

Studie proveditelnosti – Implementace rozhodovacích procesů do dynamického mikrosimulačního modelu důchodového systému

Ministerstvo práce a
sociálních věcí

Obsah

1	Úvod	4
1.1	Účel dokumentu	4
1.2	Struktura studie	4
2	Oblast rodinného života.....	5
2.1	Úvod.....	5
2.2	Narození dítěte.....	5
2.3	Ostatní procesy	9
3	Oblast chování na pracovním trhu.....	10
3.1	Úvod.....	10
3.2	Změny kariérního stavu - zaměstnaný, nezaměstnaný, neaktivní	10
3.3	Výše mzdy.....	17
3.4	Ostatní procesy	20
4	Oblast důchodů	23
4.1	Úvod.....	23
4.2	Odchod do starobního důchodu	23
4.3	Ostatní procesy	29
5	Oblast fondového pojištění	30
5.1	Úvod.....	30
5.2	Vstup do fondového pojištění a volba výše příspěvku.....	30
5.3	Chování správce fondu	35
5.4	Ostatní procesy	37
6	Oblast náhodných událostí.....	38
6.1	Úvod.....	38
6.2	Nemocnost.....	38
6.3	Invalidita	40

6.4	Úmrtnost.....	42
7	Dostupné zdroje dat	46
7.1	Přehled datových zdrojů.....	46
7.2	Dostupnost dat u faktorů v rámci modelových bodů a projekce v modelu..	46
8	Přehled použité literatury.....	51

1 Úvod

1.1 Účel dokumentu

Dokument je studií o možnostech rozvoje existujícího dynamického mikrosimulačního modelu důchodového systému zakomponováním behaviorálních vzorců v podobě individualizovaných rozhodovacích procesů. Rozvoj rozhodovacích procesů by měl vést k přesnějšímu zachycení chování jedinců a tím umožnit spolehlivější vyhodnocení potenciálních změn v důchodovém systému.

1.2 Struktura studie

Každé identifikované oblasti pro individualizaci rozhodovacích procesů bude ve studii věnována samostatná kapitola. Budou popsány společné charakteristiky procesů z dané oblasti včetně společných aspektů z pohledu případné implementace individualizovaných rozhodovacích procesů.

Kapitola pro každou oblast bude dále rozdělena na podkapitoly, které se budou podrobně zabývat klíčovými rozhodovacími body (místy) spadajícími do této oblasti, pro které je smysluplné implementovat individualizaci rozhodovacího procesu. Podkapitola pro každý rozhodovací bod bude obsahovat minimálně následující:

- Definici daného rozhodovacího procesu z pohledu českého důchodového systému a dynamického mikrosimulačního modelu včetně zdůvodnění, proč je daný rozhodovací proces vhodným kandidátem pro individualizaci, posouzení smysluplnosti individualizace procesu a odhad případného dopadu na model a jeho výstupy;
- Popis současného přístupu a jeho omezení;
- Zmapování přístupů k individualizaci daného procesu z literatury a jiných modelů;
- Základní návrh implementace individualizovaného rozhodovacího procesu v těch bodech modelu, pro které bylo identifikováno, že implementace je smysluplná a proveditelná; a
- Posouzení praktické proveditelnosti individualizace daného procesu v rámci dynamického mikrosimulačního modelu důchodového systému a odhad datových požadavků na případnou individualizaci;

Rozhodovací procesy, u kterých implementaci individualizace nepovažujeme za smysluplnou, budou shrnuty v závěru dané kapitoly včetně vysvětlujícího komentáře.

2 Oblast rodinného života

2.1 Úvod

Oblastí rodinného života se myslí rozhodovací procesy spojené především se změnou statusu jedince ve vztahu k rodinnému stavu. Spadají sem rozhodnutí týkající se výběru partnera, svatby, rozvodu, narození dítěte či odchodu dítěte z domácnosti.

Události spadající do této oblasti hrají podstatnou roli v životním cyklu daného jedince a mají dopad na peněžní toky modelované v rámci mikrosimulačního modelu důchodového systému. Rodinné vztahy jedince definují podmínky vzniku nároku na výplatu dávek ze systému důchodového zabezpečení. Mají vliv na velikost příspěvků do důchodového systému (do průběžného i fondového pilíře), výplaty starobních důchodů a případně i na vdovské/vdovecké důchody.

Konkrétní životní situace každého jedince může mít významný vliv na rozhodnutí v rámci rodinných vztahů (např. vliv ekonomické situace rodiny na rozhodnutí o pořízení dítěte apod.). Dále rodinný život může také ovlivňovat pracovní kariéru jedince (např. odchod na mateřskou, apod.). Má tedy smysl se individualizací rozhodovacích procesů v této oblasti zabývat.

Rozhodnutími spadajícími do této oblasti se zabývá například [14].

2.2 Narození dítěte

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním narození dítěte, které dle našeho názoru má největší dopad na výsledky důchodového systému a největší potenciál pro vylepšení současného přístupu.

2.2.1 Význam narození dítěte a jeho popis v rámci současného modelu

Význam narození dítěte v důchodovém modelu

Modelování samotného narození je důležité zejména z pohledu vývoje struktury populace (stárnutí populace, apod.), což je jeden z nejkritičtějších faktorů ovlivňujících očekávané výsledky důchodového systému. Co se týká modelování narození na úrovni jednotlivých matek, je tento faktor významný zejména kvůli jeho vlivu na pracovní kariéru matky (případně i otce), a tím i na její příspěvky do důchodového systému a na její důchodová práva.

Současné modelování

V současném modelu je narození dětí zachyceno ve dvou rovinách:

- vstup nově narozených dětí do modelu - nově vstupující děti jsou známy již na vstupu (součást modelových bodů) a jejich počty odpovídají externí demografické projekci.
- narození dětí v rámci výpočtů pro rodiče - narození dítěte se projektuje na základě empirických pravděpodobností narození dítěte v závislosti na věku matky (jediný používaný faktor) stejně jako v externí demografické projekci. Tímto je zajištěno, že ve střední hodnotě jsou tyto dvě roviny v souladu.

Omezení a nevýhody současného přístupu

Rozhodnutí ženy/rodičů v závislosti na její/jejich momentální situaci však hraje v realitě pro tento proces významnou roli. Ze studia modelů z jiných zemí plyne, že narození dítěte závisí na faktorech, jako jsou rodinný stav, vzdělání, příjem a pracovní situace rodičů, apod. Tyto závislosti nejsou v současném modelu uvažovány a to může vést ke zkreslení modelovaných příspěvků (např. matky s vyššími příjmy mohou mít v realitě méně dětí či v pozdějším věku, a tím dochází v současném modelu k podcenění příjmů) a důchodů.

2.2.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Pro narození dítěte se v literatuře a jiných modelech typicky používá přístup stochastické události s jistou pravděpodobností. Modely se liší ve faktorech, které mají na tyto pravděpodobnosti vliv.

Častým důvodem pro použití pouze věku je jednoduchost zajištění konzistence s externí demografickou projekcí. Demografická projekce typicky pracuje jen s plodnostmi, které závisejí na věku. To je i případ současného modelu MPSV.

Vyšší individualizace může vést k nutnosti procesu kalibrace/seřízení v případě zájmu o zachování konzistence s demografickou projekcí. Takto nastavený proces zajistí, že samotný počet narozených dětí je dán předem nějakou externí projekcí a individualizované faktory jsou jen používány k „rozdělení“ dětí mezi nejpravděpodobnější matky. Tento proces se v modelech používá často.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí


V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující plodnost, které jsou používány v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.











Země	ČR	Švédsko	Anglie	USA	Indie	Belgie, Německo, Itálie
Faktor						
Vzdělání		x	x	x	x	
Věk	x	x	x	x	x	x
Kariérní stav		x				
Počet dětí		x	x	x		
Věk dětí		x	x			
Rodinný stav		x		x		
Příjem		x				
Region					x	
Vzdělání partnera				x		

Kromě věku matky, který je základním faktorem používaným ve všech zemích, jsou často používanými faktory také vzdělání matky, rodinný stav, počet dětí a věk dětí. V některých modelech se uvažuje i kariérní stav, příjem nebo vzdělání partnera.

2.2.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Pro modelování narození dítěte navrhuje zachovat současný přístup (stochastická událost) a uvažovat pro určení pravděpodobnosti i další faktory. Jednotlivé doporučené faktory vyhodnocujeme v následující tabulce. U ostatních faktorů (region a vzdělání partnera) očekáváme, že mají zanedbatelný vliv na porodnost nebo, že by přínos zakomponování daného faktoru do modelu byl zanedbatelný vzhledem k náročnosti datové analýzy.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Vzdělání	Vysoký - dle zkušeností ze zahraničních modelů i reálného života očekáváme, že tento faktor má velký význam zejména na časování narození dítěte (rodiče s vyšším vzděláním mají děti později). Dopad faktoru ale může	Statistiky ČSÚ	Dobrá, okamžitě k dispozici	

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
	být omezen tím, že není k dispozici kvalitní informace o vzdělání pro současnou populaci – může proto být jednodušší použít příjem.			
Rodinný stav	Střední - očekáváme, že dopad může být významný. Pro současnou populaci bude dopad omezen nekvalitními daty o rodinném stavu.	Existující statistiky ČSÚ	Dobrá, okamžitě k dispozici	 
Počet dětí	Střední - očekáváme, že dopad může být významný. Aktuální počet dětí může značně ovlivnit rozhodnutí matky, zda bude chtít mít další dítě.	Statistiky ČSÚ	Dobrá, okamžitě k dispozici	 
Věk dětí	Střední - očekáváme, že dopad může být významný. Aktuální věk dětí může značně ovlivnit rozhodnutí matky, zda bude chtít mít další dítě.	ČSÚ – je nutné ověřit	Okamžitá dostupnost je nutná ověřit, v případě složitější varianty jde o komplexní analýzu	 
Kariérní stav	Nízký - očekáváme, že dopad může být významný, ale dodatečná informace se pravděpodobně z významné části překrývá s informací získané ze vzdělání. Doporučujeme ověřit datovou analýzou.	INEP+databáze ČSSZ obsahující informaci o mateřské dovolené	Potenciálně dobrá, jde ale o komplexní analýzu	 
Příjem	Střední - očekáváme, že dopad může být významný, ale dodatečná informace se pravděpodobně z významné části překrývá s informací získané ze vzdělání. Doporučujeme ověřit datovou analýzou. Lze použít jako náhradu vzdělání v případě, že nebude k dispozici v dostatečné kvalitě.	STATMIN VZ (okamžitě), INEP (potenciálně)	Dobrá	 

Doporučujeme pro pravděpodobnost narození dítěte uvažovat dodatečné faktory vzdělání, rodinný stav, počet dětí a věk dětí. V případě, že informace o vzdělání nebude dostatečně kvalitní, ji doporučujeme nahradit příjmem.

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Z hlediska rozhodovacího procesu jde jen o přidání dodatečných faktorů pro určení pravděpodobnosti stochastické události, což vyžaduje pouze drobné úpravy do modelu. Všechny doporučené faktory jsou modelem již v současné době modelovány v dobré kvalitě, a tedy není nutná žádná implementace z důvodu zavedení faktorů do modelu.

V případě procesu narození dítěte může být kalibrace na demografickou projekci žádoucí. V případě vyžadování kalibrace na externí demografickou projekci může být implementace doporučených faktorů náročnější. Při nutnosti zavedení automatické kalibrace by implementační úsilí mohlo být vysoké, jelikož model výpočty zpracovává po jednotlivých modelových bodech a zavedení procesu, který aplikuje

agregátní závěr (celkový počet narozených dětí) na jednotlivé modelové body (rozdělení mezi jednotlivé rodiče) je velice náročný. Takováto kalibrace je v případě prostředí Prophet i potenciálně nerealizovatelná a tuto variantu nedoporučujeme.

Reálnější je možnost manuální nebo polo-automatická kalibrace, která by spočívala ve spuštění modelu s určitým nastavením parametrů a poté s následným spuštěním s parametry upravenými tak, aby počet narozených dětí odpovídal externí projekci. Tato úloha ovšem nemusí mít pouze jedno řešení a nalezení řešení nemusí být jednoduše algoritmizovatelné – v takovém případě by byla nutná optimalizace (tzv. goal-seeking). Pro realizovatelnost takovéto kalibrace je v praxi nutné zafixovat některé vztahy zejména pokud kalibrovaný proces závisí na více faktorech – například předpokládat, že pravděpodobnosti narození dítěte se budou kalibrovat jedním faktorem, který závisí na kalendářním roce a poměry pravděpodobností v závislosti na věku, vzdělání, rodinném stavu a počtu dětí zůstanou zachovány. Technicky je možné buď kalibraci provést následujícími způsoby

- v samotném modelu (za sníženého počtu modelových bodů a s použitím dynamického běhu Prophetu) – náročná implementace a potenciální problémy s konvergencí, nedoporučujeme
- iterační postup za pomoci malého počtu běhů modelu (např. 1-3) – nenáročná na implementaci. V případě nepožadování přesné shody považujeme tento přístup za nejlepší řešení. V případě vysokých nároků na shodu s externí projekcí může být kalibrace časově náročná. V případě narození dítěte po první kalibraci bude správně nastaven počet dětí současných matek, ale v budoucnu dojde k divergenci od projekce kvůli různému počtu nově narozených matek a tím pádem různému počtu jejich dětí. Očekáváme ale, že po 1-3 bězích bude rozdíl již zanedbatelný.
- využití zjednodušeného externího modelu pro kalibrace – tento přístup je používán například v mikrosimulačním modelu, který vzniká v Polsku. Jde v zásadě o jednoduchý kohortní model, který běží metodou goal-seek a snaží se minimalizovat odchylku na požadované výsledky. Náročná na implementaci. Doporučujeme v případě požadování vyšší přesnosti kalibrace. Upozorňujeme ale, že s vyšším počtem závislostí rozhodnutí na faktorech klesá přesnost této metody.

2.2.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh vhodné individualizace při modelování narození dítěte.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Shrnutí návrhu	Použit pro modelování narození dítěte dodatečné faktory vzdělání (případně nahrazený příjmem), rodinný stav, počet dětí a věk dětí.	
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	- Zejména na vývoj populace a kariéru matek
Náročnost implementace do modelu	Nízká	- Změny pouze ve struktuře tabulek
Dopad na běh modelu	Nízký	- Zanedbatelný dopad
Náročnost datové analýzy	Střední	- Předpokládáme použití regresního modelu pro zachycení závislostí
Dostupnost dat pro analýzu	Vysoká	- Většina dat dobře okamžitě dostupná.
Závislosti dat		- V případě nedostatečně kvalitní informací o vzdělání doporučujeme nahradit příjmem, který pravděpodobně ponese podobnou informaci a je dobře dostupný
Dostupnost dat v modelu	Střední	- Většina dat dostupných v současnosti je, ale v nízké kvalitě (přibližné odhady). Zpřesnění je potenciálně možné a reálné (kromě rodinného stavu), ale vyžaduje využití databází INEP, NEM a Trexima.
Doporučená kalibrace	Základní kalibrace	- Škálování pravděpodobností + iterační postup za malého počtu běhů. - Při zvolení cesty vyšší individualizace procesu narození dítěte doporučujeme provést pouze základní kalibraci na externí projekce, ale nevyžadovat úplnou shodu.
Náročnost kalibrace	Střední	- Nutnost dodatečného běhu

2.3 Ostatní procesy

Proces	Komentář
Odchod dítěte z domácnosti	V současné chvíli pravděpodobnost odchodu dítěte z domácnosti závisí na věku a pohlaví. Neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci této pravděpodobnosti a o mladých lidech bez pracovní historie pravděpodobně nebudou k dispozici kvalitní data.
Výběr partnera	V současné chvíli se přiřazení partnera děje na základě pohlaví, věku a nejvyššího dosaženého vzdělání. Vzhledem k tomu, že v současné chvíli není v modelu příliš silná interakce mezi partnery (jen pozůstalostní důchody), neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci u výběru partnera. Pravděpodobně nejsou ani k dispozici detailnější data.
Svatba	Sňatečnost je v současnosti řízena hlavní osobou na základě jejího pohlaví, věku a pořadí svatby. Vzhledem k tomu, že v současné chvíli není příliš silná interakce mezi partnery, neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci pravděpodobnosti sňatku.
Rozvod	V současné chvíli pravděpodobnost rozvodu závisí na věku, pohlaví a pořadí rozvodu. Vzhledem k tomu, že v současné chvíli není příliš silná interakce mezi partnery, neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci pravděpodobnosti rozvodu.
Stěhování	<p>Pro některé rozhodnutí doporučujeme jako faktor uvažovat region. Aby tento faktor byl v modelu plnohodnotně zachycen je nutné nejen informaci o region vložit do modelových bodů, ale také v rámci projekce počítat se změnou regionu. V současné chvíli změna regionu není modelována.</p> <p>Pro modelování regionu v modelu je u něj důležité zvolit vhodnou granularitu. Doporučujeme regiony modelovat na úrovni krajů a případně na základě datové analýzy rozšířit ještě o dimenzi velké město/malá obec.</p> <p>Finální rozhodnutí doporučujeme učinit až na základě datové analýzy.</p> <p>Počáteční stav (region), kam jedinec spadá, je dobře dostupný (údaj o směrovacím čísle STATMIN/INEP). Pro modelování změny regionu doporučujeme použít pravděpodobnosti přechodu mezi regiony. Obdobně jak je tomu ve švédském modelu [1], strana 16 a 32, kde jako faktory použili věk, příjem, současný region a nezaměstnanost v cílovém regionu.</p> <p>Nezaměstnanost v regionu nedoporučujeme používat jako faktor pro stěhování vzhledem k velice obtížné proveditelnosti v modelu a obtížnému zajištění, že vztah nezaměstnanost a region je správně zachycen.</p> <p>Očekáváme, že samotná implementace bude málo náročná (dodatečná stavová proměnná se specifickými pravděpodobnostmi přechodu).</p>

3 Oblast chování na pracovním trhu

3.1 Úvod

Oblast chování jedince na pracovním trhu pokrývá velkou část rozhodovacích procesů spojených s modelováním důchodového systému. Patří sem například rozhodnutí o změně zaměstnání, zda se stát či přestat být osobou samostatně výdělečně činnou nebo rozhodnutí o vstupu či výstupu ze služby v ozbrojených složkách. Dále sem můžeme zařadit i chování jedince ve vztahu k úřadu práce nebo pokračování pracovní kariéry i po dosažení důchodového věku nebo invalidity.

