









52. Konference České demografické společnosti, 24.-26.5.2023,  
KÚ Královéhradeckého kraje,  
Hradec Králové

**Predikce budoucích počtů pojištěnců  
VZP ČR – ukázka modelů a  
porovnání výsledků**

Jaromír Běláček - Ústav statistiky a  
operačního výzkumu PEF MENDELU  
belacek@mendelu.cz

52. Konference České demografické společnosti, 24.-26.5.2023,  
KÚ Královéhradeckého kraje,  
Hradec Králové

**Predikce budoucích počtů pojištěnců  
VZP ČR – ukázka modelů a  
porovnání výsledků**

Jaromír Běláček - Ústav statistiky a  
operačního výzkumu PEF MENDELU

• [belacek@mendelu.cz](mailto:belacek@mendelu.cz) •

# Obsah prezentace

1. Úvod
2. Cíl prezentace
3. Zdroje časových řad
4. Modely
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$  pro  $t < 0$ )
5. Výsledky
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
6. Závěry
7. Literatura



# Obsah prezentace

## 1. Úvod

2. Cíl prezentace

3. Zdroje časových řad

4. Modely

4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')

4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$  pro  $t < 0$ )

5. Výsledky

5.1 – optimalizace regresních modelů

5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)

6. Závěry

## 7. Literatura



# 7. Literatura - A

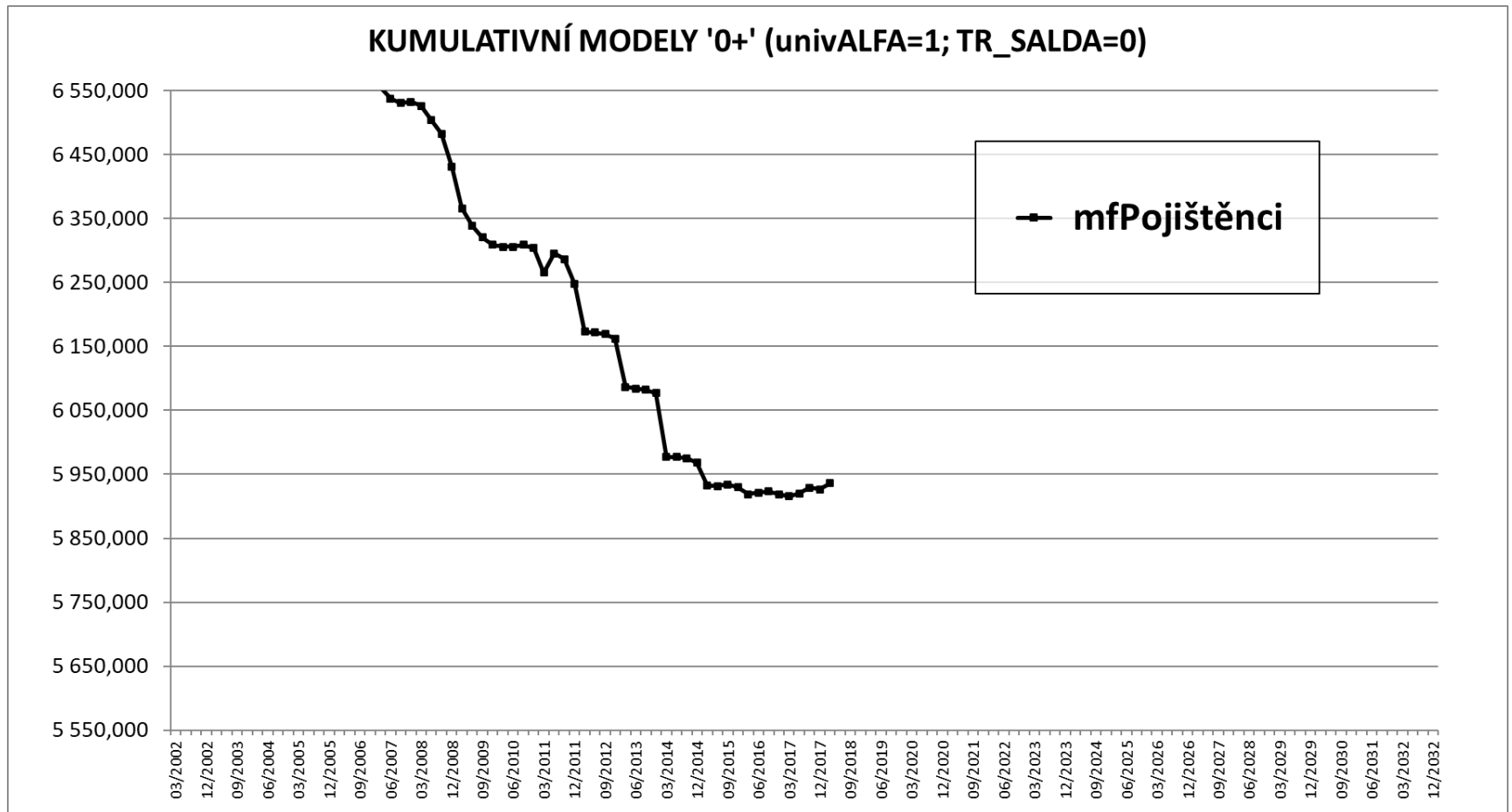
[1] Běláček J: Analýza vývoje okresů z hlediska jednoletých komponent přirozené měny a migrací. Demografie 36/4, 1994, str.238-249 – **APLIKACE EXPONENCIÁLNÍHO VYROVNÁVÁNÍ**

[2] Běláček J, Fiala T, Parma M, Michna P, Lukeš K, Murtingerová K: Projekce budoucí potřeby a spotřeby zdravotní péče z perspektivy stárnutí ambulantních pacientů v zařízeních AGEL 2012-14. Sborník MEDSOFT, 2017, ČSZIVI ČLS JEP, Praha– ODVOZENÉ DEMOGRAFICKÉ PROJEKCE

[3] Běláček J: Predikce budoucích počtů pojištěnců VZP ČR – data, metodika a výsledky. Sborník MEDSOFT 2018, str.7-19 – MECHANIZMOVÉ MODELY

[4] Běláček J: Regresní model pro predikci budoucích počtů pojištěnců VZP ČR. Sborník MEDSOFT 2019, str.4-8 – VÁŽENÁ LINEÁRNÍ REGRESE

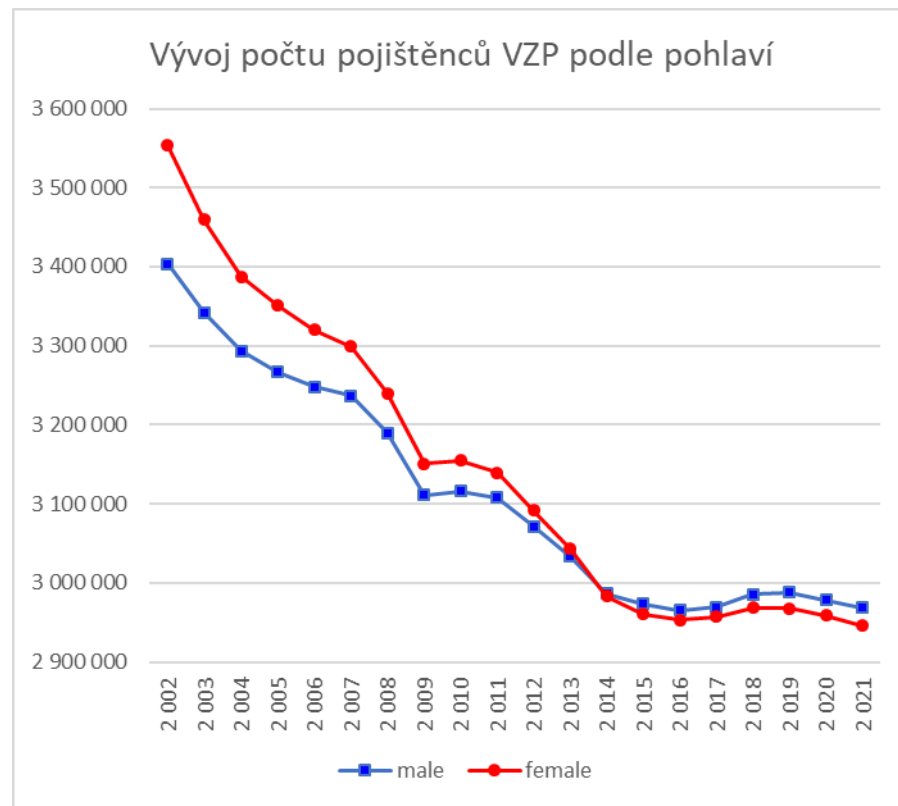
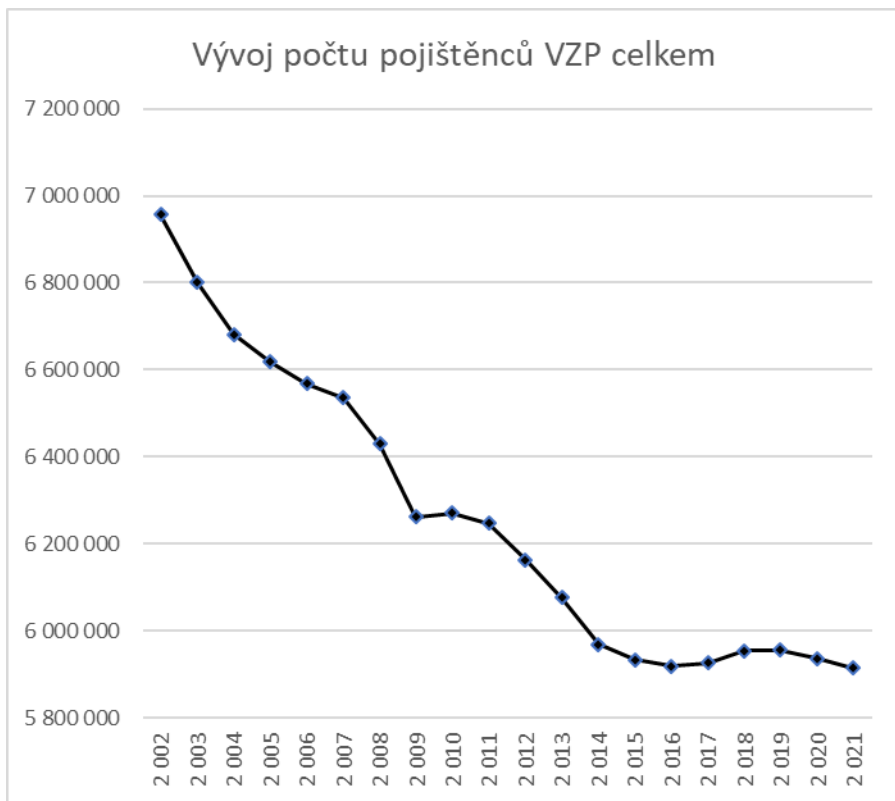
# 1a) Kvartální vývoj počtu pojištěnců VZP (male+female celkem) za roky 2002-2017



Zdroj: CRP 2018 (interní registr VZP)

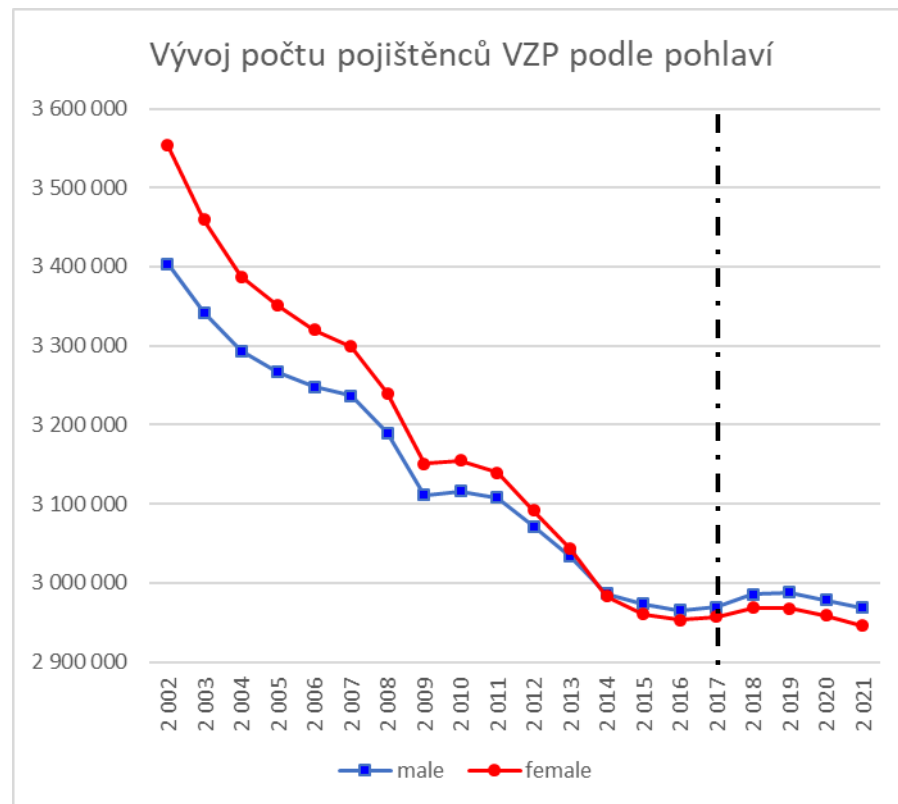
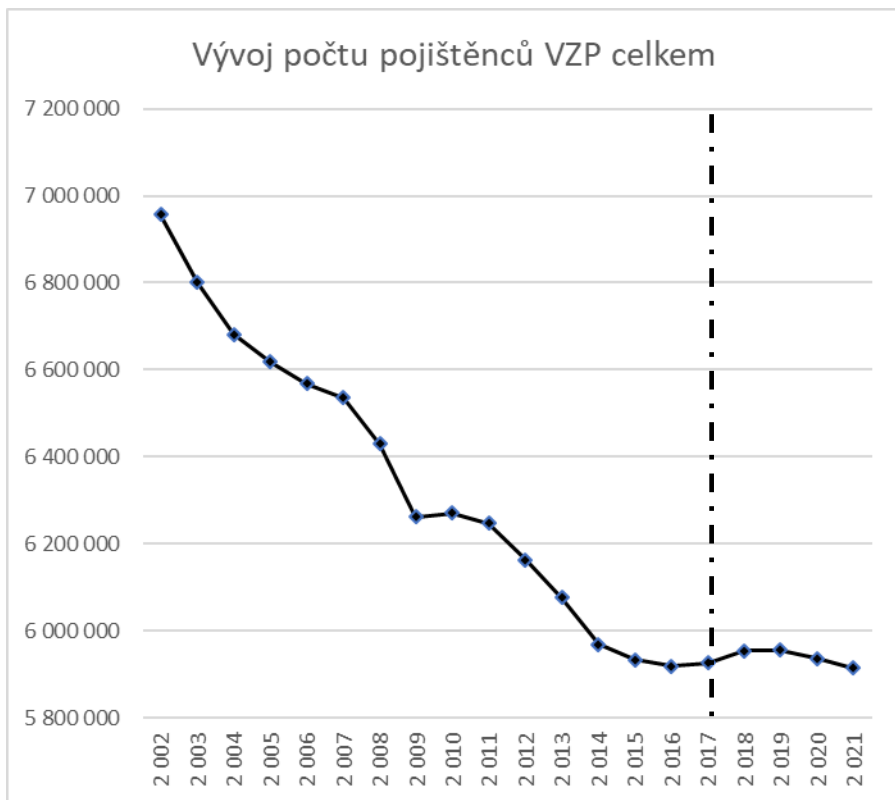


# 1b) Roční vývoj počtu pojištěnců VZP (celkem) za roky 2002-2017 resp. 2021



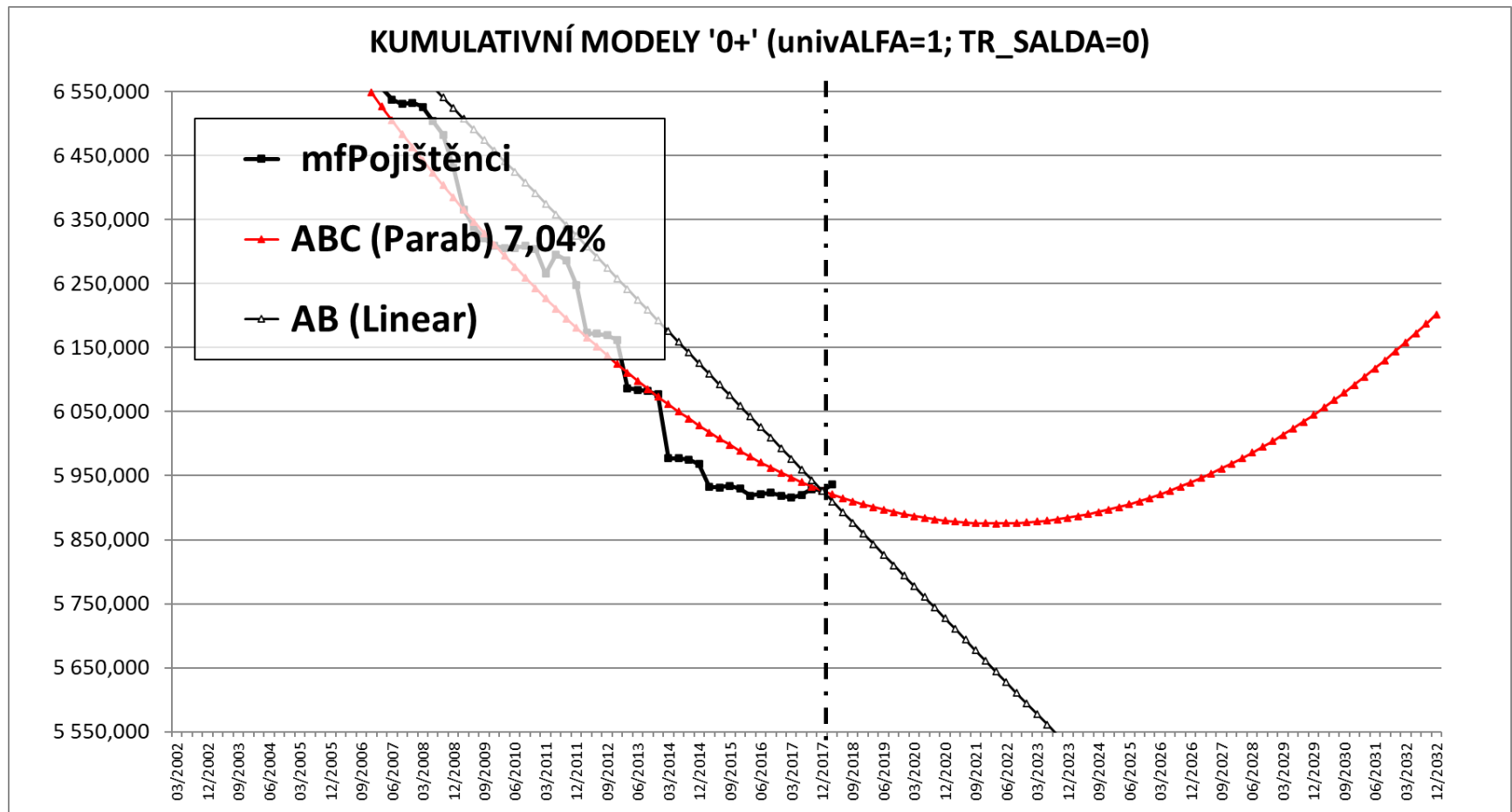
Zdroj: Ročenky VZP (2011-2021)

