

# Hierarchický model sňatečnosti ve vybraných českých městech v letech 1982 – 2022

Tomancová Nikola

Fakulta informatiky a statistiky, Vysoká škola ekonomická v Praze

14/06/2023

## Úvod

Tato semestrální práce se zabývá sňatečností ve vybraných městech na území České republiky. Cílem práce je především zjistit, zda se vývoj sňatečnosti napříč Českou republikou liší či nikoli. Je pozorován vývoj sňatečnosti v daných městech v průběhu 40 let. Nejprve je definován samotný pojem sňatečnost, poté jsou blíže popsána použitá data. Tato práce využívá k získání výsledků hierarchický model, před samotnou analýzou jsou proto ještě stručně popsána specifika takového modelu. Vzhledem k faktu, že je sňatečnost v této práci modelována pomocí bayesovského přístupu, jsou následně specifikovány apriorní informace o našich datech. V souvislosti s apriorními informacemi jsou rovněž okomentovány volby všech parametrů.

Další část textu se již zaměřuje na samotné modelování dat. Je definována konkrétní podoba použitého hierarchického modelu. V poslední fázi práce jsou podrobně okomentovány získané výstupy, které se týkají především bayesovských odhadů jednotlivých parametrů. Nakonec je provedena také predikce sňatečnosti na rok 2032. Jak na apriorní rozdělení, tak na samotná data byla aplikována citlivostní analýza za účelem prozkoumání citlivosti výsledků analýzy na změnu vstupních hodnot. Výsledky analýzy jsou využity k porovnání jednotlivých českých měst mezi sebou (z hlediska počtu sňatků).

## Sňatečnost, hrubá míra sňatečnosti

*„Sňatečnost je demografický proces, který studuje zakládání manželství na základě zákonem daných podmínek. Sňatek je demografická událost opakovatelného charakteru, která nemusí nastat u každého (na rozdíl od narození a úmrtí). Neobnovitelnou událostí je pouze první sňatek.“<sup>1</sup>* Tato seminární práce nebude rozlišovat sňatky na základě jejich pořadí, věku ani jiných kritérií, nýbrž bude pracovat s celkovými počty sňatků uzavřenými v daném roce. Samotný počet sňatků ovšem nestačí, jelikož jsou v seminární práci porovnávány hodnoty z různě velkých měst s různým počtem obyvatel. Počet sňatků jako takový by proto nebyl nijak průkazný, jelikož úzce souvisí právě s celkovým počtem obyvatel daného města v daném roce.

---

<sup>1</sup> Sňatečnost. In: *Demografie.info* [online]. 2014 [cit. 14.6.2023]. Dostupné z: [http://www.demografie.info/?cz\\_snatecnost=&PHPSESSID=39f8f4c5d8624b3003b3238a8d308f6d](http://www.demografie.info/?cz_snatecnost=&PHPSESSID=39f8f4c5d8624b3003b3238a8d308f6d).

Jako základní ukazatel sňatečnosti je proto definován demografický ukazatel, který se nazývá hrubá míra sňatečnosti. Hrubá míra sňatečnosti se vypočítá jako podíl počtu sňatků uzavřených v daném roce a velikosti zkoumané populace, vyjadřuje se v promile a je vztažena na 1000 obyvatel. Tento ukazatel se vyznačuje jednoduchostí výpočtu, na druhou stranu je ovšem jeho velkou nevýhodou, že nebere v potaz věkovou strukturu obyvatelstva. Pro zjednodušení je stanoven předpoklad, že věková struktura v námi vybraných městech České republiky je přibližně stejná, a tudíž bude možné tento ukazatel pro jejich porovnání použít.

## Použitá data

V této semestrální práci byla využita data Českého statistického úřadu<sup>2</sup>, která zahrnují data z 237 měst, které se nacházejí na území dnešní České republiky. Datový soubor obsahuje informace o základních demografických ukazatelích jako jsou například počet obyvatel, porodnost, úmrtnost, sňatečnost, rozvodovost apod. Všechny tyto ukazatele jsou v datech zaznamenány v podobě časové řady.

Hierarchický model, který je zde uvažován, operuje s údaji sesbíranými postupně v letech 1982, 1992, 2002, 2012 a 2022. Cílem práce je tedy sledovat vývoj sňatečnosti v jednotlivých městech v průběhu několika posledních dekad. Následující odstavce se budou věnovat metodice výběru měst k modelování.

Nejprve bylo vybráno všech 13 krajských měst. K nim bylo v každém kraji vybráno ještě jedno až dvě další města z různých okresů a s různě vysokým počtem obyvatel. Byla vybrána jak města s dlouhou historií, tak i novější města, jejichž počet obyvatel ve sledovaném období často velmi rychle rostl. Cílem bylo vybrat taková města, jež obsahují potřebné údaje ze všech již dříve zmíněných let, a která se budou zároveň vzájemně lišit v poloze či velikosti. Finální výběr měst včetně jejich hrubé míry sňatečnosti pro všech pět letopočtů je uveden v tabulce na následující straně, dále jsou všechna vybraná města vyznačena také na obrázku s mapou České republiky, který se nachází za tabulkou (obrázek byl vygenerován v nástroji GPS Visualizer).

