoká i na evropské poměry a Česká republika se tak zařadila k zemím s nejvyšší úrovní úhrnné plodnosti v Evropě (viz [7]).

Na jaře dalšího roku, tj. roku 2023, byl diskutován pokles počtu narozených dětí v roce 2022. Podle odborníků byl tak ročník narozených v roce 2022 nejslabší za posledních 18 let. Spolu s počtem narozených klesla také úhrnná plodnost (viz [8]).

V práci tedy budeme analyzovat vývoj úhrnné plodnosti a vývoj počtu narozených v letech 2011–2022. Cílem je popsání nejnovějších trendů u počtu narozených dětí a u úhrnné plodnosti. Dále se budeme věnovat také zhodnocení vlivu sčítání lidu na tuto problematiku, které proběhlo v roce 2021.

V první kapitole si vysvětlíme demografické pojmy související s tématem plodnosti. Bude se jednat zejména o samotné vysvětlení pojmu plodnost a porodnost. Dále vysvětlíme výpočet hodnoty plodnosti pomocí základních měr plodnosti, mezi které řadíme hrubou míru porodnosti, obecnou míru plodnosti a úhrnnou plodnost.

Druhá kapitola je věnovaná analýze časových řad pomocí dekompozičního přístupu, tedy rozložení časové řady na její jednotlivé složky. Následující kapitoly se již zaměřují na samotné zpracování dat. Nejprve data popíšeme a uvedeme, odkud pocházejí. Poté se postupně podíváme na vývoj počtu narozených dětí, počtu žen v reprodukčním věku a vývoj úhrnné plodnosti v námi sledovaném období.

Všechna data jsou zpracovávána pomocí softwaru R. Součástí práce jsou nejen výsledky zpracování dat, ale také jejich grafická interpretace.

1 Demografická část

Nejprve uvedeme základní pojmy z oboru demografie, se kterými budeme pracovat. Bude se jednat zejména o pojmy související s plodností a porodností. Dále si ukážeme několik způsobů, kterými se dají spočítat míry plodnosti (resp. porodnosti). Pojmy definujeme podle [1] (Kapitola 5) a [2] (Kapitola 6).

1.1 Plodnost a porodnost

Proces rození je jednou ze základních složek demografické reprodukce. Od konce 19. století studium plodnosti nabývalo na významnosti a v současné době má v demografii významné postavení. Po ukončení demografické revoluce je intenzitou porodnosti stále více určován populační vývoj regionů i populací.

Pojem porodnost nebo také natalita je používán k vyjádření významu rození pro populační změny a také lidskou reprodukci. Tento pojem můžeme chápat jako podíl narozených za určité období na daném území a obvykle jej vyjadřujeme v promilách, tj. v přepočtu na 1000 obyvatel. Pojem plodnost neboli fertilita se vztahuje k aktuální porodnosti. Dalším souvisejícím pojmem je plodivost. Ta vyjadřuje potencionální plodnost, tedy schopnost muže a ženy plodit děti. Plodností tedy rozumíme skutečný efekt plodivosti, tj. počet narozených dětí.

Existuje několik způsobů, jak narozené děti dělit do kategorií. První dělení, které napadne asi každého z nás, je podle pohlaví, tedy na chlapce a dívky. Děti lze také dělit podle známek života na živě a mrtvě narozené. Dalším způsobem dělení je dělení podle rodinného stavu matky, a to na děti manželské a nemanželské. Někdy se hovoří také o legitimitě dítěte.

1.1.1 Hrubá míra porodnosti

Jedná se o nejjednodušší ukazatel. Hrubou míru celkové porodnosti v roce t (hmp_t) vypočteme pomocí následujícího vztahu

$$hmp_t = \frac{N_t}{\bar{S}_t} \cdot 1000.$$

Symbolem N_t označujeme celkový počet narozených dětí v daném roce a $\bar{S}_t$ udává střední stav obyvatel v daném roce. Jako střední stav obyvatel chápeme počet obyvatel k 1. 7. daného roku. Jak bylo zmíněno v úvodu kapitoly 1.1, hrubou míru porodnosti vyjadřujeme v ‰.

Pokud do čitatele zahrneme pouze živě narozené děti, dostaneme vztah pro výpočet tzv. hrubé míry živorodosti. Podobným způsobem bychom získali hrubou míru mrtvorodosti.

Hrubá míra porodnosti byla více využívána v dřívějších dobách. V současnosti je spíše odrazem aktuální věkové struktury než skutečné úrovně plodnosti. Dalším velkým nedostatkem je, že hrubé míry jsou vztaženy k celkovému počtu obyvatel a nezohledňují tak, zda všichni mohou mít děti.

1.1.2 Obecná míra plodnosti a specifické míry plodnosti

Ukazatelem, který se používá v praxi, je obecná míra plodnosti

$$f_t = \frac{N_t^{\text{živě}}}{\bar{F}_t}.$$

V čitateli jsou nyní zahrnuty pouze živě narozené děti a $\bar{F}_t$ je tzv. rodivý kontingent. Tímto pojmem označujeme ženy v plodném období neboli ženy v reprodukčním věku 15–49 let. Také tento počet bereme k 1. 7. daného roku. Pokud bychom vzali všechny narozené děti, dostali bychom obecnou

míru hrubé plodnosti.

Plodnost není stále stejná, mění se s věkem ženy. Proto používáme podrobnější ukazatele, které pohlíží na plodnost podle věku žen. Jedná se o tzv. specifické míry plodnosti. Obvykle se používají

- jednoleté

$$f_{t,x} = \frac{N_{t,x}^{\text{živě}}}{\bar{F}_{t,x}}, \quad x = 15, 16, \dots, 49, \quad (1)$$

- pětileté

$${}_5f_{t,x} = \frac{N_{t,x}^{\text{živě}}}{\bar{F}_{t,x}}, \quad x = 15, 20, \dots, 45.$$

Symbolem $N_{t,x}^{\text{živě}}$ označujeme počet živě narozených v roce t pro ženy ve věku x . Podobně jako u obecné míry plodnosti $\bar{F}_{t,x}$ vyjadřuje střední stav žen v dané věkové kategorii v daném roce.

1.1.3 Úhrnná plodnost

V praxi často potřebujeme porovnat plodnost dvou či více populací, k tomu nejsou specifické míry vhodné. Existuje však souhrnná charakteristika, která dokáže vyjádřit plodnost populace, a zároveň není ovlivněna její věkovou strukturou.

Tato charakteristika se nazývá úhrnná plodnost (z anglického: Total Fertility Rate)

$$TFR_t = \sum_{x=15}^{49} f_{t,x}. \quad (2)$$

Jedná se o součet specifických jednoletých měr plodnosti vypočtených pomocí vzorce (1) za všechny věkové kategorie v rozmezí 15–49 let v daném roce. Získanou hodnotu můžeme interpretovat jako průměrný počet dětí, které by se narodily během života jedné ženy při dané neměnné plodnosti a nulové úmrtnosti do 50 let. Úhrnná plodnost charakterizuje momentální stav, závisí

tedy na aktuální sociálně-ekonomické situaci dané země nebo zkoumané oblasti. Proto tato charakteristika podléhá poměrně častým výkyvům.

2 Analýza časových řad

Máme-li data, která jsou v čase chronologicky uspořádána, tak jednotlivá pozorování tvoří časovou řadu. Cílem analýzy časové řady je obvykle konstrukce odpovídajícího modelu. Pomocí vhodného modelu lze také předpovídat budoucí vývoj časové řady.

Časovou řadu lze matematicky zapsat následovně

$$\{Y_t, t \in \mathbb{Z}\}.$$

Symbolem Y_t označujeme posloupnost náhodných veličin, která tvoří časovou řadu. Realizace těchto náhodných veličin označujeme y_t . Index t označuje po sobě jdoucí časové okamžiky, kdy je daná veličina pozorována.

Vycházíme z knihy Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii (viz [3]).

2.1 Dekompozice časové řady

Jednou z možností jak modelovat časovou řadu je dekompoziční přístup. Tento způsob spočívá v rozložení časové řady na několik složek. Jedná se zejména o tyto složky:

- trendová složka $\dots Tr_t$,
- sezónní složka $\dots Se_t$,
- náhodná složka $\dots E_t$.

Někdy je možné uvažovat také cyklickou složku (C_t). Jedná se o nejspornější složku časové řady a je těžké ji modelovat. Proto se zde touto složkou více zabývat nebudeme.

Existují dva způsoby, kterými lze rozklad provést:

- Aditivní dekompozice

$$y_t = Tr_t + Se_t + E_t.$$

Jednotlivé složky uvažujeme v jejich absolutních hodnotách a jsou měřeny v jednotkách řady y_t .

- Multiplikativní dekompozice

$$y_t = Tr_t \cdot Se_t \cdot E_t.$$

Zde uvažujeme v absolutních hodnotách pouze trendovou složku, ostatní složky jsou vyjádřeny relativně vzhledem k trendu a jsou bezrozměrné.

Proč je výhodné provést dekompozici časové řady? V jednotlivých složkách se lépe podaří identifikovat pravidelné chování než v původní časové řadě.