# 1b2) Roční vývoj počtu pojištěnců VZP (celkem) za roky 2002-2017 **resp. 2021**



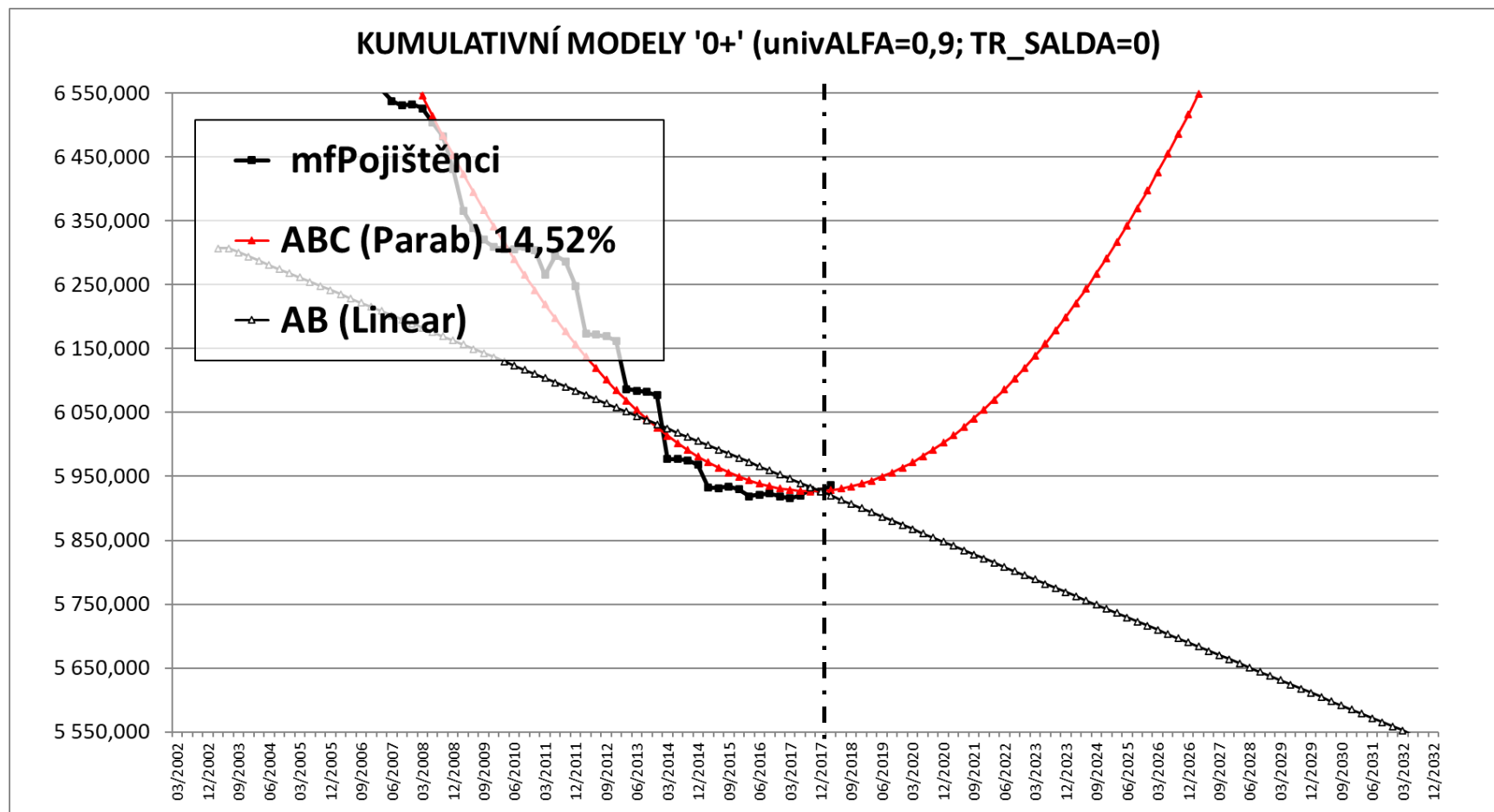
Zdroj: Ročenky VZP (2011-2021)

# 1c) Proložení časové řady vývoje počtu pojištěnců VZP lineární a parabolickou trendovou křivkou (MNČ)

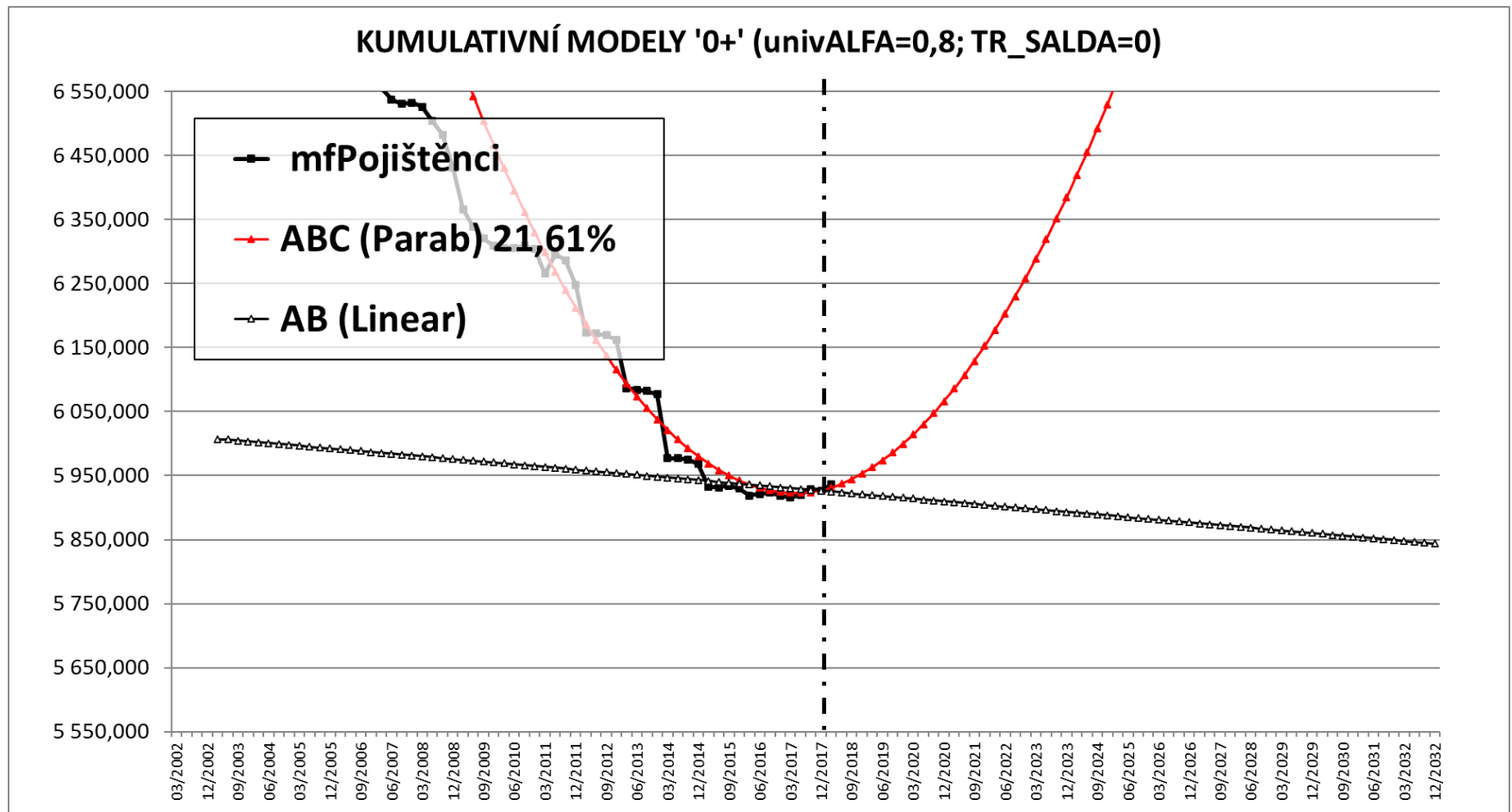




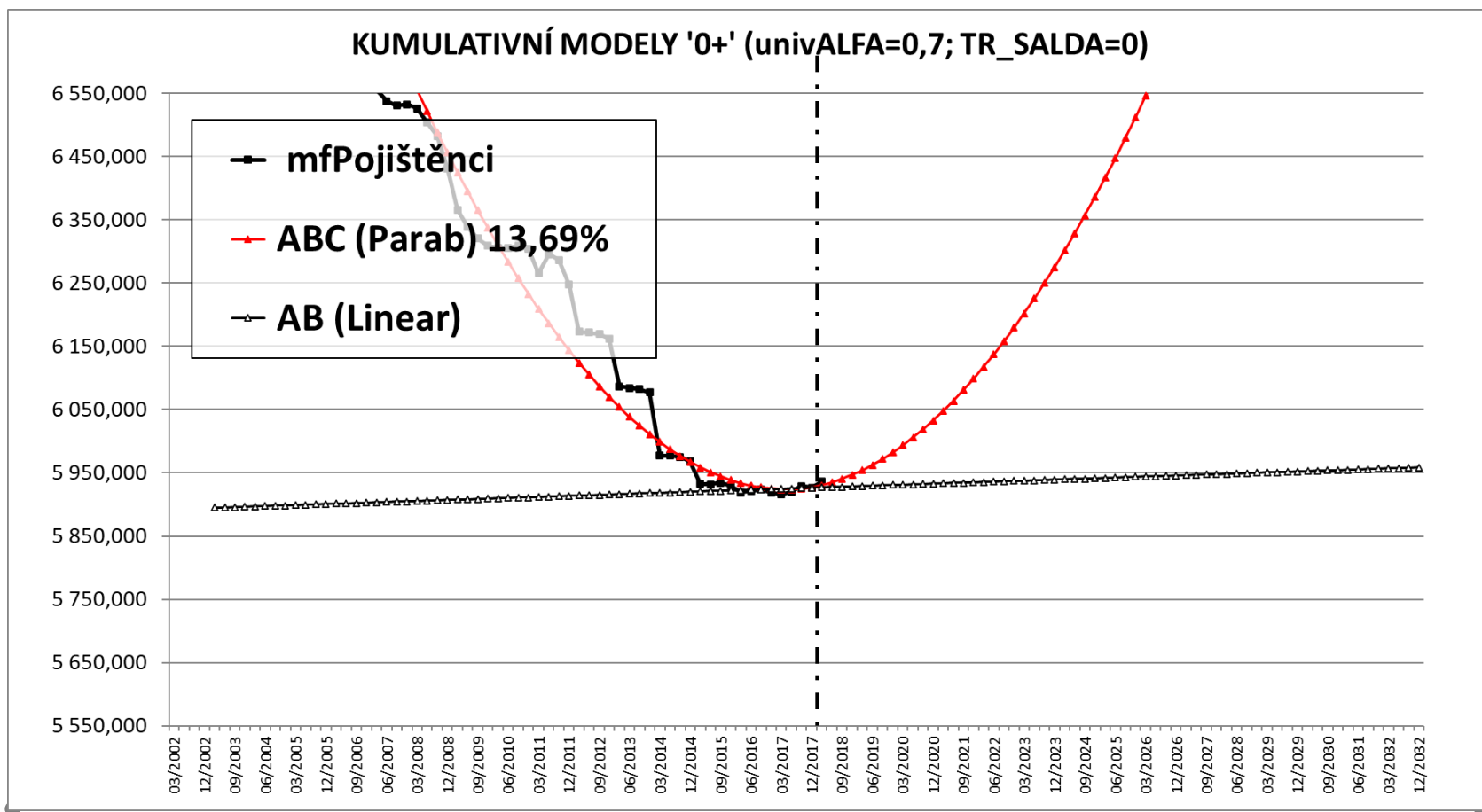
# 1d) Adaptivní proložení časové řady počtu pojištěnců VZP metodou vážené lineární a parabolické regrese s diskontem $\alpha=0,9$ (exponenciální vyrovnávání)



# 1e) Adaptivní proložení časové řady počtu pojištěnců VZP metodou vážené lineární a parabolické regrese s diskontem $\alpha=0,8$ (exponenciální vyrovnávání)

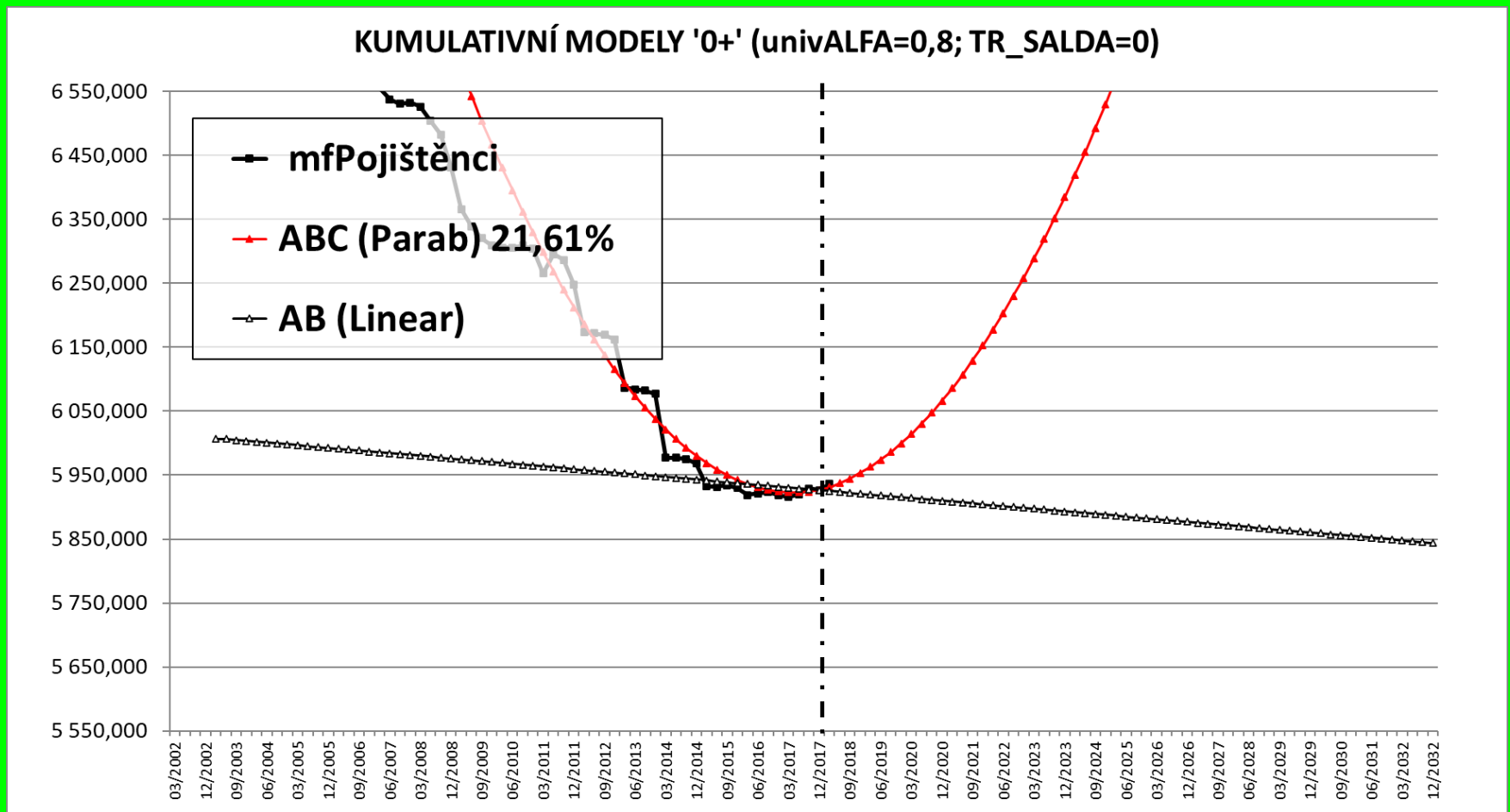


# 1f) Adaptivní proložení časové řady počtu pojištěnců VZP metodou vážené lineární a parabolické regrese s diskontem $\alpha=0,7$ (exponenciální vyrovnávání)





# 1g) Závěr: Detailnější analýza výsledků výše např. pro parabolický trend s diskontem $0,70 \leq \alpha \leq 1,00$ ukázala na nejvyšší hodnotu $R^2 = 21,61$ (%) při volbě $\alpha = 0,80$ .



# Obsah prezentace

1. Úvod
- 2. Cíle prezentace**
3. Zdroje časových řad
4. Modely
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$ )
5. Výsledky
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
6. Závěry
7. Literatura

## 2a) Cíle prezentace

- Cílem tohoto příspěvku je představit možnosti formálního modelování budoucího vývoje pojistného kmene VZP na úrovni souhrnných počtů a pětiletých věkových skupin tak, jak byly optimalizovány v r. 2018 k prahovému datu 31.12.2017 ve VZP a následně publikovány ve sborníku MEDSOFT 2019 (viz také [„Medsoft\\_2019\\_Belacek\\_print.pdf \(creativeconnection.cz\)“](#)).
- Zvláštní pozornost bude věnována porovnání výsledků tehdy doporučeného optimálního regresního modelu „ABDE“ (vážený čtyřparametrický lineární regresní model s demografickou, přeregistrační a lineární trendovou složkou), jeho kalibraci a jeho spojitosti s tradičními postupy demografie i praxí VZP.