---

<sup>2</sup> Databáze demografických údajů za vybraná města ČR. In: ČSÚ [online]. 30.05.2023. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-vybrana-mesta-cr>.

Již z prvotního pohledu na údaje v tabulce je možné pozorovat převážně klesající trend sňatečnosti v letech 1982 až 2012, naopak v roce 2022 dochází často k nárůstu oproti roku 2012.

	1982	1992	2002	2012	2022
<b>Praha</b>	7,153576	6,776349	5,736106	4,669151	5,216917
<b>Vlašim</b>	7,450575	7,576349	4,734694	3,551797	4,541881
<b>Kladno</b>	7,945912	8,260311	6,104297	4,635906	4,716428
<b>Karlovy Vary</b>	8,333195	7,623230	6,877553	4,625494	4,971327
<b>Aš</b>	8,504924	8,882429	6,899286	4,269920	4,557241
<b>Ústí nad Labem</b>	8,852310	8,390152	5,748827	3,885335	5,504447
<b>Duchcov</b>	9,000099	6,183249	6,235828	5,324074	5,070877
<b>Liberec</b>	8,084344	8,269826	6,479724	4,670015	5,018715
<b>Semily</b>	7,565932	8,490766	5,019094	4,509192	5,256081
<b>Hradec Králové</b>	7,139913	7,299852	5,644422	4,419415	4,714595
<b>Nové Město nad Metují</b>	7,784484	6,534673	4,769475	5,209930	4,907714
<b>Pardubice</b>	7,611399	7,860611	5,836900	4,726204	4,997000
<b>Česká Třebová</b>	6,295067	8,066791	4,578972	4,077536	4,476924
<b>Hlinsko</b>	7,196866	6,728731	4,779658	3,296374	4,711055
<b>Olomouc</b>	7,748471	6,902365	5,538860	5,094387	5,347118
<b>Jeseník</b>	6,840323	5,416540	5,002382	3,566576	5,042488
<b>Ostrava</b>	8,066437	7,535040	5,001430	4,277186	5,359656
<b>Bohumín</b>	8,199319	6,925612	5,101159	4,584002	5,389658
<b>Zlín</b>	7,037138	6,739372	5,150075	3,983747	4,746707
<b>Uherské Hradiště</b>	6,829058	6,811031	5,971607	3,667482	5,650174
<b>Bystřice pod Hostýnem</b>	7,954215	7,868923	3,769705	4,269956	5,103946
<b>Brno</b>	7,578957	6,565187	5,580862	4,606138	5,211402
<b>Břeclav</b>	7,557923	7,712179	5,326283	4,122969	4,630578
<b>Jihlava</b>	7,289494	7,082991	5,732484	4,954208	4,126046
<b>Humpolec</b>	6,945784	7,386313	4,609569	4,953220	4,193059
<b>České Budějovice</b>	7,480126	7,069715	6,229107	4,961346	5,506424
<b>Český Krumlov</b>	6,671501	7,631450	6,026629	3,829116	5,661987
<b>Strakonice</b>	6,173891	6,405866	5,344418	3,823095	4,650133
<b>Plzeň</b>	7,979430	6,870003	5,686770	4,512231	5,016619
<b>Sušice</b>	7,092820	7,712082	4,109110	2,925791	4,819724

Tabulka č.1: Vybraná města a jejich hrubá míra sňatečnosti v letech 1982, 1992, 2002, 2012 a 2022.

Je možné, že tento nečekaný nárůst byl způsoben vládními opatřeními v letech 2019 a 2020. V důsledku pandemie Covid-19 byly v České republice svatby v těchto letech značně omezovány. Mnoho párů se proto rozhodlo svou svatbu odsunout na později, až proticovidová

opatření opadnou. Z tohoto důvodu byl velký nápor zájemců o svatby právě v roce 2021.<sup>3</sup> Jelikož v roce 2021 byly kapacity svatebních míst, cateringových společností atd. využity naplno, je možné, že část svateb byla odložena až na rok 2022. Zda se tedy v roce 2022 jednalo opět pouze o jednorázové odchýlení od jinak spíše klesajícího trendu, nebo zda nastává ve sňatečnosti v těchto letech podstatný zlom, který nastaví její trend na následující desítky let, to ukáže teprve sběr dat v budoucích letech.



Obrázek č.1: Mapa ČR s vybranými městy.