Důležitou položkou s potenciálně významným dopadem je modelování ztráty zaměstnání (v případech kdy nejde o rozhodnutí jedince) a opětovného započetí pracovní činnosti. V rámci tohoto je důležité též uvažovat postoj jedince k registraci na úřadu práce.

K událostem spadajícím do této oblasti dochází během podstatné části životního cyklu každého jedince a mají tedy vliv na všechny peněžní toky modelované v rámci dynamického mikrosimulačního modelu důchodového systému.

Rozhodnutí z této oblasti se v praxi řídí konkrétní situací každého jedince (např. výši platu, vzděláním, rodinnou situací, ekonomickým vývojem atd.). Proto je analýza a studie možností individualizace rozhodovacích procesů z této oblasti důležitá.

Modelováním individualizovaného chování jedinců v rámci mikrosimulačních modelů včetně chování na trhu práce se zabývá např. článek [13] nebo [12].

3.2 Změny kariérního stavu - zaměstnaný, nezaměstnaný, neaktivní

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním změn v pracovním stavu, kde jedinec má možnost být ve stavu zaměstnaný, nezaměstnaný nebo neaktivní. Dále také jedinec může být v libovolném stavu pečující o dítě/rodinu, invalidní důchodce stupně 1,2,3, starobní důchodce a student/dítě. Speciální případy, kterými se v této podkapitole podrobněji zabýváme, jsou návrat matky (případně otce) do práce z rodičovské/mateřské dovolené a souběh práce a důchodu (invalidní nebo starobní).

3.2.1 Význam změn kariérního stavu a jejich popis v rámci současného modelu

Význam změn kariérního stavu v důchodovém modelu

Kariérní změny mají zásadní vliv na odvody do důchodového systému, které závisí na mzdě pracujících jedinců a náhradních dobách. Kariérní stav jedince může také ovlivnit jeho rozhodnutí, nebo rozhodnutí ostatních členů jeho domácnosti.

Návrat matky (případně otce) do práce po narození dítěte má významný dopad na pracovní kariéru žen (případně mužů) a tím na celkové příspěvky do systému. V případě dlouhého přerušení pracovní kariéry z důvodu péče o děti/domácnost má toto dopad i na důchod rodičů (z důvodu omezení na náhradní dobu při péči o dítě).

Souběh práce se starobním důchodem je významný zejména proto, že výpočet důchodu probíhá v takovém případě jiným způsobem. V současné chvíli není tato situace tak častá, ale dá se očekávat, že v budoucnu může být významnější.

V případě invalidního důchodu je souběh s prací již v současné chvíli poměrně častou situací a je tím pádem důležité jeho vhodné modelování.

Současné modelování

V současném modelu jsou přechody mezi pracovními stavy modelovány pomocí metody s přechodovou maticí, kdy je v každém měsíci testován odchod na základě daných pravděpodobností přechodu do jiných stavů.

Speciálním případem je určení délky brigády u studenta, kde kromě testování konce brigády na základě pravděpodobností přechodu, se také generuje maximální durace, po jejímž uplynutí brigáda skončí.

Všechny pravděpodobnosti přechodu jsou závislé na pohlaví, věku a současném pracovním stavu. Dále jednotlivé přechody závisí buď na některých dalších kariérních specifikacích (invalidita, starobní důchodce, student, péče o dítě/rodinu) nebo na události (jedinec se stal invalidou, důchodcem, atp.). Přes vazbu pravděpodobnosti na stav nebo událost je tedy také modelován souběh práce a důchodu a návrat matek do práce po narození dítěte.

Omezení a nevýhody současného přístupu

Přechody mezi pracovními stavy v současnosti závisí pouze na základních faktorech (věk a pohlaví) a na aktuálním pracovním/kariérním stavu, ale nebere v potaz další rodinné nebo kariérní faktory (například vzdělání či rodinný stav). Pracovní kariéry jedinců jsou z tohoto důvodu pro různé jedince velice podobné a reálné rozdíly mezi jedinci a příčiny těchto rozdílů nejsou dobře zachyceny. Také je brán v potaz pouze předchozí stav a není zachycena závislost na celé kariéře jedince.

3.2.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Většina důchodových modelů z jiných zemí modeluje kariérní změny na základě pravděpodobností přechodu, obdobně jak tomu je u českého modelu. Liší se jen v použití faktorů (viz tabulka níže). Toto platí i u návratu matky do práce či pro souběh práce a důchodu (kromě níže popsané výjimky se pro tyto případy nepoužívají žádné speciální přístupy).

Výjimkou je americký model PENSIM [2], který modeluje čas čekání mezi začátkem a koncem zaměstnání a mezi koncem starého a začátkem nového zaměstnání, což je v principu doba metody durace v českém modelu. Čas čekání modelují pomocí hazardní funkce

$$h(\alpha, \beta, \sigma_i^2, \sigma_s^2; x, t) = \exp(x\beta + \epsilon_i + \epsilon_s) \alpha t^{\alpha-1},$$

kde t je čas čekání, x jsou vysvětlující faktory (viz tabulka níže), α tvarový parametr, ϵ_i a ϵ_s jsou normálně rozdělené chybové členy, které reprezentují individuální efekt jedince a náhodnou odchylku, s rozptyly σ_i^2 a σ_s^2 . Obecně tento přístup vede k velice podobnému výsledku jako u přechodové matice a smíšené metody.

Nabídkou práce matek s malými dětmi se podrobněji zabývá J. Geyer a kol. v článku [11]. Uvedený model je založen na předpokladu, že matky maximalizují užitkovou funkci čistého příjmu domácnosti a volného času U_{ijt} . Užitková funkce má následující tvar:

$$U_{ijt} = \beta_l l_j + \beta_y y_{ijt} + \beta_{ll} l_j^2 + \beta_{yy} y_{ijt}^2 + \beta_{ly} l_j y_{ijt} + \epsilon_{ijt}$$

kde $j = 0$ je stav nezaměstnanosti, $j = 1$ částečný úvazek a $j = 2$ plný úvazek. Index i představuje domácnost. Proměnná l_j je volný čas ženy na trhu práce ve stavu j , y_{ijt} čistý příjem domácnosti i v čase t a ϵ_{ijt} je chybová složka. Odhad parametrů modelu byl prováděn na vzorku matek s nově narozenými dětmi. Tento přístup vyžaduje data o preferenci volného času žen a příjmu jejich domácnosti, která v současnosti nejsou dostupná. Zároveň očekáváme, že by použití takto komplexního přístupu u modelování návratu matky do práce nemělo na model významný dopad oproti jednodušším modelům.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí

V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující změnu kariérního stavu, které jsou používané v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.

Země	ČR	Francie	Švédsko	Anglie	USA	Indie	Belgie, Německo, Itálie
Faktor							
To samé v minulosti	x	x	x				x
Návaznost na událost	x						
Pohlaví	x	x	x	x	x	x	
Konec studia/ Vzdělání		x	x		x		x
Délka zaměstnání (celková)				x			x
Povolání							x
Příjem					x		
Typ úvazku					x		
Příspěvek na penzi					x		
Firemní odbory					x		
Věk	x	x	x	x	x	x	
Rodinný stav			x				x
Kariérní stav partnera							x
Region						x	
Zdraví / Nemocnost							x
Počet dětí							x
Věk dětí	x						x
Pracovní stav před porodem	x						
Již v minulosti zaměstnán/a							x
Čerstvě rozvedená/ rozešlá							x

Základními používanými faktory u změn pracovního stavu jsou pohlaví, věk, dosažené vzdělání a kariérní stav v předchozím časovém kroku (např. zaměstnaný/nezaměstnaný a invalida/bez postižení). Další používané faktory jsou návaznost na událost (nový invalida, důchodce, atp.), délka zaměstnání (praxe), zda již v minulosti pracoval/a, povolání, příjem, typ úvazku, penzijní příspěvek zaměstnavatele, má-li firma odbory, zdraví, rodinný stav, kariérní stav partnera nebo region. U žen v belgickém modelu také uvažují, je-li žena čerstvě rozvedená nebo rozešlá.

Při určování pravděpodobnosti návratu matky do práce jsou navíc zohledňovány faktory jako počet a věk dětí.

3.2.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost



U změn kariérního stavu (stejně tak i u návratu matky do práce a souběhu práce a důchodu) navrhujeme zachovat současný přístup (na základě pravděpodobností přechodu), jelikož neočekáváme příliš vysoký přínos změny metody (viz popis alternativních metod výše).















Dále doporučujeme uvažovat pro určení pravděpodobností i další faktory. Jednotlivé doporučené faktory vyhodnocujeme v následující tabulce. V případě návratu matky do práce se jedná o počet dětí a u souběhu práce a důchodu se jedná o zdraví/nemocnost.



U ostatních faktorů (povolání, příjem, příspěvek na penzi, firemní odbory, kariérní stav partnera, již v minulosti zaměstnán/a, čerstvě rozvedená/rozešlá) očekáváme, že mají zanedbatelný vliv na změny

kariérního stavu nebo, že by přínos zakomponování daného faktoru do modelu byl zanedbatelný vzhledem k náročnosti datové analýzy.

Některé zmíněné faktory doporučujeme pro všechny změny kariérního stavu, některé mají význam jen pro vybrané přechody. Tabulka je tedy rozdělena na společnou část a na specifické části pro vznik a zánik nezaměstnanosti, pro návrat matky do práce a pro souběh práce a důchodu.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Společné				
Konec studia/ Vzdělání	Vysoký - na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad. Například očekáváme závislost míry nezaměstnanosti na dosaženém vzdělání. Dále předpokládáme závislost mezi vzděláním a návratem matky do práce. V případě nedostatečné kvality je možné nahradit příjmem.	VŠPS	Dobrá, okamžitě k dispozici	
Délka zaměstnání (celkově)	Vysoký – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad, zejména na pravděpodobnosti u přechodu mezi stavy zaměstnaný/nezaměstnaný.	INEP	Pravděpodobně dobrá, ale vyžaduje analýzu	

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Typ úvazku	Střední – očekáváme, že tento faktor by mohl na kariérní změny mít významný dopad, ale tuto závislost by bylo ještě třeba otestovat. Dostupnost a kvalita dat je také omezená.	VŠPS (okamžitě), INEP+Trexima (potenciálně)	Dobrá, okamžitě k dispozici, případně potenciálně dostupné, kvalitnější, ale pracné	 
Rodinný stav	Vysoký – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad, zejména na pravděpodobnosti u přechodu mezi stavy zaměstnaný a nezaměstnaný/neaktivní a pro návrat matky do práce. Pro současnou populaci ovšem nejsou data dostupná.	VŠPS	Dobrá, okamžitě k dispozici	 
Příjem	Střední - očekáváme, že dopad může být významný, ale dodatečná informace se pravděpodobně z významné části překrývá s informací získané ze vzdělání. Doporučujeme ověřit datovou analýzou. Lze použít jako náhradu vzdělání v případě, že nebude k dispozici v dostatečné kvalitě.	STATMIN VZ (okamžitě), INEP (potenciálně)	Dobrá	 
Nezaměstnanost (vznik a zánik)				
Ekonomická situace	Střední – očekáváme, že na kariérní stav může mít vliv také například celková nezaměstnanost, inflace a obecně ekonomická situace.	VŠPS + makro-ekonomické údaje	Pravděpodobně dobrá	 
Délka nezaměstnanosti v minulosti	Střední – neidentifikovali jsme, že by se tento faktor používal v jiných modelech, ale očekáváme, že zejména pro pravděpodobnost nezaměstnanosti by mohl být významný	INEP	Pravděpodobně dobrá, ale vyžaduje komplexní analýzu	 
Region	Vysoká – dle analýzy zahraničních modelů, že tento faktor může mít velký dopad zejména na pravděpodobnosti u přechodů do zaměstnanost/nezaměstnanost, jelikož nabídka práce je v regionech různá.	STATMIN VZ (případně INEP)	Dobrá, okamžitě k dispozici	 
Návrat matky do práce				
Počet dětí	Střední - na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že na návrat matky do práce může mít tento faktor významný dopad.	INEP	Pravděpodobně dobrá, ale vyžaduje komplexní analýzu	 
Souběh práce a důchodu				

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Zdraví / Nemocnost	Střední – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že zdraví/nemocnost má významný vliv na změny kariérního stavu zejména pro případy souběhu starobního důchodu a práce	NEM + INEP + STATMIN ANOD	Pravděpodobně dobrá, ale vyžaduje komplexní analýzu	 

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy. Jako součástí analýzy by také mělo být provedena přesná definice výpočtu faktoru (např. určení délky historie, určení granularity rozdělování, apod.).

Doporučení nepoužívat faktor ekonomická situace je blíže popsáno níže v rámci diskuze o kalibraci.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Samotná implementace dodatečných faktorů by neměla být obtížná, šlo by jen o přidání dodatečných faktorů pro určení pravděpodobnosti stochastické události. Nicméně následná kalibrace na externí projekce (počet nezaměstnaných, počet matek pečujících o dítě a další) může být náročnější.

Oblast přechodů mezi kariérními stavy je jednou z nejtěžších na kalibraci, jelikož existuje velké množství parametrů, které mají dopad na stejnou veličinu (např. počet pracujících závisí na pravděpodobnostech nezaměstnanosti, návratu matek z práce, pracujících důchodců, atd.). Pokud je externích cílů víc (např. celkový počet zaměstnaných, podíl pracujících důchodců, atd.) potom existuje pravděpodobně více řešení a může být obtížné je najít. Častým případem také může být to, že pravděpodobnosti přechodu není možné přímo odvodit z dat a je nutné pravděpodobnosti nakalibrovat tak, aby model generoval pozorované stavy.

Kalibrace na externí projekce v oblasti chování pracovního trhu je v případě mikrosimulačního modelu velice náročnou úlohou z důvodu vysokého množství parametrů modelu (pravděpodobností), které mají na danou veličinu (například míra nezaměstnanosti) dopad. Pro dosažení přesné hodnoty dané veličiny existuje vždy široká škála možností jak dané změny dosáhnout (například v případě požadavku zvýšení nezaměstnanosti lze snížit pravděpodobnost návratu z nezaměstnanosti, zvýšit pravděpodobnost propuštění z práce, snížit rychlost nástupu studentů do práce, apod.) a je velice obtížné definovat obecný algoritmus, který dává rozumně výsledky za všech okolností.