## 2b) Požadavky na model

- nejprve žádné => tvorba jednoduchých prospektivních odhadů s postupně zesilující vazbou na demografické projekční modely;
- později ad hoc požadavky na podkladové materiály pro tvorbu tzv. *zdravotně pojistných plánů* pojišťovny => nutnost přechodu na kvartální data + potřeba práce se sezonní složkou;
- standardní aplikace modelů exponenciálního vyrovnávání selhávaly na problému „**Jak stanovit optimální diskontní faktor/y  $\alpha_x$  pro každou z 18ti pětiletých věkových skupin  $(x;x+5)$  resp. pro pojištěnce celkem?**“ => **přechod k tzv. mechanismovým modelům**

# Obsah prezentace

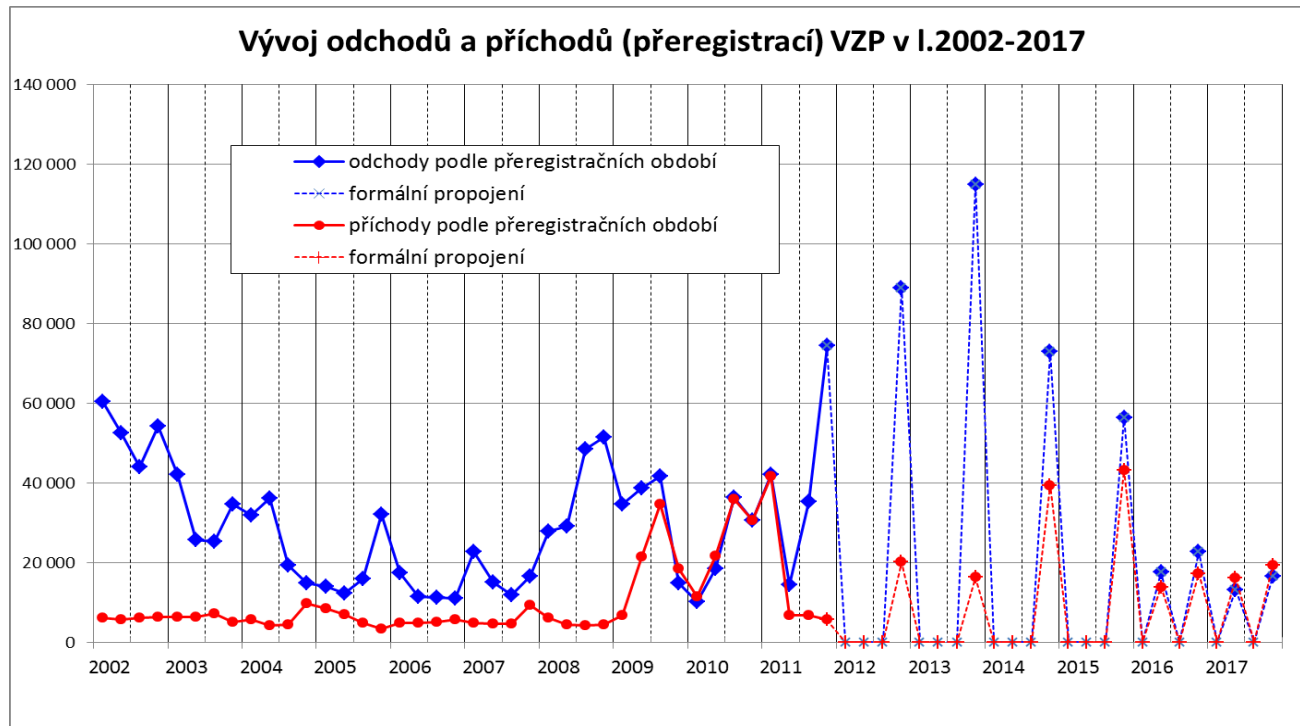
1. Úvod
2. Cíl prezentace
- 3. Zdroje časových řad**
4. Modely
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$  pro  $t < 0$ )
5. Výsledky
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
6. Závěry
7. Literatura

## 3.1a) Datové zdroje VZP

Disponibilní data VZP – roční časové řady počtů pojištěnců podle pohlaví a pětiletých věkových skupin "x" = '0-4', ... , '85+' příp. ve 14ti krajích ČR => pátrání v registrech VZP po vhodných (časově a metodicky konzistentních) pracovních databázích -

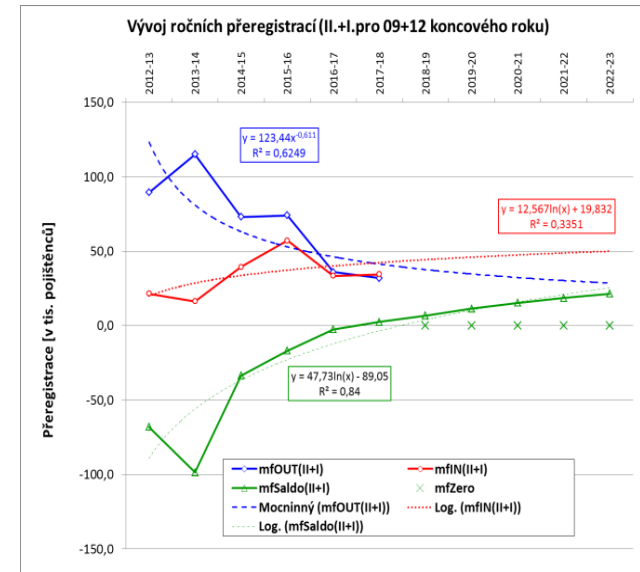
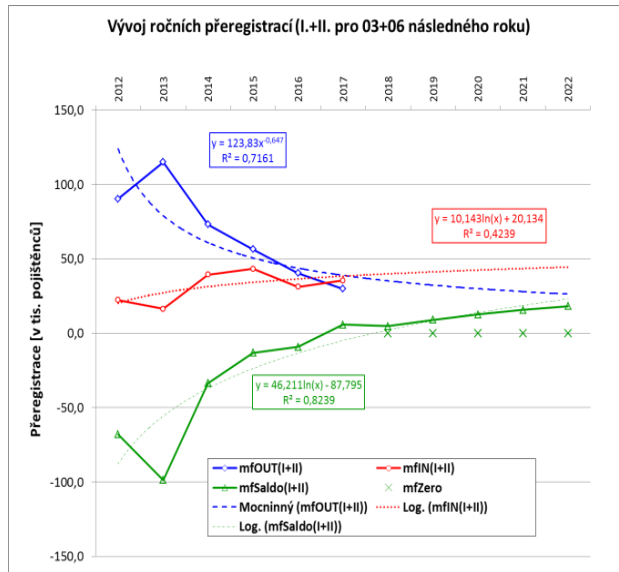
- Ročenky VZP 2002-2016 (data k 31.12. každého roku);
- **CRP – údaje z centrálního registru pojištěnců**
- **(k 1.1. každého měsíce) za období 03/2002-12/2017 – VYSVĚTLOVANÁ REGRESNÍ PROMĚNNÁ;**
- **Data o přeregistracích = počty odchozích a příchozích pojištěnců za roky 2002-13 (z interní aplikace VZP BAM),**
- **za roky 2014-9 (z CRP) – 1. VYSVĚTLUJÍCÍ REGRESNÍ PROMĚNNÁ (?);**

## 3.1b) Kvartální vývoj přeregistrací VZP (celkem)



- Legenda** - a) 2002-11 – přeregistrace k 1. dni následujícího kvartálu (Zákon č. 48/1997 Sb.);
- b) 2012-2015 - možná přeregistrace pouze k 1. lednu následujícího kalendářního roku (Zákon č. 298/2011 Sb.);
  - c) od r. 2016 přeregistrace k 1. dni každého kalendářního pololetí (Zákon č. 200/2015 Sb.).

### 3.1c) Na základě dvou možností sečtení přeregistrací za pololetí (I+II nebo II+I) bylo možné jednoduchými regresními extrapolacemi vymodelovat 3 varianty jejich budoucího vývoje (níže ukázka pro „celkem“)



**TR\_SALDA=0:** nízká/nulová varianta vývoje přeregistračního salda;

**TR\_SALDA=1:** střední/mírně rostoucí varianta (extrapolovaná jako odečet trendů odchozích od příchozích pojistěnců VZP);

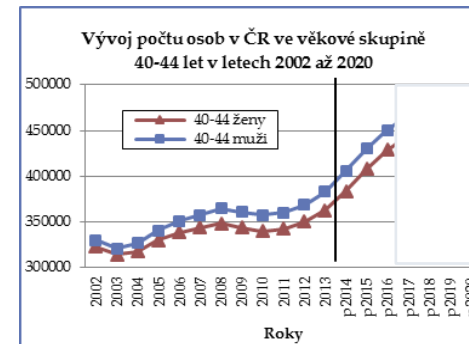
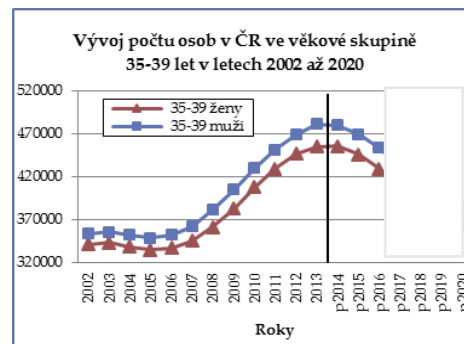
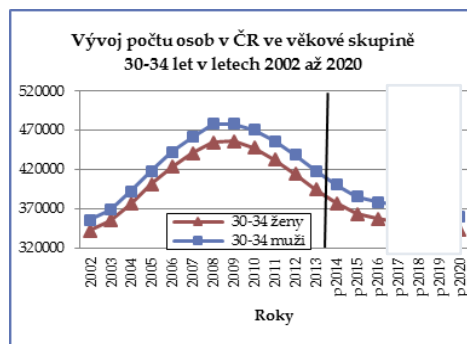
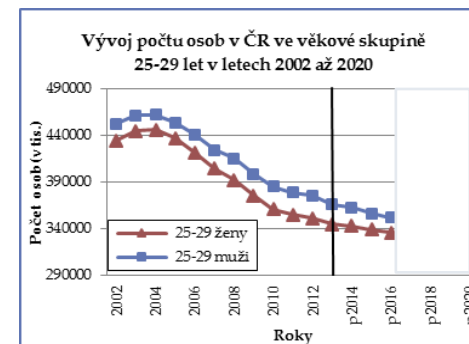
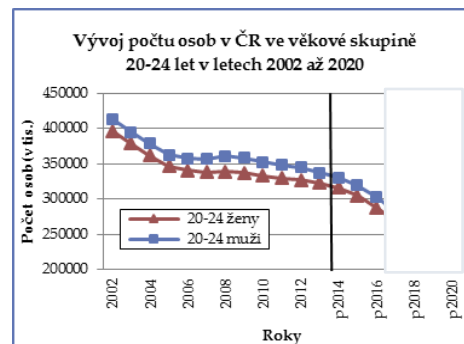
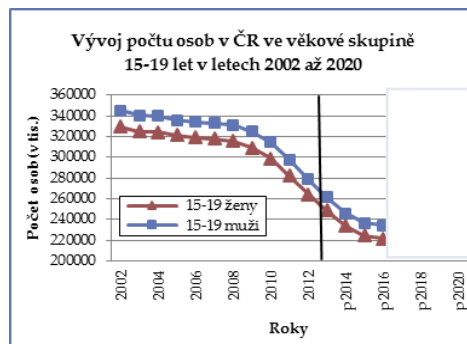
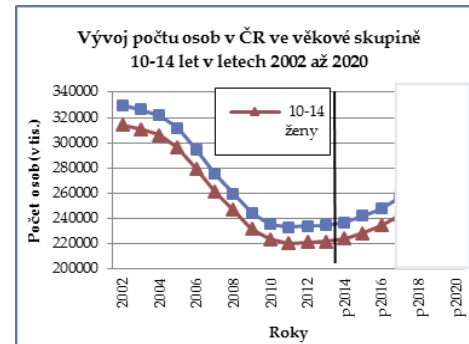
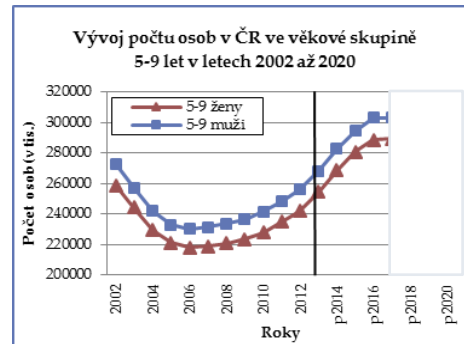
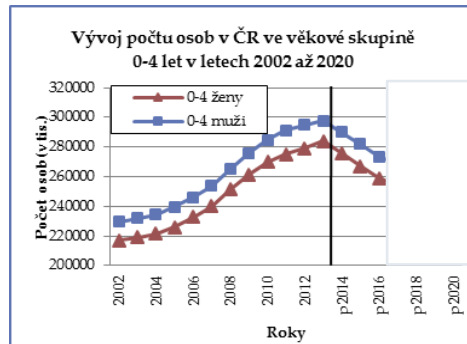
**TR\_SALDA=2:** vysoká/progresivní varianta (systematicky navyšované logaritmicky rostoucí extrapolace přeregistračního salda)



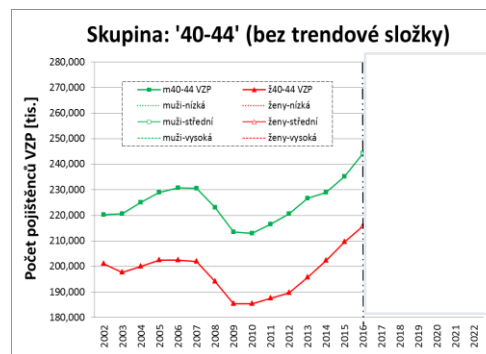
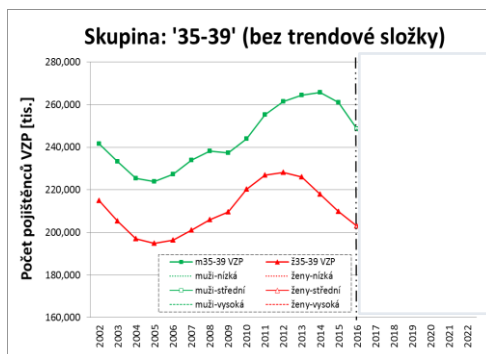
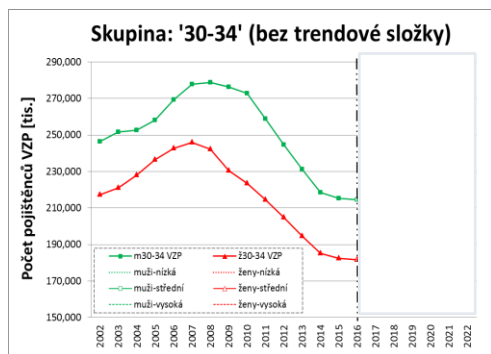
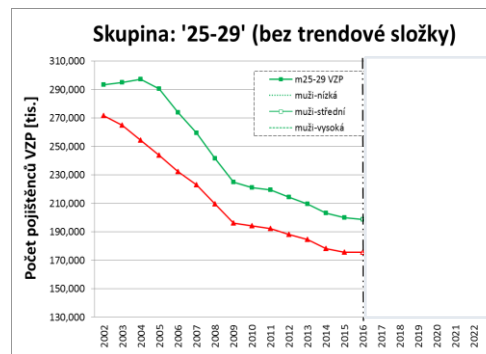
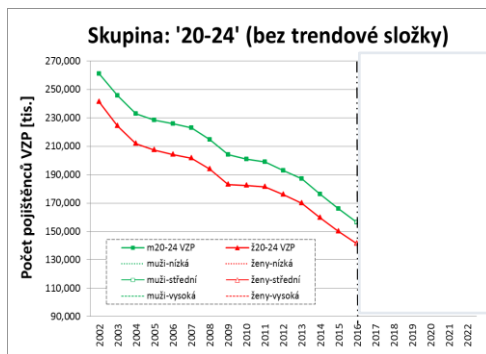
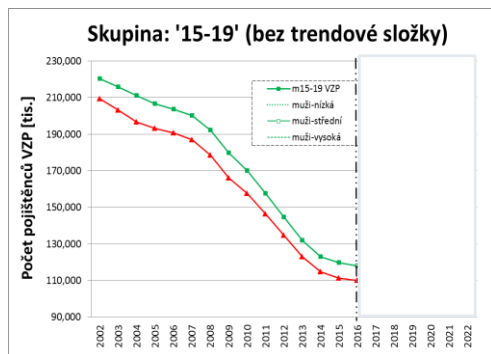
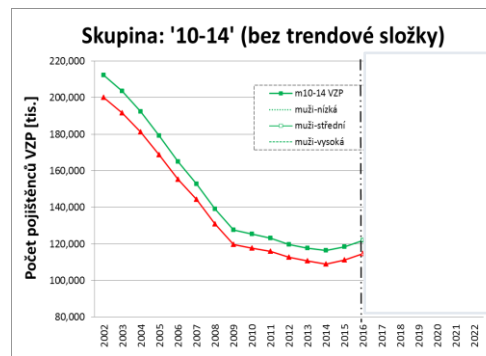
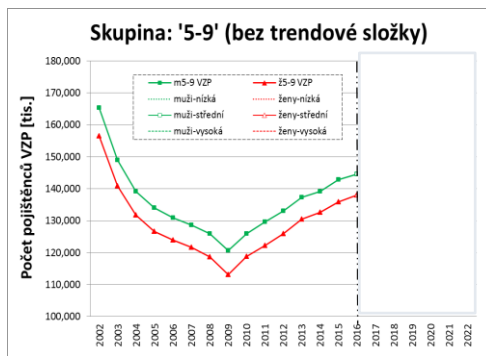
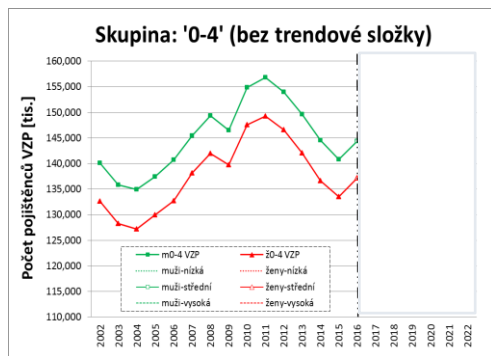
## 3.2a) Datové zdroje ČSÚ

- **Věkové složení obyvatelstva ČR** – bilancované stavy k 31.12. a 30.6. každého roku (ročenky a www-stránky) – **2. VYSVĚTLUJÍCÍ REGRESNÍ PROMĚNNÁ (?)**;
- **Populační prognózy České republiky do r. 2100 resp. 2050 podle pohlaví a pětiletých věkových skupin** - projektované stavy k 31.12. od r. 2013 (vysoká/reálná varianta pro ČR + střední varianta pro kraje ČR s migrací)

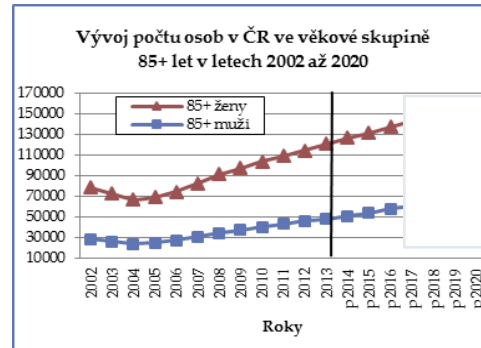
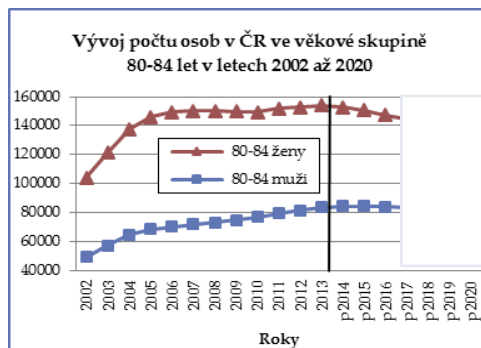
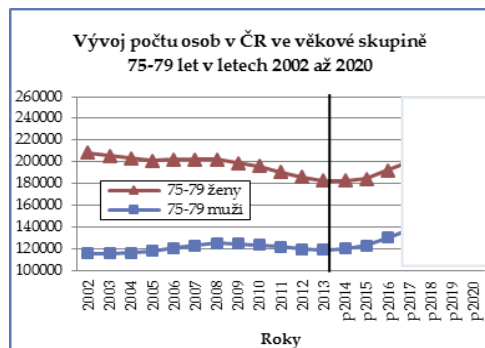
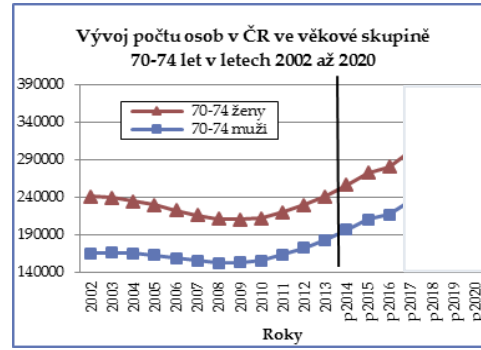
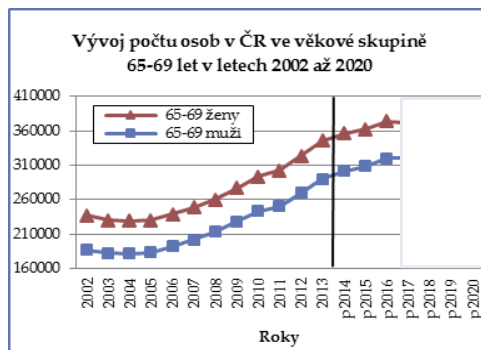
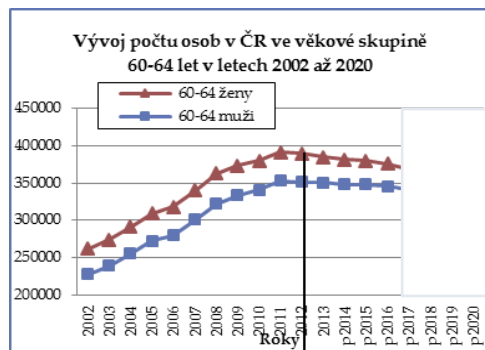
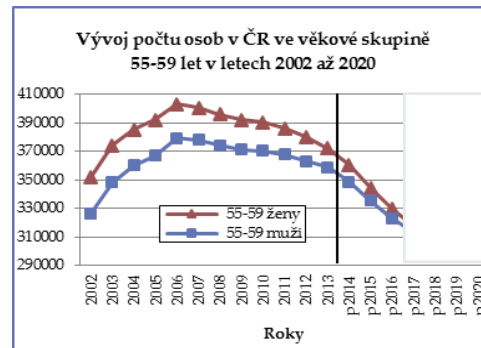
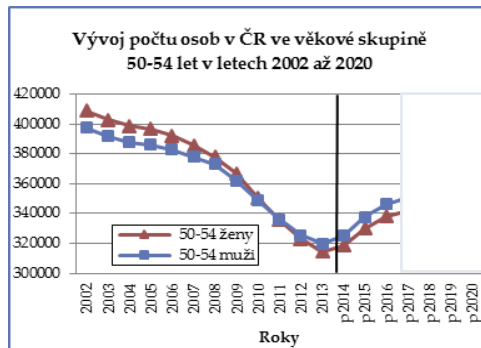
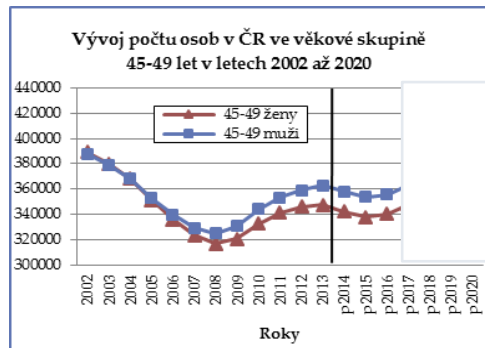
# 3.2b) Vývoj počtu obyvatel ČR 2002-2016 ve skupinách '0-4', ..., '40-44' podle pohlaví



