



MODELOVÁNÍ A SIMULACE
2020/2021

Simulační studie

Zdroje inflace a možná opatření

Jan Procházka (xproch0g) & Pavel Šesták (xsesta07)

Brno, 12. prosince 2021

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Autoři a zdroje	2
2	Fakta	2
2.1	Inflace	2
2.1.1	Výpočet inflace	2
2.2	Data pro výpočet	3
2.2.1	Spotřebitelský koš (MB)[4]	3
2.2.2	Indexy spotřebitelských cen(CPI) [3]	3
3	Koncepce a způsob řešení	4
3.1	Konceptuální model	4
3.2	Uživatelské vstupy konceptuálního modelu	6
3.2.1	Nastavení modelu	6
3.3	Výpočet	6
3.3.1	Výpočet osobního spotřebitelského koše	7
3.3.2	Výpočet osobní inflace	7
4	Testování a experimenty	8
4.1	Osoby pro simulace	8
4.1.1	Dělník v továrně	8
4.1.2	Manažer	9
5	Závěr	10
5.1	Ověření validity	10

1 Úvod

Tato simulační studie se zabývá analýzou výpočtu inflace, simulací inflace pro konkrétní osobu na základě parametrů, které budou ovlivňovat její chování a přerozdělení osobního spotřebního koše. Budeme se zabývat otázkou jak moc se reálná inflace pro konkrétního jedince může lišit v závislosti na jeho zvyklostech (spotřební chování) a stylu žití.

1.1 Autoři a zdroje

Projekt vypracovali studenti Fakulty informačních technologií Pavel Šesták a Jan Procházka z Vysokého učení technického v Brně. Při tvorbě této simulační studie bylo užito dat Českého statistického úřadu a odborných konzultací z oblasti ekonomie pánů Ing. Vojtěcha Procházky, Bc. Tomáše Havránka a slečny Šárky Nejezchlebové. Tímto bychom jim chtěli poděkovat za součinnost a trpělivost s námi.

2 Fakta

2.1 Inflace

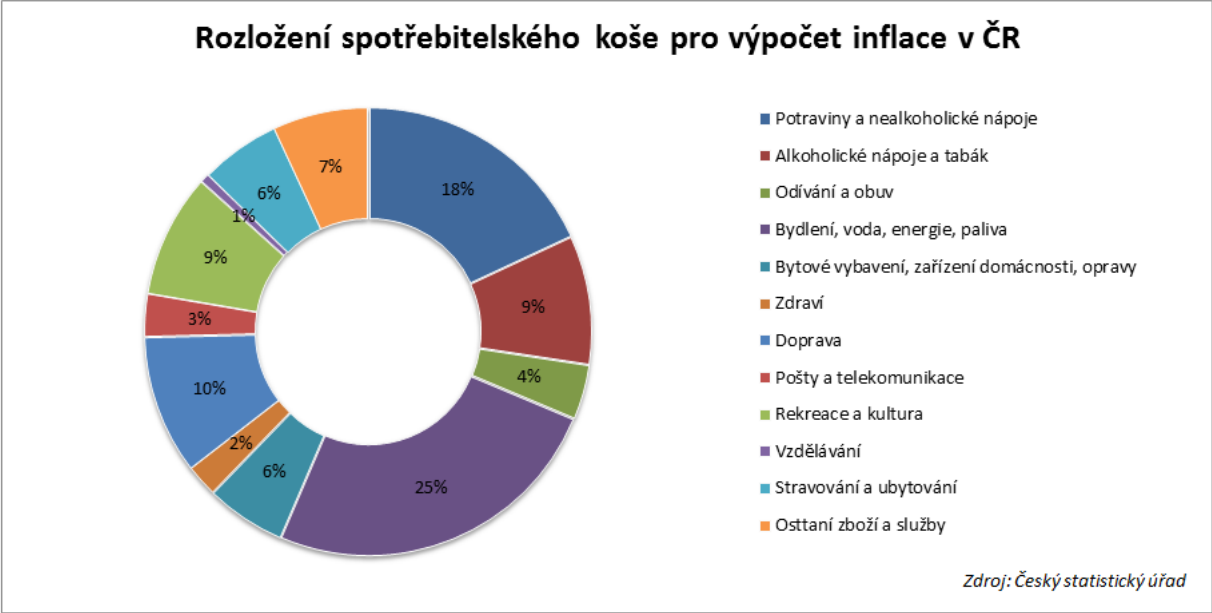
Inflace se spolu se saldem, změnou HDP a nezaměstnaností řadí mezi 4 nejvýznamnější makroekonomické cíle. Inflace odráží celkový růst cen zboží a služeb v ekonomice. Spolu s inflací klesá hodnota tuzemské fiat měny. Pokud inflace zpomaluje, mluvíme deflací. Jestliže inflace dosáhne záporných hodnot a ceny klesají, jedná se o deflací.