Z naší zkušenosti se často setkáváme s požadavkem kalibrovat model na externí projekci měř nezaměstnanosti, jelikož toto je častým výstupem makroekonomických modelů. Pro realizovatelnost kalibrace je nutné vybrat jen klíčové pravděpodobnosti, které se budou optimalizovat (například pravděpodobnost propuštění z práce a pravděpodobnost návratu z nezaměstnanosti) a pevný poměr (například 50% požadovaného posunu se nakalibruje pomocí pravděpodobnosti propuštění z práce a 50% pravděpodobností návratu ze zaměstnání).

Pro realizovatelnost takovéto kalibrace je v praxi nutné zafixovat některé vztahy zejména pokud kalibrovaný proces závisí na více faktorech – například předpokládat, že pravděpodobnosti propuštění z práce se budou kalibrovat jedním faktorem, který závisí na kalendářním roce a poměry pravděpodobností v závislosti na věku, vzdělání, atd. zůstanou zachovány. Technicky je možné kalibraci provést následujícími způsoby

- v samotném modelu (za sníženého počtu modelových bodů a s použitím dynamického běhu Prophetu) – náročná implementace a potenciální problémy s konvergencí, nedoporučujeme
- iterační postup za pomoci malého počtu běhů modelu (např. 1-3) – nenáročný na implementaci. V případě nepožadování přesné shody považujeme tento přístup za nejlepší řešení. V případě vysokých nároků na shodu s externí projekcí může být kalibrace časově náročná. V případě nezaměstnanosti po první kalibraci bude správně nastaven počet nezaměstnaných v prvním roce, ale v budoucnu dojde k divergenci od projekce kvůli různému počtu zaměstnaných a nezaměstnaných a tím pádem v počtu přechodů z a do nezaměstnanosti. Očekáváme ale, že po 1-3 bězích může rozdíl být akceptovatelný. Nedá se ale očekávat silná shoda
- využití zjednodušeného externího modelu pro kalibraci – tento přístup je používán například v mikrosimulačním modelu, který vzniká v Polsku. Jde v zásadě o jednoduchý kohortní model,

který běží metodou goal-seek a snaží se minimalizovat odchylku na požadované výsledky. Náročné na implementaci. Doporučujeme v případě požadování vyšší přesnosti kalibrace.

Speciální zmínku zaslouží faktor ekonomické situace. Dá se očekávat, že ekonomická situace bude mít dopad na individuální rozhodování a že např. při ekonomické krizi bude nižší pravděpodobnost přechodu z nezaměstnanosti do zaměstnání. Konstrukce modelu vyžaduje, aby celková ekonomická situace vstupovala do modelu předem, jelikož při výpočtu, který probíhá po modelových bodech, není možné v průběhu běhu provést sečtení výsledků z jednotlivých modelových bodů (např. výpočet celkové nezaměstnanosti) a použít tuto informaci pro rozhodnutí. Projekce v modelu bude od vloženého předpokladu divergovat a proto je nutné kalibraci zajistit, že vložený předpoklad bude replikován samotnou projekcí na individuální úrovni. Zachycení dopadu ekonomické situace na chování jedince je tedy zachyceno v rámci kalibrace a není nutné ekonomickou situaci použít přímo v modelu jako rozhodovací faktor.

U ostatních rozhodnutí nepovažujeme kalibraci za nutnou. Doporučujeme ale testovat, že stavy generované modelem za pomoci daných pravděpodobností přechodu jsou v přibližné shodě s pozorovanými stavy.

3.2.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh vhodné individualizace při modelování kariérních změn, návratu matky do práce a souběhu práce a důchodu.

Zhodnocení návrhu	Komentář		
Shrnutí návrhu	Zachovat současný přístup a přidat dodatečné faktory vzdělání (případně nahradit příjmem v případě špatné datové dostupnosti), délka zaměstnání, délka nezaměstnanosti v minulosti a region. Dále u návratu matek do práce přidat faktor počet dětí a pro souběh práce a starobního důchodu faktor zdraví/nemocnost.		
Očekávaný dopad na výsledky	Vysoký	-	Vyšší individualizace procesu změn kariérního stavu.
Náročnost implementace do modelu	Nízká	-	Implementace dodatečných faktorů. Změny pouze ve struktuře tabulek.
Dopad na běh modelu	Nízký	-	Zanedbatelný dopad
Náročnost datové analýzy	Vysoká	-	Předpokládáme použití regresního modelu pro zachycení závislostí. Jde ale o kombinace velkého množství faktorů a přechodů a každou situaci (např. pravděpodobnost přechodu ze zaměstnanosti do nezaměstnanosti pro invalidního důchodce) je potřeba analyzovat ideálně samostatně.
Dostupnost dat pro analýzu	Střední	-	Většina dat potenciálně dobře dostupná (INEP, NEM) a dobře dostupná (VŠPS, STATMIN VZ)
Závislosti dat		-	V případě nedostatečně kvalitní informace o vzdělání doporučujeme nahradit příjmem, který pravděpodobně ponese podobnou informaci a je dobře dostupný
Dostupnost dat v modelu		-	Část dat dostupných v současnosti je v dobré kvalitě. U ostatních je potenciálně možné zpřesnění a reálné (kromě rodinného stavu), ale vyžaduje využití databází INEP, NEM a Trexima. Z doporučených faktorů lze čekat největší komplikace v případě vzdělání (alternativou je v takovém případě příjem).
Doporučená kalibrace	Základní kalibrace + Manuální	-	Škálování pravděpodobností Doporučujeme provést pouze základní kalibraci na externí projekce, ale nevyžadovat úplnou shodu, pro případ počtu nezaměstnaných. U ostatních stavů doporučujeme pouze manuální kalibraci při odvození parametrů.
Náročnost kalibrace	Střední	-	Nutnost dodatečného běhu

3.3 Výše mzdy

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním výše mzdy.

3.3.1 Význam výše mzdy a jeho popis v rámci současného modelu

Význam výše mzdy v důchodovém modelu

Z výše mzdy jsou počítány příspěvky do důchodového systému a to má přímý dopad na důchody jedinců v modelu. Reálné zachycení vývoje mezd jedinců povede k reálnějším výpočtům důchodů a příjmů. Zároveň má výše mzdy jedince vliv na celkový příjem domácnosti (nežije-li sám), a tak může mít vliv i na rozhodnutí ostatních členů v domácnosti.

Současné modelování

Počáteční mzda jedince je po dokončení studia definována na základě rozdělení mezd v závislosti na dosaženém vzdělání. V případě, že jedinec pracuje již před dokončením studia, používá se věkově závislá průměrná mzda.

Následně každoročně dochází k růstu mzdy a to:

- stochasticky na základě rozdělení růstu mzdy v závislosti na věku a pohlaví.
- deterministicky na základě průměrných mzdových růstů závislých na věku a pohlaví.

V obou případech je možné uvažovat nebo neuvažovat závislost na výši mzdy.

Při roční neaktivitě nebo nezaměstnanosti dojde u mzdy k procentuálnímu poklesu.

Omezení a nevýhody současného přístupu

V případě stochastického přístupu může docházet k nerealistickým vývojům výše mzdy. Změny mzdy jsou v takovémto modelu extrémně volatilní, což neodpovídá reálnému chování. Naopak čistě deterministický model nedokáže zachytit možné výraznější změny ve mzdě, ke kterým může docházet například při změnách zaměstnání a také neumožňují dostatečně zachytit různost mezi jedinci (kromě dimenze vzdělání).

3.3.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Ve většině jiných zemí (např. Francie [3], Švédsko [1], [10] a Nizozemsko [9]) se k simulaci výše mzdy používá nějaký typ mzdové rovnice (regresní model). Vysvětlovanou proměnnou bývá logaritmus měsíční (roční) mzdy a vysvětlující proměnné jsou faktory, které se v různých zemích liší, viz tabulka níže. Dále také modely obsahují až dvě náhodné složky, individuální efekt a residuum. Individuální efekt bývá náhodná veličina s log-normálním rozdělením a hraje roli individuální schopnosti jedince. V nizozemském, švédském a francouzském modelu je individuální efekt pro každého jedince generován na začátku simulace a dále se nemění. Residuum je opět náhodnou veličinou s log-normálním rozdělením a v modelech simuluje dočasné náhodné výkyvy ve mzdě jedince. Typově jsou tyto modely podobné stochastickému přístupu v českém modelu.

Podobněji popíšeme přístup používaný v americkém modelu CBOLT popsáném v článku [8]. Tento model je podobný předchozím modelům, ale individuální efekt pro jedince není konstantní a vnáší do modelu závislost vývoje mzdy na vývoji v několika posledních letech (oproti např. českému modelu, který pracuje jen s výší mzdy v minulém časovém období). Tato vlastnost vede ke stabilnějším a reálnějším náhodným drahám mzdy.

Výše mzdy je zde určována mzdovou rovnicí

$$\ln E_{it} = \ln(\hat{E}_{it} + PED_i) + \sum_{s=1}^t \alpha_{is} \sigma_{lnN} + \beta_{it} \sigma_{lnV} \quad ,$$

kde index i značí jedince, index t značí rok (věk), E je výsledná výše platu, \hat{E} je průměrný plat v kategorii daného jedince a PED_i a suma členů $\alpha_{is} \sigma_{lnN}$, které v modelu zastupují individuální efekt jedince, který je proměnný v čase. U každého jedince se na začátku simulace počítají PED_i jako průměr, za posledních 5 let

zpátky, z rozdílů logaritmů předchozích platů jedince a průměrných platů v dané kategorii kam jedinec spadá, tj.

$$PED_i = \frac{\sum_{t=1}^5 (\ln E_{it} - \ln \hat{e}_{it})}{5}$$

K PED_i se pak každoročně připočítává standardizovaná normálně rozdělená náhodná veličina α_{is} , která je škálována směrodatnou odchylkou σ_{lnN} na log-normálně rozdělenou náhodnou veličinu. Poslední člen $\beta_{it}\sigma_{lnV}$ je residuum, které zachycuje dočasný výkyv mzdy a je také log-normálně rozdělené s rozptylem σ_{lnV}^2 . Rozptyly σ_{lnV}^2 a σ_{lnN}^2 jsou počítány na základě rozdílů ve výši mzdy přes všechny možné dvojice mezd v historii, kde v potaz berou mzdy od sebe vzdálené 3 až 10 let.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí

V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující výši mzdy, které jsou používány v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.













Země Faktor	ČR	Francie	Švédsko	Anglie	USA	Nizozemsko
Pohlaví	x	x	x	x	x	
Konec studia/ vzdělání	x	x	x	x	x	
Délka zaměstnání		x	x			
Povolání		x	x			x
Věk	x			x	x	x
Rodinný stav			x			x
Národnost			x			
Periodické efekty						x
Velikost domácnosti						x
Kariérní stav partnera						x
Dekáda narození					x	
Pobírání dávek	x				x	

Nejčastěji používané faktory v jiných zemích jsou pohlaví, dosažené vzdělání, povolání a věk. V některých modelech se také uvažuje délka zaměstnání (praxe), rodinný stav a pobírání dávek. Faktory používané jen v jedné ze zemí jsou národnost, periodické efekty, velikost domácnosti, zaměstnání partnera a dekáda narození.

3.3.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Pro modelování výše mzdy navrhujeme použít regresní model užívaný v americkém modelu CBOLT, který kromě rodinných a kariérních faktorů bere v úvahu také individuální efekt jedince a chybový člen (dočasnou náhodnou výchylku). To, že v modelu CBOLT se výše platu každoročně odvozuje od průměrného platu v kategorii daného jedince, může vést k realističtějším vývojem platu. Zároveň individuální efekt zajistí různorodost platových křivek ve formě individuálních trendů (výkonnější jedinec se bude svou mzdou lišit od průměru po většinu svého života).

Faktory používané v současném modelu navrhujeme používat i nadále. V následující tabulce pak vyhodnocujeme další faktory, které navrhujeme v modelu uvažovat. U ostatních faktorů (národnost, periodické efekty, velikost domácnosti, kariérní stav partnera, dekáda narození) očekáváme, že mají zanedbatelný vliv na výši mzdy nebo, že by přínos zakomponování daného faktoru do modelu byl zanedbatelný vzhledem k náročnosti datové analýzy.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti,	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Délka zaměstnání (celková)	Vysoký – Na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad.	INEP	Pravděpodobně dobrá, ale vyžaduje komplexní analýzu	 
Délka zaměstnání (současného)	Střední – v zahraničních modelech jsme tento faktor nezaznamenali, ale dá se očekávat, že vývoj mzdy může být také spjatý se změnou zaměstnavatele.	INEP	Pravděpodobně dobrá, ale vyžaduje komplexní analýzu	 
Povolání	Vysoký – Na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad.	Trexima	Dobrá, ale vyžaduje další analýzu	 
Rodinný stav	Střední – Na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad.	Možná u žen z INEP	Potenciálně dobrá, ale málo kvalitní a pracné	 
Počet dětí	Střední – očekáváme, že se výše mzdy může odvíjet o velikosti domácnosti (např. u méně početné rodiny můžeme očekávat větší orientaci na kariéru).	INEP	Potenciálně dobrá, středně kvalitní a pracné	 
Region	Vysoký – očekáváme, že výše platu může silně záviset na regionu, kde jedinec bydlí.	INEP	Potenciálně dobrá a kvalitní	 

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Implementace regresního modelu (z amerického modelu CBOLT) a výše uvedených faktorů, které charakterizují jednotlivé skupiny jedinců, by měla být středně náročná. Do modelu je nutné implementovat mzdovou rovnici, jejíž součástí je generování náhodných chyb/efektů s předem určenými rozptyly.

Pro využití délky současného zaměstnání jako faktoru je nutné doimplementovat do modelu možnost změny zaměstnavatele jako náhodnou událost, jejíž pravděpodobnost by měla záviset na faktorech jako např. vzdělání, věk, příjem nebo změna příjmu. Z hlediska pracnosti implementace nejde o náročnou úlohu. Další informací, se kterou se v současné době v modelu nepracuje, je povolání. Doporučujeme tento faktor přidat do modelových bodů a zároveň použít zjednodušující předpoklad, že každý jedinec má konstantní povolání. Domníváme se, že tento předpoklad významně neovlivní výsledky modelu.

V případě mzdy je relevantní řešit otázku kalibrace, zejména při užití takto komplexního přístupu. Typicky používaným přístupem pro kalibraci vývoje mezd je požadavek, aby celkový růst mezd pro modelovanou populaci byl při běhu s nulovým růstem průměrné mzdy roven nule, což typicky v případě stochastického modelu nebude splněno. Doporučujeme používat stávající přístup v současném českém modelu, kdy je růst průměrné mzdy upraven o reziduální inflaci, která je výsledkem běhu s nulovým růstem průměrné mzdy.

3.3.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh na modelování výše platu.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Shrnutí návrhu	Pro výpočet výše mzdy použít regresní model s individuálním efektem a náhodnou chybou užitý v americkém modelu CBOLT a uvažovat dodatečné faktory délka zaměstnání (celková), délka zaměstnání (současná) a povolání.	
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	- Zejména na realističnost vývoje mezd jedinců a jejich následné důchody.
Náročnost implementace do modelu	Střední	- Implementace nové mzdové rovnice. Implementace možnosti změny zaměstnavatele. Implementace konstantního povolání.
Dopad na běh modelu	Nízký	- Zanedbatelný dopad
Náročnost datové analýzy	Vysoká	- Odhad parametrů z historie příjmů (průměrování platů v jednotlivých kategoriích a regresní analýza).
Dostupnost dat pro analýzu	Střední	- Většina dat pravděpodobně dobře dostupná v INEP a potenciálně dobře dostupná v Trexima+INEP
Závislost dat		- Pravděpodobně se může typ povolání odvíjet od dosaženého vzdělání. Pokud se takováto závislost prokáže, pak doporučujeme jeden z dvojice vzdělání a povolání jako faktor neuvažovat. Naopak, pokud nebudou data o vzdělání v modelu dostatečně kvalitní, je možné uvažovat o náhradě tohoto faktoru příjmovou skupinou.
Dostupnost dat v modelu		- Data jsou potenciálně dostupná v INEP a kombinaci Trexima+INEP. Pro použití závislosti na délce současného zaměstnání je nutné zavést do modelu také možnost modelovat změny zaměstnání (doporučujeme empirické pravděpodobnosti podle podobných faktorů jako změnu kariérního stavu – analýzu je možné provést s daty ze STATMIN VZ nebo potenciálně INEP).
Doporučená kalibrace	Základní kalibrace	- Kalibrace pomocí reziduální inflace (již používaná v současném modelu)
Náročnost kalibrace	Vysoká	- Nutnost nastavení komplexních pravidel kalibrace a nutnost dodatečného běhu. V případě požadavku na vyšší míru souladu s externí projekcí může být náročnost ještě vyšší.