2.2 Trendová složka

Trendová složka popisuje dlouhodobé změny v průměrném chování časové řady. Existuje řada metod, jak trendovou složku eliminovat. V této souvislosti se někdy hovoří také o vyrovnávání nebo vyhlazení časové řady, jelikož dochází k potlačení ostatních složek. Nyní ukážeme způsoby, jakými lze trendovou složku modelovat.

2.2.1 Modelování jednoduchými matematickými křivkami

Za jednoduché matematické křivky můžeme považovat například polynomy či exponenciální křivku. Pro tyto křivky je jednoduché konstruovat odhady jejich hodnot v budoucnosti, tedy předpovídat vývoj trendu.

U tohoto typu modelování trendové složky obvykle předpokládáme, že námi zkoumaná časová řada má tvar

$$y_t = Tr_t + E_t.$$

Tento předpoklad umožňuje odhadovat parametry trendových křivek pomocí regresní analýzy a ztotožňuje budoucí vývoj trendu s budoucím vývojem celé řady y_t .

Zda lze trend modelovat pomocí jednoduché matematické křivky, lze určit nejčastěji pomocí grafického znázornění časové řady. Nejběžněji se jedná o polynomiální, exponenciální nebo logistický trend.

Konkrétní příklady spolu se vzorci pro odhad parametrů nalezne čtenář v [3].

2.2.2 Metoda klouzavých průměrů

Jedná se o tzv. adaptivní metodu modelování trendu. Mezi adaptivní metody řadíme obecně metody, jež jsou schopné modelovat trendové složky měnící v čase globálně svůj charakter. Z tohoto důvodu je nelze popsat žádnou jednoduchou matematickou křivkou. Můžeme ale předpokládat, že v krátkých úsecích je proložení matematickou křivkou možné. Mluvíme tedy o lokálním vyrovnávání trendu.

Uvažujme libovolnou časovou řadu, u které chceme modelovat trend. Vzhledem k povaze časové řady není možné proložení polynomem, například přímkou danou rovnicí

$$\beta_0 + \beta_1 \tau \quad \tau = 1, \dots, T,$$

kde β_0, β_1 jsou koeficienty této přímky a T označuje poslední časový

okamžik dané časové řady.

Můžeme však lineárním trendem prokládat jednotlivé časové body t , tedy řadu lze přímkou proložit lokálně

$$\beta_0(t) + \beta_1(t)\tau \quad \tau = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

Takto odhadnutá trendová složka se tedy adaptuje okamžitému lokálnímu průběhu řady.

Jak modelování pomocí klouzavých průměrů probíhá si vysvětlíme na následujícím příkladu. Zatím budeme uvažovat pouze lichou délku vyrovnávaných úseků, tj. délku $2m + 1$. Délka vyrovnávaných úseků bývá nazývána také délkou okna, kterým na časovou řadu nahlížíme. Nejprve vhodným polynomem vyrovnáme prvních $2m + 1$ hodnot, pro $m = 1$ se jedná o hodnoty y_1, y_2, y_3 . Hodnotu tohoto polynomu použijeme jako vyrovnanou hodnotu v čase $t = m + 1$, tj. ve středu námi zvoleného úseku. K vyrovnání následující hodnoty (v čase $t = m + 2$) použijeme pozorování posunutá o jednotku času, tj. y_2, y_3, y_4 . Budeme-li takto postupovat až po poslední hodnotu y_T , získáme vyrovnanou časovou řadu. Jelikož vyrovnanou hodnotu přiřazujeme hodnotě ležící uprostřed úseku, zůstanou kraje časové řady nevyrovnané (tedy prvních a posledních m hodnot časové řady). O tom jak vyrovnat i tyto úseky si řekneme později.

Koeficienty jednotlivých vyrovnávacích polynomů získáme pomocí tzv. metody nejmenších čtverců, tedy minimalizací výrazu

$$\sum_{\tau=-m}^m (y_{t+\tau} - \beta_0 - \beta_1\tau)^2.$$

Takto získáme pouze odhady b_0, b_1 koeficientů β_0, β_1 . Důležitý pro nás bude zejména odhad koeficientu β_0 , jelikož to je hodnota vyrovnávacího polynomu

v bodě $\tau = 0$.

Obecně vyrovnáváme úsek délky $2m + 1$ polynomem r -tého řádu. Máme tedy klouzavé průměry délky $2m + 1$ řádu r . Vyrovnanou hodnotu v bodě t můžeme zapsat jako lineární kombinaci hodnot $y_{t-m}, \dots, y_{t+m}$.

Prosté a vážené klouzavé průměry

Klouzavé průměry popsané výše jsou tzv. vážené klouzavé průměry. Výpočetně jsou dosti náročné, proto se v praxi používají výpočetně jednodušší klouzavé průměry. Nejjednodušší jsou tzv. prosté klouzavé průměry. Jedná se o běžné aritmetické průměry, které odpovídají váženým klouzavým průměrům řádu 0 nebo 1. To odpovídá situaci, kdy úseky časové řady prokládáme konstantním či lineárním trendem.

Necentrované a centrované klouzavé průměry

Zatím jsme uvažovali lichou délku okna (tj. délku $2m + 1$). V tomto případě lze vyrovnanou hodnotu přiřadit hodnotě ležící ve středu námi uvažovaného úseku časové řady.

Problém nastává, když potřebujeme použít sudou délku okna (např. u časové řady se sudou délkou periody), tj. délku $2m$. Uvažujme $m = 2$, dostaneme tedy úsek obsahující 4 hodnoty y_1, y_2, y_3, y_4 . Otázkou je, které z těchto hodnot přiřadit vyrovnanou hodnotu, jelikož střed úseku leží mezi hodnotami y_2 a y_3 .

Tento problém lze vyřešit pomocí tzv. centrování. Nejprve vyrovnáme pomocí prostých klouzavých průměrů hodnoty y_1, y_2, y_3, y_4 , poté se posuneme o jednotku času a vyrovnáme hodnoty y_2, y_3, y_4, y_5 . Zprůměrováním těchto dvou získaných hodnot dostaneme vyrovnanou hodnotu pro y_3 .

Tento postup můžeme matematicky zapsat takto

$$\hat{y}_3 = \frac{\frac{1}{4}(y_1 + y_2 + y_3 + y_4) + \frac{1}{4}(y_2 + y_3 + y_4 + y_5)}{2}.$$

Úpravou tohoto zlomku dostaneme výraz

$$\hat{y}_3 = \frac{1}{8}(y_1 + 2y_2 + 2y_3 + 2y_4 + y_5) = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \frac{1}{2}y_5\right).$$

Z výše uvedené rovnosti vyplývá jednodušší způsob výpočtu centrovaného klouzavého průměru. Pro výpočet klouzavého průměru délky 4 využijeme tedy 5 hodnot s tím, že první a poslední hodnotě přiřadíme poloviční váhu.

Obecně místo jednoduchých klouzavých průměrů délky $2m$ použijeme centrované klouzavé průměry typu

$$\hat{y}_t = \frac{1}{4m}(y_{t-m} + 2y_{t-m+1} + \dots + 2y_{t+m-1} + y_{t+m}). \quad (3)$$

Vyrovnaní počátečních a koncových úseků

Jak už víme, při použití klouzavých průměrů sudé nebo liché délky dostaneme vyrovnanou celou časovou řadu kromě prvních m a posledních m pozorování. Opět předpokládejme, že časovou řadu prokládáme přímkou. Stačí tedy prvních (resp. posledních) m hodnot proložit přímkou odhadnutou pro první (resp. poslední) vyrovnanou hodnotu.

Délka klouzavých průměrů

Nabízí se ještě otázka, jakou délku okna pro výpočet klouzavého průměru zvolit. Délku obvykle volíme podle požadovaného stupně vyhlazení řady (čím větší délka, tím větší vyhlazení). Důležitou roli hraje také perioda v časové řadě. Délka klouzavého průměru by měla odpovídat periodě sezónních fluk-

tuací, které chceme z řady vyhladit.

2.3 Sezónní složka

Tato složka popisuje periodické chování v časové řadě. Může se jednat např. o změny, které se odehrávají v průběhu jednoho roku a každý rok se opakují. Mezi tyto změny se řadí například změna ročního období.

Cílem analýzy sezónní složky může být rozšíření našich znalostí ohledně chování časové řady a následně využití těchto znalostí ke konstrukci lepších předpovědí. Dalším cílem může být i získání sezónně očištěné časové řady. Tedy chceme sezónní složku eliminovat nebo alespoň potlačit co nejvíce její vliv.

V případě použití klouzavých průměrů, jejichž délka odpovídá délce periody časové řady, získáme časovou řadu zbavenou vlivu sezóny. Například použitím centrováných klouzavých průměrů délky 13 eliminujeme sezónní složku z řady měsíčních pozorování.

Rozlišujeme řady s aditivní a multiplikativní sezónní složkou. Časová řada s multiplikativní sezónní složkou bývá označována také jako řada s proporcionální sezónností. Multiplikativní sezónní složku uvažujeme v případech, kdy je efekt sezóny úměrný velikosti trendu časové řady. Pokud efekt sezóny nezávisí na chování trendu, je vhodnější uvažovat sezónní složku jako aditivní.