2.1.1 Výpočet inflace

Existuje několik způsobů výpočtu inflace. Jedná se o tři základní přístupy: výpočet na základě indexu spotřebitelských cen, výpočet na základě indexu cen výrobců a výpočet pomocí deflátoru HDP. [2]

Výpočet na základě indexu spotřebitelských cen

Pro výpočet touto metodou se vytváří spotřebitelský koš. Spotřebitelský koš se počítá v promile a reflektuje kolik vynaloží domácnost finančních prostředků na pořízení statků a služeb. Veškeré statky a služby jsou dle evropského nařízení rozděleny do dvanácti kategorií. Veškeré váhy těchto statků a služeb jsou následně vynásobeny s inflací v dané kategorii a sečteny.



[7]

Výpočet na základě indexu cen výrobců

Indexy cen výrobců slouží pro měření relativní změny cen, kterými je oceňována vyrobená produkce pouze na domácím trhu. Indexy cen výrobců jsou specifikovány pro různá odvětví jako je zemědělství, průmysl, stavební práce apod.[1]

Výpočet na základě deflátoru HDP

Deflátor HDP je nejkomplexnější z cenových indexů. Vypočítáván je změnou všech statků a služeb v ekonomice skrze tzv. *Paascheho index*. Pro určení dopadu inflace na spotřebitele nebo výrobce ovšem není vhodný. Pro tento účel je tedy užítí indexů cen vhodnější.

$$Deflátor\ HDP = \frac{HDP * P_t}{HDP * P_0} = \frac{\sum p_t^i * q_t^i}{\sum p_0^i * q_t^i} * 100,$$

kde:

p_0^i je cena i-tého zboží v základním období,

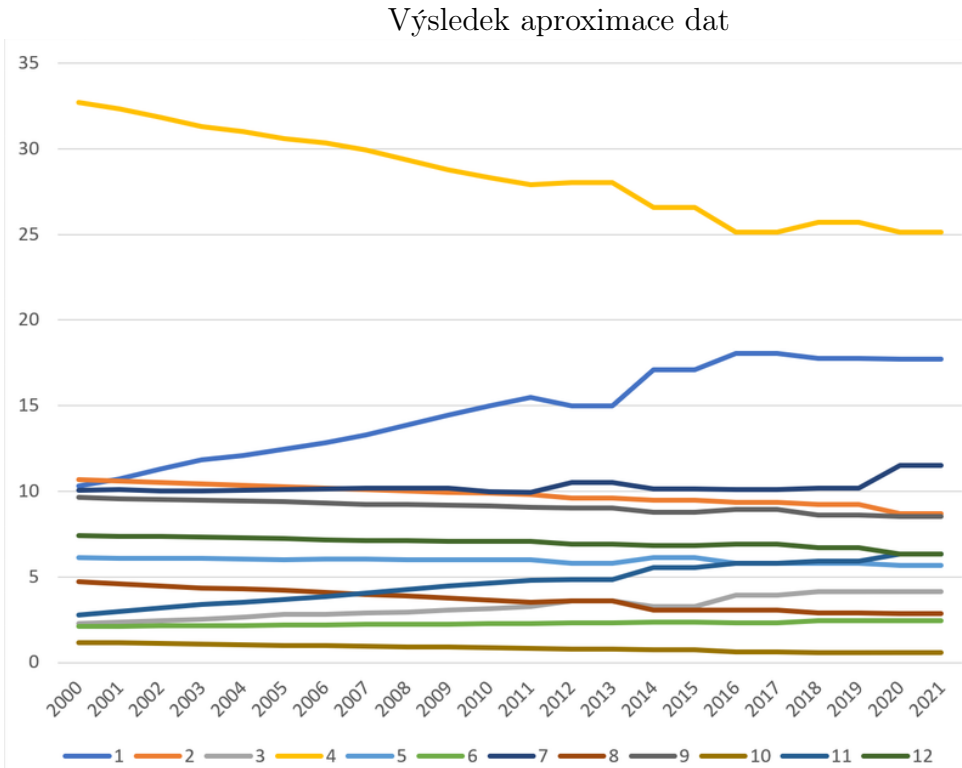
p_t^i je cena i-tého zboží v běžném období,

q_t^i je množství i-tého zboží v běžném období.

2.2 Data pro výpočet

2.2.1 Spotřebitelský koš (MB)[4]

Dle Českého statistického úřadu lze získat data spotřebitelských košů pouze do roku 2010. Z důvodu potřeby rozšířit datovou sadu až doku 2000, jsme aproximovali stávající datovou sadu.