3.4 Ostatní procesy

Proces	Komentář
Otec na rodičovské dovolené	V současnosti nepředpokládáme, že by rozlišení, kdo z rodičů je na rodičovské dovolené, mělo v případě České republiky významný dopad na model. S takovýmto rozlišením jsme se ani nesetkali v zahraničních modelech. Doporučujeme ale významnost tohoto efektu monitorovat a případně model v budoucnu rozšířit v této oblasti.

Proces	Komentář
Začátek čerpání rodičovské dovolené	Je implikovaný narozením dítěte (2.2) a není nutné řešit samostatně.
Začátek péče o dítě	Implicitně plyne z pravděpodobností návratu matky do práce (3.2) a není nutné řešit samostatně. Pravděpodobnost začátku péče matky o dítě je svázána s pravděpodobností návratu matky do práce, jelikož jde o další možný podstav, do kterého může matka na mateřské přejít.
Začátek péče o osobu blízkou	V současnosti není modelován. Neočekáváme významný dopad na důchodový systém, a proto jeho modelování v současné chvíli nedoporučujeme.
Konec péče o osobu blízkou	V současnosti není modelován. Neočekáváme významný dopad na důchodový systém, a proto jeho modelování v současné chvíli nedoporučujeme.
Emigrace (z ČR)	V současné chvíli pravděpodobnost emigrace závisí na věku a pohlaví. Neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci pravděpodobnosti emigrace. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti.
Imigrace (do ČR)	V současné chvíli pravděpodobnost imigrace závisí na věku a pohlaví. Neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci pravděpodobnosti imigrace. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti.
Vstup do ozbrojených složek	V současné chvíli není tato část populace modelována a neočekáváme, že přesuny mezi ozbrojenými složkami a běžnou populací by měl významný dopad na výsledky důchodového systému. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti.
Výstup z ozbrojených složek	V současné chvíli není tato část populace modelována a neočekáváme, že přesuny mezi ozbrojenými složkami a běžnou populací by měl významný dopad na výsledky důchodového systému. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti.
Stát se osobou samostatně výdělečně činnou (OSVČ)	<p>V současnosti jsou jedinými uvažovanými faktory věk a pohlaví. Neočekáváme vysoký dopad další individualizace (tedy přesnější rozlišení, kteří jedinci jsou OSVČ a kteří ne). Doporučujeme provést datovou analýzu s cílem potvrdit významnost faktorů jako například vzdělání nebo výše příjmů a tyto faktory případně použít pro zpřesnění modelování. Data pro modelové body i analýzu by měla být potenciálně k dispozici v INEP ve vysoké kvalitě.</p> <p>Počet OSVČ v populaci má ale velký význam pro důchodový systém zejména kvůli dopadu na příjmy (OSVČ mají typicky velice nízké příspěvky do důchodového systému). Pro zachycení dynamiky počtu OSVČ by bylo nutné v modelu uvažovat vlivy jako daňový systém, legislativa, apod. To by znamenalo podstatné rozšíření současného modelu.</p> <p>Pro zachycení a studium dopadu dynamiky počtu OSVČ doporučujeme využívat běhu modelu v různých scénářích vývoje. V modelu je možné testovat, jaký bude mít dopad na důchodový systém šok/náhlá změna v pravděpodobnostech stát/přestat být OSVČ (například jako reakce na změny v daňovém systému).</p>
Přestat být osobou samostatně výdělečně činnou (OSVČ)	V současnosti jsou jedinými uvažovanými faktory věk a pohlaví. Neočekáváme vysoký dopad další individualizace, ale zároveň může dopad být nezanedbatelný. Doporučujeme provést datovou analýzu s cílem potvrdit významnost faktorů jako například vzdělání nebo výše příjmů a tyto faktory případně použít pro zpřesnění modelování. Data pro modelové body i analýzu by měla být potenciálně k dispozici v INEP ve vysoké kvalitě.
Změna zaměstnání	Popsáno v rámci vývoje mzdy (viz. 3.3).
Vstup do evidence úřadu práce	Nepovažujeme dopad za významný. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti.

Proces	Komentář
Výstup z evidence úřadu práce	Nepovažujeme dopad za významný. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti.
Typ/počet úvazku	V současnosti se v modelu typ ani počet úvazků u všech zaměstnaných nemodeluje. Výjimkou je určení úvazku u pracujících invalidů. Modelování počtu ani typu úvazku nepovažujeme v současnosti za zásadní, jelikož s tím spojené změny v příjmu jedince lze částečně zachytit v rámci modelování výše mzdy (individuálním a náhodným efektem).

4 Oblast důchodů

4.1 Úvod

Oblast důchodů zahrnuje rozhodnutí mající bezprostřední dopad na výši výplaty ze systému důchodového zabezpečení, tedy rozhodnutí týkající se odchodu do starobního důchodu, souběhu práce a pobírání důchodu nebo volba varianty výplaty v případě pracujícího důchodce.

Rozhodnutí z této oblasti ovlivňují především velikost výplaty starobního důchodu nebo invalidního důchodu, případně i příspěvky do důchodového systému (v případě odchodu do předčasného důchodu).

Také v případě této oblasti lze očekávat závislost rozhodnutí na konkrétní životní situaci jedince (např. velikost potenciálního důchodu může ovlivnit rozhodnutí o tom, zda se daný jedinec rozhodne souběžně vykonávat zaměstnání apod.). Proto se oblast výplaty starobního důchodu řadí mezi vhodné kandidáty pro individualizaci rozhodovacích procesů.

4.2 Odchod do starobního důchodu

V této kapitole se budeme věnovat rozhodnutí jedince odejít do starobního důchodu, v případě že už na důchod má nárok.

4.2.1 Význam rozhodnutí a jeho popis v rámci současného modelu

Význam rozhodnutí v důchodovém modelu

Rozhodnutí jedinců o odchodu do důchodu (tedy jeho načasování) jsou jedním z velice důležitých faktorů, které ovlivňují na jedné straně příjmy důchodového systému (dřívější odchod do důchodu vede k nižším příjmům) a na druhé straně výdaje (pozdější odchod do důchodu vede ke kratší době vyplácení důchodu ale naopak také k nižším důchodům v případě předčasného důchodu). Modelování samotného procesu rozhodnutí jedince je důležité, zejména pokud se uvažuje o reformách, které by měly dopad na motivaci jedinců odcházet do důchodu, aby bylo možné tyto dopady zachytit.

Současné modelování

V současném modelu je odchod do starobního důchodu modelován na základě empirických pravděpodobností ve vztahu k řádnému věku odchodu do důchodu. Tato pravděpodobnost je aplikována jen pro jedince, kteří mají nárok na starobní důchod. V případě posunu řádného věku odchodu do důchodu se posouvají i pravděpodobnosti (tj. pravděpodobnost odchodu do důchodu např. po dvou letech od řádného věku do důchodu je stejná nezávisle na posunech řádného věku odchodu do důchodu).

Omezení a nevýhody současného přístupu

Velkým omezením tohoto přístupu je, že nebere v potaz přirozený zájem jedinců odejít do důchodu, který je z velké části spojen se zdravím a pracovními možnostmi jedinců ve vysokém věku. Dá se tedy předpokládat, že v reálné situaci se při výrazném zvýšení řádného věku odchodu do důchodu sníží počet důchodů, kteří přesluhují, a naopak pravděpodobně se zvýší počet předčasných důchodců. Za současného přístupu tento efekt není vůbec zachycen a naopak může vést k zavádějícím závěrům (např. že zvyšování řádného věku odchodu do důchodu je za každé situace přínosné).

Dalším omezením je, že v současném přístupu není brána v potaz konkrétní situace jedince v době před odchodem do důchodu. Na základě zkušenosti ze zahraničí se dá očekávat, že chuť odejít do důchodu je spojena s faktory jako zdravotní stav, rodinný stav nebo pracovní situace/příjem. Zahrnutí těchto závislostí povede ke zpřesnění projekce příjmů a výdajů a k vylepšení možnosti posuzovat dopady reformy na různé segmenty populace (např. nízko-příjmová, vysoko-příjmová, apod.).

4.2.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Pro modelování odchodu do důchodu existuje v literatuře a v modelech z jiných zemí poměrně široká škála přístupů.

Podobný přístup jako v České republice (empirické pravděpodobnosti podle věku) se používá například v USA nebo v Belgii, Itálii a Německu. Je možné i v modelu neuvažovat věk, čímž se model stává nezávislý na historických pravidlech odchodu do důchodu. Nejjednodušší rozhodovací modely mohou být tohoto typu a používat například náhradový poměr jako jeden z faktorů.

V nejpokročilejších modelech se ale často používají sofistikovanější přístupy, které se snaží vysvětlit chování jedince, které má dopad na jeho odchod do důchodu. Reprezentanty této kategorie jsou modely z Francie a Švédska. Dále existují studie z Rakouska, Irska, Holandska a Španělska, které také používají podobné přístupy.

Jelikož mnoho ze sofistikovanějších přístupů vyžaduje parametry, které není možné jednoduše pozorovat z dat, často používaným přístupem je implementace více alternativních způsobů rozhodování o odchodu do důchodu v modelu a testuje se dopad alternativ na výsledky.

Přístup Země	Empirické pravděpodobnosti	Oceňování opce (Stock a Wise)	Sociálně- pojistné bohatství (SSW)
ČR	x		
Francie	x	x	x
Švédsko			x
USA	x		
Belgie, Německo, Itálie	x		
Holandsko		x	
Irsko		x (partnerské)	
Španělsko			x

Přístup oceňování opce (Stock a Wise)

Tento přístup je založen na předpokladu, že jedinec se načasováním odchodu do důchodu snaží optimalizovat celoživotní užitek jak ze spotřeby, tak ze zábavy. V modelu se tedy pracuje s očekávanou hodnotou budoucích příjmů (z práce i z důchodu) ve všech přípustných časech odchodu do důchodu. Pro daného jedince je optimální rok odchodu do důchodu R^* takový, který maximalizuje hodnotu budoucích příjmů $V_t(R)$ v letech, počínaje rokem t , kdy je možné odejít do důchodu. $V_t(R)$ je daná vztahem

$$V_t(R) = \sum_{s=t}^{R-1} (\beta^{s-t} \cdot p(s|t) \cdot U_y((Y_s)^\gamma)) + \sum_{s=R}^T (\beta^{s-t} \cdot p(s|t) \cdot U_b(k \cdot B_s(R)^\gamma)),$$

kde β je diskontní faktor časové preference, $p(s|t)$ pravděpodobnost přežití, U_y užitek spotřeby, Y_s příjem z práce, γ parametr averze k riziku, U_b užitek zábavy, k parametr preference zábavy a $B_s(R)$ je příjem z důchodu. V případě, že současný věk je tím optimálním, tak potom jedinec odejde do důchodu. Pokud ne, tak zůstane v práci. V takovém případě se podobný výpočet provede opět za rok a berou se v potaz nové informace a události, které se udály (například změna mzdy, propuštění z práce, apod.).

Hlavní nevýhodou této metody je množství parametrů (zejména preference zábavy, riziková averze a časová preference) a fakt, že je velice obtížné je odhadovat z dat. Na toto téma existuje velké množství studií a odhady se pohybují na velice široké škále (dobrý přehled odhadů lze nalézt v článku [15] na stranách 15-19).

Další nevýhodou může být fakt, že model předpokládá plně racionální rozhodování jedince a výsledkem je právě jedna optimální varianta, které bude vždy stejná pro jedince ve stejné situaci. Model tedy neobsahuje žádnou náhodnou složku. Může být žádoucí do modelu náhodnou složku vložit a pravděpodobnost

odchodu škálovat na základě velikosti rozdílu mezi užitek při odchodu do důchodu a při setrvání v práci. V takovém případě půjde o podobný model jako v přístupu SSW.

Další komplikací představuje nutnost paralelně počítat několik variant budoucnosti při rozhodování o odchodu do důchodu pro nalezení optimálního věku odchodu do důchodu (typicky se například počítá každý rok z věkového intervalu 60-70, tedy přibližně deset výpočtů), což může vést k výraznému zpomalení výpočtu.

Základní model pohlíží na rozhodování jen z pohledu daného jedince. V realitě ovšem často rozhodnutí o odchodu do důchodu bývá ovlivněno rozhodnutím partnera. Model je možné taky rozšířit na společné rozhodování partnerů (viz článek [16]).

Naopak existuje také jednodušší varianta, kde se nepoužívá celoživotní užitek, ale jen okamžitý užitek.

Přístup sociálně-pojistného bohatství (SSW – Social Security Wealth)

Tento přístup se snaží rozhodnutí o odchodu do důchodu vysvětlit čistě na základě ekonomické výhodnosti. Oproti modelu Stock a Wise je tento model ovšem stochastický – výstupem jsou pravděpodobnosti odchodu do důchodu a konečné rozhodnutí je náhodné.

Základní veličinou, se kterou se pracuje, je sociálně-pojistné bohatství (SSW), které reprezentuje současnou hodnotu budoucích penzijních příjmů při odchodu do důchodu v daném věku. Existuje několik mírně odlišných variant tohoto přístupu – zde popíšeme přístup ze Švédského modelu (podrobný popis metody lze nalézt v článku [1] na straně 17). Pravděpodobnost odchodu do důchodu pro daný rok se spočte jako pravděpodobnost, že užitek odchodu do důchodu je vyšší než pravděpodobnost setrvání v práci další rok. Užítiky jednotlivých variant (odchod do důchodu nebo další rok v práci) závisí na:

- současné hodnotě budoucích příjmů dané varianty (v případě odchodu do důchodu to je SSW)
- příjmech příští rok v případě dané varianty (tedy buď mzda nebo důchod)
- změně současné hodnoty budoucích příjmů dané varianty

Každý z těchto faktorů má v uživatelské funkci svou váhu, která je typicky kalibrována z dat.

Další možnou variantou tohoto přístupu je, že jedinec zůstává v práci, dokud může v budoucnu očekávat vyšší užitek z odchodu do důchodu než teď.

Jiné přístupy

V literatuře jsme narazili i na jiné přístupy k modelování rozhodnutí odchodu do důchodu. Jedním z nich je využití dynamického programování. Tento model je obecně sledován jako příliš komplexní a výpočetně náročný a není tedy často používán v praxi.

Další možností je využít analýzu přežití. Tento přístup v praxi vede k velice podobným výsledkům jako empirické pravděpodobnosti odvozené za pomoci regresního modelu.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí

V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující rozhodnutí o odchodu do důchodu, které jsou používány v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.

Země	ČR	Francie	Švédsko	USA	Belgie, Německo, Itálie
Faktor					
Pohlaví	x		x	x	x

Konec studia / Vzdělání		x		
Věk	x		x	x
Očekávané budoucí příjmy		x	x	
Preference zábavy		x		
Kariérní stav			x	
Počet dětí		x		
Rodinný stav		x		
Očekávané budoucí důchody		x	x	
Kariérní stav partnera		x		
Příjem			x	

Kromě standardních faktorů pohlaví a věku se typicky také uvažují očekávané budoucí příjmy a důchody (v takovém případě jde ale o optimalizační přístup k rozhodnutí). V některých modelech se dále uvažují vzdělání, rodinná situace nebo příjem.

4.2.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost



Na základě zkušeností z jiných zemí se ukazuje, že neexistuje ideální model, který by přesně zachytil rozhodování jedinců o odchodu do důchodu za všech situací. Doporučujeme se vydat podobným směrem jako např. model ve Francii, který obsahuje implementaci více rozhodovacích modelů, jejichž výsledky se porovnávají.