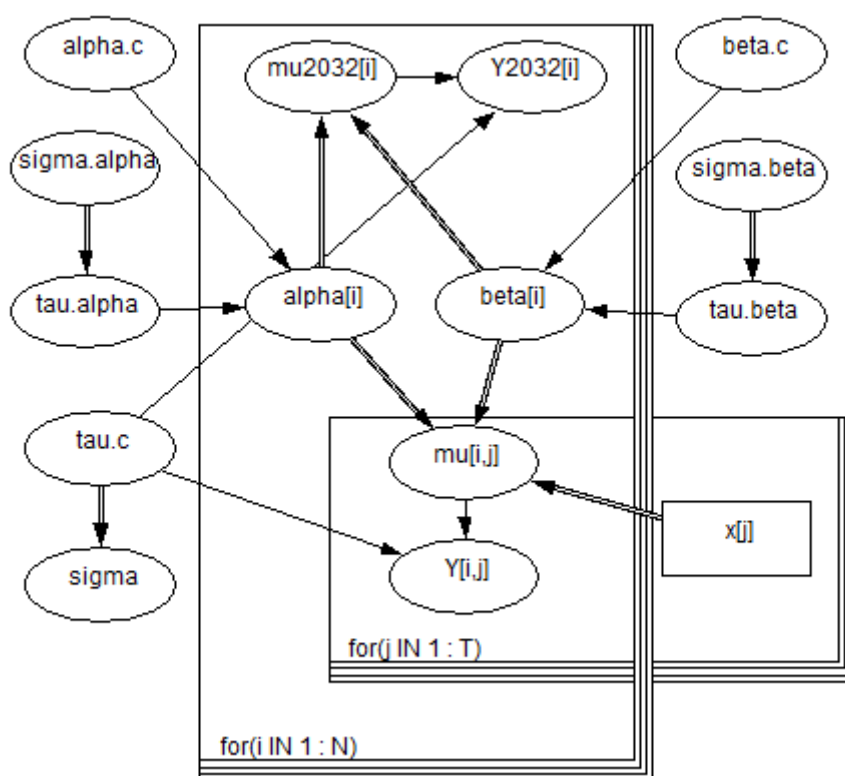
## Hierarchický model

Hierarchický bayesovský model je takový model, jehož parametry apriorního rozdělení pocházejí samy z nějakého vhodného apriorního rozdělení, které ovšem není určeno konstantními parametry, nýbrž tzv. hyperparametry, které samy pocházejí z nějakého předem známého rozdělení. Použitý hierarchický model byl zpracován v programu WinBUGS. Jeho schéma je možné vidět na Obrázku č. 2.

Proměnná  $x_j$  označuje příslušný rok, v jakém byla daná hodnota naměřena, tudíž  $\mathbf{x} = (1982, 1992, 2002, 2012, 2022)^T$ . Proměnná  $Y_{i,j}$  pak obsahuje počet sňatků na 1000 osob

<sup>3</sup> ŠTUKOVÁ, Karolína. Covid změnil české svatby. Zájem je tak vysoký, že nevádí neobvyklé termíny. In: *Seznam Zprávy* [online]. 17. 7. 2021 [cit. 15.6.2023]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/covid-zmenil-ceske-svatby-zajem-je-tak-vysoky-ze-nevadi-neobvykle-terminy-169962>.

v  $j$ -tém roce v  $i$ -tém vybraném městě, přičemž pořadí měst odpovídá jejich pořadí v Tabulce č. 1. Sňatkovost v  $j$ -tém roce v  $i$ -tém vybraném městě se řídí normálním rozdělení s příslušnou střední hodnotou  $\mu_{i,j}$  a společným rozptylem  $\sigma^2$ , jež je určen jako odmocnina z převrácené hodnoty  $\tau_c$ , které má gamma rozdělení s oběma parametry nastavenými na 0,001. Střední hodnota  $\mu_{i,j}$  je určena jako  $\alpha_i + \beta_i(x_j - \bar{\beta})$ , kde  $\bar{\beta}$  slouží k centrování, a je proto nastavena na hodnotu 2002. Parametry  $\alpha_i$  představují sňatečnost v  $i$ -tém městě v roce 2002. Parametry  $\beta_i$  popisují roční přírůstek (resp. úbytek) počtu sňatků na 1000 obyvatel v  $i$ -tém městě.



Obrázek č.2: Schéma sestaveného hierarchického modelu.

Parametry  $\alpha_i$  a  $\beta_i$  pocházejí z normálního rozdělení, a to s hyperparametry  $\alpha_c$ ,  $\sigma_\alpha$ ,  $\beta_c$  a  $\sigma_\beta$ . Hyperparametry  $\alpha_c$  a  $\beta_c$  představují střední hodnoty příslušných normálních rozdělení a mají rovněž normální rozdělení, a to se zvolenou střední hodnotou  $\mu$  a  $\tau$ . Hyperparametry  $\sigma_\alpha$  a  $\sigma_\beta$  označují popořadě příslušné směrodatné odchylky individuálních parametrů  $\alpha_i$  a  $\beta_i$ , přičemž pocházejí z rovnoměrného rozdělení na intervalu (0,100). Proměnné  $\mu_{i,2032}$  a  $Y_{i,2032}$  slouží k odhadu střední hodnoty (resp. predikci konkrétní hodnoty) sňatkovosti v roce 2032.

## Apriorní informace o datech

Při hledání apriorních údajů o datech bylo opět nahlíženo na již získané statistiky Českého statistického úřadu.<sup>4</sup> Dokument, který shrnoval informace o sňatečnosti v ČR v letech 2001 – 2019, obsahoval například informaci, že v roce 2002 činila sňatečnost v rámci celé České republiky přibližně 5,2 ‰. Z jiných grafů a tabulek na stránkách ČSÚ<sup>5</sup> vyplývá, že průměrná sňatečnost v České republice v letech 1982 – 2022 byla cca 5,73 ‰. Zároveň z tohoto zdroje vyplývá, že průměrný meziroční pokles sňatečnosti v ČR se pohyboval v těchto letech kolem 0,06 ‰. Právě z těchto informací bylo možné čerpat při volbách apriorních rozdělení.