Tabulka spotřebitelského koše

Rok	Potravin y a nealkoholické nápoje	Alkoholické nápoje, tabák	Odvětiná a obuv	Bydlení, voda, energie, paliva	Bytové vybavení, zařízení domácností, opravy	Zdraví	Doprava	Pošt y a telekomunikace	Rekreace a kultura	Vzdělávání	Stravování a ubytování	Ostatní zboží a služby
2000	10.31219	10.66880	2.28624	32.7288	6.10942	2.11352	10.04080	4.70472	9.63603	1.17701	2.73624	7.41489
2001	10.73152	10.58165	2.36901	32.3205	6.09004	2.12987	10.08519	4.60597	9.5845	1.14678	2.97713	7.37167
2002	11.30132	10.51883	2.42582	31.8204	6.10798	2.14332	10.02437	4.48032	9.5332	1.11617	3.17634	7.35184
2003	11.85713	10.43427	2.51700	31.3073	6.10199	2.15996	10.00436	4.35499	9.4796	1.07959	3.36853	7.31792
2004	12.00176	10.35774	2.67076	31.0097	6.04084	2.16865	10.06371	4.31057	9.4543	1.04658	3.30429	7.28588
2005	12.47858	10.25830	2.80321	30.6046	6.00248	2.18401	10.10724	4.22332	9.4083	1.00966	3.67654	7.24332
2006	12.81818	10.18107	2.82925	30.3408	6.02653	2.21363	10.14471	4.10894	9.3202	0.98576	3.84486	7.18292
2007	13.28802	10.09013	2.89629	29.9228	6.03186	2.23773	10.16731	3.98383	9.2438	0.95772	4.00900	7.12991
2008	13.86596	10.0109	2.95831	29.3405	6.02053	2.23591	10.16706	3.88266	9.22413	0.92814	4.25440	7.11144
2009	14.43713	9.92069	3.05433	28.7781	6.00322	2.24458	10.16704	3.76832	9.18357	0.89188	4.46983	7.08122
2010	14.88302	9.86759	3.16709	28.3349	6.00332	2.26015	9.98459	3.65156	9.14553	0.85424	4.62232	7.06099
2011	15.48997	9.82728	3.28607	27.8872	5.98770	2.27550	9.92659	3.53665	9.0884	0.81533	4.80495	7.07323
2012	14.98228	9.60077	3.59304	28.0355	5.79717	2.30745	10.50006	3.60789	9.0078	0.77827	4.85613	6.90306
2013	14.98228	9.60077	3.59304	28.0355	5.79717	2.30745	10.50006	3.60789	9.0078	0.77827	4.85613	6.90306
2014	17.08244	9.49797	3.28731	26.56259	6.11406	2.376	10.1329	3.65802	8.76012	0.74111	5.35731	6.83017
2015	17.08244	9.49797	3.28731	26.56259	6.11406	2.376	10.1329	3.65802	8.76012	0.74111	5.35731	6.83017
2016	18.0608	9.33869	3.91983	25.12411	5.78302	2.29652	10.08414	3.07239	8.95961	0.62381	5.81114	6.92235
2017	18.0608	9.33869	3.91983	25.12411	5.78302	2.29652	10.08414	3.07239	8.95961	0.62381	5.81114	6.92235
2018	17.76277	9.21446	4.14513	25.71693	5.80989	2.45405	10.1737	2.88495	8.62706	0.57425	5.91298	6.72383
2019	17.76277	9.21446	4.14513	25.71693	5.80989	2.45405	10.1737	2.88495	8.62706	0.57425	5.91298	6.72383
2020	17.71743	8.69731	4.16262	25.13528	5.65817	2.45318	11.51448	2.87907	8.53232	0.56317	6.35294	6.33893
2021	17.71743	8.69731	4.16262	25.13528	5.65817	2.45318	11.51448	2.87907	8.53232	0.56317	6.35294	6.33893