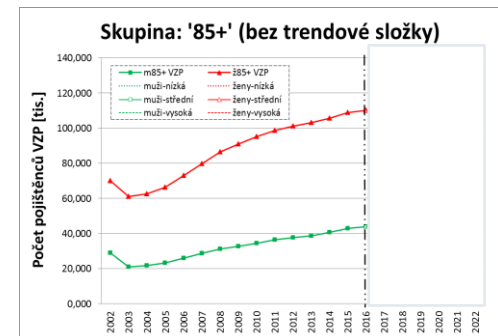
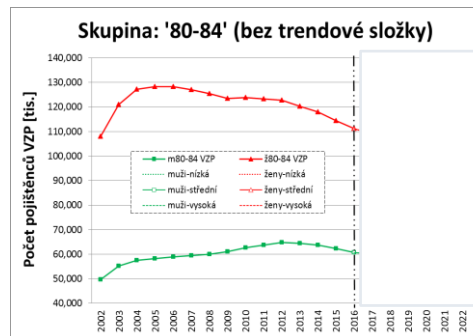
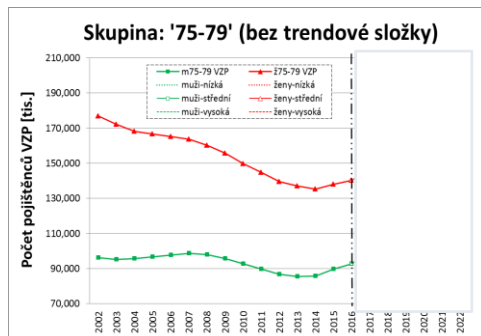
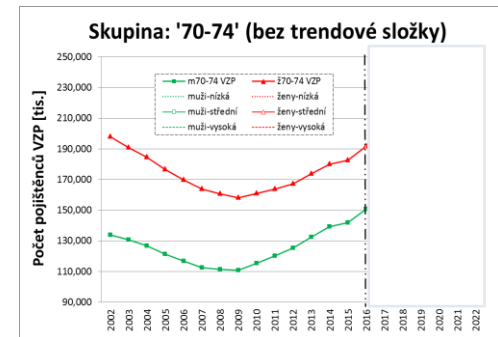
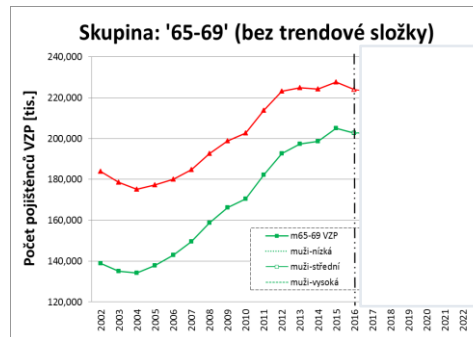
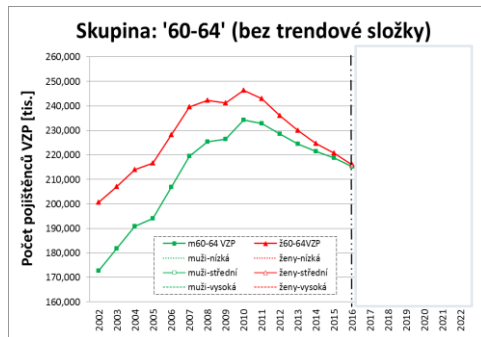
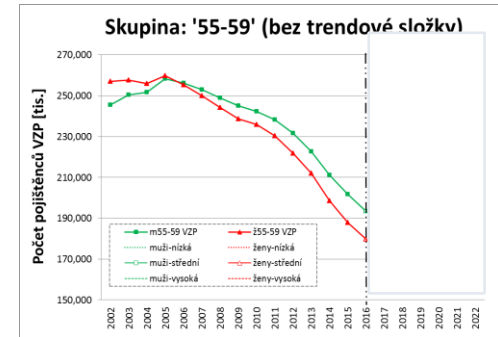
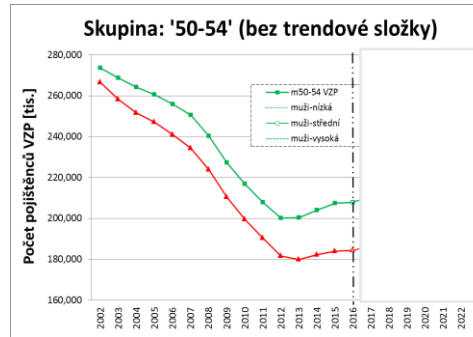
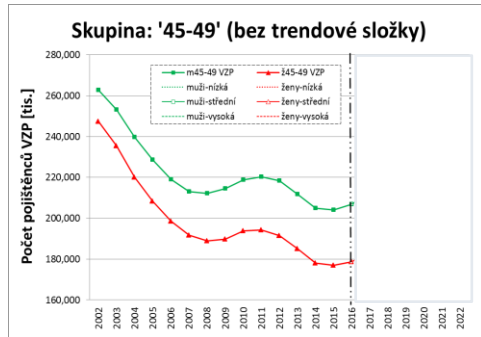
# 3.2c) Vývoj počtu pojištěnců VZP 2002-2016 ve skupinách '0-4' , ... , '40-44' podle pohlaví



# 3.2d) Vývoj počtu obyvatel ČR 2002-2020 ve skupinách '45-49', ..., '85+' podle pohlaví

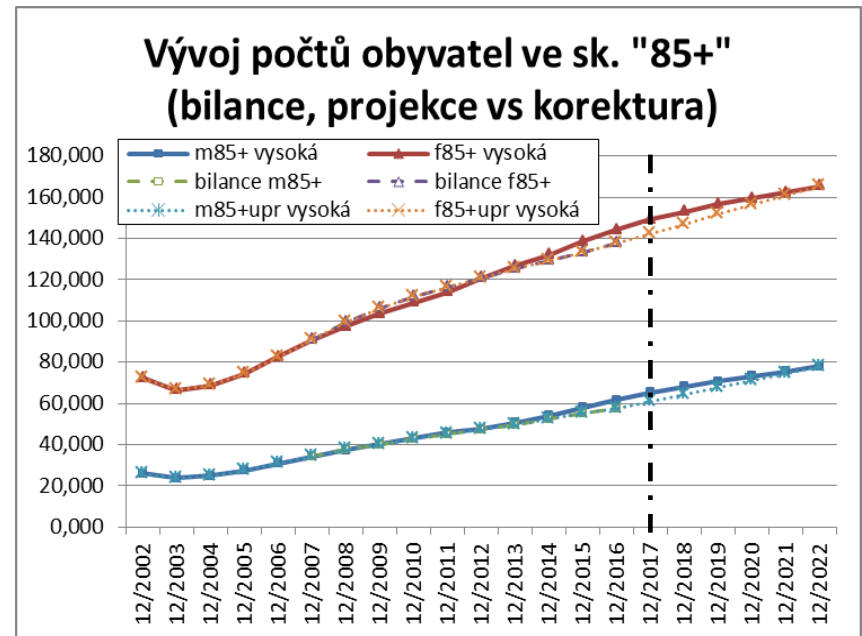
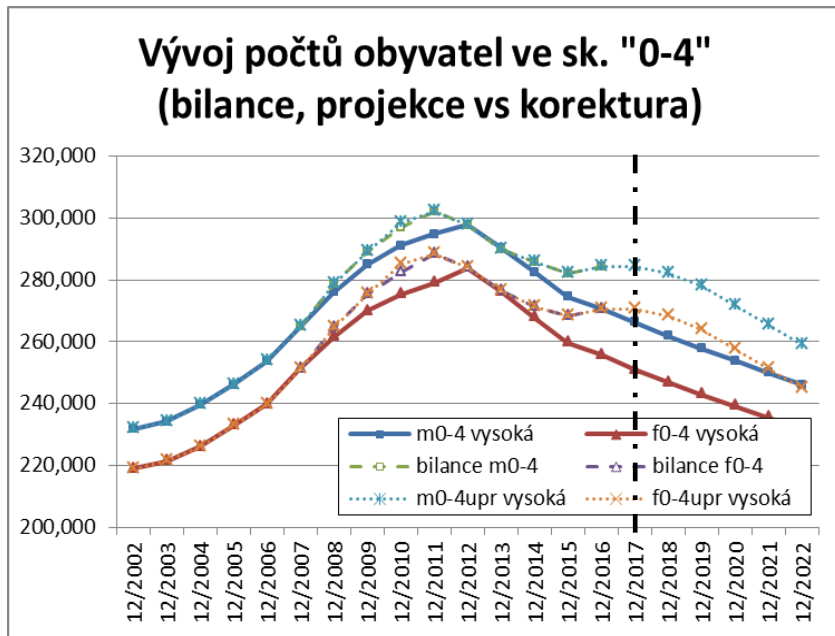


# 3.2e) Vývoj počtu pojištěnců VZP 2002-2016 ve skupinách '44-49', ... , '85+' podle pohlaví





# 3.2f) Vývoj počtu obyvatel ČR (2002-2022) ve věku '0-4' a '85+' a jeho korekce



**Legenda:** Demografický vývoj v ČR se v letech 2014-17 řídil přibližně podle **vysoké varianty projekce ČSÚ z r. 2013** - pouze ve věkových skupinách '0-4' a '85+' jsme museli v r. 2017 udělat korekce (na základě bilancí ČSÚ)

# Obsah prezentace

1. Úvod
2. Cíl prezentace
3. Zdroje časových řad
- 4. Modely**
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$  pro  $t < 0$ )
5. Výsledky
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
6. Závěry
7. Literatura



# Obsah prezentace

1. Úvod
2. Cíl prezentace
3. Zdroje časových řad
- 4. Modely**
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')**
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$  pro  $t < 0$ )
5. Výsledky
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
6. Závěry
7. Literatura



# 7. Literatura - A

[1] Běláček J: Analýza vývoje okresů z hlediska jednoletých komponent přirozené měny a migrací. Demografie 36/4, 1994, str.238-249 – APLIKACE EXPONENCIÁLNÍHO VYHLAZOVÁNÍ

[2] Běláček J, Fiala T, Parma M, Michna P, Lukeš, Murtingerová K: Projekce budoucí potřeby a spotřeby zdravotní péče z perspektivy stárnutí ambulantních pacientů v zařízeních AGEL 2012-14. Sborník MEDSOFT, 2017, ČSZIVI ČLS JEP, Praha – **ODVOZENÉ DEMOGRAFICKÉ PROJEKCE**

[3] Běláček J: Predikce budoucích počtů pojištěnců VZP ČR – data, metodika a výsledky. Sborník MEDSOFT 2018, str.7-19 – MECHANIZMOVÉ MODELY

[4] Běláček J: Regresní model pro predikci budoucích počtů pojištěnců VZP ČR. Sborník MEDSOFT 2019, str.4-8 – VÁŽENÁ LINEÁRNÍ REGRESE

# CIVILIZAČNÍ NEMOCI, VĚKOVÉ STÁRNUTÍ OBYVATELSTVA a DATA O PACIENTECH ZZ AGEL

Běláček J<sup>1</sup>, Fiala T<sup>2</sup>, Parma M<sup>3</sup>, Foks R<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Odd BioStat při ÚBI 1. LF UK (+VFN) Praha; <sup>2</sup>Katedra demografie FIS VŠE; <sup>3</sup>Odbor plánování a controllingu AGEL a.s.

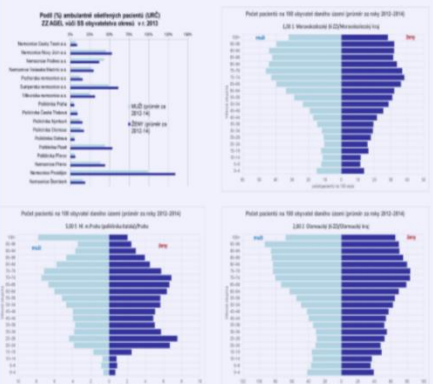
## IX. SYMPOZIUM AGEL, OLOMOUC, 1.-2.10.2015



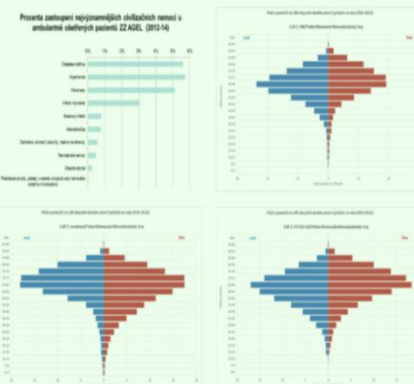
### VÝCHODISKA A CÍLE

Přes ne zcela sofistikovanou vymezení lze většinu tzv. civilizačních nemocí klasifikovat na úrovni individuálních či agregovaných kódů v rámci číselníku MKN 10 standardně použitého v oficiálních demografických a epidemiologických databázích, právě tak jako v individuálních kazuistikách či datech pořizovaných a provozovaných zdravotnickými zařízeními za různými účely. Cílem tohoto příspěvku je poukázat na možnosti propojení a analýzy těchto údajů z pohledu pohlavního a věkového složení obyvatelstva ve vztahu k pacientům, kteří byli v letech 2011-14 ambulantně ošetřeni ve vybraných zdravotnických zařízeních (ZZ) skupiny AGEL a.s.

### PACIENTI AMBULANTNĚ OŠETŘENÍ V ZZ AGEL NA 100 OBYVATEL STŘEDNÍHO STAVU ŽIJÍCÍHO OBYVATELSTVA V OKRESECH A KRAJÍCH (2012-14)



### AMBULANTNÍ PACIENTI V ZZ AGEL PODLE NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH CIVILIZAČNÍCH NEMOCÍ NA 100 OBYVATEL STŘEDNÍHO STAVU ŽIJÍCÍCH OBYVATEL VE 3 KRAJÍCH



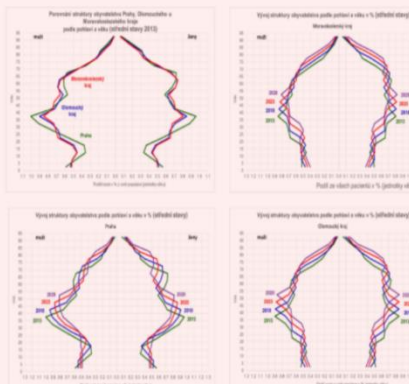
### ZÁVĚRY

Hlavní prezentované výsledky poukazují zjevně na možnost formální projekce struktury stávající ambulantních pacientů podle pohlaví a věku na úrovni krajů do horizontů (řekněme) 10-15 let. Pro kvalitativnější odhady budoucí spotřeby zdravotní péče by však bylo zapotřebí naučit se upravovat standardní demografické projekční koeficienty s ohledem na preciznější vymezení strategických skupin diagnóz, aktuální vývoj zdravotnických technologií a služeb v nejvyšších zemích a stále objektivnější formální analýzy dostupných nebo nově pořizovaných datových zdrojů.

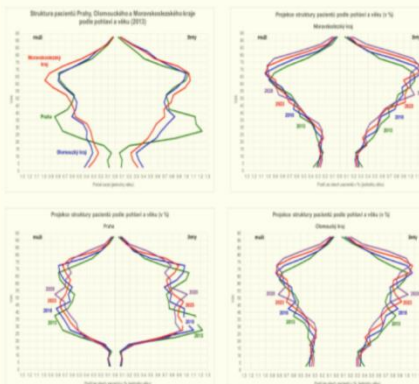
### MATERIÁL A METODY

Data za ZZ AGEL byla účelově vytřídněna z DB jednotlivých nemocnic na dvou agregačních úrovních – 1/ počty ambulantně ošetřených podle unikátního RC, roku, věku a pohlaví (v rámci daného ZZ se každý ambulantně ošetřovaný pacient vyskytuje v třídění daného roku právě jednou) /N=3315 vět pro celkový počet P=4234402 pacientů – nejjednodušší pro čisté demografická srovnávání/- 2/ tříděno navíc podle ambulantních provozů /odborů/ a unikátních hlavních diagnóz podle individuálních kódů MKN 10 /N=2831048; počet P=17621284 se nejvíce přibližuje počtům ambulantně ošetřených pacientů uváděných v ročenkách AGELu/. Pro projekci ambulantních pacientů podle pohlaví a věku v krajích byly použity projekční koeficienty z demografické prognózy ČSÚ pro kraje ČR aktualizované v r. 2014.