Existuje několik metod, jak sezónní složku eliminovat pomocí jednoduchých výpočtů. Předpokládejme měsíční časovou řadu s roční periodicitou, u které již máme odhad trendové složky. V případě aditivní časové řady získáme odhady sezónní složky odečtením odhadu trendu od hodnot původní časové řady, tj.

$$Se_t + E_t = y_t - Tr_t. \quad (4)$$

U multiplikativní dekompozice získáme odhady obdobně, odečítání jen nahradíme dělením

$$Se_t E_t = \frac{y_t}{Tr_t}. \quad (5)$$

Důležité je zmínit, že v odhadu sezónní složky je stále zahrnuta také náhodná složka. Z tohoto důvodu jsme ve vzorcích na levé straně psali $Se_t E_t$ (resp. $Se_t + E_t$) místo Se_t .

Použitím vzorců (4) a (5) získáme odhady sezónní složky pro jednotlivá pozorování naší časové řady, tedy například pro jednotlivé měsíce. Vyberme si nyní jen jeden měsíc, např. leden, a k němu příslušné hodnoty odhadů sezónní složky.

Můžeme předpokládat, že pokud bychom všechny tyto hodnoty zprůměrovali, potlačili bychom vliv náhodné složky. Tento postup zopakujeme pro všechny měsíce a dostaneme tak odhad pouze sezónní složky Se_t .

U sezónní složky bývá výhodné použít dvojí indexování. Časovou řadu uvažujeme tedy ve tvaru

$$y_{ij} = Tr_{ij} + Se_{ij} + E_{ij},$$

kde index i označuje sezónu (např. rok) a index j označuje její část (např. měsíc).

2.4 Náhodná složka

Po eliminování trendové a sezónní složky nám v časové řadě zůstane reziduální neboli náhodná složka. Tato složka je tvořena náhodnými pohyby v průběhu časové řady, které nemají systematický charakter. Náhodná složka zahrnuje také chyby v měření údajů časové řady a případně některé chyby, kterých se dopustíme při samotné analýze. Obvykle předpokládáme, že ná-

hodnou složku tvoří tzv. bílý šum. Jako bílý šum označujeme náhodné veličiny, které mají normální rozdělení, jsou nezávislé a předpokládáme, že jejich střední hodnota je nulová a rozptyl je neměnný.

3 Popis dat

Český statistický úřad vydává každý rok demografické ročenky, které obsahují informace o pohybu obyvatel na území České republiky. Z těchto ročenek pocházejí data, která jsou v této práci použita.

Na stránkách Českého statistického úřadu nalezneme v záložce „Vydáváme“ část s názvem „Ročenky“. Zobrazí se seznam všech vydaných ročenek. Nás zajímá odkaz s názvem „Demografická ročenka České republiky“ a rok, který hledáme. Pro nás budou podstatné ročenky za roky 2011–2022. Rok 2011 jsme vybrali, protože v něm proběhlo sčítání lidu. V letech, kdy sčítání probíhá, jsou data přesná. V ostatních letech jsou hodnoty dopočítávány, a proto nemusejí skutečnost vystihovat stejně přesně jako v letech, kdy ke sčítání dochází.

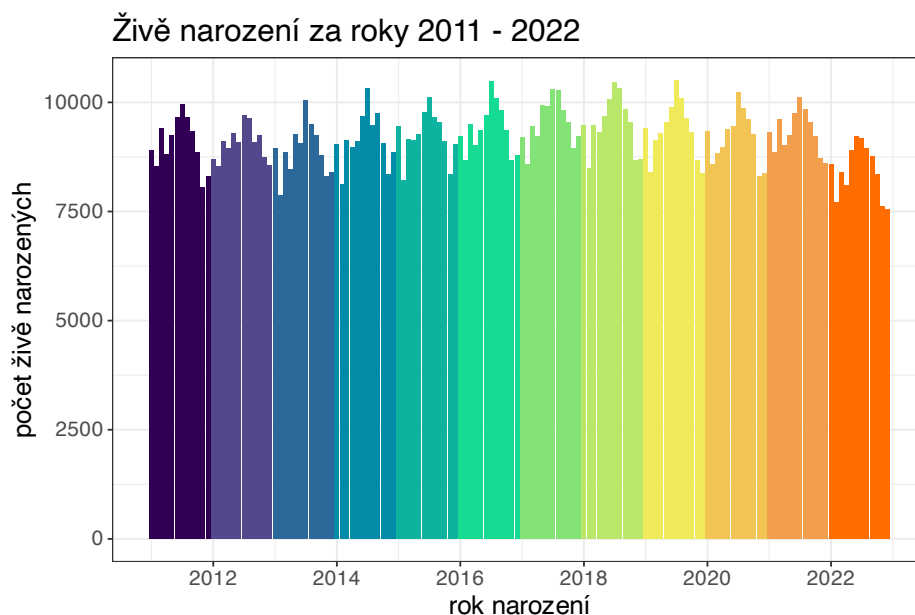
Ročenka se dále skládá z několika částí. Nás bude zajímat především část „D.Narození“. První část dat, která jsou v této práci použita, jsou měsíční počty narozených dětí od roku 2011 do roku 2022. Tato data pocházejí z tabulky „D.20 Narození podle vitality, legitimacy, pořadí živě narozených a měsíce narození“.

Pro výpočet úhrnné plodnosti nestačí znát jen počty živě narozených. Potřebujeme znát počet živě narozených podle věku matky a k tomu také počty žen v jednotlivých věkových kategoriích od 15 do 49 let. Tato data nalezneme v tabulkách „D.04 Živě narození podle věku matky, legitimacy a pořadí narození“ a „I.01 Věkové složení obyvatel podle pohlaví“.

4 Vývoj počtu živě narozených

Vývoj počtu narozených je aktuální téma diskutované v odborných kruzích například v únoru 2023. Tehdy šlo hlavně o nejprve předpokládaný a poté i skutečný pokles narozených za rok 2022. Jedná se o pokles, který stojí za pozornost.

Podívejme se nyní na to, jak se vyvíjel počet živě narozených v letech 2011–2022. Jedná se o měsíční počty živě narozených.



Obrázek 1: Živě narození za roky 2011 – 2022, původní data

Každý rok je znázorněn jinou barvou, jednotlivé sloupce představují měsíce daného roku a na ose y jsou uvedeny počty živě narozených. Z obrázku 1 lze pozorovat sezonní efekt, kdy v letních měsících se rodí více dětí než v měsících zimních. Zároveň můžeme vidět, že nejméně dětí se rodí v únoru. To je způsobeno hlavně tím, že únor má nejmenší počet dní. Tento vliv bude potřeba odstranit, abychom mohli lépe hodnotit trend a bylo možné porovnávat měsíce mezi sebou.

Dále si lze povšimnout již zmíněného poklesu v roce 2022. Vidíme, že se jedná o pokles v každém kalendářním měsíci. K největšímu poklesu došlo v únoru, březnu, listopadu a prosinci, a to o více než 1000 dětí oproti předchozímu roku. K nejmenšímu poklesu došlo v květnu, a to „jen“ o 338 dětí.

Celkově se počet živě narozených v roce 2022 zmenšil o 10 494 oproti roku 2021, kdy dosáhl hodnoty 111 793 živě narozených. V roce 2022 byl tedy počet živě narozených dětí roven 101 299. Jedná se o nejnižší počet narozených dětí od roku 2004 (viz [6]).

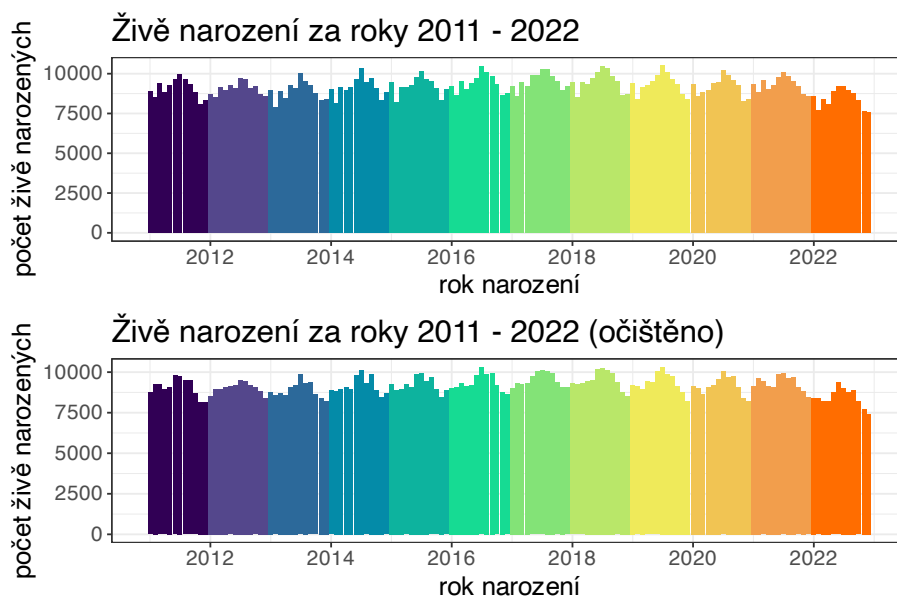
4.1 Příprava dat

Jako první data očistíme od kalendářních variací. Jednoduchým způsobem data upravíme a dostaneme měsíční hodnoty, které již nepodléhají vlivu počtu dní v daném měsíci. Pro úpravu použijeme vztah

$$\text{očistěná hodnota} = \frac{\text{původní hodnota}}{\text{počet dní v daném měsíci}} \cdot \frac{365}{12}.$$

Vytvoříme tedy měsíce, které mají stejný počet dní, a to $365/12 \doteq 30,42$. Každému měsíci pak přiřadíme příslušnou očistěnou hodnotu počtu živě narozených dětí.