Doporučujeme následující:

1. Rozšíření empirického modelu o další vypovídající faktory (viz dále)
2. Implementaci metody oceňování opce (Stock a Wise)
3. Implementaci metody sociálně-pojistného bohatství (SSW)
4. Kombinaci modelů

1. Rozšíření empirického modelu

Jako jeden z přístupů navrhujeme zachovat současný přístup (stochastická událost) a uvažovat pro určení pravděpodobnosti i další faktory. Jednotlivé doporučené faktory vyhodnocujeme v následující tabulce.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Vzdělání	Střední – očekáváme, že jedinci s vyšším vzděláním budou déle pracovat	INEP+Tremixa + STATMIN ANOD	Komplexní spojení, pravděpodobně obtížně dostupné	 

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)	
Kariérní stav	Vysoký - očekáváme, že nezaměstnaní/neaktivní budou mít vyšší motivaci odejít do důchodu	INEP + STATMIN ANOD	Pravděpodobně dobrá		
Rodinný stav	Střední - očekáváme, že dopad může být významný zejména v kombinaci také s kariérním stavem partnera (partneři společně koordinují odchod do důchodu)	MVČR	Pravděpodobně nedostupné		
Kariérní stav partnera	Střední - očekáváme, že dopad může být významný zejména v kombinaci také s rodinným stavem (partneři společně koordinují odchod do důchodu)	MVČR + INEP	Pravděpodobně nedostupné		
Povolání	Vysoký – očekáváme, že druh povolání může mít velký dopad na chuť odejít do důchodu, přestože v jiných modelech jsme použití tohoto faktoru nezaznamenali	Tremixa + INEP + STATMIN ANOD	Komplexní spojení, pravděpodobně obtížně dostupné		
Příjem / náhradový poměr	Střední - očekáváme, že lidé s větším příjmem budou mít větší chuť dále pracovat.	INEP + STATMIN ANOD (případně STATMIN VZ + STATMIN ANOD)	Pravděpodobně dobrá (případě okamžitě dobře dostupná)		
Zdraví / nemocnost	Vysoká – očekáváme, že lidé s historicky vyšší nemocností budou preferovat dřívější odchod do důchodu	STATMIN ANOD + NEM	Pravděpodobně dobrá		

Byla identifikována poměrně široká škála faktorů s očekávaným středním nebo vysokým dopadem. U velké části z nich jsou ale problémy s dostupností dat (vzdělání, rodinný stav, kariérní stav partnera, povolání). Doporučujeme tedy rozšířit faktory o kariérní stav, příjem/náhradový poměr a zdraví/nemocnost u nichž lze očekávat dobrou dostupnost.

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

2. Implementace metody oceňování opce (Stock a Wise)

Doporučujeme do modelu přidat jako další možnost metodu oceňování opce, tak jak je popsána výše. Tato metoda umožní lépe zachytit ekonomickou výhodnost v kombinaci s užitekem, který jedinec získává, tím že má volný čas.

Typicky se pro nastavení parametrů této metody (viz výše) používají skutečná data o odchodech do důchodu (tedy z databáze STATMIN ANOD). Pro kalibraci parametrů by bylo nutné spustit model s použitím historických dat, aby bylo možné porovnávat modelované odchody se skutečností, která už bude známa. U některých parametrů (např. preference zábavy, riziková averze a časová preference) může být odhad z dat velice obtížný. V takovém případě by bylo možné použít parametry ze zahraničí, které se ovšem také pohybují na velice široké škále (viz výše).

3. Implementace metody sociálně-pojistného bohatství (SSW)

Doporučujeme do modelu přidat jako další možnost metodu sociálně-pojistného bohatství tak, jak je popsána výše. Tato metoda umožní lépe zachytit ekonomickou výhodnost a zároveň zachovat stochasticitu výsledku.

Z hlediska parametrizace této metody jde o podobnou úlohu jako v případě metody oceňování opce (mírně jednodušší protože se neuvažuje např. preference zábavy).

4. Kombinace modelů

Doporučujeme také kombinovat výsledky jednotlivých metod pomocí expertně nastavených vah. Takovýto model by mohl simulovat fakt, že v realitě je rozhodnutí kombinací ekonomických faktorů (metody oceňování opce a sociálně-pojistné bohatství) a jiných faktorů, které jsou zachyceny empirickým modelem (např. zdraví, apod.). Doporučujeme vytvořit kombinovaný model, který bude stochastický a bude brát v potaz jak empirické závislosti (na zdraví, apod.), tak faktory ekonomické výhodnosti (SSW), tak užítu zábavy (Stock a Wise).

Z hlediska parametrizace je možné manuálně kalibrovat na skutečné historické výsledky nebo použít expertní úsudek.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

1. Rozšíření empirického modelu

Rozšíření empirického modelu o doporučené faktory posoudíme pro každý faktor samostatně. V případě kariérního stavu jde jen o rozšíření tabulky a implementační práce je zanedbatelná. Podobně v případě příjmu. Pokud by bylo vyžadováno použití náhradového poměru, vyžadovalo by to vyčíslení důchodu ještě předtím, než se jedinec rozhodne odejít do důchodu. Šlo by o malou úpravu modelu, která by však měla dopad i na rychlost výpočtu. Očekáváme možnost použití nějakého zjednodušení tak, aby nebyl dopad na výpočetní čas příliš významný.

V případě závislosti na zdraví/nemocnosti jde o přidání do tabulky. Je ovšem nutné nejdříve tento faktor definovat (např. jako poměr dní na nemocenském za posledních 5 let v porovnání s průměrnou populací stejného věku) a zimplementovat tento výpočet do modelu. Jde o malou úpravu modelu s minimálním dopadem na výpočetní čas.

2. Implementace metody oceňování opce (Stock a Wise)

V případě implementace této metody jde o významnou úpravu modelu jak z hlediska pracnosti implementace, tak z hlediska dopadu na výpočetní čas. Je nutné, aby model v každém potenciálním okamžiku, kdy jedinec může odejít do důchodu, provedl samostatnou projekci od současné chvíle do očekávané smrti jedince pro vyhodnocení současné hodnoty budoucích příjmů. Tato projekce by na rozdíl od současného stochastického přístupu k projekci měla být deterministická (tedy výpočet očekávané současné hodnoty), což je funkcionalita, která v současném modelu neexistuje. Na druhou stranu tato funkcionalita (možnost použít deterministickou projekci) by mohla být užitečná i pro jiné účely (například při nutnosti zvýšit rychlost konvergence modelu). Přístup současného modelu (že projekce probíhá po jednotlivých modelových bodech) i možnosti softwaru Prophet toto rozšíření umožňují.

Hlavním překážkou je tedy dopad na výpočetní čas. Prvním zjednodušením, které doporučujeme, je výpočet provádět pouze s roční frekvencí – rozhodnutí by zůstávalo neměnné v rámci měsíců jednoho roku (náhodný může například být měsíc odchodu při rozhodnutí odejít do důchodu). Dále doporučujeme výpočet omezit pouze na vybrané období, ve kterém dochází k většině odchodů do důchodu (např. od vzniku nároku do 70 let). Při zavedení těchto opatření by k projekci mělo docházet maximálně desetkrát pro jednoho jedince. Odhadujeme nejvýše dvou nebo tří násobné zpomalení výpočtů pro jednoho jedince. Takovéto zpomalení je možné řešit použitím menšího vzorku modelových bodů při použití této metody.

3. Implementace metody sociálně-pojistného bohatství (SSW)

Z hlediska implementace a dopadu na rychlost modelu platí pro tuto metodu shodné závěry jako pro metodu oceňování opce. Pokud bude v modelu již naimplementována jedna z těchto metod, bude implementace druhé metody málo pracná a nebude mít žádný dopad na výpočetní rychlost. Tj. spouštění obou metod nebude vést k dodatečnému času běhu oproti jen jedné z těchto metod.

4. Kombinace modelů

Implementace kombinované metody v případě, že ostatní metody jsou již naimplementované, vede k úloze o malé pracnosti a se zanedbatelným dopadem na rychlost výpočtu oproti metodám oceňování opce a sociálně-pojistného bohatství. To znamená, že výpočetní čas kombinované metody, která by využívala vstupů z více metod je shodný s výpočetním časem při použití jen jedné metody. Je to proto, že náročná je ta část projekce, která je pro obě komplexnější metody společná (vložená deterministická projekce při rozhodování o odchodu do důchodu každý rok) a stačí tedy spočítat jen jednou.

V případě odchodu do důchodu považujeme automatickou kalibraci za nežádoucí, protože projekce odchodu do důchodu by naopak měl být jeden z hlavních výstupů modelu. V případě pokročilejších modelů ovšem existuje poměrně velká míra volnosti v nastavení některých parametrů a může být důležité

parametry nakalibrovat tak, aby výsledné pravděpodobnosti odchodu do důchodu dostatečně replikovaly skutečné chování jedinců. Doporučujeme tuto kalibraci řešit manuálně při parametrizaci modelu.

4.2.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Shrnutí návrhu	Doporučujeme rozšířit existující empirickou metodu o dodatečné faktory (kariérní stav, příjem/náhradový poměr, zdraví/nemocnost) a doimplementovat metody ocenění opce, sociálně-pojistného bohatství a kombinované metody.	
Očekávaný dopad na výsledky	Vysoký	- Zejména při změně podmínek odchodu do důchodu bude model schopný na tyto změny reagovat.
Náročnost implementace do modelu	Vysoká	- Zejména implementace metody ocenění opce a sociálně-pojistného bohatství
Dopad na běh modelu	Střední	- Očekáváme, že zpomalení modelu se může pohybovat v řádu dvou nebo tří násobku. Považujeme za možné použít pro tyto metody nižší počet modelových bodů a tím zpomalení kompenzovat.
Náročnost datové analýzy	Vysoká	- Vyžaduje historický běh modelu. Náročná může být také parametrizace speciálních parametrů (např. preference zábavy).
Dostupnost dat pro analýzu	Střední	- Základní data (INEP + STATMIN ANOD) jsou pravděpodobně dobře dostupné. Obtížná může být dostupnost dat pro speciální parametry – jedním řešením je použít zahraniční parametry.
Závislosti dat		- Neočekáváme významnou datovou závislost mezi doporučenými faktory.
Dostupnost dat v modelu	Vysoká	- Data potřebná pro doporučené řešení jsou v modelu dostupná.
Doporučená kalibrace	Manuální kalibrace	- Automatickou kalibraci nepovažujeme za žádoucí. Manuální kalibrace může být nutná při hledání optimální parametrizace pokročilých metod.
Náročnost kalibrace	Střední	- Nutnost dodatečných běhů

4.3 Ostatní procesy

Proces	Komentář
Volba varianty důchodu pro pracující důchodce	Neočekáváme významný dopad na výsledky důchodového systému při vyšší diferenciaci voleb variant pro pracující důchodce. V současné chvíli nedoporučujeme další rozvoj v této oblasti. Výhledově doporučujeme zvážit zahrnutí volby varianty jako součást rozhodování o odchodu do důchodu pomocí výše popsaných optimalizačních metod (provázet paralelní výpočty nejen pro různé věky odchodu do důchodu, ale také různé varianty souběhu práce a důchodu).

5 Oblast fondového pojištění

5.1 Úvod

Do oblasti fondového pojištění spadají především rozhodnutí o účasti jedince ve fondovém pojištění (např. současné doplňkové penzijní spoření nebo II. pilíř) a volba konkrétního typu fondu, ve kterém bude jedinec spořit. Dále může jít například o nastavení a změny v investiční strategii či přechody mezi různými poskytovateli.

Rozhodnutí spadající do této oblasti mají dopad na peněžní toky popisující příspěvky do fondového pilíře.

Lze očekávat, že má význam individualizovat rozhodovací proces v rámci této oblasti, neboť zmíněná rozhodnutí závisí na výši příjmu jedince, jeho rodinné situaci, ekonomickém vývoji nebo případně i dalších faktorech.

Modelováním individualizovaného chování jedinců v rámci mikrosimulačních modelů se obecně zabývá např. článek [13] nebo [12], jejichž závěry lze vztáhnout i na tuto oblast.

5.2 Vstup do fondového pojištění a volba výše příspěvku

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním vstupu do fondového pojištění a volbou výše příspěvku.

5.2.1 Význam vstupu do fondového pojištění a její popis v rámci současného modelu

Význam účasti ve fondovém pojištění v důchodovém modelu

Účast ve fondovém pojištění přímo ovlivňuje budoucí výši příjmu jedinců. V závislosti na nastavení konkrétního systému může mít dopad na výši příspěvků od státu nebo redukce důchodu z průběžně financovaného systému. Dále toto rozhodnutí může následně ovlivnit například jedincovo rozhodnutí o (předčasném/pozdním) odchodu do důchodu.

Současné modelování

V současné době je možné modelovat libovolné množství fondových pilířů s několika samostatnými fondy. Nicméně účast ve fondovém pilíři a volba fondu je daná v modelovém bodě jako vstupní parametr a dále se nemění. Model také zachycuje přechody mezi investičními strategiemi (typy fondů) v závislosti na pohlaví a věku. Model je tedy otevřený libovolnému fondovému pojištění, ale v současné době nemodeluje žádný konkrétní systém.

Omezení a nevýhody současného přístupu

Současný model nezachycuje konkrétní systémy fondového pojištění v České republice. Aby to bylo možné, je nutné existující obecný model zkonkretizovat a zaimplementovat příslušná rozhodnutí (volba výše příspěvku pro doplňkové penzijní spoření a rozhodnutí o vstupu v případě II. pilíře).

5.2.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Pro vstup/výstup z fondového pojištění se v jiných modelech typicky používá přístup stochastické události s jistou pravděpodobností. Modely se liší ve faktorech, které mají vliv na tyto pravděpodobnosti.

K výpočtu výše příspěvku ve Švédsku použili regresní model, kde uvažované vysvětlující proměnné (faktory) jsou shrnuté níže.

V americkém modelu PENSIM (viz [2] na stranách 263-264) nejprve na základě pravděpodobnosti přechodu určí, jestli daný jedinec pro daný rok bude přispívat nenulovou částkou nebo ne. Následně u těch, kteří v daném roku přispívají, určí výši příspěvku, která je rovna $\exp(avg) \exp(dev)$, kde avg je průměrná výše příspěvku závislá na věku a příjmu a dev je životní normálně rozdělená odchylka pro daného jedince, která se v průběhu let nemění.

Další alternativou je využít přístupy používané v modelování životního pojištění s významnou investiční složkou. Pojišťovna má typicky k dispozici propojený model aktiv a závazků, který běží nad množstvím stochastických ekonomických scénářů. Scénáře mají dopad na vývoj aktiv, což vede ke změnám v benefitech pojistného produktu. Takovéto modely typicky berou v potaz to, že jedinec může svým chováním na změny v benefitech reagovat například stornováním smlouvy, částečným výběrem prostředků z fondu nebo naopak dodatečným vkladem do fondu. Jde tedy o analogii změn typu fondu / poskytovatele a změny příspěvku v případě fondového pojištění.

V případě dynamického storna/výběru/vkladu se typicky definuje nějaký tržní index, který má reprezentovat typický tržní výnos. Reakce jedinců je v takovém případě přímo úměrná rozdílu výnosu jeho konkrétního fondu a tržního výnosu. V případě zaostávání za tržním výnosem se modelují vyšší storna a výběry, v opačném případě vyšší vklady.

Další možnou inspirací z pojistného modelování je zachycení chování samotného správce fondu. Pojistné modely typicky zachycují to, že správce reaguje na změny v ekonomické situaci změnou své investiční strategie (např. přesun z akcií do dluhopisů a naopak, volba časové struktury investic, realizace nerealizovaných zisků, apod.).

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí

V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující vstup/výstup do fondového pojištění a výši příspěvku, které jsou používány v mikrosimulačních důchodových jiných zemí.

Země Faktor	Švédsko	Anglie	USA
Pohlaví	x		
Konec studia / Vzdělání	x	x	
Délka zaměstnání (celková)		x	
Věk	x	x	x
Rodinný stav	x	x	
Národnost	x		
Příjem	x		x

Nejčastěji používané faktory jsou věk, příjem a vzdělání. Ve švédském modelu uvažují rodinný stav pouze u odhadu pravděpodobnosti vstupu/výstupu z fondového pojištění. Méně častými faktory jsou národnost, délka zaměstnání, a pohlaví.

5.2.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Doporučujeme do modelu zaimplementovat současné doplňkové penzijní spoření. K tomu je nutné

- definovat rozdělení možných fondů na vhodné typy (zejména garantovaný a negarantovaný, případně různé investiční strategie a náklady)
- zaimplementovat pravidla pro výši státního příspěvku
- přidat počáteční informace do modelových bodů
 - výše fondu
 - výše příspěvku
 - typ fondu
- parametrizovat výnos jednotlivých typů fondů (včetně případného napojení na stochastické ekonomické scénáře) a také náklady
- modelovat rozhodnutí o
 - změnách výše příspěvku
 - změnách typu fondu

Stejným způsobem bude možné modelovat i současný II. pilíř. V takovém případě je rozhodnutí o výši příspěvku limitováno na nulu (jedinec nevstoupil do systému) nebo danou část mzdy (vstoupil do systému). Podobně je možné modelovat i jiné uvažované reformní varianty založené na principech fondového pojištění.