## Výstupy, analýza citlivosti

Následující část práce se zabývá nejprve porovnáním výstupů při různých kombinacích vstupů. Bylo zjištěno, že je tento model poměrně odolný vůči změnám vstupních hodnot. Ať už se jednalo o drobné změny počátečních hodnot simulace pro  $\alpha_c$  a  $\beta_c$  či změnu střední hodnoty jejich normálního rozdělení, na výsledných hodnotách se neobjevily žádné změny. Drobné změny začaly nastávat teprve ve chvíli, kdy byly například počáteční hodnoty změněny pro úplně všechny parametry. Jako příklad je možné uvést variantu, kdy byly všechny initial values nastaveny na 0, nebo kdy byly všechny počáteční hodnoty získány volbou Get Inits v programu WinBUGS.

V následujících tabulkách budou porovnány výstupy vybraných dvou variant. V Tabulce č.2 se nacházejí vybrané hodnoty z modelu, který měl nastaveny počáteční hodnoty pro všechny  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ,  $\alpha_c$  a  $\beta_c$  na 0. Střední hodnoty hyperparametrů  $\alpha_c$  a  $\beta_c$  byly nastaveny rovněž jako nulové, jejich hodnoty precision na 0,000001. V Tabulce č.3 jsou poté porovnány stejné údaje pro situaci, kdy bylo zvoleno normální rozdělení hyperparametru  $\alpha_c$  se střední hodnotou 5,73 a hyperparametru  $\beta_c$  se střední hodnotou -0,06, zároveň byly počáteční hodnoty  $\alpha_i$  nastaveny na 5,  $\beta_i$  na -1,  $\alpha_c$  na 5,2 a  $\beta_c$  na -0,05, počáteční přesnosti zůstaly zachovány ve stejné podobě jako v předchozím případě, tj.  $\sigma_\alpha = 1 = \sigma_\beta = \tau_c$ .

---

<sup>4</sup> VÝVOJ SŇATEČNOSTI V ČESKÉ REPUBLICE. In: ČSÚ [online]. 2020 [cit. 15.6.2023]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/136338475/13017220.pdf/915a628b-9566-45e1-96c6-da242e00ee8c?version=1.3>.

<sup>5</sup> Obyvatelstvo – roční časové řady. In: ČSÚ [online]. 6.6.2023 [cit. 16.6.2023]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/obyvatelstvo\\_hu](https://www.czso.cz/csu/czso/obyvatelstvo_hu).

Tabulky obsahují informace jednak o parametrech, které se vztahují k celému modelu, tak i přímo ke dvěma vybraným městům – byla zvolena Praha a Sušice. Z porovnání těchto dvou tabulek vyplývá, že sice došlo ke menším změnám výstupních hodnot při výrazné změně vstupů, ovšem tyto změny nejsou nijak problematické. Obdobně docházelo k drobným změnám výsledných hodnot při větších změnách parametru  $b$  rovnoměrného rozdělení pro  $\sigma_\alpha$  a  $\sigma_\beta$ . Kdybychom ovšem měli celkově shrnout tuto fázi analýzy, došli bychom k závěru, že změna počátečních hodnot ani parametrů apriorních rozdělení nemá na posterory zásadní vliv.

node	mean	sd	MC error	0,025	median	0,975
alpha[1]	5,922	0,1551	0,003234	5,592	5,921	6,253
alpha[30]	5,838	0,1779	0,006204	5,411	5,874	6,12
alpha.c	5,925	0,07216	0,00306	5,786	5,922	6,072
sigma.alpha	0,1443	0,09912	0,00652	0,006774	0,1309	0,3634
beta[1]	-0,08007	0,008403	0,000344	-0,09606	-0,08036	-0,06225
beta[30]	-0,08196	0,008209	0,000333	-0,09967	-0,08163	-0,06603
beta.c	-0,08123	0,005355	0,000326	-0,09237	-0,0811	-0,07095
sigma.beta	0,005829	0,004216	0,000273	0,000512	0,004959	0,01594
mu2032[1]	3,52	0,2974	0,01061	2,939	3,517	4,14
Y2032[1]	3,513	0,9151	0,01397	1,718	3,517	5,292
mu2032[30]	3,379	0,304	0,01224	2,714	3,401	3,933
Y2032[30]	3,373	0,9039	0,01494	1,559	3,378	5,096
sigma	0,8592	0,05243	0,000743	0,7633	0,8573	0,9692

Tabulka č.2: Vybrané údaje z prvního zvoleného modelu – neinformativní.