Na obrázku 2 vidíme nejen původní data, ale také data po očištění. Stále pozorujeme efekt sezóny jako v původních datech (tj. v letních měsících se rodí více dětí než v zimních měsících), ale podařilo se vyhladit velký skok, který způsoboval nízký počet dní v únoru. I v těchto upravených datech je patrný pokles živě narozených dětí v roce 2022.



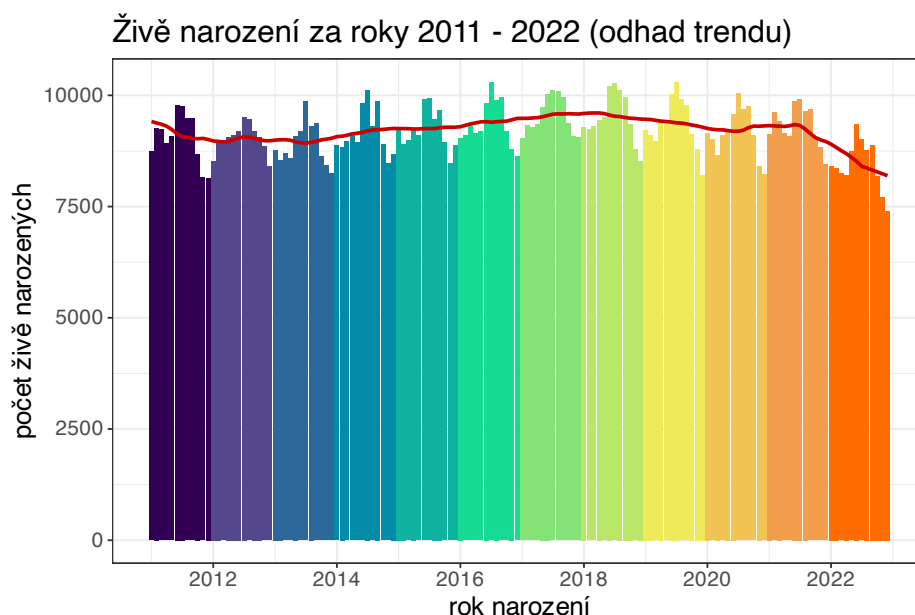
Obrázek 2: Srovnání původní řady a řady očištěné od kalendářních variací

4.2 Odhad trendu

Máme časovou řadu, která se v čase rychle mění, nebylo by tedy vhodné trend odhadovat pomocí matematických křivek. Lepší bude použít adaptivní metodu, a to klouzavý průměr. Abychom se zbavili vlivu sezóny, zvolíme délku vyrovnaného úseku odpovídající periodě 12 měsíců, tj. $m = 6$.

Délka úseku, který budeme vyrovnávat, je sudá, proto bude potřeba využít centrované klouzavé průměry. Vypočteme je pomocí vzorce (3) pro prosté centrované klouzavé průměry.

Díky klouzavým průměrům jsme dostali vyrovnanou časovou řadu, kterou můžeme vidět na obrázku 3. Znázorněna je pomocí červené křivky. Vidíme, že trend postupně klesá asi od poloviny roku 2021, neboť jeho hodnotu již ovlivňují nízké počty živě narozených v roce 2022.



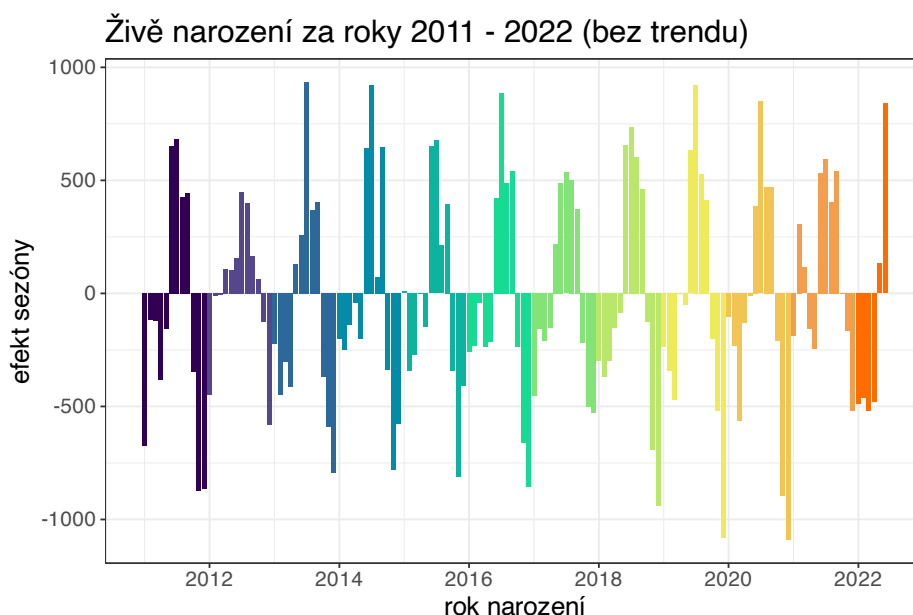
Obrázek 3: Odhad trendu pomocí klouzavých průměrů

Jak bylo zmíněno v kapitole 2.2.2, věnované klouzavým průměrům, prvních a posledních 6 hodnot zůstane po vypočtení klouzavých průměrů nevyrovnaných. Zde jsme k vyrovnaní začátku řady použili část hodnot z roku 2010, konkrétně hodnoty od července do prosince 2010.

Vyrovnaní posledních 6 hodnot jsme získali proložením daného úseku lineárním trendem, jak bylo popsáno v kapitole 2.2.2. Vidíme, že trend dále klesá, proto i v následujícím roce 2023 můžeme pravděpodobně očekávat další pokles počtu živě narozených.

4.3 Odhad vlivu sezóny

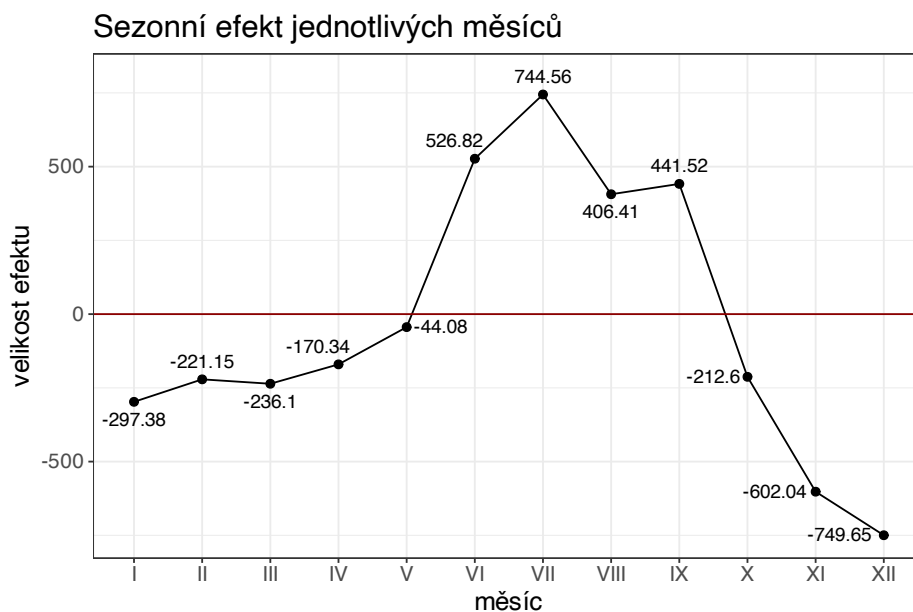
Už na první pohled je z dat patrné, že během letních měsíců dochází k nárůstu počtu narozených dětí. Naopak v zimních měsících počet narozených dětí klesne. Stejnou skutečnost pozorujeme také po odečtení trendu (Obrázek 4). Jak silný efekt ale tato sezónnost má?



Obrázek 4: Živě narození po odečtení odhadnuté trendové složky

Nejprve odhadneme sezónní složku v aditivním modelu časové řady. Odhady pro jednotlivé měsíce získáme pomocí vzorce (4). Obrázek 4 tedy znázorňuje sezónní a náhodnou složku časové řady. Abychom eliminovali také náhodnou složku, vypočítáme průměrné efekty jednotlivých měsíců (viz kapitola 2.3).