Výše příspěvku se v ostatních modelech typicky modeluje ve dvou krocích. Prvním krokem je rozhodnutí o účasti v systému a poté v případě, že se jedinec rozhodne účastnit, se modeluje výše jeho příspěvku. Tímto přístupem je možné zachytit jak současné doplňkové penzijní spoření, tak II. pilíř (výše příspěvku je v tomto případě daná a nemusí se dále modelovat).





Pro modelování vstupu/výstupu jedince z fondového pojištění doporučujeme v souladu s přístupy v jiných modelech (např. Švédsko nebo USA) implementovat přístup založený na pravděpodobnosti přechodu. V případě modelování více systémů/pilířů, zde nebude obtížné definovat pravděpodobnosti pro volbu jednotlivých pilířů. Volbu typu fondu také doporučujeme modelovat na základě pravděpodobností.









Pro výpočet výše příspěvku doporučujeme použít přístup v americkém modelu PENSIM, založeném na průměrných hodnotách výše příspěvků a individuální odchylce.

Pro modelování změn ve výši příspěvku a změny v typu fondu doporučujeme používat dynamické přístupy s vazbou na ekonomické scénáře, jako byly popsány výše pro případ modelování v pojišťovnictví.

Pro modelování chování správce fondu se naopak domníváme, že dynamické modelování s vazbou na ekonomické scénáře nebude mít velký dopad, jelikož typicky je v penzijních fondových systémech investiční strategie fondu poměrně fixní a správce nemá mnoho prostředků pro její změnu.

Jednotlivé doporučené faktory pro vstup do fondového pilíře a volbu výše příspěvku vyhodnocujeme v následující tabulce. U faktoru národnost očekáváme, že má zanedbatelný vliv na tyto rozhodnutí.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti,	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktorů v modelu (viz 7.2)
Konec studia / Vzdělání	Vysoký - očekáváme, že dopad může být významný, ale dodatečná informace se pravděpodobně z významné části překrývá s informací získanou z příjmu.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (případně i individuálně) – nutné propojit s INEP a Tremixa, což může být obtížné	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 
Délka zaměstnání (celkově)	Střední – očekáváme, že může mít dopad zejména na vstup/výstup do fondového pilíře.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (možná i individuální údaje) – nutné propojit INEP	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti,	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Pohlaví	Střední - dle zkušeností ze zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor má význam jak na vstup/výstup do fondového pilíře a volbu fondu, tak na výši příspěvku.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (možná i individuální údaje)	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 
Věk	Vysoký - dle zkušeností ze zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor má význam jak na vstup/výstup do fondového pilíře a volbu fondu, tak na výši příspěvku.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (možná i individuální údaje)	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 
Rodinný stav	Střední - dle zkušeností ze zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor má význam zejména na vstup/výstup do fondového pilíře a volbu fondu.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (možná i individuální údaje) – nutné propojit s MVČR	Propojení pravděpodobně není možné	 
Příjem	Vysoký - dle zkušeností ze zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor má velký význam jak na vstup/výstup do fondového pilíře a volbu fondu, tak na výši příspěvku.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (možná i individuální údaje) – nutné propojení s INEP	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 
Výnosy fondů a ekonomický vývoj	Vysoký – nesetkali jsme se s využitím tohoto faktoru v jiných modelech (tj. modely nepoužívají stochastické modelování výnosů fondů) ale zejména z modelů v oblasti pojišťovnictví považujeme faktor za potenciálně významný.	Ministerstvo Financí – statistiky o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku (možná i individuální údaje) + propojení s historickými výnosy fondů a ekonomickou situací	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 
Poplatky za změnu	Střední – očekáváme, že poplatky za změnu fondu můžou ovlivnit přechody mezi fondy (např. snížit pravděpodobnost více přechodů mezi fondy v jednom roce, které jsou již zpoplatněny)	Ministerstvo Financí – statistiky o změnách fondů v doplňkovém penzijním spoření	Dostupnost dat pro závislosti a zejména možnosti propojení je nutné ověřit	 

Hlavní otázkou v případě volby faktorů je datová dostupnost pro analýzu. Očekává se, že Ministerstvo Financí má k dispozici nějaká data o doplňkovém penzijním spoření, ale není známo, v jaké jsou data granularitě a jestli je možné je propojit s individuálními daty v jiných databázích (např. INEP).

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Z hlediska pracnosti implementace do modelu je nutné očekávat jistou pracnost při implementaci specifických pravidel daného systému (např. systém státních příspěvků nebo garantovaný výnos). V současnosti není v modelu zaimplementován ani žádný proces na vstup a výstup ze systému nebo změnu výše příspěvku. Implementace těchto prvků by ale neměla být pracná (přidání dodatečných stavových proměnných), což lze v modelu MPSV provést z velké části nastavením tabulek.

Implementace napojení výnosů fondů na ekonomickou situaci danou stochastickými ekonomickými scénáři MPSV může být středně pracná. Podstatnější ale může být dopad integrace stochastických scénářů na dobu běhu modelu, jelikož každý ekonomický scénář znásobuje dobu běhu. Doporučujeme integraci se stochastickými scénáři používat jen pro speciální běhy, které mají za cíl, zkoumat dopady v oblasti fondového pojištění a vztahu k výnosnosti fondů. Pro takový běh bude nutné významně zredukovat počet modelových bodů, aby byl výsledek dostupný v rozumném čase.

Ve fondové oblasti nevidíme důvod pro kalibraci na externí projekce pomocí modelu. V případě ekonomických scénářů by tato kalibrace měla být zajištěna v rámci tvorby scénářů. V rámci modelu lze případně ještě ověřit, že počet scénářů je dostatečný na to, že výsledky jsou dostatečně blízké očekávání (tj. otázka konvergence scénářů).

5.2.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh na modelování vstupu do fondového pilíře a výše příspěvku.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Shrnutí návrhu	Doporučujeme zaimplementovat současný systém doplňkového penzijního spoření a pro změnu výši příspěvku a typu fondu uvažovat faktory pohlaví, věk, příjem, výnos fondů a ekonomický vývoj. Pro faktor výnos fondů a ekonomický vývoj doporučujeme zaimplementovat dynamické chování jedinců ve vazbě na ekonomické scénáře MPSV.	
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	- Zejména na modelování účasti na fondovém pilíři (fondových pilířích) a s tím spojené státní výdaje a budoucí příjmy jedinců.
Náročnost implementace do modelu	Střední	- Zejména napojení na stochastické ekonomické scénáře. Jinak jde o méně náročné změny.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Dopad na běh modelu	Vysoké	- Zejména napojení na stochastické ekonomické scénáře – doporučujeme proto používat jen pro speciální běh s cílem zkoumat tuto problematiku. Ostatní změny mají zanedbatelný dopad.
Náročnost datové analýzy	Střední	- Zejména kalibrace dynamického chování.
Dostupnost dat pro analýzu	Nejistá	- Data jsou pravděpodobně dostupná ze statistik nebo možná i z individuálních údajů (např. o počtu nově uzavřených smluv o doplňkovém penzijním spoření a výši příspěvku) z Ministerstva Financí (MF), nicméně jejich kvalita a dostupnost (zejména ta na individuální úrovni) je potřeba ověřit.
Závislosti dat		- Neočekáváme významnou datovou závislost mezi doporučenými faktory.
Dostupnost dat v modelu	Nejistá	- Není jisté, jestli bude možné data z MF propojit na individuální úrovni s INEP – jedná se zejména o informace o stavu fondu a výši příspěvku.
Doporučená kalibrace	Žádná	- .
Náročnost kalibrace	Žádná	-

5.3 Chování správce fondu

5.3.1 Význam chování správce fondu a jeho popis v rámci současného modelu

Význam v důchodovém modelu

Chováním správce fondu máme na mysli zejména jeho investiční rozhodnutí (nákup a prodej cenných papírů) v závislosti na ekonomické situaci. Toto chování může mít dopad na výnos fondu a zejména jeho volatilitu, čímž má dopad na výši úspor a důchodu z fondového systému.

Současné modelování

V současné době model předpokládá pevný výnos daného typu fondu. Chování správce fondu tedy není bráno v potaz.

Omezení a nevýhody současného přístupu

Současný model neumožňuje zachytit efekt nejistoty ve výnosu fondů a s tím spojenou nejistotu důchodů z fondového systému. Pro její správné zachycení je nutné brát také v potaz reakce správce fondu na měnící se ekonomickou situaci. Pokud toto chování není zachyceno, dochází pravděpodobně k přecenění volatility výnosů (a tím pádem volatility důchodů), protože správce se typicky snaží svým chováním omezit riziko ztráty.

5.3.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Nesetkali jsme se s modelem důchodového systému, který by stochasticky modeloval ekonomickou situaci a měl na ní navázané rozhodování správce fondu. Takovýto přístup se ale typicky používá v oblasti životního pojištění.

V typickém stochastickém modelu aktiv a závazků životní pojišťovny se používají ekonomické scénáře, které definují časový vývoj finančních trhů (zejména úrokových měr, akciových výnosů a inflace). Modely uvažují následující chování správce fondu (pojišťovny):

- dynamická realizace nerealizovaných zisků a ztrát – podkladová aktiva pro produkty s podílem na výnosu jsou typicky účtována amortizovanou hodnotou, čímž vzniká rozdíl oproti tržní hodnotě. Pojišťovna má možnost v ekonomicky úspěšných letech realizovat ztráty z minulosti a naopak v neúspěšných letech realizovat zisky z minulosti pro zmenšení volatility výnosu pro klienta. Podobné chování je významné zejména ve spojitosti s existencí garance.
- dynamická změna alokace aktiv – pojišťovny v reakci na finanční situaci mohou přizpůsobovat svou investiční strategii (zejména rozdělení investic mezi různé třídy aktiv). Typicky modelovaným

chováním je, že pojišťovna dovolí podílu dané třídy aktiv se pohybovat v předem daném koridoru, ale při vybočení z tohoto koridoru dané aktivum dokupuje/prodává tak, aby podíl opět ležel v koridoru. Další možnou akcí je skoková změna alokace aktiv např. při finanční krizi (definováno např. na základě velkého poklesu akciového indexu, nízkých úrokových měr, vysoké inflace, apod.). Skoková změna může typicky být zmenšení podílu v rizikových aktivech (např. přechod od akcií k dluhopisům, přechod od dlouhých ke krátkým dluhopisům, přechod od rizikových akcií k méně rizikovým, apod.).

- volba délky splatnosti dluhopisu / sladění aktiv a pasiv – dalším dynamicky modelovaným chováním je volba doby do splatnosti investičního instrumentu a její sladění s budoucími očekávanými výplatami. Aspektem taky může být splnění garance – v případě, že výnos je dostatečný na splnění garance, tak se nakupují delší dluhopisy (výnos se fixuje), v případě, že výnos je nižší, tak se naopak kupují kratší dluhopisy s očekáváním vyšších výnosů v budoucnu.

5.3.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Doporučujeme pro důchodový model uvažovat o použití některých z přístupů používaných v pojišťovnictví. Některé prvky nemají pro současné důchodové fondy velký význam, jelikož účtování probíhá přes tržní hodnotu – v takovém případě nedává smysl dynamická realizace nerealizovaných výnosů a ztrát. Je ale možné, že tento aspekt se může změnit zejména v případě zavedení nutnosti garantovaného výnosu.

Dalším aspektem, který je nutné vzít v potaz je, že penzijní fondy typicky mají předem definovanou investiční strategii a mají pouze omezené možnosti reagovat na dění na finančních trzích. Z tohoto pohledu považujeme za přínosnou implementaci například možnosti přechodu od rizikových k méně rizikovým akciovým trhům v případě finanční krize (a naopak).

Pravidla použitá pro rozhodování pojišťoven mohou být velice komplexní. Pro případ důchodového modelu doporučujeme spíše jednoduchá pravidla, jelikož neočekáváme, že by komplexní pravidla mohla mít velký dopad. Zároveň předpokládáme, že pro kalibraci složitějších pravidel nebudou k dispozici vhodné vstupy (reálné strategie fondů).

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Z hlediska integrace stochastických scénářů s mikrosimulačním modelem platí v tomto případě stejné závěry jako v případě implementace chování jedince (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). V případě, že bude integrace vyřešena pro chování jedince, bude model zároveň připraven na modelování chování správců.

Složitost implementace samotných pravidel chování by měla vést k nízké nebo střední pracnosti v závislosti na komplexitě zvoleného modelu.

5.3.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh na modelování vstupu do fondového pilíře a výše příspěvku.

Zhodnocení návrhu	Komentář		
Shrnutí návrhu	Doporučujeme využít stochastické scénáře MPSV a implementovat jednoduchá pravidla pro změny alokaci aktiv fondu (přechod od rizikových akcií k méně rizikovým) v případě nepříznivého vývoje ekonomické situace (silný pokles akciového indexu).		
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	-	Umožní přesněji zachytit volatilitu výnosů a tím volatilitu důchodů z fondových systémů.
Náročnost implementace do modelu	Střední	-	Zejména napojení na stochastické ekonomické scénáře (nejde ale o dodatečnou práci k implementaci chování jedince). Jinak jde o méně náročné změny.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Dopad na běh modelu	Vysoké	- Zejména napojení na stochastické ekonomické scénáře – doporučujeme proto používat jen pro speciální běh s cílem zkoumat tuto problematiku (nejde ale o dodatečný čas oproti chování jedince). Ostatní změny mají zanedbatelný dopad.
Náročnost datové analýzy	Střední	- Zejména nastavení pravidel dynamického chování.
Dostupnost dat pro analýzu	Nejistá	- Očekáváme, že data nebudou k dispozici, ale pravidla budou nastavena na základě expertního úsudku.
Závislosti dat		- Žádné
Dostupnost dat v modelu	Dobrá	- Data ze scénářů MPSV by měla být pro model k dispozici
Doporučená kalibrace	Žádná	- .
Náročnost kalibrace	Žádná	-

5.4 Ostatní procesy

Proces	Komentář
Volba investiční strategie	Doporučujeme volbu investiční strategie zachytit volbou vhodné kategorizace pro typy fondů (viz. výše).

6 Oblast náhodných událostí

6.1 Úvod

Oblast náhodných událostí se od ostatních odlišuje tím, že nezahrnuje rozhodovací procesy ve smyslu svobodné volby daného jedince v daném okamžiku. Spadají sem události úmrtí a invalidity (také např. změna stupně invalidity, apod.), které mají pravděpodobnostní povahu a nejsou samozřejmě důsledkem rozhodnutí jedince. Rozhodnutí a individuální situace daného jedince ovšem mohou pravděpodobnost těchto událostí významně ovlivnit.

I na tyto události lze nahlížet z pohledu možnosti individualizace procesu přechodu z jednoho stavu do druhého (např. přechod ze zdravého stavu do invalidity). Konkrétní charakteristiky a momentální situace daného jedince může mít na zmíněné události nezanedbatelný vliv. Lze očekávat, že dosažené vzdělání a dosavadní kariérní dráha může mít vliv na úmrtnost nebo současné povolání může ovlivnit pravděpodobnost invalidity (např. v případě práce v ozbrojených složkách).

Události spadající do této oblasti mají vliv na všechny peněžní toky modelované v rámci dynamického mikrosimulačního modelu důchodového systému. Proto pokládáme za relevantní a důležité zabývat se individualizací i těchto procesů přesto, že nejde o rozhodnutí jedince v pravém slova smyslu.

6.2 Nemocnost

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním nemocnosti.

6.2.1 Význam nemocnosti a její popis v rámci současného modelu

Význam nemocnosti v důchodovém modelu

Nemocnost má zejména vliv na pracovní kariéru jedince, konkrétně na počet odpracovaných dní a na případné pobírání nemocenských dávek. Dále může mít nemocnost vliv například na pravděpodobnost vzniku invalidity nebo na chuť jedince odejít do předčasného důchodu.

Současné modelování

Onemocnění je v současnosti modelováno jako náhodná událost, kde pravděpodobnost onemocnění závisí na pohlaví a věku. V závislosti na těchto faktorech se v modelu dále generuje rozdělení délky nemoci (v týdnech).

Omezení a nevýhody současného přístupu

Nemocnost je v modelu odvozena pouze od pohlaví a věku a zatím nejsou uvažovány žádné další rodinné nebo ekonomické faktory nebo zejména nemocnost v minulosti.