2.2.2 Indexy spotřebitelských cen(CPI) [3]

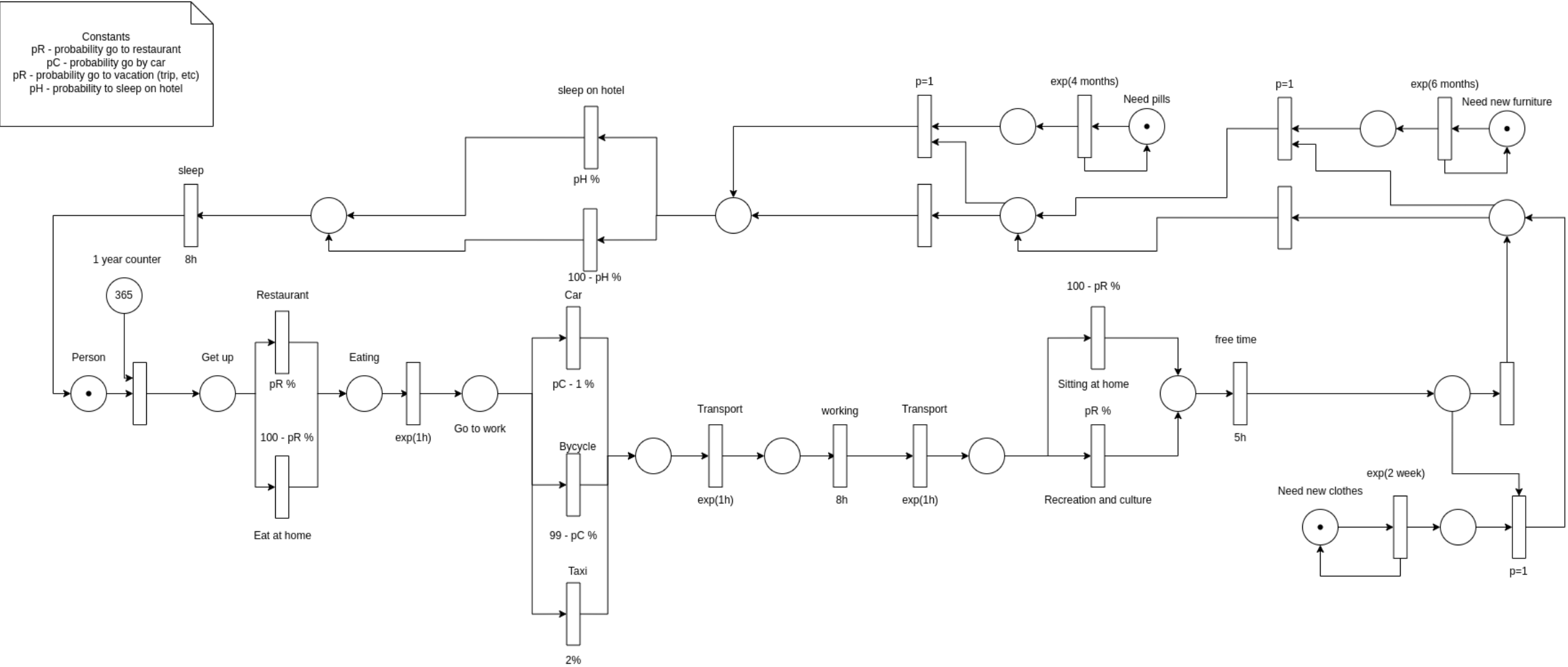
Rok	Uhrn	Potravin y a nealkoholické nápoje	Alkoholické nápoje, tabák	Odvětiná a obuv	Bydlení, voda, energie, paliva	Bytové vybavení, zařízení domácností, opravy	Zdraví	Doprava	Pošt y a telekomunikace	Rekreace a kultura	Vzdělávání	Stravování a ubytování	Ostatní zboží a služby
2000	103.9	101	104.2	98.1	108.4	100.5	102.8	110.9	107	102.5	104.4	102.7	102.2
2001	104.7	105.1	103.2	98.3	109.9	100.1	103.2	100.3	105	105.1	102.8	102.8	104.6
2002	101.8	98.1	101.9	97.4	106.1	99.9	104.7	98.1	103.3	103.6	102.1	103.6	104
2003	100.1	97.8	100.9	95	102	98.4	104	100.1	98	99.7	103	101.8	102.9
2004	102.8	103.4	102.9	96	103.5	98.1	103.1	102.2	112.9	101	102.6	105.9	104.2
2005	101.9	99.7	101.4	94.7	104.1	98	107.6	101.4	102.6	101.8	102.3	104.6	101
2006	102.5	100.8	101.2	94	106.3	98.7	104.7	101.6	100.8	101.4	103.5	102.6	101.9
2007	102.8	104.7	110.2	99.2	103.4	99.9	103.6	100.4	100	102.4	102.8	102.1	101.9
2008	106.3	106.9	106.9	98.9	110.3	100.5	103.1	102.9	97.9	100.8	102.7	104.7	104.7
2009	101	96.1	106.5	97.5	107.2	99.4	96.8	94.2	95.4	99.1	102.7	102.3	101.9
2010	101.5	101.5	104.6	97.4	101.7	99.5	105.2	102.6	97.9	99	101.6	102.5	101
2011	101.9	104.6	103.1	97.8	102.8	98.5	102.9	102.8	99.1	98.1	102.2	101.5	100.9
2012	103.3	106.9	102.6	96.9	105	98.9	100.3	102.8	97.6	102	103.8	103.8	101.9
2013	101.4	103.6	103.6	99.1	101.8	99	102.4	99.3	91.1	100.3	101.4	102	101.6
2014	100.4	102	102.8	100	98.6	99.3	98.2	100.2	94.7	100.4	101.3	101.7	101.3
2015	103.3	98.9	104.7	103.4	101.1	100.1	92.6	95.8	95.6	101.4	101.2	101.6	101.7
2016	100.7	99.1	104.4	101.8	100.6	99.8	102.0	98.3	99.5	101.4	101.3	101.5	101
2017	102.5	105.2	101.8	100.3	101.7	99.8	103.7	103.7	99.2	101	101.9	105.7	102.2
2018	102.2	102.4	102.8	99	102.7	101.3	103.9	102.8	98.3	101	101.6	103.8	102.4
2019	102.7	101.8	102.4	98.5	105.1	101.4	103.4	100.7	98.7	101.4	102.5	104.1	104
2020	103.3	105.2	103.1	103.5	101	102.8	102.2	99.6	96	102.1	103.8	105	103.4
2021	103.2	100.4	108.9	104.7	102.2	102.8	103.4	106.1	99.3	102.4	102.6	103.8	103.3

3 Koncepce a způsob řešení

Výstupem této simulační studie je individuální úprava spotřebního koše a vypočítání osobní inflace na základě simulace chování konkrétní osoby. Inflaci budeme počítat metodou indexů spotřebitelských cen.