node	mean	sd	MC error	0,025	median	0,975
alpha[1]	5,922	0,1653	0,003727	5,571	5,925	6,263
alpha[30]	5,826	0,1854	0,00671	5,372	5,858	6,119
alpha.c	5,924	0,0763	0,003537	5,773	5,926	6,071
sigma.alpha	0,1561	0,09907	0,006709	0,007546	0,1471	0,3707
beta[1]	-0,07902	0,007515	0,000327	-0,09434	-0,07895	-0,06311
beta[30]	-0,08052	0,007573	0,000354	-0,0977	-0,07992	-0,06702
beta.c	-0,07998	0,005011	0,000339	-0,08978	-0,07981	-0,07126
sigma.beta	0,004844	0,003935	0,000285	0,00017	0,004001	0,01464
mu2032[1]	3,551	0,2773	0,009995	2,993	3,551	4,113
Y2032[1]	3,551	0,9083	0,01319	1,789	3,55	5,356
mu2032[30]	3,41	0,2919	0,01221	2,761	3,433	3,921
Y2032[30]	3,406	0,9094	0,01388	1,628	3,401	5,195
sigma	0,8565	0,05236	0,000819	0,7598	0,8546	0,9668

Tabulka č.3: Vybrané údaje z jiného zvoleného modelu – informativní.



Nyní je nutné se ještě zaměřit na citlivost modelu na úplnost dat. Již v jedné z předchozích částí této semestrální práce byly diskutovány problémy, které se týkají problémů v určování sňatkovosti pro rok 2022 vzhledem k předcházející pandemii. Bude proto nyní vyzkoušena varianta, kdy budou ty hodnoty sňatkovosti z roku 2022, které byly vyšší oproti předchozí dekádě, vymazány. Dále bude pro zajímavost u 30. pozorování, tzn. u města Sušice, ponechána pouze jediná hodnota, a to z roku 1982. K této analýze citlivosti byl použit model s informativní volbou hodnot. V Tabulce č.4 jsou porovnány odhady vynechaných hodnot s hodnotami skutečnými (je vybráno pouze několik měst na ukázkou). Poslední sloupec diff určuje rozdíl těchto dvou hodnot. Výsledky v této tabulce odpovídají očekávání – skutečně jsou odhadované míry sňatečnosti značně nižší oproti skutečnosti. Vynechání těchto pozorování má tedy na analýzu podstatný vliv, což ukazuje rovněž Tabulka č.5, kde je tento rozdíl nejvíce znatelný v případě predikcí na rok 2032. V případě modelu s chybějícími daty jsou predikované hodnoty ještě pesimističtější, než tomu bylo v přechodných případech. Pokud by se v budoucnu ukázalo, že se v roce 2022 skutečně jednalo o výjimečně vysokou míru sňatečnosti, která se vymyká trendu, byl by pak pro předpovědi sňatečnosti nejspíš vhodnější model s chybějícími daty. Pokud by se ale jednalo o obrat v trendu z klesajícího na rostoucí. Mělo by naopak vynechání těchto pozorování silně negativní dopad.

node	mean	sd	MC error	2,50%	median	97,50%	real val.	diff.
Y[1,5]	3,525	0,8019	0,0111	1,971	3,521	5,084	5,216917	1,691917
Y[2,5]	3,352	0,8068	0,01343	1,788	3,351	4,94	4,541881	1,189881
Y[3,5]	3,665	0,7948	0,01305	2,108	3,676	5,222	4,716428	1,051428
Y[4,5]	3,696	0,8114	0,01456	2,114	3,694	5,26	4,971327	1,275327
Y[5,5]	3,735	0,8177	0,01882	2,111	3,752	5,322	4,557241	0,822241
Y[6,5]	3,574	0,8136	0,01663	1,98	3,577	5,158	5,504447	1,930447
Y[20,5]	3,43	0,8002	0,01219	1,889	3,417	5,021	5,650174	2,220174
Y[27,5]	3,483	0,7879	0,0119	1,959	3,483	5,037	5,661987	2,178987
Y[30,2]	6,637	0,7935	0,009272	5,079	6,64	8,198	7,712082	1,075082
Y[30,3]	5,586	0,7867	0,009644	4,046	5,589	7,113	4,10911	-1,47689
Y[30,4]	4,523	0,8024	0,01117	2,929	4,514	6,117	2,925791	-1,59721
Y[30,5]	3,486	0,824	0,01381	1,872	3,477	5,113	4,819724	1,333724

Tabulka č.4: Srovnání odhadovaných a skutečných měr sňatečnosti při chybějících hodnotách.

node	mean	sd	MC error	2,50%	median	97,50%
alpha[1]	5,638	0,2168	0,003548	5,178	5,656	6,062
alpha[30]	5,583	0,2821	0,006132	4,958	5,624	6,104
alpha.c	5,674	0,08731	0,002678	5,495	5,676	5,843
sigma.alpha	0,2594	0,1306	0,008637	0,01995	0,2706	0,5082
beta[1]	-0,1053	0,01026	3,59E-04	-0,1239	-0,1064	-0,08171
beta[30]	-0,105	0,01089	4,05E-04	-0,1242	-0,1064	-0,07871
beta.c	-0,1073	0,00539	3,09E-04	-0,118	-0,1069	-0,09635
sigma.beta	0,007754	0,006529	4,94E-04	4,28E-05	0,006602	0,02313
mu2032[1]	2,479	0,3954	0,01249	1,727	2,464	3,32
Y2032[1]	2,478	0,8303	0,01433	0,8506	2,477	4,121
mu2032[30]	2,432	0,4598	0,01577	1,539	2,426	3,405
Y2032[30]	2,435	0,8564	0,01739	0,7598	2,425	4,108
sigma	0,7305	0,05584	0,001737	0,6294	0,7281	0,8454

Tabulka č.5: Vybrané údaje informativního modelu při chybějících hodnotách.