### STRUKTURY ŽIJÍCÍCH OBYVATEL V KRAJÍCH PODLE VĚKU A POHLAVÍ (2013) A JEJICH DEMOGRAFICKÁ PROGNÓZA S HORIZONTY 2018, 2023 A 2028



### POČTY AMBULANTNĚ OŠETŘENÝCH VE ZZ AGEL PODLE KRAJŮ, VĚKU A POHLAVÍ (2013) A JEJICH PROJEKCE DO HORIZONTŮ 2018, 2023 A 2028



### DATOVÉ ZDROJE

- [1] DB pacientů ambulantně ošetřených v nemocnicích a poliklinikách AGEL za roky 2011, 2012, 2013, 2014, vytřídněno na OPC AGEL a.s.
- [2] Věkové složení obyvatelstva podle pohlaví a pětiletých skupin za kraje resp. okresy ČR (střední stav k 30.6.2013), ČSÚ, 2014.
- [3] Číselník MKN 10, aktualizace ÚZIS, 2014

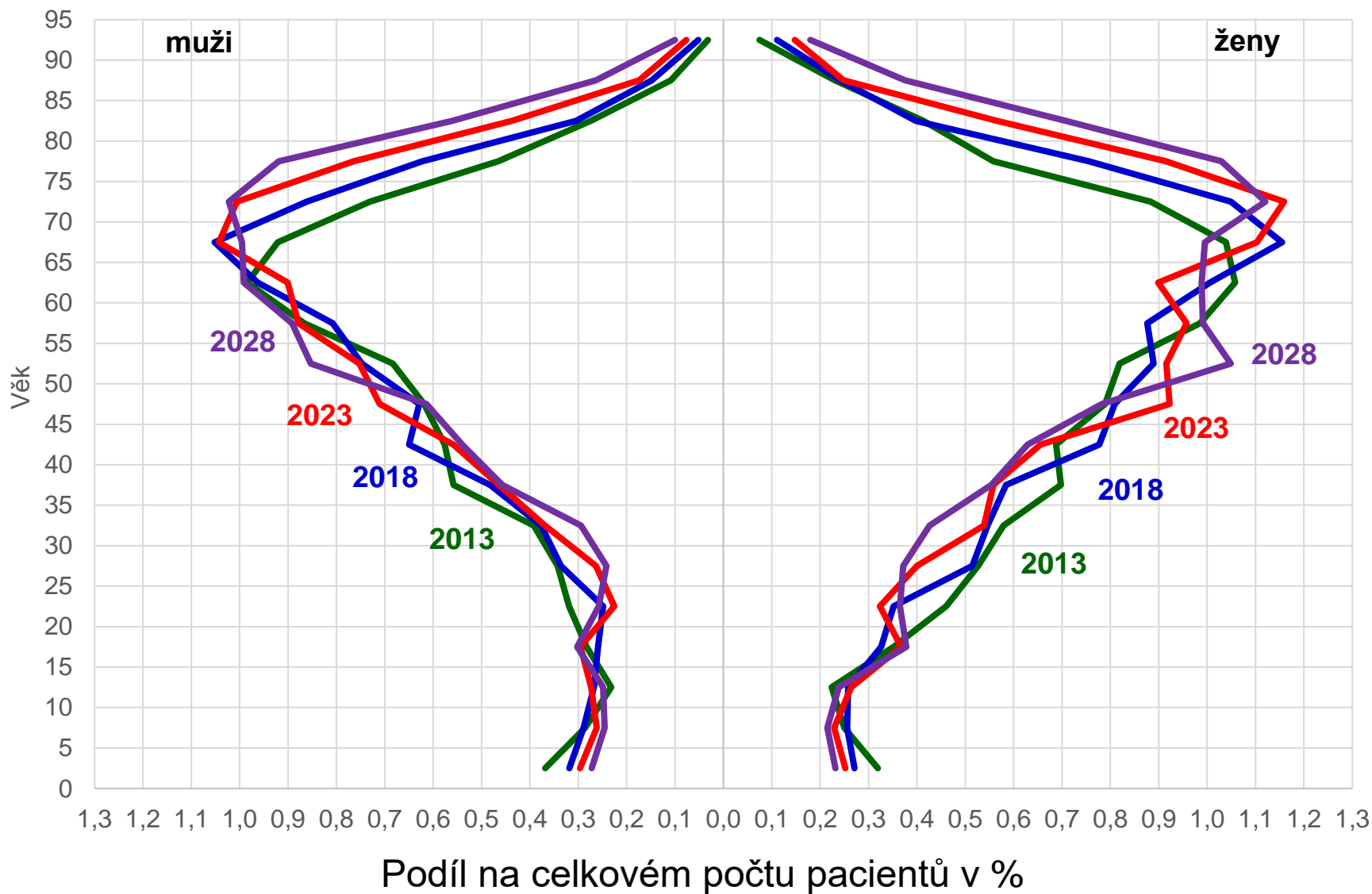
**Legenda:** Odhady budoucích počtů pacientů ambulantních ZZ skupiny AGEL (účelová databáze pacientů z let 2012-2014) pro r. 2018, 2023 a 2028 v Moravskoslezském, Olomouckém kraji a Hl.m. Praha byly pořízeny metodou tzv. „odvozené demografické projekce“





# Projekce struktury pacientů podle pohlaví a věku (v %)

Moravskoslezský kraj



## 4.1a) Mechanizmový model

$\hat{P}_x^{t-1}$  - počet pojištěnců ve věkové skupině "x" = '0-4' ... '85+' v kvartálním čase  $t$  (ke konci každého kvartálu);

$D_x^t$  - střední stav žijících osob ve věku "x" (mezi časy  $t-1$  a  $t$ );

$S_x^t$  - saldo přeregistrací retrospektivní nebo extrapolované pro období mezi časy  $t-1$  a  $t$ ;

$$\hat{P}_x^t = (\hat{P}_x^{t-1} + S_x^t) \cdot (D_x^t / D_x^{t-1}), \quad t = 1, 2, \dots \quad (1)$$

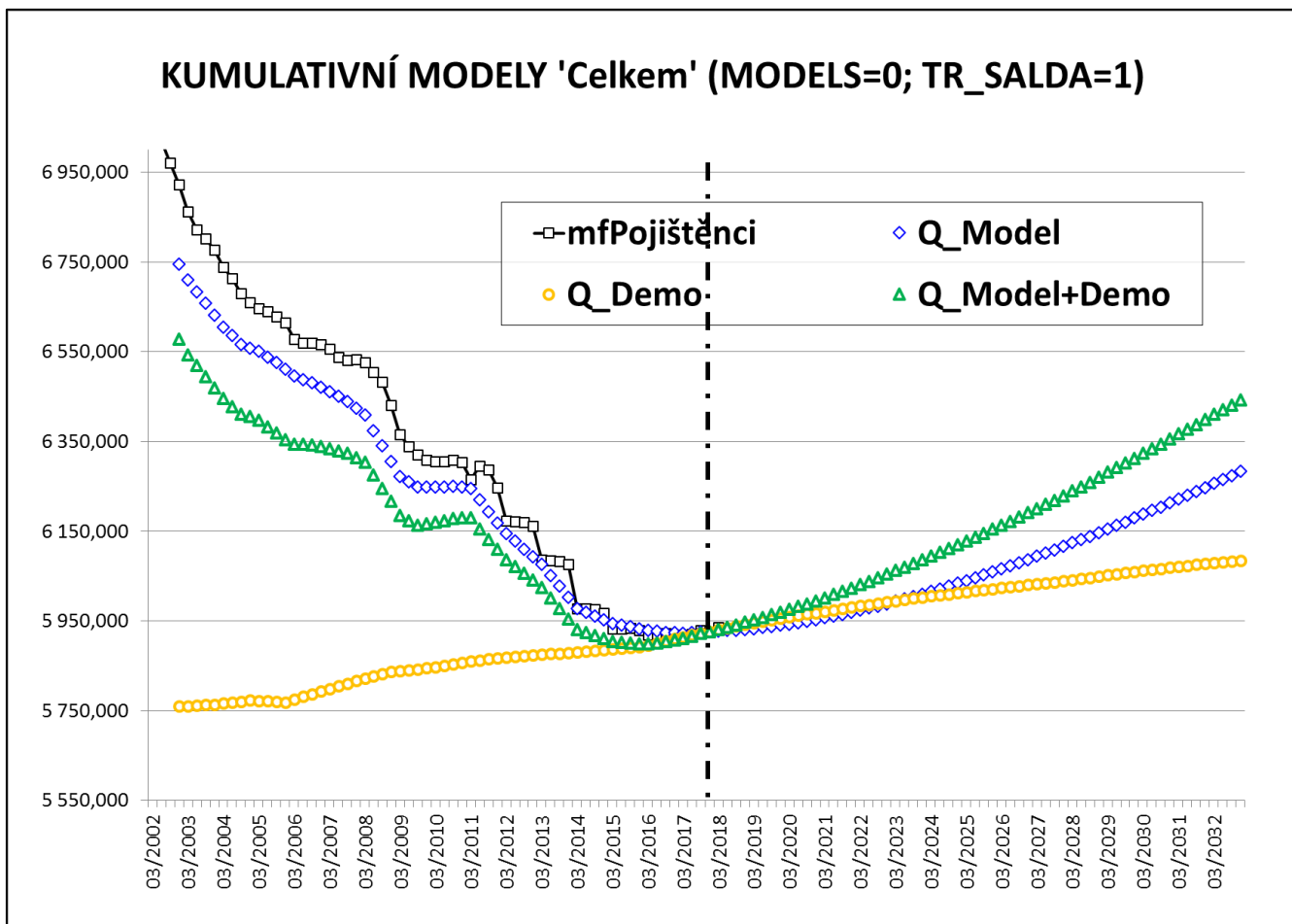
$$\hat{P}_x^t = (\hat{P}_x^{t+1} + S_x^t) \cdot (D_x^t / D_x^{t+1}), \quad t = -1, -2, \dots, -T. \quad (2)$$

### Poznámka 1 -

- **a)** Při volbě  $S_x^t = 0$  pro všechna  $t$  se model (1) redukuje na běžný model odvozené demografické projekce;

- **b)** Při volbě  $D_x^t / D_x^{t-1} = 1$  pro všechna  $t$  se model (1) redukuje na model čisté projekce kumulativních přeregistrací.

**3.1b) Aplikace mechanizmových modelů pro vývoj kvartálních počtů pojištěnců VZP ČR (celkem) za období 03/2002 - 12/2017 a jejich prospektivních a retrospektivních teoretických počtů podle rekurentních vzorců z *Poznámky 1 -a)* a *-b)* a pro souhrnný model (1)+(2) (pro střední variantu extrapolace přeregistračního salda)**



# Obsah prezentace

1. Úvod

2. Cíl prezentace

3. Zdroje časových řad

**4. Modely**

4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')

**4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$ )**

5. Výsledky

5.1 – optimalizace regresních modelů

5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)

6. Závěry

7. Literatura





## 4.2a) Zobecněný lineární model

$$\Delta(\mathbf{P}_x^t; \boldsymbol{\theta}) = \mathbf{b}_x + \mathbf{c}_x \cdot t + \mathbf{d}_x \cdot \Delta(\mathbf{D}_x^t) + \mathbf{e}_x \cdot \mathbf{S}_x^t + \varepsilon(0, \mathbf{w}_t; \sigma_x^2), \quad t = -T, \dots, t_0 \quad (3),$$

kde  $\Delta(\mathbf{P}_x^t; \boldsymbol{\theta}) = (\mathbf{P}_x^t - \mathbf{P}_x^{t-1})$  značí retrospektivní diference počtu pojištěnců mezi konci sousedících kvartálů ve věkové skupině,  $\mathbf{S}_x^t$  je saldo přeregistrací z mechanismového modelu (1)+(2),

$\Delta(\mathbf{D}_x^t)$  reprezentuje kvartální diference absolutního přírůstku pojištěnců příslušných demografické složce (přibližně rovné

hodnotě  $\hat{\mathbf{P}}_x^{t-1} \cdot (\mathbf{D}_x^t / \mathbf{D}_x^{t-1} - 1)$ ),  $\boldsymbol{\theta} = (\mathbf{b}_x, \mathbf{c}_x, \mathbf{d}_x, \mathbf{e}_x)$  je vektor lineárních regresních parametrů,  $t_0 = 0$  práh projekce a  $\varepsilon(0, \mathbf{w}_t; \sigma_x^2)$  značí formální chybu měření pro věkovou skupinu "x".

### Poznámka 2:

**a/** Při volbě  $\mathbf{b}_x = \mathbf{c}_x = 0$  a  $\mathbf{d}_x = \mathbf{e}_x = 1$  přechází (3) na (2) resp. (1);

**b/** Při volbě  $\mathbf{d}_x = \mathbf{e}_x = 0$  přechází (3) na standardní model lineární regrese v časové proměnné  $t$  (ilustračně použitý již v 1c-f)).

## 4.2b) Zobecněný lineární model

Odhady  $\hat{\theta} \equiv (\hat{\mathbf{b}}_x, \hat{\mathbf{c}}_x, \hat{\mathbf{d}}_x, \hat{\mathbf{e}}_x)$  vektoru parametrů  $\theta$  v modelu (3) získáme minimalizací **váženého** součtu čtverců

$$\sum_{t=-T, \dots, t_0} \mathbf{w}_t \cdot [\Delta(\mathbf{P}_x^t; \theta) - (\mathbf{b}_x + \mathbf{c}_x \cdot t + \mathbf{d}_x \cdot \Delta(\mathbf{D}_x^t) + \mathbf{e}_x \cdot \mathbf{S}_x^t)]^2 \quad (4)$$

jako tzv. *Aitkenův odhad* (viz v *Cipra T.*(1986), str. 233). Váhy ve vzorci (4) jsou v daném případě definovány jako  $\mathbf{w}_t \equiv \alpha_x^{-t}$  pro  $t = -1, \dots, -T$  a pro diskontní faktory  $\alpha_x$  ( $0 < \alpha_x \leq 1$ ) – tzn. že s postupným vzdalováním se od prahové hodnoty v čase  $t_0 = 0$  přiřazujeme historickým datům exponenciálně se snižující vliv.

### Poznámka 3 -

a/ Při  $\alpha_x = 1$  jde o standardní/neváženou lineární regresi (MNČ), kdy **všechna retrospektivní pozorování mají stejnou váhu**;  
b/ Při volbě  $\mathbf{d}_x = \mathbf{e}_x = 0$  a  $\mathbf{w}_t \equiv \alpha_x^{-t}$  odpovídá (3) modelu známému jako **dvojitě exponenciální vyrovnávání**.

# Obsah prezentace

1. Úvod
2. Cíl prezentace
3. Zdroje časových řad
4. Modely
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$  pro  $t < 0$ )
- 5. Výsledky**
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů**
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
6. Závěry
7. Literatura

**5.1a): Základní statistické charakteristiky v osmi hierarchických submodelech pro skupinu "x"='0+' s optimálním diskontem  $\alpha_x=1,00$  pro model 'bcde' (s vyznačením statistické významnosti parametrů)**

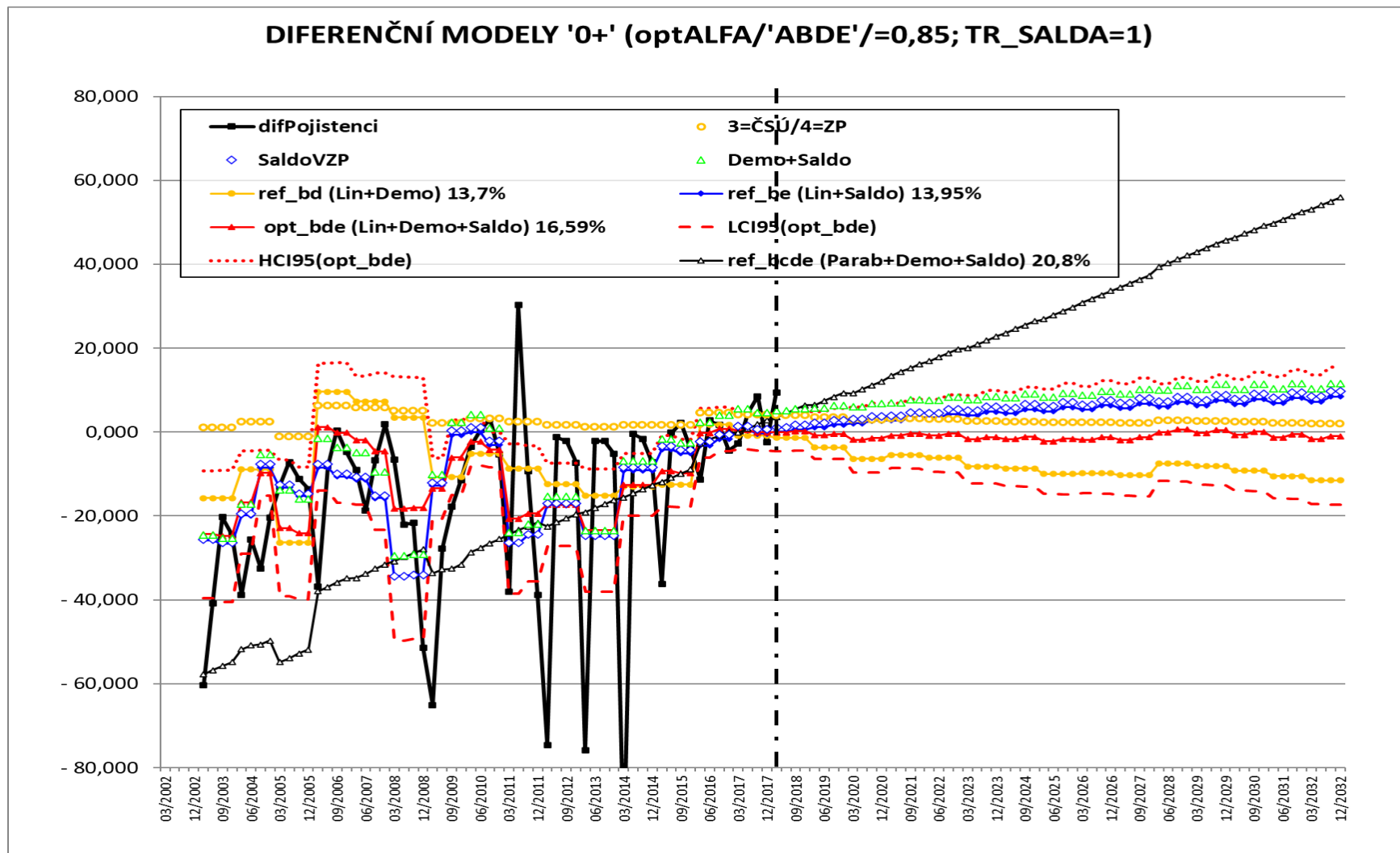
'0+'	b	bc	bd	be	bde	bcd	bce	bcde
model	$y=b$	$y=b+ct$	$y=b+d.D_t$	$y=b+e.S_t$	$y=b+d.D_t+e.S_t$	$y=b+ct+d.D_t$	$y=b+ct+e.S_t$	$y=b+ct+d.D_t+e.S_t$
vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený
$\wedge b$	-16,610	-27,389	-22,590	-7,960	-13,160	-32,156	-16,703	-21,620
$\wedge c$		0,353				0,336	0,220	0,216
$\wedge d$			2,152		1,661	1,908		1,624
$\wedge e$				0,663	0,619		0,508	0,467
$\wedge s$	23,265	22,624	23,075	22,357	22,313	22,504	22,274	22,238
$\wedge s(\wedge b)$	3,004	5,915	5,192	4,587	6,549	6,973	8,613	9,712
$\wedge s(\wedge c)$		0,169				0,168	0,184	0,184
$\wedge s(\wedge d)$			1,531		1,496	1,498		1,491
$\wedge s(\wedge e)$				0,273	0,276		0,302	0,304
$T(\wedge b)$	-5,530	-4,630	-4,351	-1,735	-2,010	-4,612	-1,939	-2,226
$T(\wedge c)$		2,096				1,996	1,197	1,176
$T(\wedge d)$			1,406		1,110	1,274		1,089
$T(\wedge e)$				2,427	2,243		1,684	1,539
$p(\wedge b)$	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,088</b>	<b>0,049</b>	<b>0,000</b>	<b>0,057</b>	<b>0,030</b>
$p(\wedge c)$		<b>0,040</b>				<b>0,051</b>	<b>0,236</b>	<b>0,244</b>
$p(\wedge d)$			<b>0,165</b>		<b>0,272</b>	<b>0,208</b>		<b>0,281</b>
$p(\wedge e)$				<b>0,018</b>	<b>0,029</b>		<b>0,098</b>	<b>0,129</b>
	$(y-b)^2$	$(y-bc)^2$	$(y-bd)^2$	$(y-be)^2$	$(y-bde)^2$	$(y-bcd)^2$	$(y-bce)^2$	$(y-bcde)^2$
SS(model)	31 934,7	29 687,0	30 881,9	28 991,5	28 377,7	28 865,2	28 280,1	27 693,6
df	59	58	58	58	57	57	57	56
$R^2$		7,04%	3,30%	9,22%	11,14%	9,61%	11,44%	13,28%