3.1 Konceptuální model

Rozhodli jsme se v rámci abstraktního modelu simulovat jeden rok fungování osoby v ekonomice. Simulujeme den daného jedince, který se stravuje, cestuje, chodí do práce a za kulturou. Jako každý člověk, jednou za čas potřebuje nové oblečení, nový nábytek, či onemocní. Každá operace je prováděna imaginárními penězi, například jídlo v restauraci je odhadem 2x dražší než jídlo doma. Konceptuální model Petriho sítě byl implementován pomocí knihovny SIMLIB pro jazyk C++[8].



3.2 Uživatelské vstupy konceptuálního modelu

Uživatel může měnit parametry simulace pomocí parametrů.

Pravděpodobnost, že osoba půjde do restaurace

Pravděpodobnost, že osoba půjde do restaurace se nastavuje parametrem -r nebo --prestaurent. Osoba se s danou pravděpodobností bude stravovat v restauraci. V opačném případě se bude stravovat doma.

Pravděpodobnost, že osoba pojedje do práce autem

Pravděpodobnost, že osoba pojedje do práce autem se nastavuje parametrem -c nebo --pcar. Osoba s danou pravděpodobností pojedje do práce autem, v opačném případě pojedje na kole. V ojedinělých situacích (2 % případů) jede do práce taxíkem.

Pravděpodobnost, že osoba navštíví kulturní akci

Pravděpodobnost, že osoba navštíví kulturní akci se nastavuje parametrem -v nebo --pvisitculture. Osoba s danou pravděpodobností navštíví kulturní akci. V opačném případě bude doma.

Pravděpodobnost, že osoba přespí v hotelu

Pravděpodobnost, že osoba přespí v hotelu se nastavuje parametrem -h nebo --photel. Osoba s danou pravděpodobností přespí v hotelu. V opačném případě bude spát doma.

3.2.1 Nastavení modelu

Výchozí nastavení a kalibrace byla provedena vůči aktuální inflaci a odhadovaným standardním hodnotám parametrů.

Parametr	Střední cena	Střední čas
Jídlo v restauraci	200	-
Jídlo doma	100	-
Jízda taxi	550	-
Jízda autem	150	-
Jízda na kole	0	-
Návštěva kultury	200	-
Přespání v hotelu	800	-
Nákup oblečení	400	2 týdny
Nákup nábytku	10000	6 měsíců
Nákup léků	600	4 měsíce

Porovnání s realitou po kalibraci

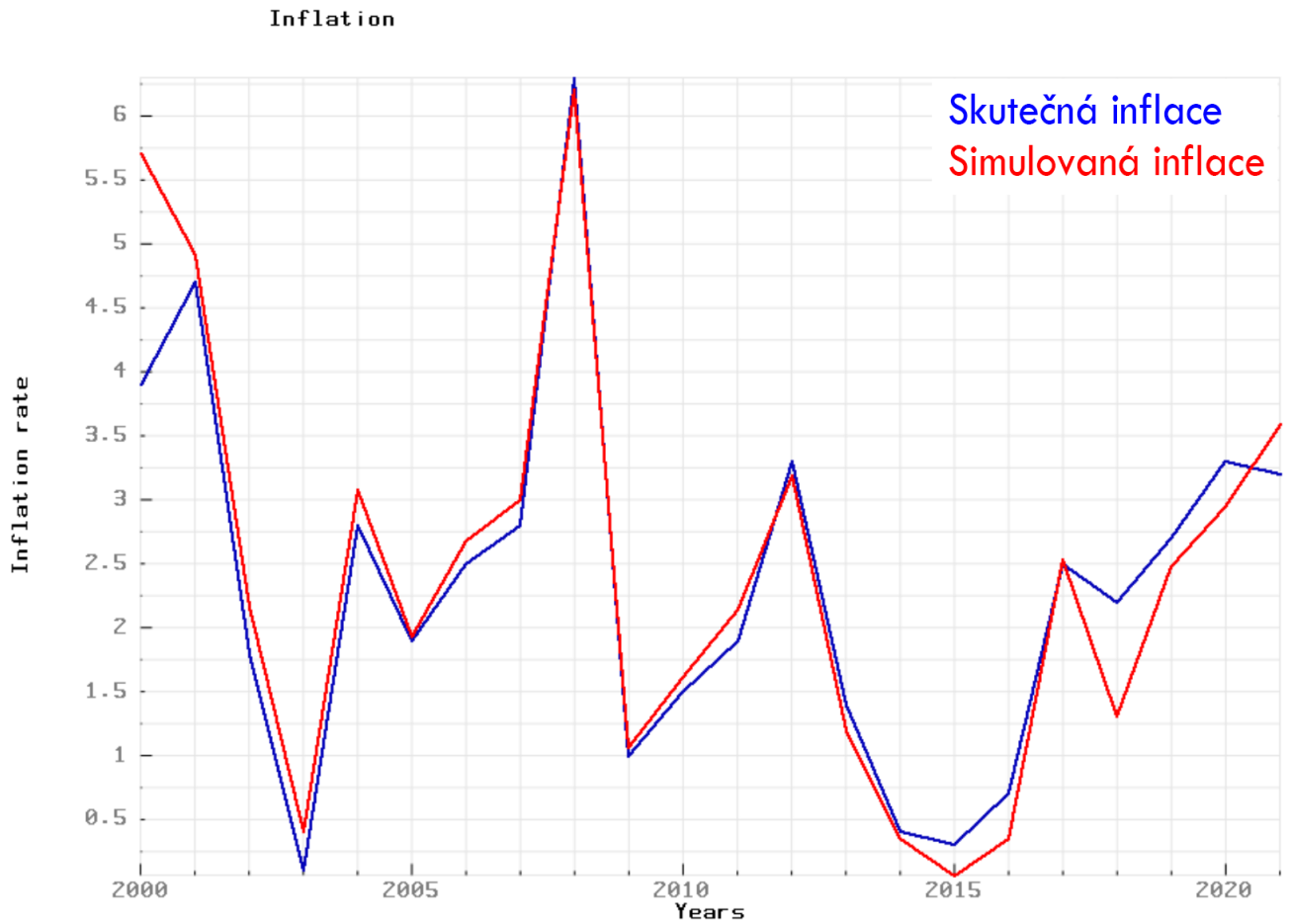
Vytvořený model majoritně koreluje v obdobích, kde máme data dostupná z Českého statistického úřadu. V letech kdy jsou data aproximovaná se grafy začínají mírně rozcházet.