6.2.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Přístupy jiných zemí k modelování nemocnosti se od českého modelu ve své podstatě neliší, nicméně v modelech uvažují více faktorů.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí









V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující nemocnost/zdraví, které jsou používané v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.

Země Faktor	ČR	Švédsko	Belgie, Německo, Itálie
To samé v minulosti		x	
Pohlaví	x	x	
Konec studia/ Vzdělání		x	x
Délka zaměstnání		x	
Povolání		x	
Věk	x	x	x
Kariérní stav		x	
Počet dětí		x	
Rodinný stav		x	x
Národnost		x	
Region		x	
Růst HDP		x	
Nezaměstnanost		x	

Výše uvedené faktory ze švédského modelu jsou užívány při modelování délky nemoci. U určování pravděpodobnosti onemocnění používají ty samé kromě růstu HDP, regionu, počtu dětí, délky zaměstnání a povolání.

6.2.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Pro modelování nemocnosti doporučujeme zachovat současný přístup a navrhuje uvažovat další faktory, které vyhodnocujeme v následující tabulce. U ostatních faktorů (kariérní stav, délka zaměstnání, národnost, růst HDP, nezaměstnanost, počet dětí, rodinný stav, region) očekáváme, že mají zanedbatelný vliv na nemocnost nebo, že by přínos zakomponování daného faktoru do modelu byl zanedbatelný vzhledem k náročnosti datové analýzy.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti,	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktorů v modelu (viz 7.2)	
Nemocnost v minulosti	Vysoký – očekáváme, že předchozí nemocnost může výrazně ovlivnit tu současnou.	NEM	Dobrá a kvalitní		
Konec studia/ Vzdělání	Střední – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít na nemocnost významný dopad	NEM + INEP + Trexima	Potenciálně dobrá, středně kvalitní, ale pracné		
Příjem	Střední – očekáváme, že příjem může obsahovat podobné informace jako povolání a vzdělání, ale jeho dostupnost je okamžitá	INEP + NEM	Potenciálně dobrá a kvalitní		
Povolání	Vysoký – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že druh povolání může mít významný vliv na nemocnost.	NEM	Dobrá a kvalitní		

Jako klíčové rozšíření doporučujeme brát v potaz nemocnost v minulosti a tím zachytit chronické nemoci a zhoršující se zdraví. Trojice vzdělání, příjem a povolání pravděpodobně zachycují velice podobnou informaci a doporučujeme použít alespoň jeden faktor z této trojice. Za nejvíce vypovídající považujeme povolání, ale vzhledem k dostupnosti je pravděpodobně realističtější využití příjmu.

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Implementace dodatečných faktorů by neměla být náročná, půjde pouze o rozšíření pravděpodobnostních tabulek. Náročnost určení daných pravděpodobností bude záviset na kvalitě dostupných dat.

Z hlediska kalibrace nepovažujeme za nutné do modelu přidávat mechanismus na automatickou nebo poloautomatickou kalibraci počtu nemocných. Spíše doporučujeme případnou krátkodobou kalibraci (například srovnání s posledním rokem skutečnosti) provést manuálně při odvození pravděpodobností jako součást datové analýzy.

6.2.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh na modelování nemocnosti.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Shrnutí návrhu	Zachovat současný přístup a přidat dodatečné faktory nemocnost v minulosti a příjem (případně povolání nebo vzdělání v případě, že budou dostupné).	
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	- Vyšší individualizace procesu nemocnosti a také dopady na invaliditu a odchod do důchodu
Náročnost implementace do modelu	Nízká	- Implementace dodatečných faktorů. Změny pouze ve struktuře tabulek.
Dopad na běh modelu	Nízký	- Zanedbatelný dopad
Náročnost datové analýzy	Střední	- Analýza dat v NEM, popř. NEM-INEP, může být středně náročná
Dostupnost dat pro analýzu	Střední	- Data z NEM jsou dostupná, data z NEM+INEP jsou potenciálně dostupná.
Závislost dat		- Faktory vzdělání, příjem a povolání pravděpodobně mají podobnou vypovídající hodnotu a považujeme za dostatečné použít jen jeden z těchto faktorů.
Dostupnost dat v modelu		- Data pro nemocnost v minulosti a příjem jsou dostupné a v dobré kvalitě. To neplatí v případě povolání a vzdělání
Doporučená kalibrace	Manuální kalibrace	- Považujeme manuální krátkodobou kalibraci při odvozování parametrů za dostatečnou
Náročnost kalibrace	Střední	- Dle nutnosti běh navíc

6.3 Invalidita

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním invalidity.

6.3.1 Význam invalidity a její popis v rámci současného modelu

Význam invalidity v důchodovém modelu

Invalidní důchody tvoří důležitou část výdajů důchodového systému a jejich význam se ještě zvyšuje zejména s rostoucím věkem odchodu do starobního důchodu. Vyšší individualizace invalidity může vést ke zpřesnění výsledků, pokud existuje korelace např. mezi příjmem a pravděpodobností vzniku invalidity.

Současné modelování

Invalidita je v současnosti modelována jako náhodná událost, kde se pravděpodobnost vzniku invalidity a jejího stupně určuje zvláště pro ženy a muže v závislosti na jejich věku. Dále se u invalidního jedince určují pravděpodobnosti přechodu mezi různými stupni invalidity nebo případného zotavení se a to na základě pohlaví, věku, současného stupně invalidity, nového stupně invalidity a délce invalidity na současném stupni.

Omezení a nevýhody současného přístupu

Nyní je pravděpodobnost invalidity odvozena pouze od pohlaví a věku a předpokládáme, že zde mohou hrát významnou roli i další faktory jako je míra nemocnosti v historii jedince nebo některé další ekonomické/rodinné faktory. Nezachycení těchto závislostí může vést k nepřesným výsledkům a zavádějícím závěrům.

6.3.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Ve švédském modelu invaliditu modelují na základě pravděpodobností jejího vzniku, obdobně jako v českém modelu. Zároveň modelují pravděpodobnost zotavení se z invalidity a to v závislosti na níže uvedených faktorech.

V americkém modelu PENSIM používají hazardní funkci k určení času začátku invalidity. Obdobně modelují zotavení se z invalidity, kde parametry modelu odhadují zvlášť pro muže a ženy a zvlášť pro případy zotavení se do jednoho roku, 1-10 let a 10 a víc let.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí

V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující invaliditu, které jsou používané v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.





Země Faktor	ČR	Švédsko	USA	Indie
Invalidita v minulosti	x	x		
Pohlaví	x	x	x	
Konec studia / Vzdělání		x	x	
Věk	x	x	x	x
Národnost			x	
Zdraví/ Nemocnost		x		

Faktory používané při určování vzniku invalidity jsou věk, pohlaví, vzdělání, národnost a zdraví/nemocnost. K určení pravděpodobnosti zotavení se z invalidity berou v úvahu věk, dosažené vzdělání a čas strávený jako invalida.

6.3.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Pro modelování vzniku invalidity a možnosti zotavení se doporučujeme zachovat současný přístup na základě pravděpodobností přechodu, ale uvažovat další faktory.

V následující tabulce vyhodnocujeme další faktory, které navrhuje v modelu uvažovat. U faktoru národnost očekáváme, že má zanedbatelný vliv na invaliditu.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti,	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)
Konec studia/ Vzdělání	Střední – je možné, že dopad je významný, ale pravděpodobně bude tato závislost zachycena již v nemocnosti.	INEP + Trexima + STATMIN ANOD	Potenciálně dobrá, středně kvalitní, ale pracné	 
Zdraví / Nemocnost	Vysoký – Na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že zdraví, respektive nemocnost může mít na pravděpodobnost vzniku invalidity významný dopad.	NEM + STATMIN ANOD	Potenciálně dobrá a kvalitní	 

Doporučujeme rozšířit pravděpodobnost invalidizace o faktor zdraví/nemocnost. Možné je i využít konkrétní informace o diagnózách v minulosti, pokud tato informace bude k dispozici.

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

Z hlediska kalibrace nepovažujeme za nutné do modelu přidávat mechanismus na automatickou nebo poloautomatickou kalibraci počtu invalidů. Spíše doporučujeme případnou krátkodobou kalibraci (například srovnání s posledním rokem skutečnosti) provést manuálně při odvození pravděpodobností jako součást datové analýzy.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Implementace dodatečných faktorů by neměla být náročná. Půjde o rozšíření pravděpodobnostních tabulek. Náročnější může být určení pravděpodobností při horší kvalitě dostupných dat.

6.3.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh na modelování invalidity.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Shrnutí návrhu	Zachovat současný přístup a přidat dodatečný faktor zdraví/nemocnost.	
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	- Vyšší individualizace procesu invalidity a napojení na dlouhodobou nemocnost.
Náročnost implementace do modelu	Nízká	- Implementace dodatečných faktorů. Změny pouze ve struktuře tabulek.
Dopad na běh modelu	Nízký	- Zanedbatelný dopad
Náročnost datové analýzy	Střední	- Analýza dat v NEM + STATMIN ANOD může být náročnější, zejména pokud se bude pracovat i s informacemi o diagnózách.
Dostupnost dat pro analýzu	Střední	- Data z NEM i STATMIN ANOD jsou dostupná a mělo by být možné je propojit
Závislost dat		- Neočekáváme významnou datovou závislost mezi uvažovanými faktory.
Dostupnost dat v modelu		- Stav zdraví/nemocnosti zatím v modelu projektován není, nicméně jeho přidání by nebylo náročné. Zdravotní stav jedince by se určoval pomocí jistých pravděpodobností onemocnění na základě dat z NEM - z informací o nemocenských dávkách.
Doporučená kalibrace	Manuální kalibrace	- Považujeme manuální krátkodobou kalibraci při odvozování parametrů za dostatečnou
Náročnost kalibrace	Střední	- Dle nutnosti běh navíc

6.4 Úmrtnost

V této podkapitole se budeme zabývat modelováním úmrtnosti.

6.4.1 Význam úmrtnosti a její popis v rámci současného modelu

Význam úmrtnosti v důchodovém modelu

Úmrtnost má zásadní význam zejména na délku vyplácení starobních důchodů a tím na rovnováhu celého důchodového systému. Zachycení rozdílné úmrtnosti mezi různými skupinami obyvatel umožní správně interpretovat dopad testovaných reforem nejen na agregátní úrovni, ale také na úrovni jednotlivých skupin obyvatel.

Současné modelování

Úmrtnost je v současnosti modelována jako náhodná událost. Pravděpodobnost úmrtí je dána na základě věkové a kalendářně závislých úmrtnostních tabulek, zvlášť pro muže a ženy. Úmrtnost v tuto chvíli závisí pouze na věku, pohlaví a kalendářním roku, což zaručuje dobrou shodu s externí demografickou projekcí.

Omezení a nevýhody současného přístupu

Uvažovat u úmrtnosti jako faktor jen věk a pohlaví může mít negativní vliv na realističnost životních drah (individualizaci modelu), a tak i na důchodový systém. Například osoby s vyšším vzděláním (příjmem) mohou mít v dané věkové kategorii menší pravděpodobnost úmrtí, a tak po delší dobu pobírat dávky z důchodového systému. Pokud tento efekt není zachycen, může to vést k podcenění celkových výdajů za starobní důchody.

6.4.2 Alternativní přístupy

Přehled přístupů používaných v modelech z jiných zemí

Ze studií vyplývá, že míra úmrtnosti se mezi jedinci stejného věku liší a existují silné závislosti s životním stylem, které souvisí například se vzděláním, příjmem nebo se zdravotním stavem/invaliditou. Používané faktory jsou shrnuty v níže uvedené tabulce. V modelech jiných zemí je určování pravděpodobností úmrtnosti prováděno zvlášť v různých věkových kategoriích. Například ve švédském modelu simulují úmrtnost v období 0 – 29 let věku kvůli obecně malé úmrtnosti jen na základě statistických dat v závislosti na věku a pohlaví (podobně jako tomu je v českém modelu). V období 30 – 64 let pak přidávají faktory předčasný důchod, příjem a rodinný stav. V období 64 let a víc místo příjmu uvažují nejvyšší dosažené vzdělání.

Přehled faktorů používaných v modelech z jiných zemí

V následující tabulce shrnujeme faktory ovlivňující úmrtnost, které jsou používány v mikrosimulačních důchodových modelech ČR a jiných zemí.










Země	ČR	Švédsko	Anglie	USA	Indie	Belgie, Německo, Itálie
Faktor						
Pohlaví	x	x		x	x	
Konec studia/ Vzdělání		x		x		
Věk	x	x	x	x	x	x
Rodinný stav		x				
Příjem		x	x			
Region			x		x	
Předčasný důchod		x				
Invalidita			x	x		

Nejčastěji používané faktory v jiných zemích jsou věk a pohlaví. Dále pak uvažují nejvyšší dosažené vzdělání, příjem, region a invaliditu. Švédský model přidává i rodinný stav a šel-li jedinec do předčasného důchodu.

6.4.3 Možnosti vylepšení současného modelu a jejich proveditelnost

Doporučujeme zachovat současný přístup na základě pravděpodobnosti úmrtí, ale uvažovat další faktory mající vliv na tuto pravděpodobnost. Zároveň doporučujeme pravděpodobnosti úmrtí odhadovat zvlášť pro obě pohlaví a také pro různé věkové kategorie, kde úmrtnost může být závislá na různých faktorech.

V následující tabulce vyhodnocujeme další faktory, které navrhuje v modelu uvažovat. U ostatních faktorů (rodinný stav a předčasný důchod) očekáváme, že mají zanedbatelný vliv na úmrtnost.

Faktor	Význam	Zdroje dat pro analýzu závislosti,	Zhodnocení dostupnosti	Dostupnost a kvalita faktoru v modelu (viz 7.2)	
Konec studia/ vzdělání	Vysoký – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad.	STATMIN ANOD + INEP + Trexima	Pravděpodobně obtížně dostupné		
Příjem	Vysoký – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad.	STATMIN ANOD + INEP + Trexima	Pravděpodobně dobrá		
Region	Střední - na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad. Například v industriální oblasti může být větší úmrtnost.	ČSÚ – úmrtnostní tabulky za kraje ČR	Dobrá a v dostatečné kvalitě		
Invalidita	Vysoký – na základě analýzy zahraničních modelů očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad na úmrtí zejména u invalidity vyššího stupně.	INEP, STATMIN ANOD (krátká historie)	Pravděpodobně dobrá, kvalitní, ale pracné		
Zdraví/ Nemocnost	Vysoký – očekáváme, že tento faktor může mít významný dopad na úmrtí.	NEM + INEP+STATMIN ANOD	Potenciálně dobrá, kvalitní		

Posouzení významnosti faktorů je provedeno podle četnosti použití faktoru v jiných modelech a na expertním úsudku o dopadu daného faktoru na model (předpokládané zlepšení/zkvalitnění) a datové dostupnosti. Doporučujeme finální výběr faktoru provést na základě datové analýzy.

Posouzení proveditelnosti implementace do modelu

Z hlediska rozhodovacího procesu jde jen o přidání dodatečných faktorů pro určení pravděpodobnosti stochastické události, což vyžaduje jen zanedbatelné úpravy do modelu. Dále bude potřeba modelovat zdravotní stav jedince, nicméně by to nemělo být náročné.

V případě procesu úmrtí může být kalibrace na demografickou projekci žádoucí. V případě vyžadování kalibrace na externí demografickou projekci může být implementace doporučených faktorů náročnější. Při nutnosti zavedení automatické kalibrace by implementační úsilí mohlo být vysoké, jelikož model výpočty zpracovává po jednotlivých modelových bodech a zavedení procesu, který aplikuje agregátní závěr (celkový počet zemřelých/přeživších) na jednotlivé modelové body je velice náročný. Takováto kalibrace je v případě prostředí Prophet i potenciálně nerealizovatelná a tuto variantu nedoporučujeme.

Reálnější je možnost manuální nebo polo-automatická kalibrace, která by spočívala v spuštění modelu s určitým nastavením parametrů a poté ještě jedním spuštěním s parametry upravenými tak, aby počet zemřelých odpovídal externí projekci. Takováto úloha ovšem nemusí mít pouze jedno řešení a nalezení řešení nemusí být jednoduše algoritmizovatelné – v takovém případě by byla nutná optimalizace (tvz. goal-seeking).

6.4.4 Shrnutí a zhodnocení návrhu

Následující tabulka shrnuje náš návrh na modelování úmrtnosti.