## 5.1b): Adto pro model 'bde' s optimálním diskontem $\alpha_x=0,85$

(optimalitu pro každý model posuzujeme podle statistické významnosti parametrů modelu, vizualizace predikční křivky, % vysvětleného rozptylu  $R^2$  ev. dalších doplňkových kritérií)

'0+'	b	bc	bd	be	bde	bcd	bce	bcde
model	$y=b$	$y=b+ct$	$y=b+d.D_t$	$y=b+e.S_t$	$y=b+d.D_t+e.S_t$	$y=b+ct+d.D_t$	$y=b+ct+e.S_t$	$y=b+ct+d.D_t+e.S_t$
vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený	vážený
$\hat{b}$	-3,385	-65,601	-20,653	-0,987	-12,088	-59,442	-62,483	-62,239
$\hat{c}$		1,145				0,918	1,091	0,962
$\hat{d}$			4,854		2,858	1,740		1,811
$\hat{e}$				0,969	0,592		0,067	-0,065
$\hat{s}$	694,773	627,544	650,981	650,017	645,564	629,147	632,940	634,663
$\hat{s}(\hat{b})$	89,695	16,546	6,008	2,074	8,520	18,138	30,176	30,259
$\hat{s}(\hat{c})$		0,303				0,407	0,534	0,558
$\hat{s}(\hat{d})$			1,600		2,129	2,072		2,179
$\hat{s}(\hat{e})$				0,316	0,421		0,539	0,563
$T(\hat{b})$	-0,038	-3,965	-3,438	-0,476	-1,419	-3,277	-2,071	-2,057
$T(\hat{c})$		3,784				2,257	2,043	1,725
$T(\hat{d})$			3,034		1,343	0,840		0,831
$T(\hat{e})$				3,067	1,406		0,124	-0,116
$p(\hat{b})$	<b>0,970</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,636</b>	<b>0,161</b>	<b>0,002</b>	<b>0,043</b>	<b>0,044</b>
$p(\hat{c})$		<b>0,000</b>				<b>0,028</b>	<b>0,046</b>	<b>0,090</b>
$p(\hat{d})$			<b>0,004</b>		<b>0,185</b>	<b>0,405</b>		<b>0,409</b>
$p(\hat{e})$				<b>0,003</b>	<b>0,165</b>		<b>0,902</b>	<b>0,908</b>
	$(y-b)^2$	$(y-bc)^2$	$(y-bd)^2$	$(y-be)^2$	$(y-bde)^2$	$(y-bcd)^2$	$(y-bce)^2$	$(y-bcde)^2$
SS(model)	28 479 879,9	22 841 101,5	24 578 989,4	24 506 267,2	23 754 921,5	22 562 065,3	22 834 939,1	22 556 640,6
df	59	58	58	58	57	57	57	56
$R^2$		19,80%	13,70%	13,95%	16,59%	20,78%	19,82%	20,80%

# 5.1c) Vizualizace diferenčních modelů ad (1)+(2) a ad (3) pro modely 'bcde' a 'bde' (nemá interpretaci)





## 5.1d) Zpětný kumulativní přepoččet

=> Pro finální predikce počtů pojištěnců ve věkových skupinách musíme použít prospektivní kumulativní přepočty:

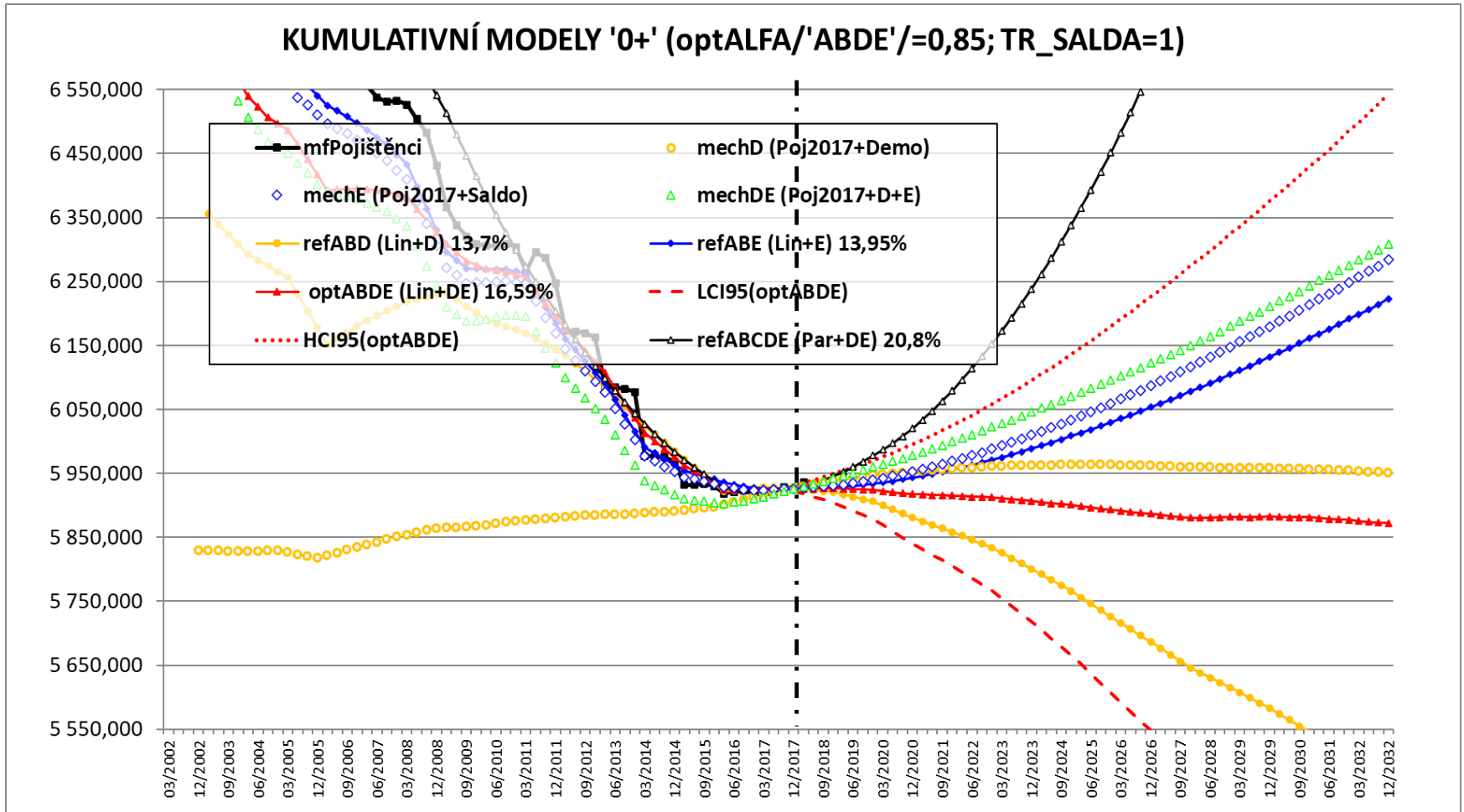
$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{P}}_x^t &= \hat{\mathbf{P}}_x^{t-1} + \Delta(\hat{\mathbf{P}}_x^t; \hat{\boldsymbol{\theta}}) = \mathbf{P}_x^{t0} + \sum_{q=t0, \dots, t} \Delta(\hat{\mathbf{P}}_x^q; \hat{\boldsymbol{\theta}}) = \\ &= \mathbf{P}_x^{t0} + \sum_{q=t0, \dots, t} (\hat{\mathbf{b}}_x + \hat{\mathbf{c}}_x \cdot t + \hat{\mathbf{d}}_x \cdot \Delta(\mathbf{D}_x^q) + \hat{\mathbf{e}}_x \cdot \mathbf{S}_x^q) = \\ &= \mathbf{P}_x^{t0} + \hat{\mathbf{b}}_x \cdot t + \hat{\mathbf{c}}_x \cdot (t+1) \cdot t/2 + \hat{\mathbf{d}}_x \cdot \sum_t \Delta(\mathbf{D}_x^q) + \hat{\mathbf{e}}_x \cdot \sum_t \mathbf{S}_x^t, \quad t=1, \dots \quad (5)\end{aligned}$$

když  $\Delta(\hat{\mathbf{P}}_x^t; \hat{\boldsymbol{\theta}})$  jsou hodnoty regresní funkce z (3) - tedy výrazu na pravé straně rovnice (3) bez posledního členu -

– v bodě  $\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\hat{\mathbf{b}}_x, \hat{\mathbf{c}}_x, \hat{\mathbf{d}}_x, \hat{\mathbf{e}}_x)$  v budoucích časech  $t=1, \dots$ .

Poznámka 4:  $\mathbf{P}_x^{t0}$  v (5) figuruje nyní jakožto fixní absolutní člen  $\mathbf{a}_x$  pětiparametrické kumulativní regresní funkce, v níž  $\mathbf{b}_x$  resp.  $\mathbf{c}_x$  reprezentují nově *lineární* resp. *kvadratický* trend; parametry kumulativních modelů budeme pro rozlišení značit alternativně i velkými písmeny (např. ‘**ABCDE**’, ‘**ABDE**’ atd.).

# 5.1e) Vizualizace kumulativních modelů (1)+(2) a (5) pro adaptivní regresní modely 'ABCDE' a 'ABDE'

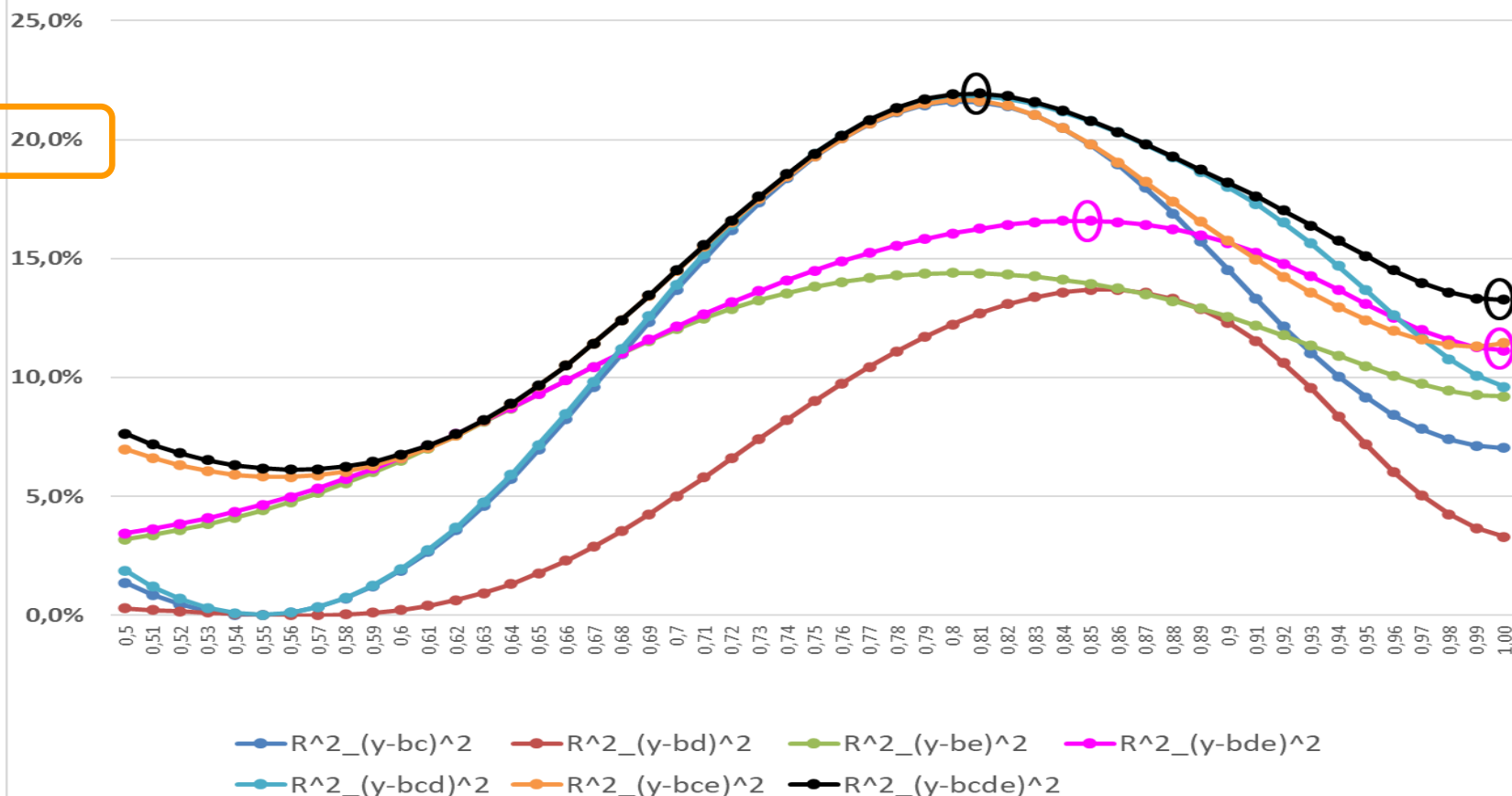


## 5.1f) Problém optimalizace diskontu

Kardinálním problémem je *optimální volba* tj. *kalibrace* diskontního faktoru  $\alpha_x$  v každé věkové skupině ("x" = '0-4', ... , '85+' resp. '0+'). Obvykle se stanovuje tzv. *in-sample* porovnáváním historických pozorování predikované časové řady s klouzavými adaptivními přepočty daného modelu směrem do minulosti při „spojitých“ změnách  $\alpha_x$  ( $0,7 < \alpha_x \leq 1$ ). To se však nejevilo jako reálné propočítávat pro zobecněný lineární model v rámci účelově vytvořené aplikace v prostředí Excel (s automatickými nápočty predikčních křivek pro 18 věkových skupin, a později ještě **pro 14 krajů ČR** /což byl další netriviální požadavek na model/). Proto byla kalibrace  $\alpha_x$  provedena nejprve intuitivně vyšetřením průběhu **procenta vysvětleného rozptylu (koeficientu determinace  $R^2$ ) při měnících se hodnotách diskontu  $\alpha_x$  ( $0,5 < \alpha_x \leq 1$ ).**

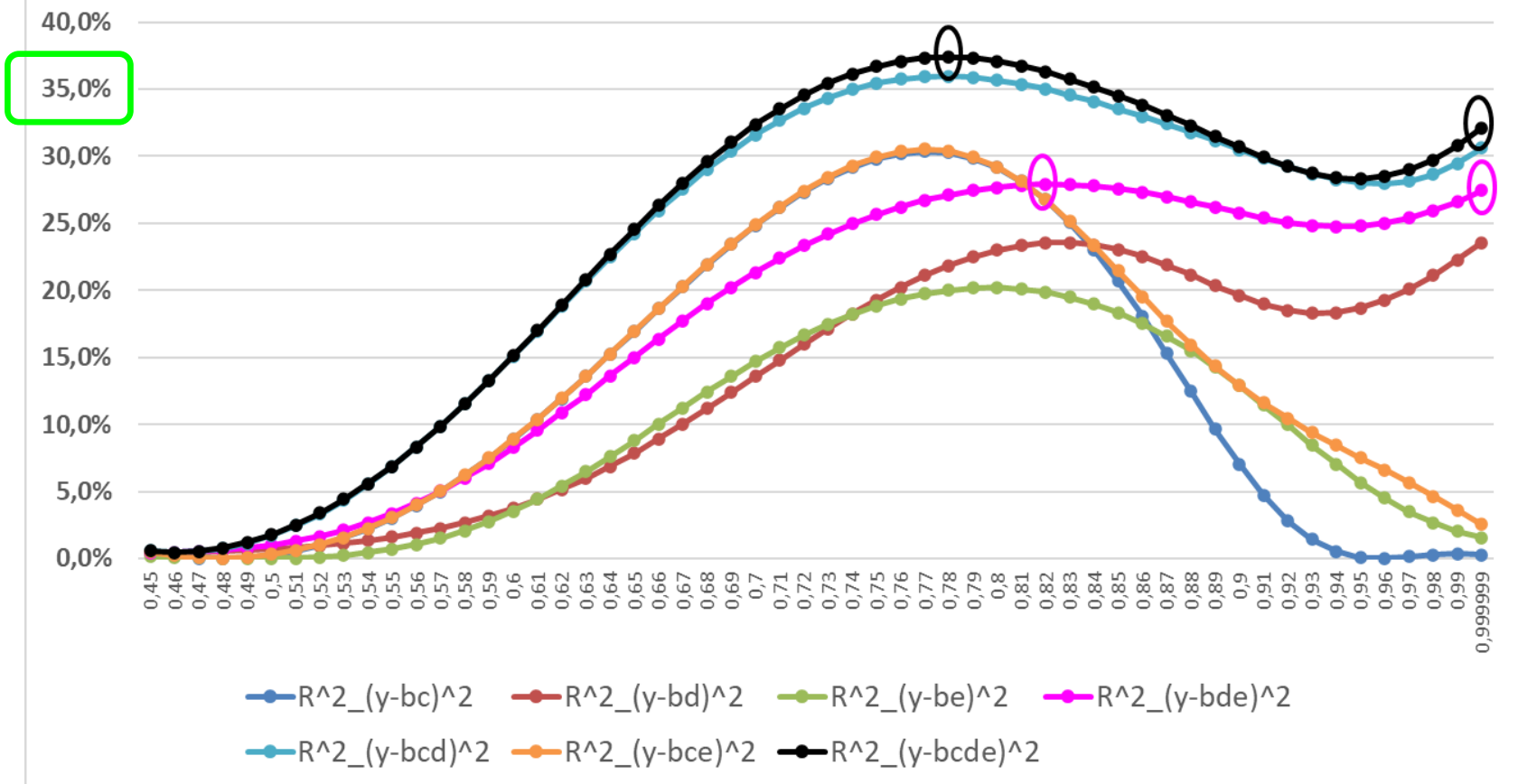
# 5.1g) Ukázka spojitého průběhu $R^2$ při spojitě změně $0,5 < \alpha_x \leq 1,0$ pro 7 hierarchických submodelů ad (3) ve věkové skupině '0+'

Tab.2: % rozptylu vysvětlená hierarchickými modely pro věk '0+'