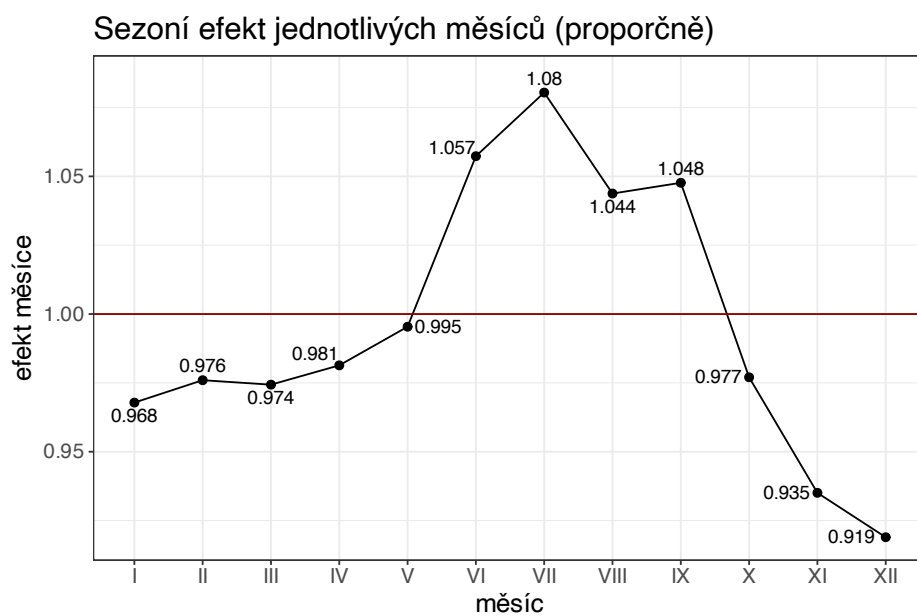
Osa x na obrázku 5 zachycuje jednotlivé měsíce od ledna do prosince a osa y vyjadřuje, o kolik se v průměru počet živě narozených v daném měsíci liší oproti trendu. Vidíme, že od června do září je efekt sezóny kladný. Největší vliv má červenec, který zvyšuje počet živě narozených o přibližně 745. Ve zbývajících měsících je efekt záporný, nejvíce v listopadu (pokles asi o 602 dětí) a prosinci (pokles asi o 750 dětí).



Obrázek 5: Průměrný efekt jednotlivých měsíců

V kapitole 2.3 věnované sezónní složce jsme zmiňovali také multiplikativní verzi sezonnosti. Jedná se o tzv. proporcionální sezonnost. Odhad sezónní složky získáme pomocí vzorce (5), tj. vydělením původních hodnot odhadem trendu. A poté opět vypočteme průměrný vliv měsíce.

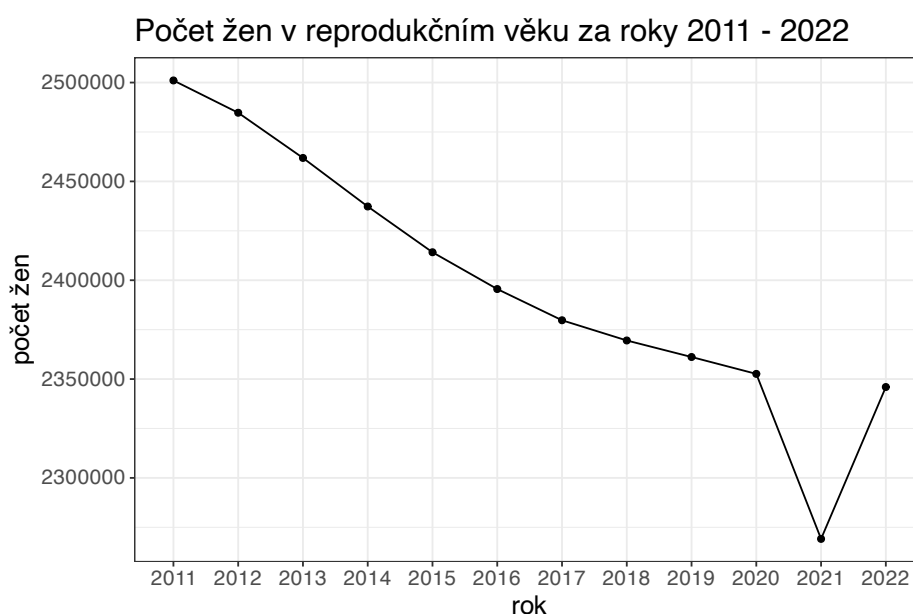
Na ose x na obrázku 6 jsou opět uvedeny měsíce od ledna do prosince. Hodnoty na ose y nyní vyjadřují, kolikrát se v průměru změní počet živě narozených oproti trendu. I zde mají kladný vliv letní měsíce, tedy červen až září. Největší efekt má červenec, tento měsíc zvedá počet živě narozených 1,08 krát (tj. o 8 %). Naopak listopad a prosinec počty narozených nejvíce zmenšují, konkrétně listopad 0,935 krát (tj. o 6,5 %) a prosinec 0,919 krát (tj. o 8,1 %).



Obrázek 6: Průměrný efekt jednotlivých měsíců - proporčně

5 Vývoj počtu žen

Spolu s počtem živě narozených souvisí s plodností také počet žen v reprodukčním věku. Jak již bylo řečeno v kapitole 1.1.2, jedná se o ženy ve věku od 15 do 49 let. Jejich počet uvažujeme vždy k 1. 7. daného roku. Podívejme se, jak se tento počet vyvíjel od roku 2011. Můžeme si všimnout, že postupně klesá.

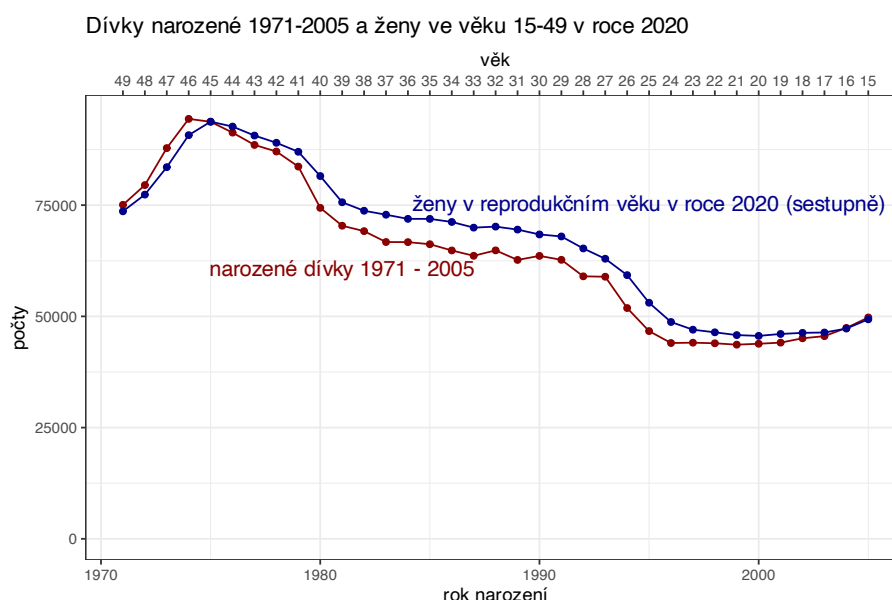


Obrázek 7: Ženy v reprodukčním věku za roky 2011–2022

Na obrázku 7 osa x zachycuje roky v námi sledovaném období, tj. roky 2011–2022, a osa y udává počet žen ve věku 15–49 let v daném roce. Vidíme, že v roce 2021 došlo ke skokovému poklesu počtu žen v reprodukčním věku. Důvodem této změny je sčítání lidu, které v tomto roce proběhlo. Pokud bychom se podívali dále do minulosti, zjistili bychom, že ke skokovým změnám došlo v každém roce sčítání (viz [5]). Od roku 2011 do roku 2020 se počet žen v reprodukčním věku zmenšil celkem o 148 441 žen a za následující rok o dalších 83 471 žen.

Pojďme se nyní podívat na počet žen z roku 2020, tedy rok před sčítáním lidu. Na základě dat, publikovaných na Českém statistickém úřadě, byl počet žen ve věku 15 až 49 let v roce 2020 roven 2 352 621. Tento počet by měl přibližně odpovídat počtu dívek narozených v letech 1971–2005, tj. 2 316 978. To ovšem jen tehdy, pokud by nedocházelo k migraci a úmrtím. Již nyní vidíme, že se tato dvě čísla liší.

Srovnání počtů narozených dívek a počtů žen v jednotlivých věkových kategoriích vidíme na obrázku 8.



Obrázek 8: Srovnání počtu narozených dívek a počtu žen

Spodní osa x znázorňuje roky 1971–2005, tj. roky v nichž pozorujeme počet narozených dívek, jejich počty jsou v grafu zachyceny červeně. Horní osa x znázorňuje jednotlivé věkové kategorie žen v reprodukčním věku v roce 2020 seřazené sestupně, aby odpovídaly rokům narození dívek. Jejich počty jsou v grafu zachyceny tmavě modrou. Osa y udává současně počty narozených dívek a počty žen ve věku 15–49 v roce 2020.