3.3 Výpočet

Dále pro výpočet budeme potřebovat výše zmíněná data, která jsou rozdělena do 12ti kategorií. Nechť máme inflaci I, spotřební koš SB a indexy spotřebitelských cen CPI, pak platí:

$$I = \sum_{n=1}^{12} SB_n * (CPI_n/100)$$

V našem modelu používáme abstraktní model, který jisté aspekty zanedbává. Zanedbané indexy budeme brát z výchozího spotřebního koše. Po simulaci dostaneme koeficienty, kolik v rámci simulace bylo utraceno za jaký sektor ekonomiky.



Obrázek 1: Porovnání skutečné inflace s vypočítanou naším modelem

3.3.1 Výpočet osobního spotřebitelského koše

Nechť máme osobní spotřebitelský koš PSB, který spočítáme pomocí spotřebitelského koše SB a penězi M, kolik bylo utraceno v rámci simulace rozdělených do jednotlivých sektorů. Nechť SBM jsou kategorie spotřebitelského koše, které byly simulovány.

$$\forall x \in M, PSB_x = (\sum_n SBM_n) * M_x / \sum_n M$$

3.3.2 Výpočet osobní inflace

Pro výpočet osobní inflace použijeme osobní spotřebitelský koš a cenové indexy.

$$I_p = \sum_{n=1}^{12} PSB_n * (CPI_n/100)$$

4 Testování a experimenty

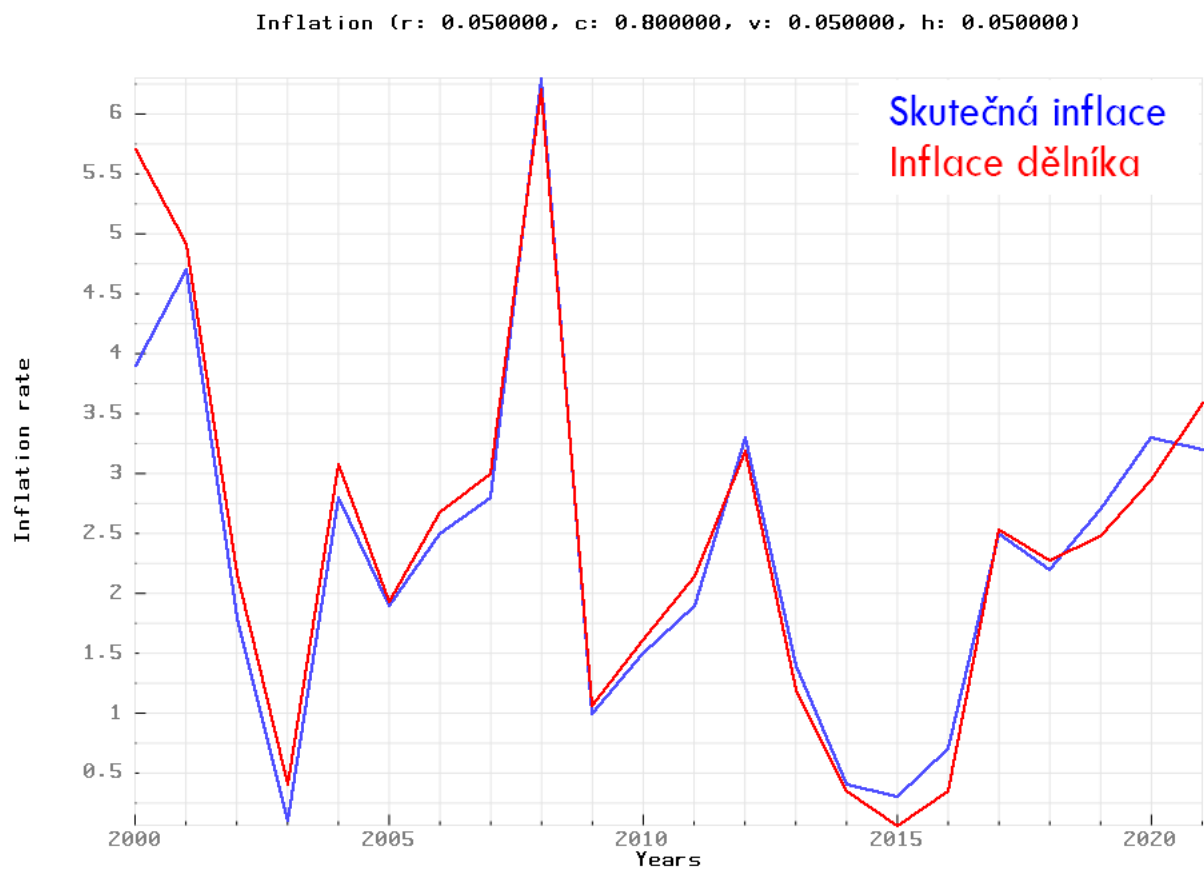
Pro testování budeme potřebovat zadefinovat modelové osoby, popsat si jejich chování a na základě jejich rozhodování odhadnout parametry pro simulaci.