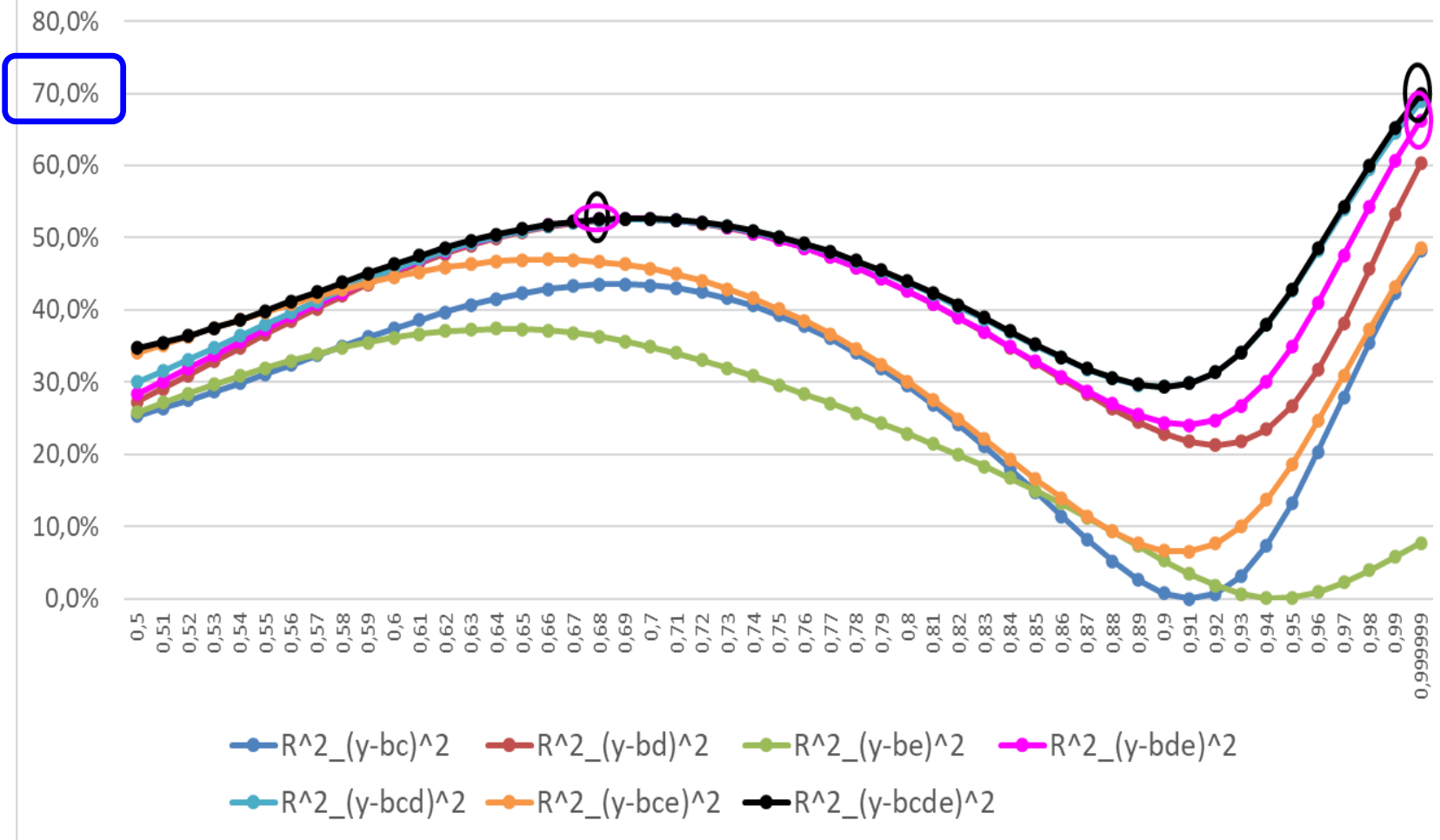
## 5.1h) Adto ve věkové skupině '0-4'

Tab.2: % rozptylu vysvětlená hierarchickými modely pro věk '0-4'



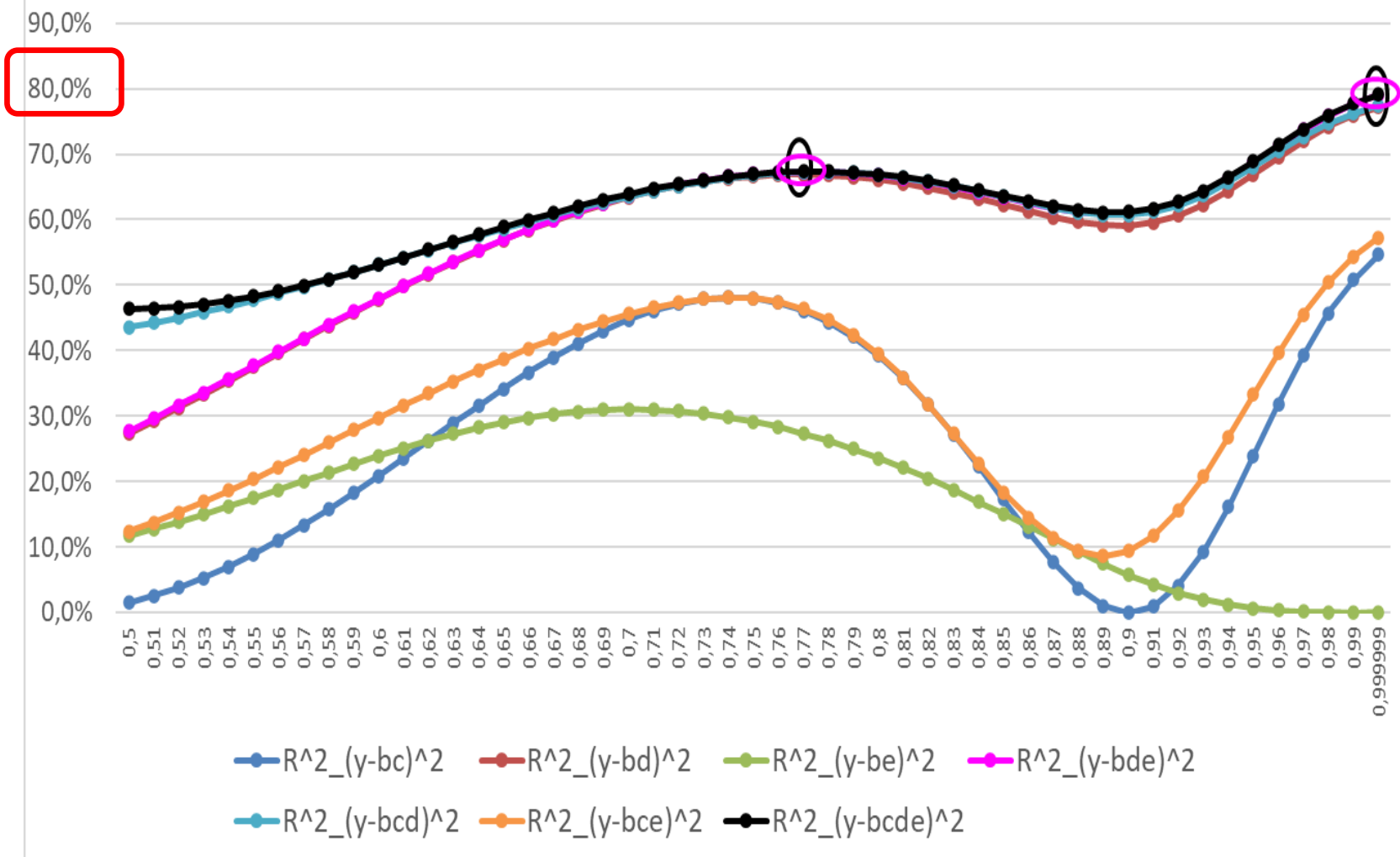
## 5.1i) Adto ve věkové skupině '5-9'

Tab.2: % rozptylu vysvětlená hierarchickými modely pro věk '5-9'



## 5.1j) Adto ve věkové skupině '55-59'

Tab.2: % rozptylu vysvětlená hierarchickými modely pro věk '55-59'





## 5.1k) Souhrn lokálních maxim $R^2$ a výběr optimálních $\alpha_x$ pro všechny věkové skupiny v modelech 'bde' a 'bcde'

	amax $R^2$ bde	amax $R^2$ bde	$R^2$ (bde)	$R^2$ (bde)	amax $R^2$ bcde	amax $R^2$ bcde	$R^2$ (bcde)	$R^2$ (bcde)
'0+'	0,85	1,00	16,59%	11,14%	0,81	1,00	21,95%	13,23%
'0-4'	0,82	1,00	27,91%	27,44%	0,78	1,00	37,40%	32,14%
'5-9'	0,69	1,00	52,68%	66,29%	0,69	1,00	52,68%	69,88%
'10-14'	0,99	1,00	82,47%	82,20%	0,70	0,99	78,59%	82,75%
'15-19'	0,86	1,00	76,50%	64,89%	0,82	1,00	77,73%	64,91%
'20-24'	0,67	1,00	33,39%	39,75%	0,71	1,00	37,75%	41,69%
'25-29'		1,00		47,21%		1,00		49,12%
'30-34'	0,89	1,00	59,74%	66,04%	0,89	1,00	60,01%	66,18%
'35-39'	0,93	1,00	72,07%	64,97%	0,94	1,00	73,45%	71,23%
'40-44'	0,99	1,00	49,01%	48,92%	0,98	1,00	50,00%	49,47%
'45-49'	0,85	1,00	79,97%	83,03%	0,83	1,00	80,90%	83,23%
'50-54'	0,96	1,00	71,66%	67,80%	0,96	1,00	71,77%	67,82%
'55-59'	0,77	1,00	67,30%	79,01%	0,77	1,00	67,37%	79,09%
'60-64'		1,00		79,93%		1,00		79,98%
'65-69'	0,75	1,00	85,02%	83,38%	0,73	1,00	87,67%	83,65%
'70-74'		1,00		93,05%		1,00		93,15%
'75-79'	0,94	1,00	85,73%	81,91%	0,94	1,00	85,82%	82,82%
'80-84'	0,86	1,00	36,66%	81,83%		1,00		82,29%
'85+'		1,00		58,81%		1,00		67,10%

LEGENDA:

ALFA VYBRANÉ PRO MAXIMÁLNÍ  $R^2$  (výrazně vyšší než 2. lokální maximum)

ALFA VYBRANÉ PRO MAXIMÁLNÍ  $R^2$  (bezvýznamně vyšší než 2. lokální maximum)

ALFA VYBRANÉ PRO 2. LOKÁLNÍ MAXIMUM  $R^2$  (z důvodu věrohodnějšího průběhu predikované regresní křivky)

ALFA VYBRANÉ PRO 2. LOKÁLNÍ MAXIMUM  $R^2$  (potřeba snížení predikované hodnoty vůči podílu věkové skupiny na trhu ZP)

## 5.1I) Výběr optimálních hodnot $\alpha_x$ na základě tabulky lokálních maxim $R^2$ výše a „doplňujících kritérií“ (včetně statistické významnosti parametrů v modelu 'bde')

"x"	$\alpha(ABDE)$	$R^2(ABDE)$	$b_x c_x=0$	$d_x c_x=0$	$e_x c_x=0$	$\alpha(ABCDE)$	$R^2(ABCDE)$
'0+'	0,85	16,59%	-12,088	2,858	0,592	1,00	13,28%
'0-4'	1,00	27,44%	0,212	0,861***	0,477	1,00	32,14%
'5-9'	0,69	52,68%	0,622***	0,629***	-0,21	0,69	52,68%
'10-14'	0,99	82,47%	-1,01	1,229***	0,62**	0,99	82,75%
'15-19'	0,86	76,50%	-0,906***	1,205***	0,378	1,00	64,91%
'20-24'	1,00	39,75%	-0,241	1,208***	0,691	1,00	41,69%
'25-29'	1,00	47,21%	-0,288	1,04***	0,231	1,00	49,12%
'30-34'	1,00	66,04%	0,081	0,789***	0,528	1,00	66,18%
'35-39'	0,93	72,07%	-0,904	0,649***	-0,646	0,94	73,45%
'40-44'	0,99	49,01%	-0,282	0,849***	0,923*	1,00	49,47%
'45-49'	1,00	83,03%	-1,079**	1,109***	0,683	1,00	83,23%
'50-54'	0,96	71,66%	-0,979**	1,003***	0,673	0,96	71,77%
'55-59'	1,00	79,01%	-0,77**	1,027***	0,68*	1,00	79,09%
'60-64'	1,00	79,93%	-0,895**	1,039***	0,408	1,00	79,98%
'65-69'	0,75	85,02%	-0,745***	0,929***	0,6	1,00	83,65%
'70-74'	1,00	93,05%	-1,274***	1,034***	-0,025	1,00	93,15%
'75-79'	0,94	85,73%	-0,822***	0,926***	1,045	0,94	85,82%
'80-84'	0,86	36,66%	-0,724***	1,081***	-0,938	1,00	82,29%
'85+'	1,00	64,78%	0,397*	0,751***	2,348	1,00	67,10%
mean	0,943	66,225%				0,973	68,804%

*Zdroj:* viz [4] , str.7

# Obsah prezentace

1. Úvod
2. Cíl prezentace
3. Zdroje časových řad
4. Modely
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$ )
- 5. Výsledky**
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)**
6. Závěry
7. Literatura

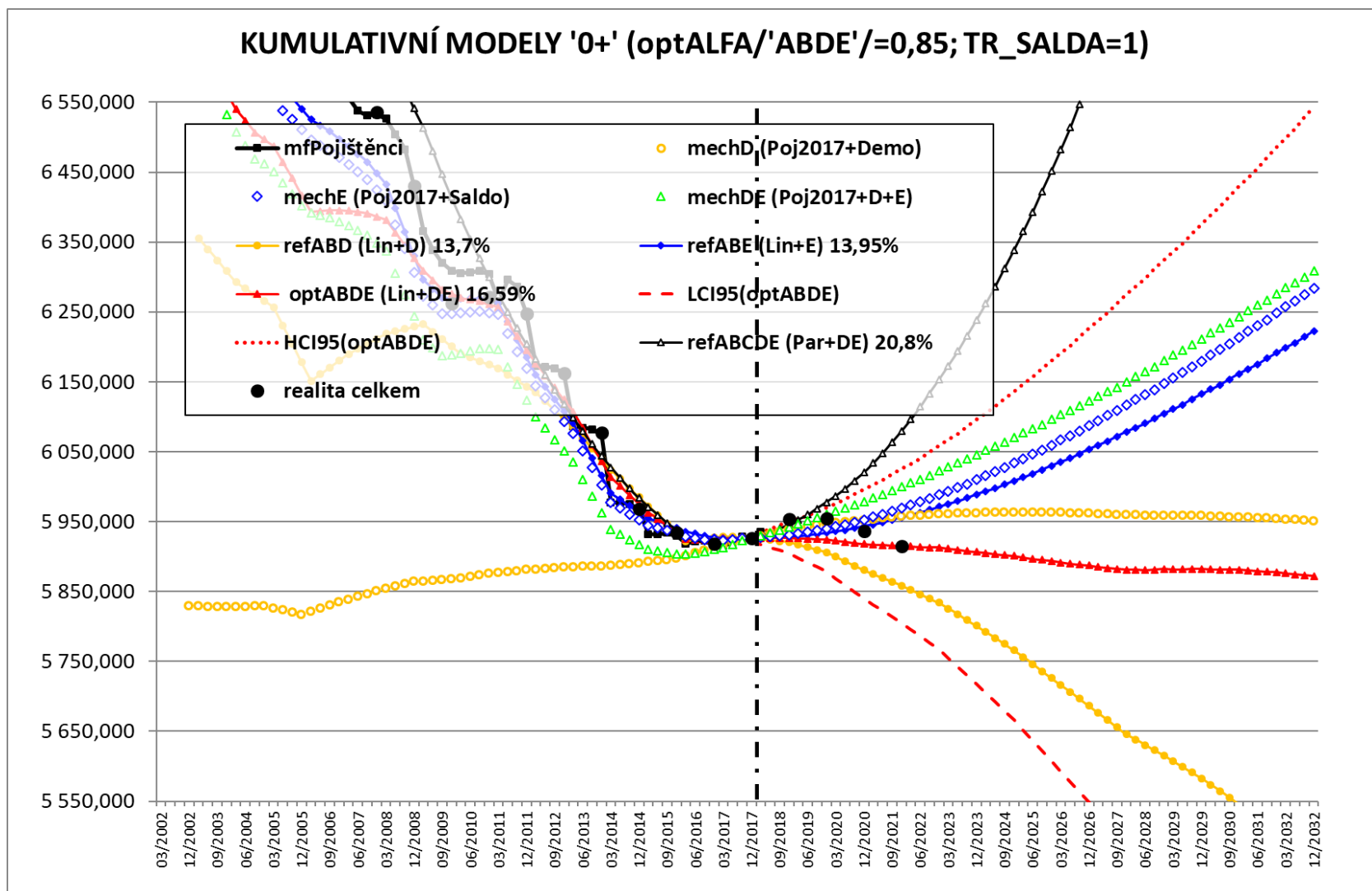
## 5.2a) Ukázka interaktivního vstupního MENU uživatelské aplikace v MS Excel pro volbu variant predikčního modelu pro počty pojištěnců VZP

<b>DEMOVARIANTA:</b>	<b>MODELS:</b>
<b>4</b>	<b>1</b>
<b>LEGENDA:</b>	<b>LEGENDA:</b>
3 = ČSÚ (upravená projekce ČSÚ 2013 /vysoká	0 = univerzální volba ALFA (viz 'B9') /pro všechn
4 = ZP ČR (všichni pojištěnci ČR od r. 2018 v prc	1 = optimalizovaná ALFA pro model 'ABDE' (viz
	2 = optimalizovaná ALFA pro model 'ABCDE' (vi
<b>TREND_SALDA:</b>	<b>ALFA:</b>
<b>1</b>	<b>0,90</b>
<b>LEGENDA:</b>	<b>LEGENDA:</b>
0 = REAL+nulové saldo (ZERO)	doporučeno: $0,7 \leq \text{ALFA} \leq 1,0$
1 = REAL+konzervativní varianta (AKTUÁLNÍ)	
2 = REAL+progresivnější varianta (PROGRESE)	