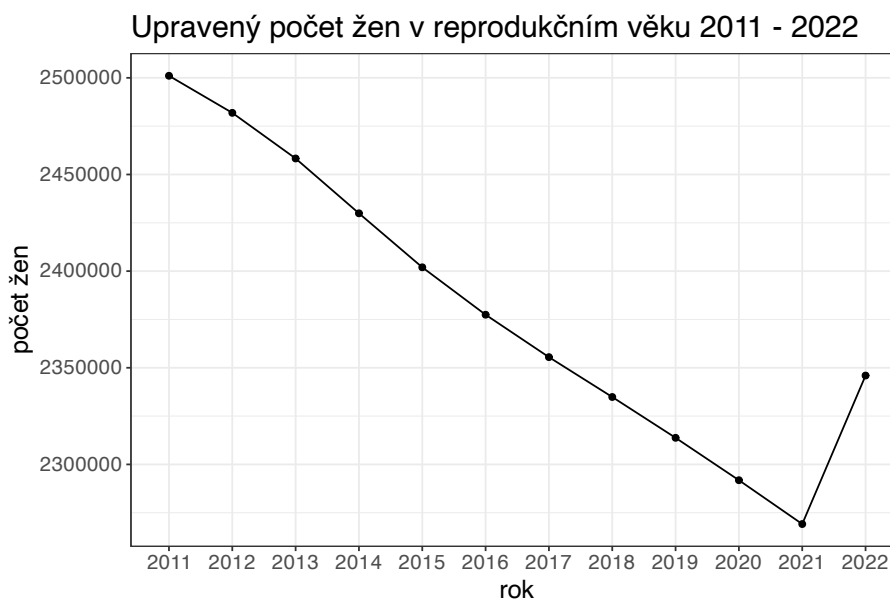
Celkový rozdíl mezi počtem dívek narozených v letech 1971–2005 a žen

v reprodukčním věku v roce 2020 je roven 28 875 ve prospěch počtu žen. Největší rozdíly pozorujeme ve střední části, to odpovídá narozeným dívkám v letech 1980–1996, a tedy ženám ve věku 24–40 let v roce 2020. Všechny tyto rozdíly jsou o více než 3 000 a největší z nich dokonce přesahuje 6 000.

Je tedy možné, že počet žen v reprodukčním věku byl v roce 2020 do jisté míry nadhodnocen.

5.1 Úprava počtu žen

Na základě úvah ze článku [5] upravíme hodnoty počtu žen v letech mezi sčítáním, tj. v letech 2012–2020. Počty žen z roku 2011 necháme postupně „stárnout“ až do roku 2020. V letech 2021 a 2022 ponecháme oficiálně publikované hodnoty.



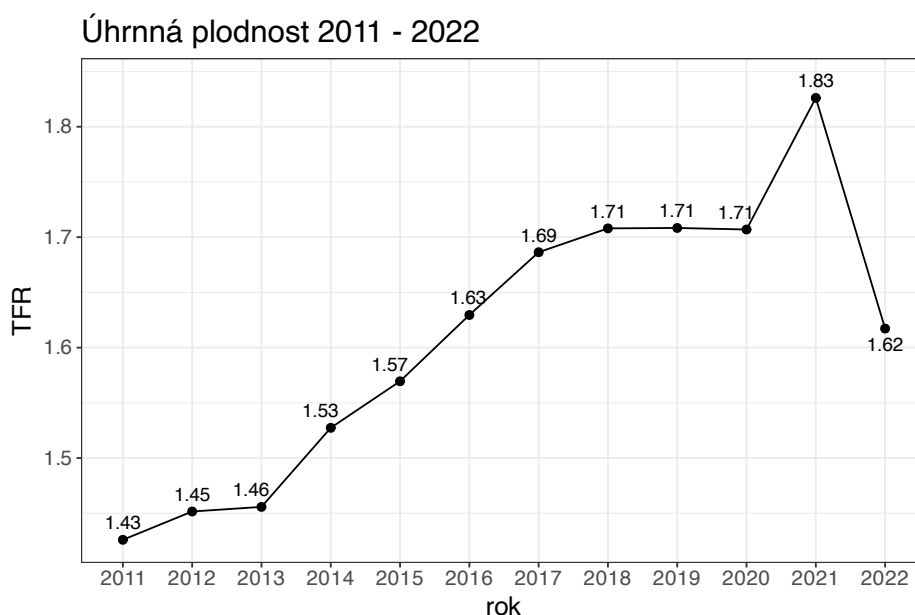
Obrázek 9: Upravené počty žen v reprodukčním věku za roky 2011–2022

Na obrázku 9 máme opět na ose x zobrazeny jednotlivé roky a na ose y příslušné počty žen. Vidíme, že po úpravě hodnot počet žen postupně klesá

až na do roku 2021. Zajímavý je skok v roce 2022. Jedná se o zvýšení počtu žen o 76 827. V souvislosti s válkou na Ukrajině se pravděpodobně bude jednat o ukrajinské ženy.

6 Vývoj úhrnné plodnosti

Jak již bylo řečeno v kapitole 1.1.3, úhrnná plodnost je souhrnná charakteristika vyjadřující plodnost populace, aniž by byla ovlivněna její strukturou. Její hodnoty vypočteme pomocí vzorce (2).



Obrázek 10: Vývoj úhrnné plodnosti 2011–2022

Na obrázku 10 vidíme vývoj úhrnné plodnosti v České republice v posledních letech. Osa y v grafu zachycuje hodnoty úhrnné plodnosti v letech 2011–2022, které jsou uvedeny na ose x . Za povšimnutí stojí rok 2021, ve kterém se úhrnná plodnost skokově zvýšila na hodnotu 1,83. Oproti předchozím třem rokům, kdy plodnost zůstávala neměnná, se jedná o nárůst asi o 7 %.

Následující informace a úvahy pocházejí ze článku Trendy plodnosti a potratovosti v Česku publikovaného v Časopise lékařů českých (viz [6]). Podle tohoto časopisu je vysoká hodnota úhrnné plodnosti v roce 2021 do jisté míry způsobena sčítáním lidu, které v tomto roce proběhlo. Počty žen v repro-

dukčním věku v letech 2012–2020 byly nadhodnoceny, a to zejména z důvodu neúplné evidence vystěhovalých do zahraničí. Ke stejnému závěru jsme dospěli i my v kapitole 5.

K této vysoké hodnotě mohly přispět také příznivé podmínky pro zakládání rodin. V roce 2021 byla nízká nezaměstnanost mladých lidí, zvýšila se dostupnost bydlení a také došlo ke zvýšení příjmů. Dále byla zavedena podpora v rámci rodinné politiky, například navýšení rodičovského příspěvku od roku 2020.

Také opatření na začátku pandemie COVID–19, tedy na jaře roku 2020, patrně měla na plodnost pozitivní vliv. Zejména opatření, která omezovala cestování do zaměstnání a přístup k volnočasovým aktivitám mohla způsobit větší zaměření se na rodinný život.

Na obrázku 3 můžeme na začátku roku 2021 pozorovat zvýšený počet narozených oproti předchozím rokům. Konkrétně se jedná o únor a březen roku 2021. Toto zvýšení by pravděpodobně mohlo být způsobeno zmíněnými protipandemickými opatřeními.

Pokles úhrnné plodnosti na hodnotu 1,62 v roce 2022 je velmi náhlý. Úhrnná plodnost dosáhla této hodnoty částečně díky započtení žen z Ukrajiny mezi ženy v reprodukčním věku. Tuto změnu počtu žen můžeme pozorovat například na obrázku 7. Avšak podle již zmíněného článku byla úhrnná plodnost nízká již před touto úpravou a dosahovala hodnoty 1,66.

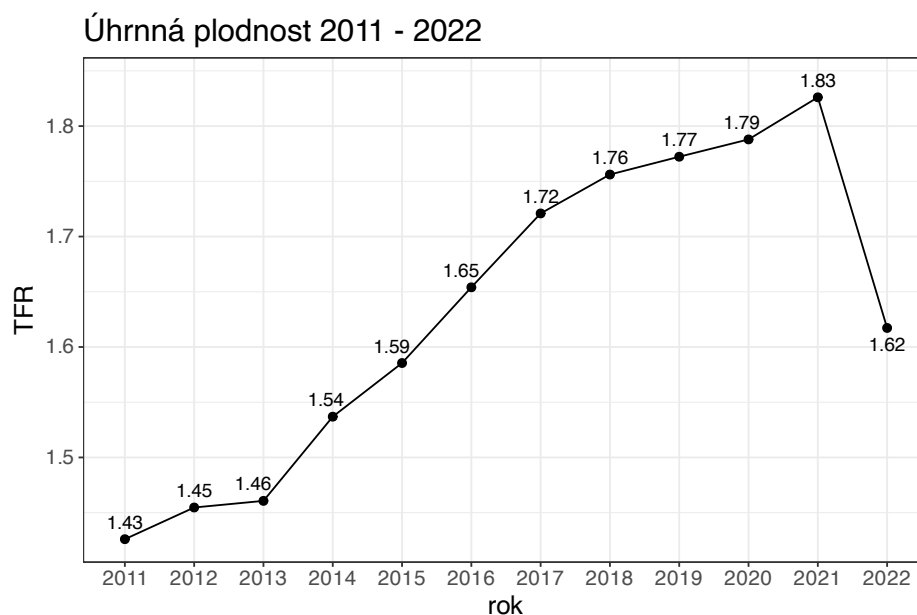
Podobně jako zavádění protipandemických opatření mohlo ovlivnit počty narozených v roce 2021, tak také uvolňování těchto opatření v druhé polovině roku 2021 mohlo částečně ovlivnit rok 2022. Návrat do zaměstnání, očkování a další faktory mohly vést k odkladu rodičovství, a tím k poklesu úhrnné plodnosti v roce 2022.