## Vybraný model

Jako finální byl zvolen hierarchický model, jehož apriorní rozdělení bylo zvoleno na základě získaných apriorních informací od Českého statistického úřadu, a jehož vybrané výstupy jsou uvedeny v Tabulce č.3. Průměrná hodnota  $\alpha_1$  říká, jaká je odhadnutá míra sňatečnosti za rok 2002 v Praze. Průměrná hodnota  $\alpha_{30}$  nese stejnou informaci pro Sušici. Odhad parametru  $\alpha_c$  představuje odhad střední hodnoty tohoto parametru  $\alpha_i$ . Obdobně je odhad parametru  $\beta_c$  odhadem střední hodnoty parametrů  $\beta_i$ . Konkrétní dva vybrané odhady tohoto parametru, tzn. odhady meziroční změny hrubé míry sňatečnosti v Praze a Sušici, jsou v Tabulce č.3 rovněž uvedeny. Dalšími odhadnutými parametry jsou směrodatné odchylky parametrů  $\alpha_i$  a  $\beta_i$ . Pro vybraná města Praha a Sušice byla do tabulky zaznamenána mimo jiné i odhadnutá střední hodnota hrubé míry sňatečnosti pro rok 2032, a také přímo predikovaná sňatečnost pro tento rok. Z tohoto modelu usuzujeme, že by měl v budoucnu nastat ještě výraznější pokles sňatkovosti oproti současnosti.

V poslední části této seminární práce se ještě blíže zaměříme na porovnání odhadů parametrů  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ , a především  $\mu_{i,2032}$  všech 30 měst. K vzájemnému porovnání vybraných měst nejlépe poslouží následující tabulky, které se vztahují k odhadu pořadí, ve kterém se velikost daného parametru z hlediska své velikosti nachází vzhledem k ostatním 29 odhadům. Tabulky byly opět získány z programu WinBUGS je možné je vidět na následujících stranách. V tabulkách je vždy zaznamenán nejen odhadnutý medián pořadí vzhledem k ostatním městům, ale také 95%

intervaly kredibility tohoto pořadí. Řádky jsou uspořádány vzestupně podle hodnot mediánů. Tabulka č.6 shrnuje pořadí odhadů parametru  $\alpha_i$ , Tabulka č.7 pořadí odhadů parametru  $\beta_i$  a Tabulka č.8 shrnuje údaje o pořadí odhadnutých středních hodnot na rok 2032.

Hlavním cílem této závěrečné práce bylo nezamítnout či vyvrátit hypotézu, že se sňatečnost napříč městy ČR liší. Kdyby tato hypotéza platila, pak by bylo možné najít v následujících tabulkách nějaké pravidlo, které by tuto hypotézu nějakým způsobem podporovalo. Například pokud by platilo pravidlo, že čím vyšší počet obyvatel, tím nižší hrubá míra sňatečnosti, pak by se tento jev prokázal v Tabulkách č.6 a č.8. Vzhledem k faktu, že se největší města nacházejí přibližně uprostřed těchto tabulek jasně dokazuje, že byl tento předpoklad chybný. Dalším možným pravidlem by mohla být například podobnost hrubé míry sňatečnosti ve městech, která leží ve stejném kraji, příp. oblasti, proti této teorii ale opět svědčí následující výstupy, které žádný takový vzorec nenaznačují. Neplatnost hypotézy o odlišné sňatečnosti podporuje také skutečnost, že jsou mediány pořadí soustředěny kolem prostřední hodnoty, a nelze proto u žádného ze sledovaných parametrů určit jejich jednoznačné pořadí, intervaly kredibility navíc ve většině případů pokrývají celou škálu od 1 do 30. Skutečnost, že nelze mezi sebou tato města rozlišovat z pohledu jejich hrubé míry sňatečnosti dokazuje také Obrázek č.3 s boxploty pro  $\mu_{i,2032}$ .

město	node	2.5%	median	97.5%
Jeseník	alpha[16]	1	9	28
Strakonice	alpha[28]	1	9	28
Hlinsko	alpha[14]	1	10	28
Sušice	alpha[30]	1	10	28
Česká Třebová	alpha[13]	1	11	29
Vlašim	alpha[2]	1	12	29
Zlín	alpha[19]	1	12	29
Humpolec	alpha[25]	1	13	29
Uherské Hradiště	alpha[20]	1	14	29
Bystřice pod Hostýnem	alpha[21]	1	14	29
Praha	alpha[1]	1	15	29
Hradec Králové	alpha[10]	1	15	29
Nové Město nad Metují	alpha[11]	1	15	29
Brno	alpha[22]	1	15	29
Břeclav	alpha[23]	1	15	30
Jihlava	alpha[24]	1	15	29
Bohumín	alpha[18]	2	16	30
Český Krumlov	alpha[27]	1	16	30
Plzeň	alpha[29]	2	16	30
Ostrava	alpha[17]	2	17	30
Semily	alpha[9]	2	18	30
Pardubice	alpha[12]	2	18	30
Olomouc	alpha[15]	2	18	30
České Budějovice	alpha[26]	2	18	30
Kladno	alpha[3]	2	19	30
Duchcov	alpha[7]	2	20	30
Karlovy Vary	alpha[4]	2	21	30
Ústí nad Labem	alpha[6]	2	21	30
Liberec	alpha[8]	3	21	30
Aš	alpha[5]	3	22	30