Zhodnocení návrhu	Komentář		
Shrnutí návrhu	Zachovat současný přístup a přidat dodatečné faktory příjem, region a invalidita.		
Očekávaný dopad na výsledky	Střední	-	Vyšší individualizace procesu úmrtnosti.
Náročnost implementace do modelu	Nízká	-	Implementace dodatečných faktorů. Změny pouze ve struktuře tabulek.

Zhodnocení návrhu	Komentář	
Dopad na běh modelu	Nízký	- Zanedbatelný dopad
Náročnost datové analýzy	Střední	- Analýza agregátních dat z ČSÚ je nenáročná, ale analýza dat z databáze INEP a STATMIN ANOD může být náročnější.
Dostupnost dat pro analýzu	Střední	- Dostupné z ČSÚ a potenciálně INEP (STATMIN ANOD)
Závislost dat		- Očekáváme významnou závislost mezi příjmem a vzděláním a mezi invaliditou a nemocností. Z nich doporučujeme příjem, resp. invaliditu, ale v případě, že budou dostupnější data o vzdělání, resp. o nemocnosti, pak je jimi doporučujeme nahradit.
Dostupnost dat v modelu		- Dobře dostupné a kvalitní
Doporučená kalibrace	Základní kalibrace	- Škálování pravděpodobností - Doporučujeme provést pouze základní kalibraci na externí projekce, ale nevyžadovat úplnou shodu.
Náročnost kalibrace	Střední	- Nutnost dodatečného běhu

7 Dostupné zdroje dat







V této části ukazujeme přehled datových zdrojů pro rozhodovací procesy, které se vyskytují v textu. Dále pro jednotlivé faktory popisované v textu doporučujeme datový zdroj a zhodnocujeme dostupnost.

7.1 Přehled datových zdrojů









Zdroj	Popis	Dostupnost zdroje
INEP	Databáze nárokových podkladů pro důchodové pojištění, Česká Správa Sociálního Zabezpečení (ČSSZ). INEP obsahuje podklady pro určení nároku na důchod včetně náhradních dob je plně elektronická.	Databáze je v současnosti potenciálně dostupná.
Trexima	Informační systém o průměrném výdělku. Databáze obsahuje data o zaměstnancích jen z velkých podniků, ale obsahuje některé klíčové informace jako například dosažené vzdělání, povolání nebo typ úvazku.	Databáze je dostupná.
INEP + Trexima	Propojení INEP a Trexima je potenciálně možné porovnání příjmů za několik období. Očekává se, že u části jedinců budu možné databáze přesně napárovat.	Zdroj je potenciálně dostupný.
STATMIN VZ	Databáze doby pojištění a vyměřovacích základů zaměstnanců, ČSSZ. Obsahuje pouze data z let 2004 a dále.	Databáze je dostupná.
STATMIN ANOD	Databáze vyplácených důchodů, ČSSZ.	Databáze je dostupná.
NEM	Databáze vyplácených nemocenských dávek, ČSSZ.	Databáze je dostupná.
NEM + INEP	Propojení NEM a INEP	Zdroj je potenciálně dostupný.
MVČR	Databáze Ministerstva vnitra ČR. Obsahuje podrobná data o rodinných faktorech a vztazích. Nicméně tato databáze je nedostupná a to z právních důvodů týkajících se ochrany osobních dat. Do databáze je možné vstupovat pomocí jednotlivých dotazů.	Databáze není dostupná.
VŠPS	Výběrové šetření pracovních sil, Český statistický úřad (ČSÚ).	Zdroj je dostupný.
Statistiky o vývoji obyvatelstva	ČSÚ	Zdroj je dostupný.
Zahraniční data	Kvalita dat může být obecně různá a nemusí vystihovat situaci v ČR. Nicméně tento zdroj doporučujeme v případě, že jiné zdroje nebudou k dispozici, nebo když budou jen nekvalitní.	Zdroj je potenciálně dostupný.

7.2 Dostupnost dat u faktorů v rámci modelových bodů a projekce v modelu













V této části uvádíme současné datové možnosti pro modelování faktorů v rámci tvoření databáze modelových bodů a následné projekce v modelu. Jsou zde zahrnuty i faktory, které už v modelu a modelových bodech jsou. Ke každému faktoru uvádíme možné datové zdroje a případně komentář popisující daný datový zdroj. Dále u faktorů, které doporučujeme pro individualizaci procesů a které mají více možných zdrojů, je zeleně vyznačen ten zdroj, který doporučujeme v modelu primárně použít a další zdroje využít v případě, že se primární zdroj ukáže jako nedostupný nebo v horší kvalitě než se očekávalo. V posledních dvou sloupcích hodnotíme dostupnost a kvalitu uvažovaných zdrojů pro jednotlivé faktory.





















Dostupnost		Kvalita	
	- Dostupný		- Kvalitní
	- Potenciálně dostupný		- Středně kvalitní
	- Nedostupný		- Nekvalitní

7.2.1 Základní faktory















Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Věk	- STATMIN VZ, STATMIN ANOD	Používané v současnosti		
	- INEP	Dostupnost je třeba ověřit. Doporučujeme zejména kvůli konzistenci (INEP je doporučený zdroj pro velké množství jiných faktorů)		
Pohlaví	- STATMIN VZ, STATMIN ANOD	Používané v současnosti		
	- INEP	Dostupnost je třeba ověřit. Doporučujeme zejména kvůli konzistenci (INEP je doporučený zdroj pro velké množství jiných faktorů)		



























7.2.2 Kariérní faktory

Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Konec studia / Vzdělání	- ČSÚ – statistiky o vývoji obyvatelstva / VŠPS (ukončení studia)	Pouze agregátní informace přiřazované náhodně modelovým bodům		
	- INEP	Odvozením je možné získat informaci, že jedinec studoval a jak dlouho (ne však, jestli dostudoval) – není dostatečně spolehlivé, informace o náhradní době za studium (pouze do roku 2010).		
	- Trexima	Informace o dosaženém vzdělání – pro využití v modelu je ale nutné propojení s INEP / STATMIN VZ, což bude pravděpodobně možné jen pro omezenou množinu jedinců.		
Kariérní stav	- VŠPS	Není možné propojit s administrativní databází na individuální úrovni a tak musí být přiřazováno náhodně.		
	- STATMIN VZ	Odvozením není dostatečně spolehlivé.		
	- INEP	Potenciálně velmi kvalitní zdroj.		







Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Nezaměstnanost (celková)	- Makroekonomické projekce	Z konstrukce modelu (běh po modelových bodech) není možné přímo počítat, jediné vložení apriorní projekce nezaměstnanosti, na kterou je model nakalibrovaný.		
Délka nezaměstnanosti v minulosti	- INEP	Informace o náhradní době pojištění v nezaměstnanosti		
Povolání	- Trexima	Standardizovaný číselník typů povolání, nutné ale propojit s INEP, což bude možné jen přibližně		
Délka zaměstnání (celkově)	- STATMIN VZ	Současně k dispozici, ale krátká historie		
	- INEP	Potenciálně k dispozici a delší historie		
Délka zaměstnání (současné)	- STATMIN VZ	Současně k dispozici, ale krátká historie. Změna zaměstnání se v současnosti v modelu neprojektuje.		
	- INEP	Potenciálně k dispozici a delší historie. Změna zaměstnání se v současnosti v modelu neprojektuje, ale možné přidat.		
Typ úvazku	- Trexima	Nutné propojit s INEP, což bude možné jen přibližně		
Příjem	- STATMIN VZ	Současně k dispozici, ale krátká historie		
	- INEP	Potenciálně k dispozici a delší historie		

7.2.3 Rodinné faktory























Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Rodinný stav	- ČSÚ – statistiky o vývoji obyvatelstva	Pouze agregátní informace		
	- INEP	Z informace o změně jména ženy. Je třeba ověřit, že INEP tuto informaci obsahuje.		
	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupné		
Vzdělání partnera	- ČSÚ – statistiky o vývoji obyvatelstva	Pouze agregátní informace		
	- INEP + MVČR + Trexima	V současnosti nedostupné		
Věkový rozdíl mezi partnery	- ČSÚ – statistiky o vývoji obyvatelstva	Pouze agregátní informace		
	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupné		

Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Karierní stav partnera	- ČSÚ – VŠPS	Není možné spojit s administrativní databází. Ve vstupních datech je informace o karierním stavu partnerů nezávislá. V rámci projekce je informace ale dostupná.		
	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupný		
Příjem domácnosti	- Z modelu	Závisí na párování partnerů – to v současné době je náhodné na základě některých faktorů. Projektuje se v rámci modelových bodů.		
Délka společného bydlení/manželství	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupný		
Počet dětí	- ČSÚ – statistiky o vývoji obyvatelstva	Pouze agregátní informace		
	- INEP	Z mezer v záznamech, ale nejspíš se nepoznájí vícečetné porody nebo více dětí za sebou. Také nebude možné u matek, které nepracovali (nebo málo).		
Věk dětí	- ČSÚ – statistiky o vývoji obyvatelstva	Pouze agregátní informace		
	- INEP	Z mezer v záznamech. Nebude možné u matek, které nepracovali (nebo málo).		
Vzdělání rodičů	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupný		
Věk rodičů	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupný		
Rozvedení rodiče	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupný		
Národnost	- Statistiky ČSÚ	Pouze agregátní informace		
Čas od emigrace / imigrace	- INEP + MVČR	V současnosti nedostupný		

7.2.4 Zdraví

Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Invalidita	- STATMIN ANOD	Používaný v současnosti		
Doba v invalidním důchodě	- STATMIN ANOD	Používaný v současnosti		
Zdraví / Nemocnost	- NEM	V současnosti faktor v modelu není dostupný, ale jeho přidání by nebylo náročné. Data z NEM z informací o nemocenských dávkách.		

7.2.5 Další různé

Faktor	Datové zdroje	Komentář	Dostupnost	Kvalita
Růst HDP	- Makroekonomické projekce	-		
	- Projektován v modelu	-		
Očekávané budoucí příjmy	- Z modelu	Není současně počítáno, ale je možné doimplementovat		
Očekávané budoucí důchody	- Z modelu	Není současně počítáno, ale je možné doimplementovat		
Předčasný důchod	- STATMIN ANOD	Dostupný a kvalitní		
Investiční styl	- Ze statistik o II. Pilíři	Dostupnost a kvalitu dat je třeba ověřit.		
	- Zahraniční data	Dostupnost a kvalitu dat je třeba ověřit.		
Preference zábavy	- Zahraniční data	Dostupnost a kvalitu dat je třeba ověřit.		
Výnosy fondů a ekonomický vývoj	- Historická data – statistiky APF nebo jednotlivých penzijních fondů, Bloomberg, apod.	Historická data by pravděpodobně měla být dobře dostupná. Projekce je potenciálně dostupná pomocí generátoru ekonomických scénářů MPSV.		
	- Projekce – generátor ekonomických scénářů MPSV			
Region	- STATMIN VZ	Informace o směrovacím čísle		
	- INEP	Informace o směrovacím čísle. Doporučujeme z důvodů konzistence.		

8 Přehled použité literatury

Nejvýznamnějšími články, které jsme použili pro tuto studii, byly články [1] – [7] popisující modely zahraničních důchodových systémů.

ŠVÉDSKÝ MODEL:

- [1] L. Flood, F. Jansson, T. Pettersson, O. Sundberg a A. Westerberg, „SESIM III - a Swedish dynamic micro simulation model,“ 2005.

AMERICKÝ MODEL:

- [2] M. Holmer, A. Janney a B. Cohen, „PENSIM Overview,“ 2014.

FRANCOUZSKÝ MODEL:

- [3] D. Blanchet a S. Le Minez, „Projecting Pensions and Retirement Age in France: some Lessons from the Destinie I Model“.

- [4] D. Blanchet, E. Crenner a S. Le Minez, „The New Version of The Destinie Microsimulation Model“.

BELGICKÝ, NĚMECKÝ A ITALSKÝ MODEL:

- [5] G. Dekkers, H. Buslei, R. Desmet, J. Geyer, D. Hofmann, M. Raitano, T. Viktor Steiner, S. Tedeschi a F. Verschueren, „What are the consequences of the AWG-projections for the adequacy of social security pensions?; An application of the dynamic micro simulation model MIDAS for Belgium, Italy and Germany, Report of the Work Package 4 of The AIM project,“ 2008.

BRITSKÝ MODEL:

- [6] C. Emmerson, H. Reed a A. Shephard, „An Assessment of PENSIM2“.

INDICKÝ MODEL:

- [7] M. Spielauer, „Modeling Indian Pension Reform using Modgen“.

Dále jsme využili články zabývající se konkrétními oblastmi důchodového modelu (např. modelování výše mzdy, nabídky práce, odchodu do důchodu, atd.).

- [8] J. A. Schwabish a J. H. Topoleski, „Modeling Individual Earnings in CBO's Long-Term Microsimulation Model,“ 2013.

- [9] M. Knoef, R. Alessie a A. Kalwij, „Changes in the income distribution of the Dutch elderly between 1989-2020: a dynamic microsimulation,“ 2010.

- [10] E. Pylkkänen, „Modeling Wages and Hours of Work,“ 2000.

- [11] J. Geyer, P. Haany a K. Wrohlich, „Labour supply of mothers with young children: Validating a structural model using a natural experiment,“ 2012.

- [12] T. Lawson, „Adding behaviour to microsimulation modelling by using agent-based modelling,“ 2010. (European Workshop on Dynamic microsimulation modelling, Brusel).

- [13] N. A. Klevmarken, „Behavioral modeling in micro simulation models. A survey,“ 1997.

- [14] P. Williamson, „Optimal methods for mate-matching in a closed, discrete-time dynamic microsimulation model,“ 2010. (European Workshop on Dynamic microsimulation modelling, Brusel).

- [15] Jan-Maarten van Sonsbeek, „Micro simulations on the effects of ageing-related policy measures: The Social Affairs Department of the Netherlands Ageing and Pensions Model,“ 2010.

- [16] J. Li a C. O'Donoghue, „Retirement Choice Simulation in Household Settings,“ 2011.

- [17] C. Mazzaferro, M. Morciano a S. Tedeschi, „The Introduction of a Private Wealth Module in CAPP_DYN,“ 2010.

- [18] R. Blundell, M. C. Dias, C. Meghir a J. Shaw, „The long-term effects of in-work benefits in a lifecycle model for policy evaluation,“ 2012.
- [19] P. Haan a V. Prowse, „The Design of Unemployment Transfers: Evidence from a Dynamic Structural Life-cycle Model“.
- [20] K. Galuščák a J. Pavel, „Taxes and Benefits: Work Incentive Effects of Policies,“ 2012.
- [21] I. Moral-Arce, C. Patxot a G. Souto, „Fostering delayed retirement in Spain: A micro simulation exercise using the MCVL“.
- [22] J. Li, a C.O'Donoghue, „Retirement Choice Modelling in Dynamic Microsimulation,“ 2012.
- [23] K. Galuščák, „Retirement Decisions of Old Czech Male Workers,“ 2002.
- [24] D. Manoli a A. Weber, „The Effects of Increasing the Early Retirement Age on Social Security Claims and Job Exits,“ 2012.
- [25] R. I. Gál, A. Horváth, G. Orbán a G. Dekkers, „PENMICRO Monitoring pension developments through micro socioeconomic instruments based on individual data sources: feasibility study“.
- [26] J. Geyer, P. Haan a K. Wrohlich, „Labor supply of mothers with young children: Validating a structural model using a natural experiment,“ 2012.
- [27] F. J. Fernandez-Diaz , C. Patxot a G. Souto, „DynPenSpain A micro simulation model for the Spanish pensions system“.
- [28] M. Čok, B. Majcen, J. Sambt a T. Turk, „A Microsimulation model for slovenian pension system,“ 2012.
- [29] Y. Abid a C. O'Donoghue, „Simulating Political Choice Responses to Demographic Ageing and Pensions“.
- [30] K. Perese, „Mate Matching for Microsimulation Models,“ 2002.
- [31] T. O. Thoresen a T. E. Vatto, „Income Responses to Tax Changes. Reconciling Results of Quasi-Experimental Evaluation and Structural Labor Supply Model Simulations,“ 2012.
- [32] A. Bucciol, L. Cavalli, P. Pertile, V. Polin, N. Sartor a A. Sommacal, „Family life-course patterns and redistribution of public intervention: a dynamic micro-simulation model,“ 2012.
- [33] D. Fredriksen, H. M. Gjefsen a N. M. Stolen, „Supply of Labour by Education,“ 2012.
- [34] M. Morciano a R. Hancock, „Latent Factor Models of Disability and their Application in Micro-Simulation Models,“ 2012.