V roce 2022 po skončení pandemie se objevily další faktory, které mohly

vývoj plodnosti negativně ovlivnit - zejména zhoršená ekonomická situace v České republice, která měla za následek růst inflace, nákladů na bydlení a snížení reálných příjmů, společně s probíhající válkou na Ukrajině. Efekt těchto nepříznivých podmínek se nejspíše projeví až v roce 2023 a pravděpodobně budou mít za následek další pokles plodnosti.

6.1 Úhrnná plodnost s upravenými hodnotami

V kapitole 5.1 jsme popsali způsob, jakým lze upravit počty žen v reprodukčním věku v letech 2012–2020. Pokud takto získané hodnoty použijeme při výpočtu úhrnné plodnosti, dostaneme obrázek 11.



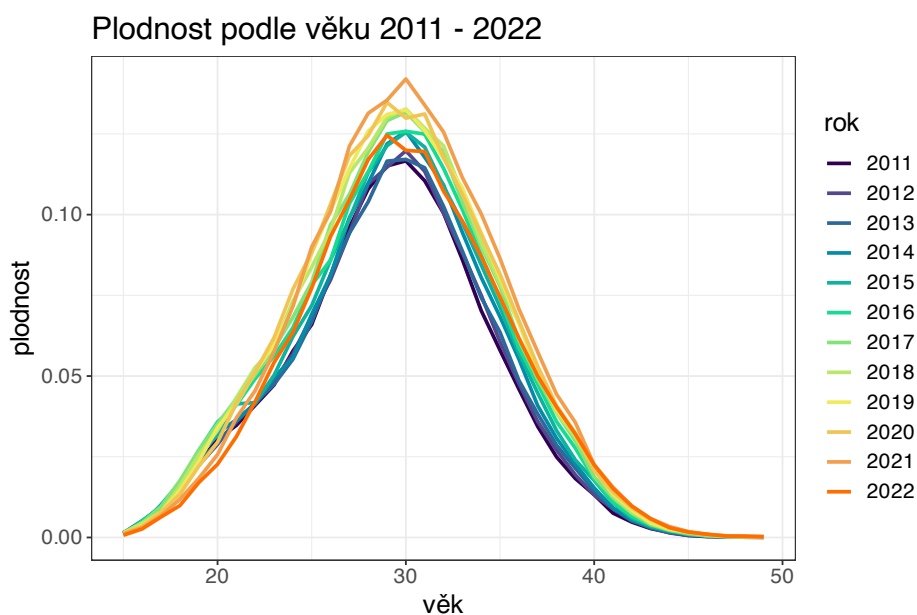
Obrázek 11: Vývoj úhrnné plodnosti po upravení počtů žen v reprodukčním věku (2011–2022)

Vidíme, že úhrnná plodnost od roku 2011 vzrůstala až do roku 2021. Rok 2021 je stále rokem s nejvyšší hodnotou úhrnné plodnosti za sledované období. Nejedná se však již o tak velkou skokovou změnu, jako v případě

výpočtu úhrnné plodnosti z oficiálně publikovaných dat. Zde je také lépe vidět, že hodnota 1,83 je pokračováním předchozího rostoucího trendu.

6.2 Vývoj měr plodnosti podle věku

Z kapitoly 1.1 již víme, že úhrnná plodnost je součtem jednoletých měr plodnosti. Jednoletá míra plodnosti vyjadřuje plodnost pro ženy v jednotlivých věkových kategoriích od 15 do 49 let. Pojďme se nyní podívat, jak se tyto míry měnily v čase. Pro výpočet jednoletých měr jsme použili upravené počty žen v reprodukčním věku, viz kapitola 5.1.



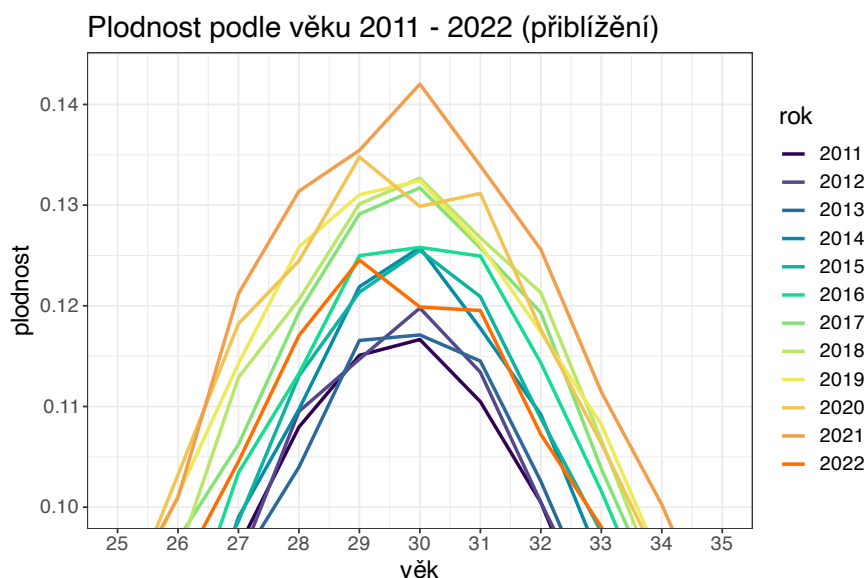
Obrázek 12: Závislost plodnosti na věku v letech 2011–2022

Na obrázku 12 jsou na ose x zachyceny jednotlivé věkové kategorie žen a na ose y příslušná hodnota plodnosti. Roky jsou znázorněny barevnými křivkami, pro každý rok jedna křivka. I zde můžeme pozorovat rostoucí plodnost mezi lety 2011–2021. Nejvyšší hodnoty plodnosti byly zaznamenány pro ženy kolem 30 let, a to u většiny let ze sledovaného období. U roku 2022,

který je v grafu znázorněn tmavě oranžovou barvou, vidíme, že k poklesu plodnosti došlo téměř ve všech věkových kategoriích.

V roce 2021, který byl rokem, jenž ovlivnila zaváděná opatření během pandemie COVID-19 zmíněná v kapitole 1.1.3, vidíme, že v nižších věkových kategoriích plodnost oproti předchozím rokům klesla, zatímco pro vyšší věkové kategorie plodnost vzrostla. Konkrétně křivka plodnosti pro ženy věku 20 let a nižší je v roce 2021 pod křivkami plodnosti ostatních let. Tento pokles může být způsoben lockdownem na jaře 2021, který omezil kontakt mezi lidmi. Tím mohly být ovlivněny rodičovské aspirace párů, jenž v té době nesdílely společnou domácnost.

Nyní se podíváme blíže na nejvyšší hodnoty, kterých plodnost dosáhla v jednotlivých věkových kategoriích. Konkrétně se bude jednat o věkové kategorie, kde plodnost přesáhla hodnotu 0,1. Vidíme, že věkový interval, ve kterém je tato hodnota plodnosti překročena, se postupně zvětšuje (viz obrázek 13).



Obrázek 13: Závislost plodnosti na věku v letech 2011 – 2022 (přiblížení)

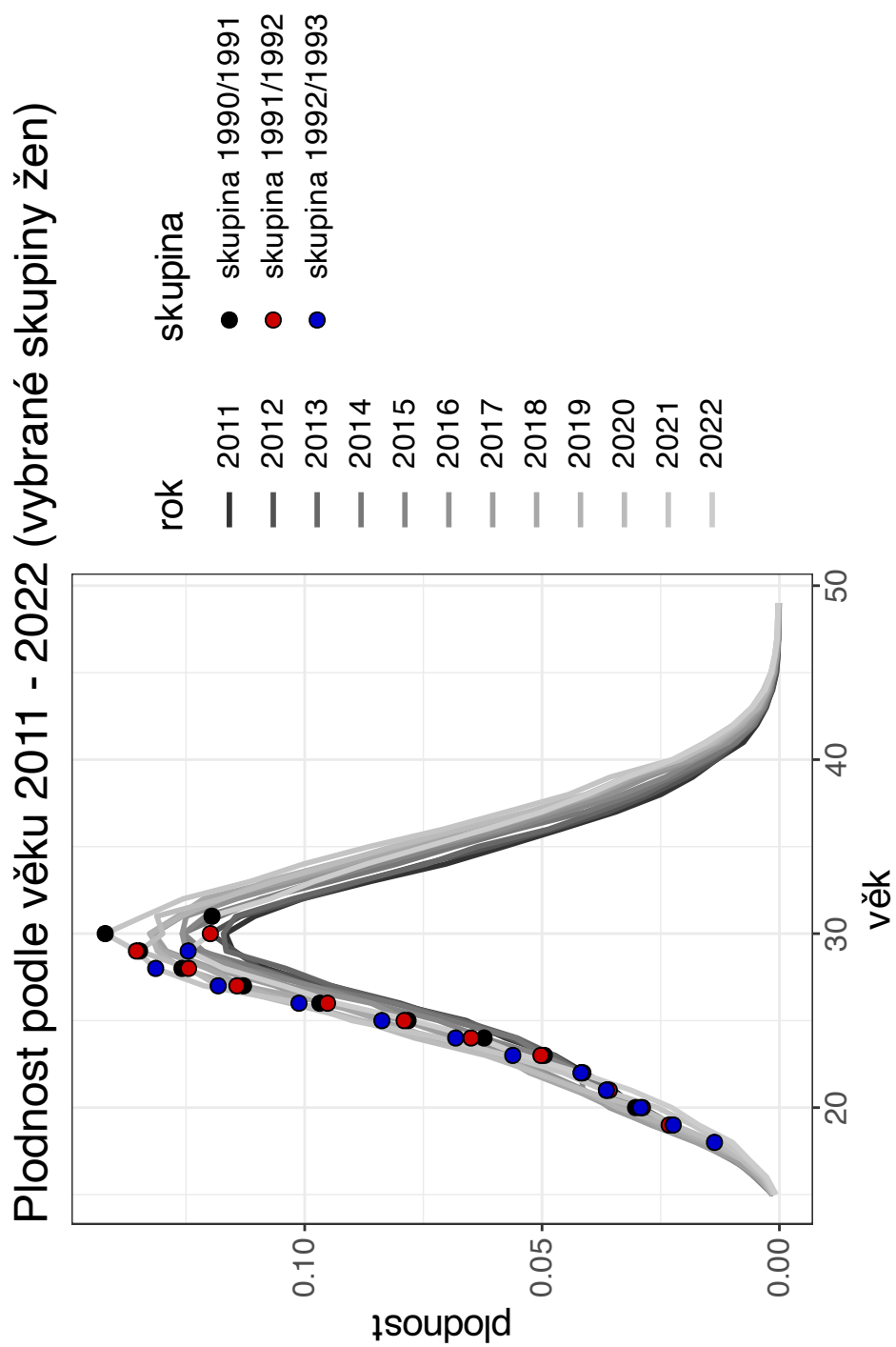
Například v roce 2011 (tmavě modrá křivka) překročila plodnost hodnotu 0,1 u žen ve věku 28 – 32 let. V roce 2021 tuto hodnotu překročila plodnost pro ženy od 26 do 34 let. V roce 2022 se tento věkový interval zúžil a hodnota 0,1 byla překročena pouze u žen ve věku od 27 do 32 let.