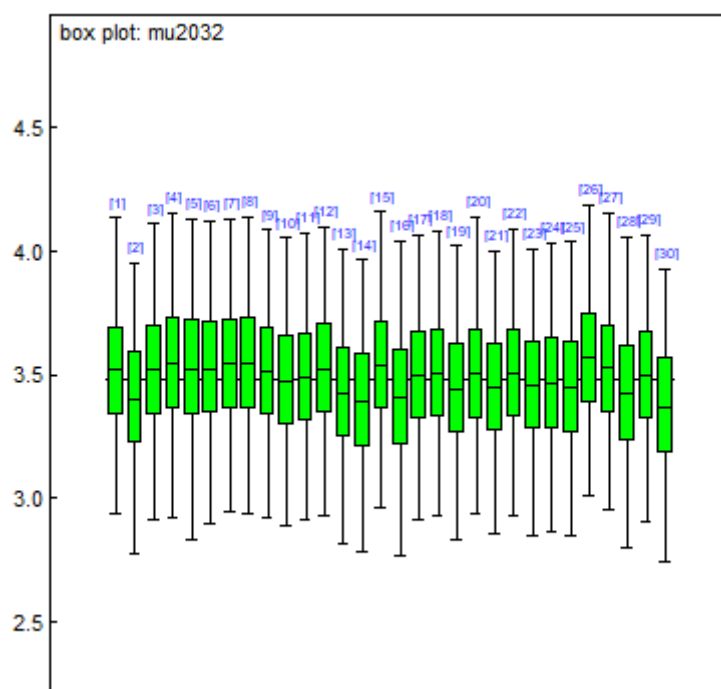
Tabulka č.6: Údaje o pořadí parametru  $\alpha_i$  v jednotlivých městech ČR.

město	node	2.5%	median	97.5%
Aš	beta[5]	1	12	29
Ústí nad Labem	beta[6]	1	13	29
Vlašim	beta[2]	1	14	29
Kladno	beta[3]	1	14	29
Karlovy Vary	beta[4]	1	14	29
Liberec	beta[8]	1	14	30
Bystřice pod Hostýnem	beta[21]	1	14	30
Břeclav	beta[23]	1	14	29
Duchcov	beta[7]	1	15	30
Semily	beta[9]	1	15	30
Pardubice	beta[12]	1	15	30
Hlinsko	beta[14]	1	15	30
Ostrava	beta[17]	1	15	30
Jihlava	beta[24]	1	15	30
Plzeň	beta[29]	1	15	30
Sušice	beta[30]	1	15	29
Hradec Králové	beta[10]	1	16	30
Nové Město nad Metují	beta[11]	1	16	30
Česká Třebová	beta[13]	1	16	30
Bohumín	beta[18]	1	16	30
Zlín	beta[19]	1	16	30
Humpolec	beta[25]	1	16	30
Praha	beta[1]	2	17	30
Olomouc	beta[15]	1	17	30
Brno	beta[22]	1	17	30
České Budějovice	beta[26]	2	17	30
Český Krumlov	beta[27]	2	17	30
Jeseník	beta[16]	2	18	30
Uherské Hradiště	beta[20]	2	18	30
Strakonice	beta[28]	2	18	30

Tabulka č.7: Údaje o pořadí parametru  $\beta_i$  v jednotlivých městech ČR.

město	node	2.5%	median	97.5%
Hlinsko	mu2032[14]	1	11	29
Sušice	mu2032[30]	1	11	29
Vlašim	mu2032[2]	1	12	29
Jeseník	mu2032[16]	1	12	29
Česká Třebová	mu2032[13]	1	13	29
Zlín	mu2032[19]	1	13	29
Strakonice	mu2032[28]	1	13	29
Bystřice pod Hostýnem	mu2032[21]	1	14	29
Břeclav	mu2032[23]	1	14	29
Humpolec	mu2032[25]	1	14	29
Hradec Králové	mu2032[10]	1	15	30
Nové Město nad Metují	mu2032[11]	1	15	30
Jihlava	mu2032[24]	1	15	29
Ostrava	mu2032[17]	1	16	30
Uherské Hradiště	mu2032[20]	2	16	30
Brno	mu2032[22]	2	16	30
Plzeň	mu2032[29]	1	16	30
Praha	mu2032[1]	2	17	30
Kladno	mu2032[3]	1	17	30
Aš	mu2032[5]	1	17	30
Ústí nad Labem	mu2032[6]	1	17	30
Semily	mu2032[9]	1	17	30
Pardubice	mu2032[12]	2	17	30
Bohumín	mu2032[18]	2	17	30
Český Krumlov	mu2032[27]	2	17	30
Karlovy Vary	mu2032[4]	2	18	30
Duchcov	mu2032[7]	2	18	30
Liberec	mu2032[8]	2	18	30
Olomouc	mu2032[15]	2	18	30
České Budějovice	mu2032[26]	2	19	30

Tabulka č.8: Údaje o pořadí parametru  $\mu_{i,2032}$  v jednotlivých městech ČR.