4.1 Osoby pro simulace

4.1.1 Dělník v továrně

Dělník v továrně nejspíše nebude mít dostatek financí, aby se každý den stravoval v restauraci. Továrny bývají v průmyslových oblastech, kde je nízká hustota obydlí, na základě této informace můžeme predikovat, že typický dělník nejspíše bude využívat převážně automobil k dopravě do továrny. Dělník nebude tak často nejspíše chodit za kulturou, protože mu nebude zbývat tolik peněz. Službu přespání v hotelu také nejspíše nebude využívat pravidelně.

Parametr	Hodnota
Pravděpodobnost stravování v restauraci	5 %
Pravděpodobnost cestování autem	80 %
Pravděpodobnost jít na kulturní akci	5 %
Pravděpodobnost přespání v hotelu	5 %

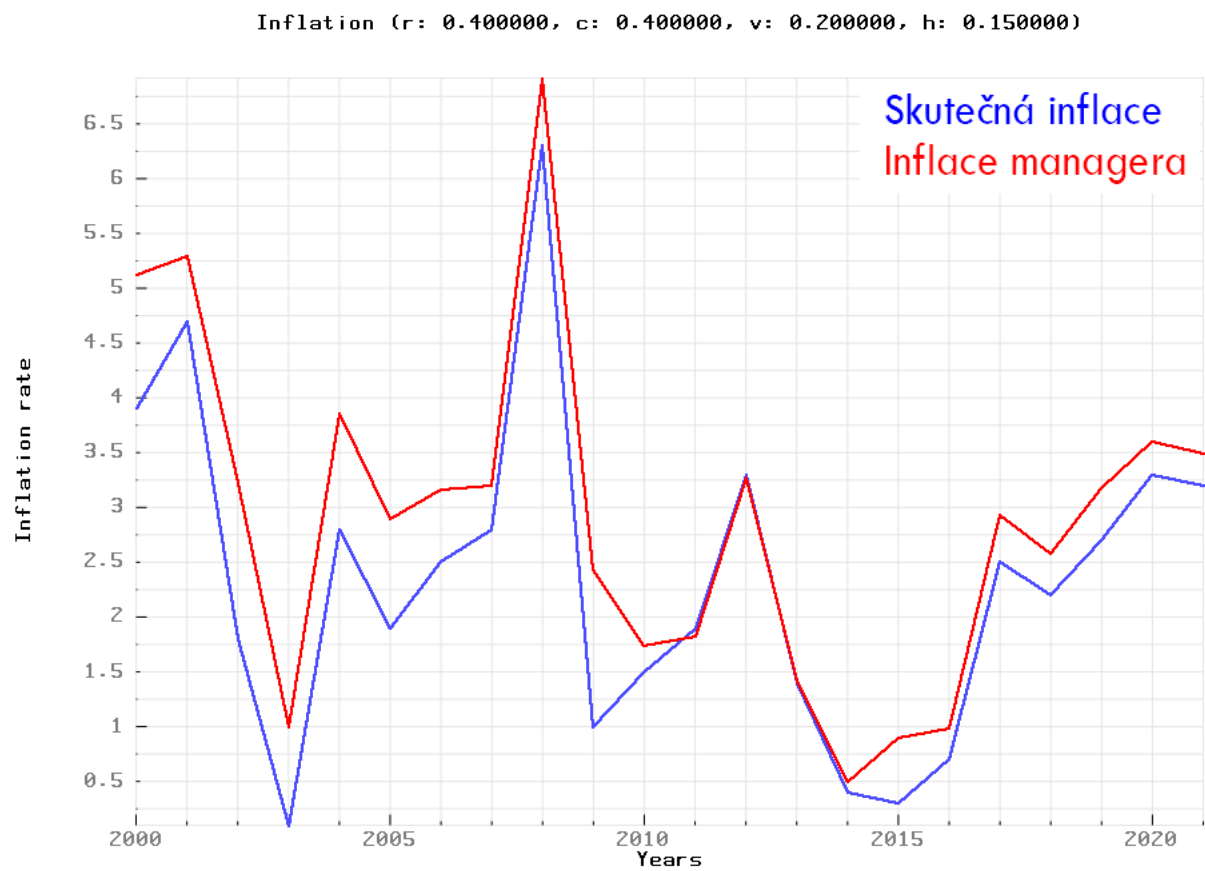


Obrázek 2: Porovnání skutečné inflace se simulovaným dělníkem v továrně

4.1.2 Manažer

Manažer, který má zároveň vyšší mzdu bude pravděpodobně více časově vytížen, takže bude nejspíše využívat obecně více služeb. S větší pravděpodobností se bude stravovat v restauraci a přespávat v hotelu. Naopak je velmi pravděpodobné, že bude využívat firemního auta a jezdit tak méně vlastním vozem. Je zároveň také velmi pravděpodobné, že bude manažer navštěvovat více kulturních akcí.

Parametr	Hodnota
Pravděpodobnost stravování v restauraci	40 %
Pravděpodobnost cestování autem	40 %
Pravděpodobnost jít na kulturní akci	20 %
Pravděpodobnost přespání v hotelu	15 %



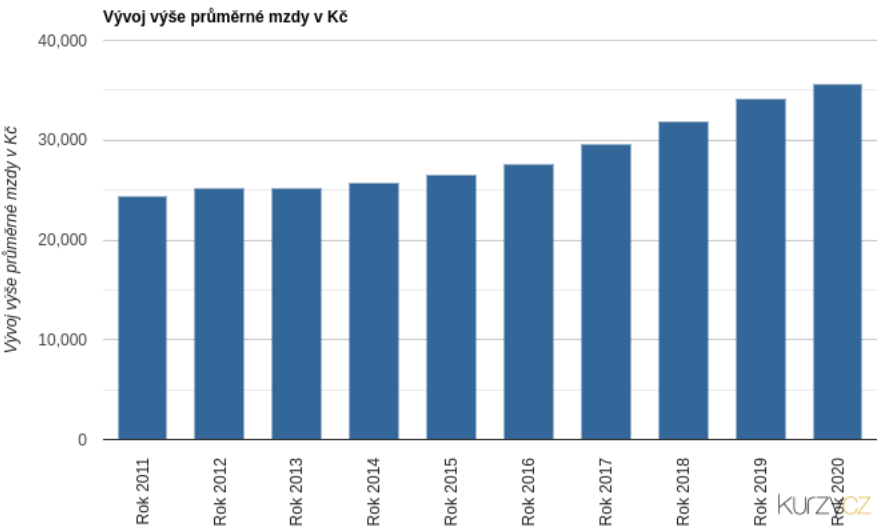
Obrázek 3: Porovnání skutečné inflace se simulovaným manažerem

5 Závěr