Dále si můžeme všimnout, že křivka znázorňující průběh plodnosti se v letech 2020 a 2022 liší od zbývajících let: konkrétně jde o maximum křivky a tedy nejvyšší míru plodnosti. Zatímco ve všech ostatních letech je maxima dosaženo pro ženy ve věku 30 let, v letech 2020 a 2022 je u věkové kategorie 30 let pozorován pokles a maxima je dosaženo ve věkové kategorii 29 let.

Sledujme nyní tři skupiny žen definované podle jejich věku v roce 2022. Bude se jednat o ženy, u kterých byl v roce 2022 pozorován již zmíněný pokles ve věku 30 let a ženy ve věkových kategoriích před a po tomto poklesu, tj. ve věku 29 a 31 let v roce 2022. Každou ze skupin charakterizuje rok narození daných žen. Do první skupiny zařadíme ženy, kterým se v roce 2022 narodilo dítě ve věku 31 let. Rok narození těchto žen je tedy buď rok 1990, pokud se jim dítě v roce 2022 narodilo před oslavením 32. narozenin, nebo 1991 v případě narození dítěte po oslavení 31. narozenin v roce 2022. Do dalších dvou skupin zařadíme ženy obdobným způsobem, tj. ve druhé skupině budou ženy narozené v letech 1991 nebo 1992 a ve třetí skupině ženy narozené v letech 1992 nebo 1993.

Na obrázku 14 vidíme vývoj plodnosti pro tyto tři skupiny žen v letech 2011–2022. Jednotlivé šedé křivky znázorňují roky a barevnými body je zachycena hodnota plodnosti pro ženy daného věku v dané skupině. Plodnost skupiny, kterou tvoří nejmladší ženy (tj. narozené 1992/1993), dosahuje v letech před pandemií COVID–19 v nižších věkových kategoriích vyšších hodnot než u zbývajících dvou skupin žen. Plodnost žen ve skupině 1990/1991 a 1991/1992 se v těchto letech pohybuje v podobných hodnotách.

Následně v roce 2022 pozorujeme u všech skupin propad plodnosti. Nejmenší je propad plodnosti u nejmladších žen, tj. u skupiny žen 1992/1993, z hodnoty 0,131 na hodnotu 0,124 (tj. asi o 5,2 %). Naopak největší je pokles plodnosti u skupiny žen 1990/1991, a to o více než 0,02, tj. téměř o 16 %.



Obrázek 14: Vývoj plodnosti vybraných skupin žen v letech 2011–2022

Závěr

V práci jsme se zabývali plodností a porodností. Nejprve jsme se seznámili s významem těchto a dalších demografických pojmů. Zjistili jsme, že nej-používanější charakteristikou k vyjádření plodnosti je úhrnná plodnost. Ukázali jsme dva způsoby dekompozice časové řady – aditivní a multiplika-tivní dekompozici. Představili jsme jednotlivé složky časových řad a ukázali způsoby, jakými lze danou složku odhadnout.

Podle demografií došlo v roce 2022 u vývoje počtu živě narozených k po-klesu, jak již bylo zmíněno v úvodu této práce. Z dat jsme zjistili, že se jednalo o pokles z hodnoty 111 793 živě narozených dětí v roce 2021 na hod-notu 101 299 v roce 2022, tedy pokles asi o 9,4 %. Pokles byl pozorován také u odhadu trendu.

Dále jsme se zabývali vývojem počtu žen v reprodukčním věku. V roce 2021 došlo k výraznému snížení, které bylo způsobeno sčítáním lidu, a díky němuž se ukázalo, že počty žen v předchozích letech byly patrně nadhod-noceny. Ukázali jsme si také, jak tyto hodnoty v letech 2012–2020 upravit, abychom vyhladili skokové snížení v roce 2021.

Poslední kapitola práce byla věnována úhrnné plodnosti. Nejprve jsme úhrnnou plodnost vypočetli z oficiálně publikovaných dat. V roce 2021 byla pozorována skoková změna z hodnoty 1,71 v roce 2020 na hodnotu 1,83. Tento skokový nárůst byl způsobem výrazným snížením počtu žen v repro-dukčním věku v roce 2021, ve kterém proběhlo sčítání lidu.

V roce 2022 nastala další náhlá změna, ale tentokrát došlo k poklesu na hodnotu 1,62. Částečně byl tento pokles způsoben úpravou počtu žen v reprodukčním věku, a to započtením žen z Ukrajiny. Avšak, jak již bylo v práci zmíněno, i před touto úpravou dosahovala úhrnná plodnost v roce 2022 výrazně nižší hodnoty než v roce předešlém, a to 1,66. Uvedli jsme

také další faktory, které mohly mít na tyto změny částečný vliv. Mezi nimi byla například opatření zaváděná během pandemie COVID-19 nebo zhoršení ekonomické situace v České republice.

Využitím námi upravených počtů žen v reprodukčním věku v letech 2012–2020 při výpočtu úhrnné plodnosti se nám podařilo vyhladit skokovou změnu v roce 2021. Hodnota úhrnné plodnosti 1,83 v roce 2021 tedy plynule navazovala na předchozí rostoucí trend (2018 - 1,76; 2019 - 1,77; 2020 - 1,79). Proto se pokles na hodnotu 1,62 v roce 2022 mohl jevit jako více výrazný.

Literatura

- [1] KLUFOVÁ, Renata. Základy demografie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-125-3.
- [2] VYSTOUPIL, Jiří a Zdeňka TARABOVÁ. Základy demografie. Brno: Masarykova univerzita, 2004. ISBN 80-210-3617-6.
- [3] CIPRA, Tomáš. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii: celostátní vysokoškolská učebnice pro stud. matem.-fyz. fakult studijních oborů 11 Fyzikálně matematické vědy. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
- [4] ČSÚ. Demografické ročenky (pramenná díla) 2022 - 2010. Online. Český statistický úřad. 2024. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/casova_rada_demografie. [cit. 2024-03-20].
- [5] VENCÁLEK, Ondřej. Opomenuté aspekty hodnocení nejnovějších trendů ve vývoji počtu narozených dětí a plodnosti. Online. Sdružení mikrobiologů, imunologů a statistiků — SMIS. 2023. Dostupné z: <https://smis-lab.cz/2023/02/23/opomenute-aspekty-hodnoceni-nejnovějších-trendu-ve-vyvoji-poctu-narozenych-deti-a-plodnosti/>. [cit. 2024-02-27].
- [6] KOCOURKOVÁ, Jiřina a kolektiv. Trendy plodnosti a potratovosti v Česku. Časopis lékařů českých. Online. 2023, roč. 2023/162, č. 7-8. 2023. ISSN 1805-4420. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych>. [cit. 2024-03-20].
- [7] Úroveň plodnosti v Česku patřila loni k nejvyšším v EU. ČSÚ [online]. 2022 [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/uroven-plodnosti-v-cesku-patrila-loni-k-nejvyssim-v-eu>
- [8] Ročník narozených 2022 je nejslabší za posledních 18 let. ČSÚ [online]. 2023 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/rocnik-narozenych-2022-je-nejslabsi-za-poslednich-18-let>
- [9] R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>