Obrázek č.3: Boxploty odhadů střední hodnoty hrubé míry sňatečnosti v roce 2032 ve 30 městech ČR.

## Závěr

Cílem této semestrální práce bylo zjistit, zda se sňatečnost nějakým způsobem liší v různých velkých a různě umístěných městech na území České republiky, a dále zkusit predikovat hrubou míru sňatečnosti v těchto předem vybraných městech pro rok 2032.

Predikce hrubé míry sňatečnosti naznačuje další výrazný pokles, který odpovídá přibližnému trendu pozorovanému v letech 1982 – 2012. Tento predikovaný pokles by ovšem mohl být až příliš velký a je možné, že ve skutečnosti bude hodnota hrubé míry sňatečnosti v roce 2032 o něco vyšší, než bylo v této práci predikováno.

Dále byla diskutována možnost vynechání některých pozorování. Model s chybějícími hodnotami ale vykazoval značně rozdílné výsledky oproti modelu s daty kompletními, nebylo by tedy vhodné pracovat s nekompletními daty, alespoň pokud by nás k tomu nevedla nějaká nová dodatečná informace.

Model nenašel žádné velké rozdíly ve sňatečnosti v jednotlivých 30 vybraných městech. Jediný náznak nějakých podobností je v nízké hrubé míře sňatečnosti měst, jež jsou umístěny v severozápadní části Čech, například odhady  $\mu_{i,2032}$  naznačují, že by v roce 2032 mohly mezi města se spíše nižší hrubou mírou sňatečnosti oproti jiným městům spadat pravděpodobně Aš,

Karlovy Vary, Duchcov, Ústí nad Labem, Liberec, Semily, případně i Kladno nebo Praha. Ovšem je nutné zdůraznit, že ani v tomto případě se nejedná o příliš spolehlivý odhad. Celkově je proto nezbytné konstatovat, že žádné velké rozdíly ve sňatečnosti v těchto 30 vybraných městech nebyly prokázány. Je možné, že podobnost jejich hrubé míry sňatečnosti vychází také z faktu, že zdrojová data zahrnovala pouze města, jejichž počet obyvatel neklesl v období let 1949-2015 pod 5000.<sup>6</sup> Je možné, že kdybychom hrubou míru sňatečnosti těchto 30 měst porovnali s hodnotami tohoto ukazatele v malých městech, případně vesnicích, došli bychom k jinému závěru. To už ovšem není předmětem této práce. Tato závěrečná práce pouze poukazuje na fakt, že města, jejichž počet obyvatel neklesl v období let 1949-2015 pod 5000, nevykazují signifikantní rozdíly v hrubé míře sňatečnosti.

---

<sup>6</sup> Metodické poznámky. In: ČSÚ [online]. 30.5.2023 [cit. 17.6.2023]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/86441891/401818m.pdf/f4eb30e5-9944-4a49-8d97-e530cc04672d?version=1.11>.



## Seznam použité literatury

- Databáze demografických údajů za vybraná města ČR. In: ČSÚ [online]. 30.05.2023. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-vybrana-mesta-cr>.
- Metodické poznámky. In: ČSÚ [online]. 30.5.2023 [cit. 17.6.2023]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/86441891/401818m.pdf/f4eb30e5-9944-4a49-8d97-e530cc04672d?version=1.11>.
- Obyvatelstvo – roční časové řady. In: ČSÚ [online]. 6.6.2023 [cit. 16.6.2023]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/obyvatelstvo\\_hu](https://www.czso.cz/csu/czso/obyvatelstvo_hu).
- Sňatečnost. In: *Demografie.info* [online]. 2014 [cit. 14.6.2023]. Dostupné z: [http://www.demografie.info/?cz\\_snatecnost=&PHPSESSID=39f8f4c5d8624b3003b3238a8d308f6d](http://www.demografie.info/?cz_snatecnost=&PHPSESSID=39f8f4c5d8624b3003b3238a8d308f6d).
- ŠTUKOVÁ, Karolína. Covid změnil české svatby. Zájem je tak vysoký, že nevdí neobvyklé termíny. In: *Seznam Zprávy* [online]. 17. 7. 2021 [cit. 15.6.2023]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/covid-zmenil-ceske-svatby-zajem-je-tak-vysoky-ze-nevadi-neobvykle-terminy-169962>.
- VÝVOJ SŇATEČNOSTI V ČESKÉ REPUBLICE. In: ČSÚ [online]. 2020 [cit. 15.6.2023]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/136338475/13017220.pdf/915a628b-9566-45e1-96c6-da242e00ee8c?version=1.3>.