Model se chová podle očekávání, nicméně pro zlepšení výsledků by do modelu muselo být zahrnuto více kategorií spotřebitelského koše a jisté kategorie spotřebitelského koše by bylo třeba rozebrat podrobněji. Inflace obou subjektů kopírovala reálnou inflaci, nicméně inflace manažera byla evidentně vyšší oproti reálné inflaci. Průměrná mzda v České republice je v dnešní době okolo 38 000 Kč[6], což se více blíží platu dělníka.

5.1 Ověření validity

Při kontrole výsledků se očekává, že bude řadový dělník se svojí inflací blíže té průměrné, jelikož i jeho mzda je blíže průměrné. Dále byl náš model porovnán s reálnou inflací a podobnost těchto signálů je zde zřejmá.



Obrázek 4: Vývoj průměrné mzdy [5]

Reference

- [1] Indexy cen výrobců.
URL <https://www.finance.cz/makrodata-eu/inflace/statistiky/ppi/>
- [2] JAK SE POČÍTÁ INFLACE?
URL <https://www.rsts.cz/otazky-odpovedi/jak-se-pocita-inflace/>
- [3] Data indexy spotřebitelských cen. online, 2021.
URL https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=CEN08B&z=T&f=TABULKA&skupId=43&katalog=30833&pvo=CEN08B&evo=v1282_!_CEN-SP0-MEZIR-R_1
- [4] Data spotřebního koše od ČSU. online, 2021.
URL https://www.czso.cz/csu/czso/spotrebni_kos_archiv
- [5] Průměrná mzda - vývoj průměrné mzdy, 2021 - 10 let. 2021.
URL <https://www.kurzy.cz/makroekonomika/mzdy/?imakroGraphFrom=1.1.2011>
- [6] Průměrné mzdy - 2. čtvrtletí 2021. 2021.
URL <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/prumerne-mzdy-2-ctvrtlet-i-2021>
- [7] Jan Traxler: Rozložení spotřebitelského kóše. 2016.
URL https://www.finez.cz/obj/files/data/static_pages/clanky/2016/2016-10-31_Rozlozeni-spotrebiteleskeho-kose-pro-vypocet-inflace-v-CR.png
- [8] Peringer, P.: Simulační knihovna SIMLIB. online, 2021.
URL <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>