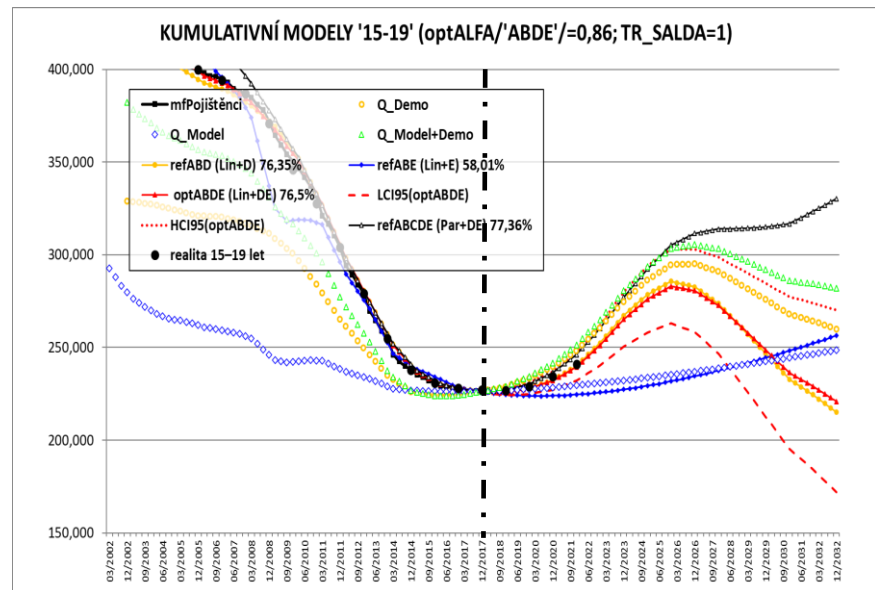
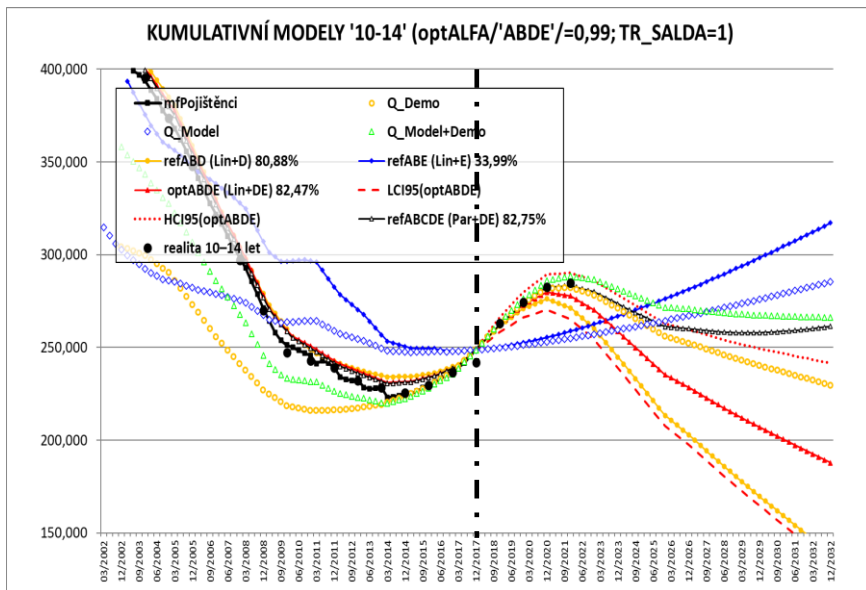
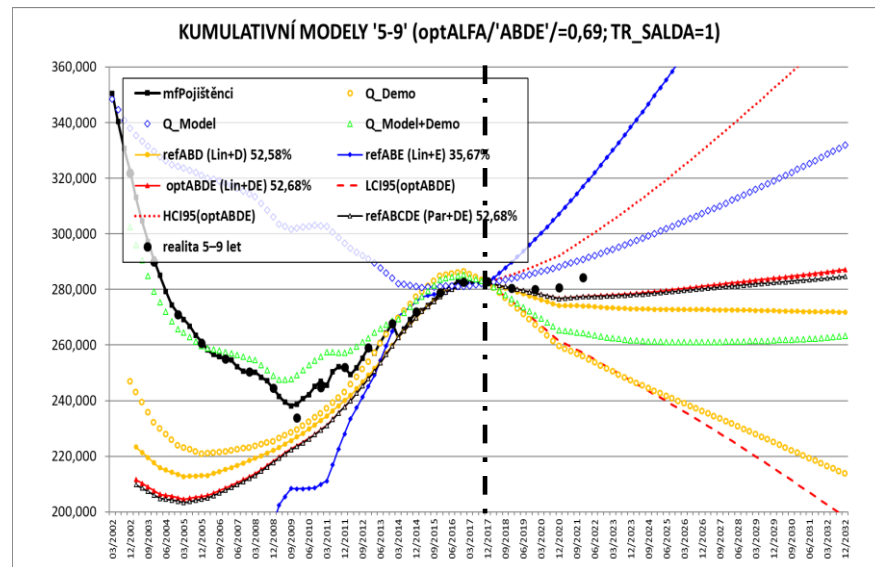
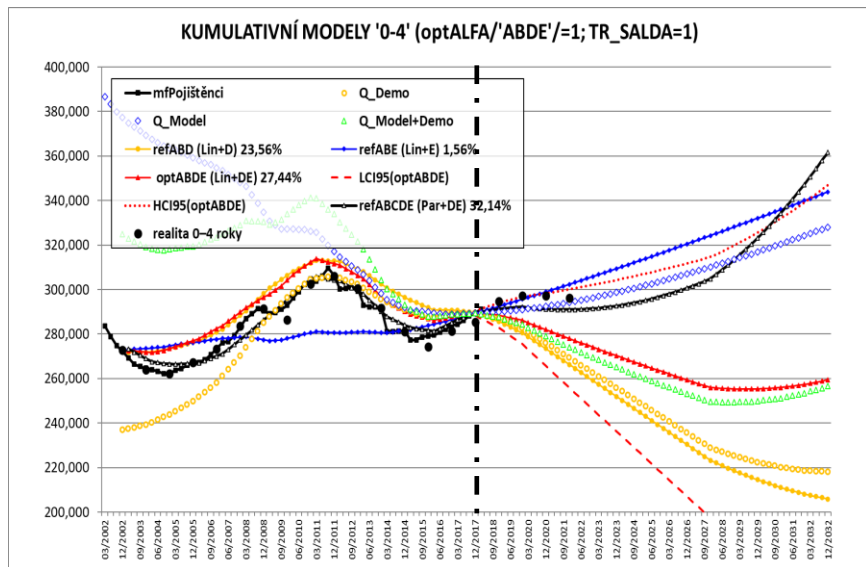
### Vstupní MENU umožňuje uživatelům kombinovat výběry -

- a/ jedné ze dvou variant časové řady referenční demografické projekce;
  - b/ jedné ze tří variant budoucího vývoje salda přeregistrací;
  - c) jednoho ze dvou regresních modelů ('ABDE' resp. 'ABCDE')
- s optimalizovaným diskontem v rámci každé věkové skupiny a variantu tzv. univerzální;
- d) při univerzální variantě ad c) se všechny zobrazované hierarchické modely řídí jednotnou volbou diskontu  $\alpha_x$  manuálně zadanou v buňce „vpravo dole“

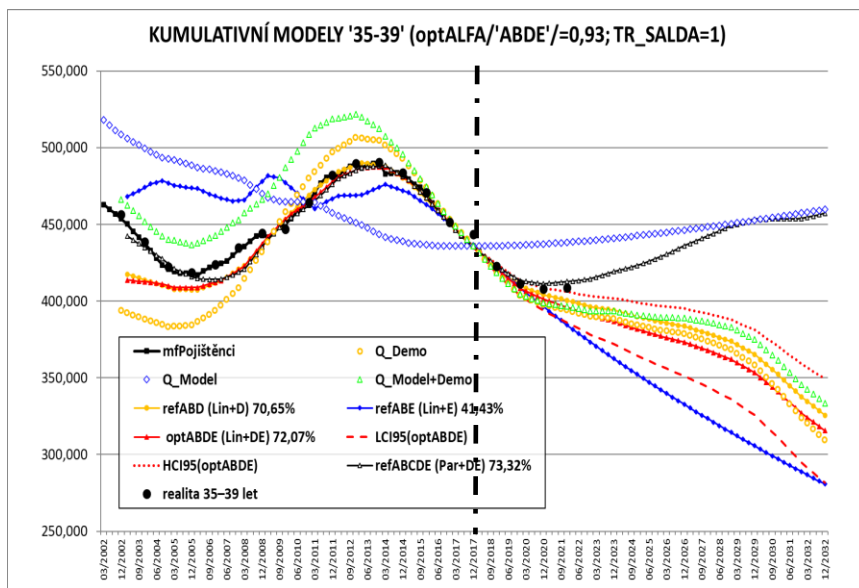
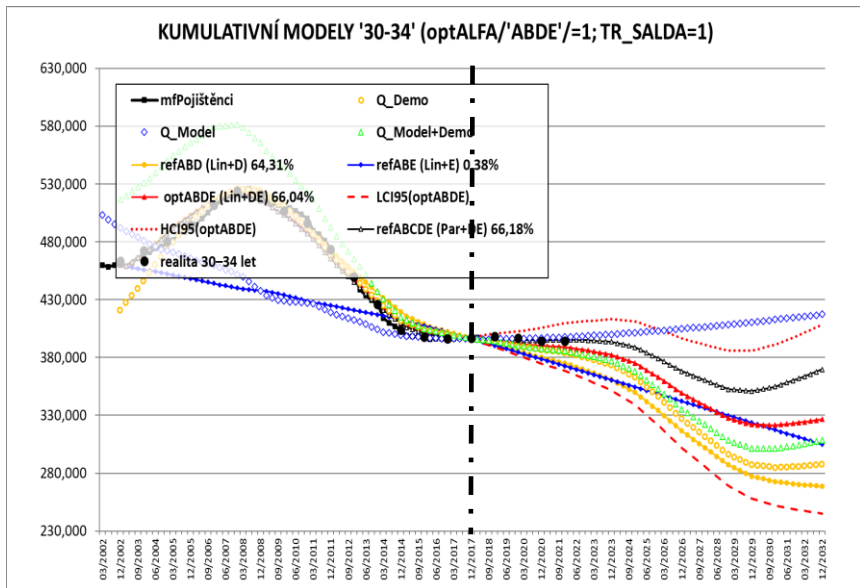
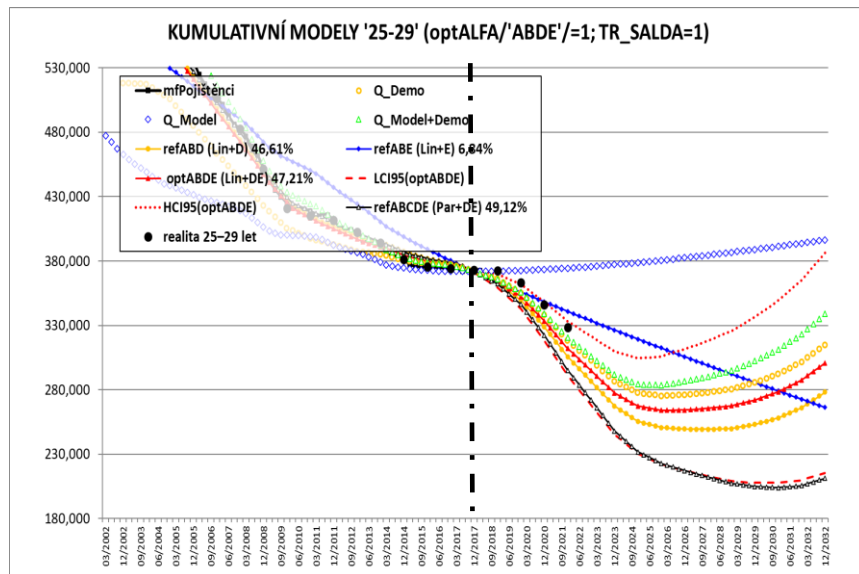
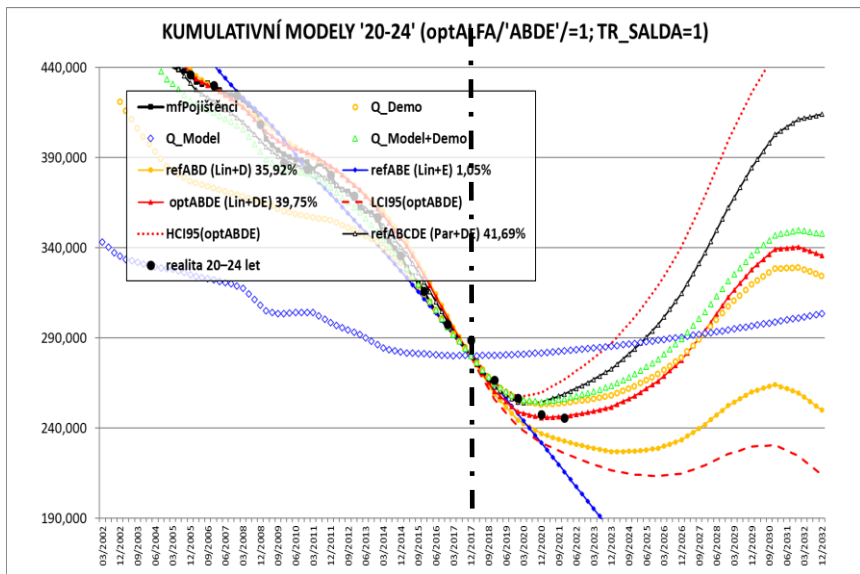
## 5.2b) Predikce počtu pojištěnců VZP ve skupině '0+' z r.2017 pro vybrané mechanizmové a regresní modely (pro optimální model 'ABDE' +/-95%ní int. spolehlivosti) ve srovnání s vývojem 2018-21



# 5.2b) Adto predikce ve skupinách '0-4'-'15-19' z r.2017 pro vybrané modely ve srovnání s vývojem 2018-21

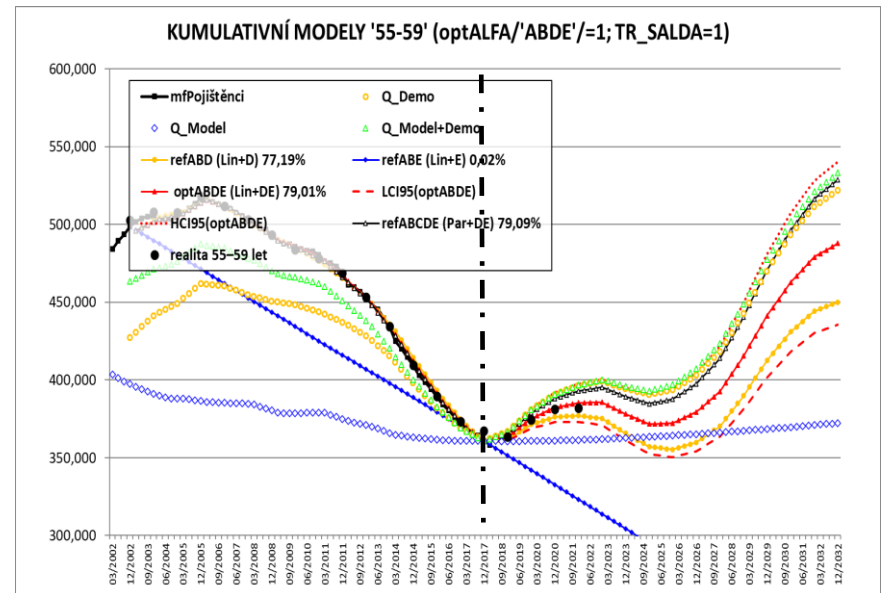
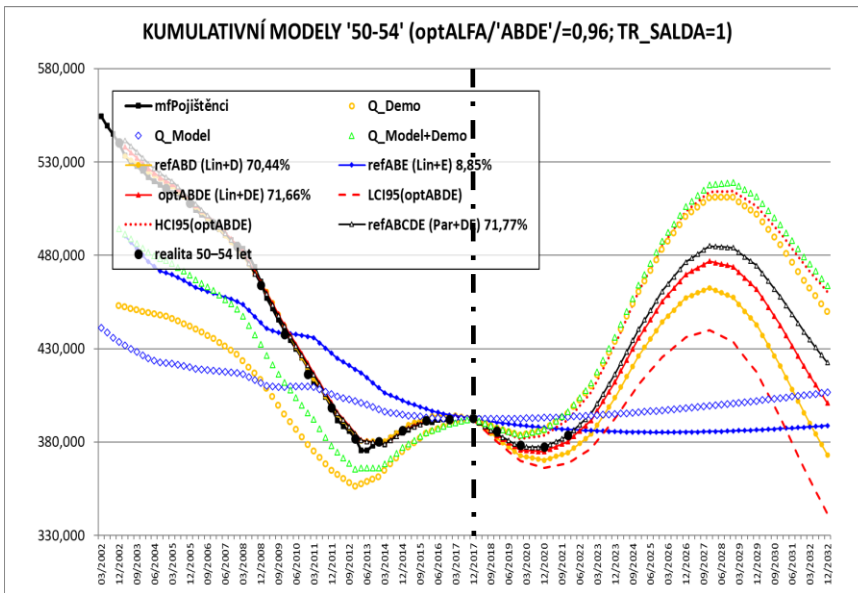
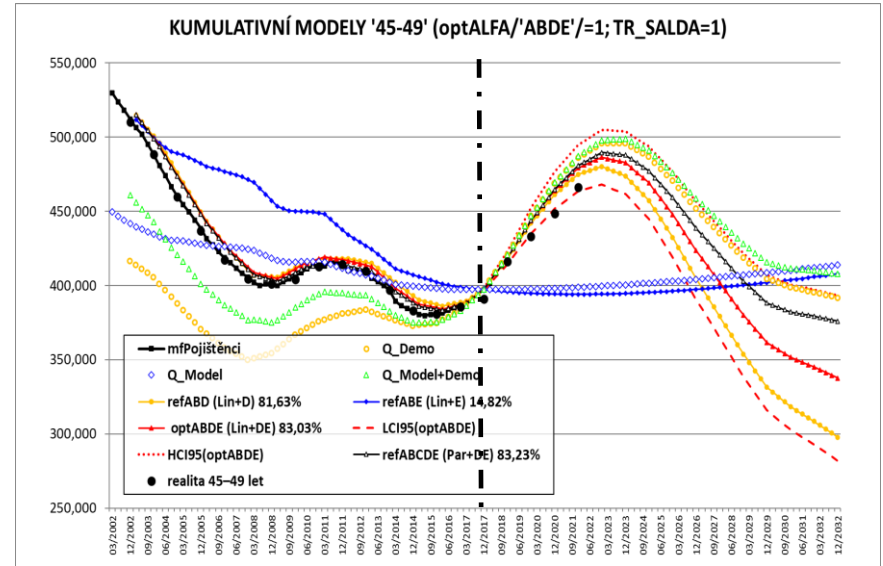
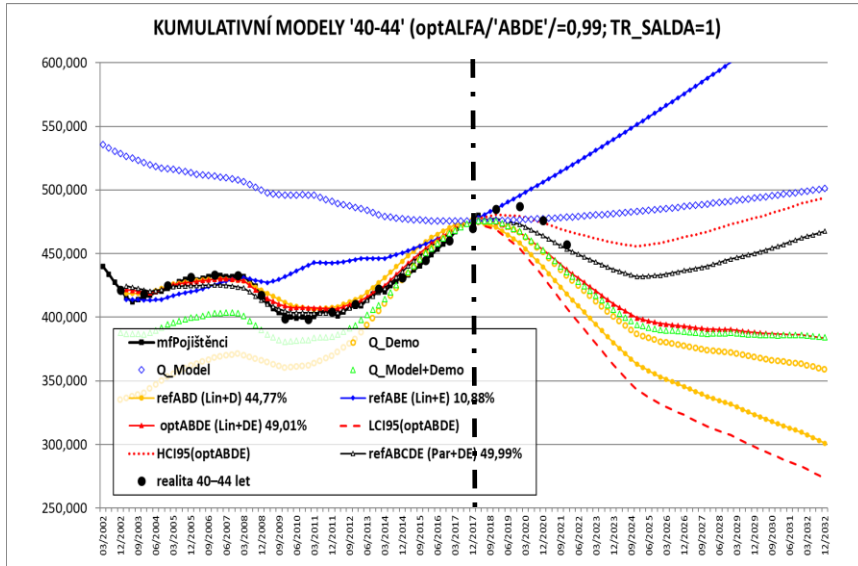


# 5.2c) Adto predikce ve skupinách '20-24'-'30-39' z r.2017 pro vybrané modely ve srovnání s vývojem 2018-21

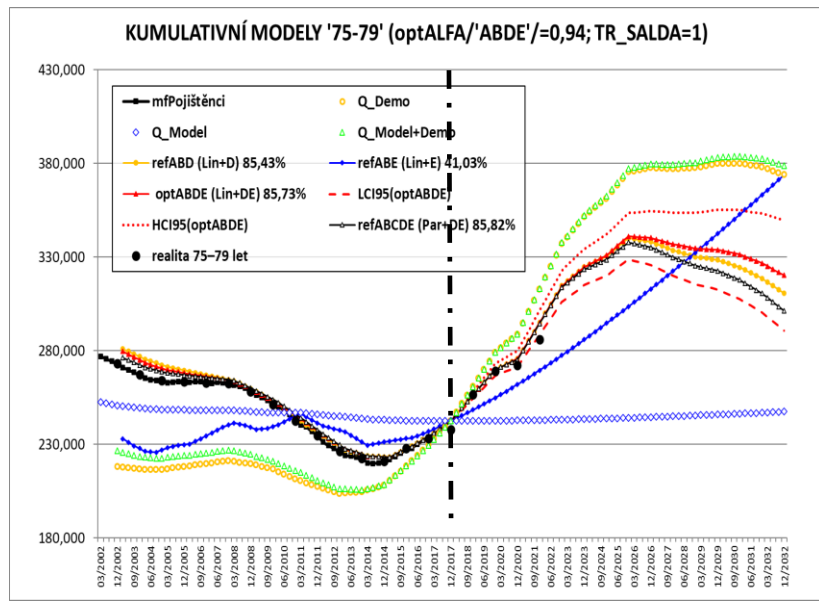
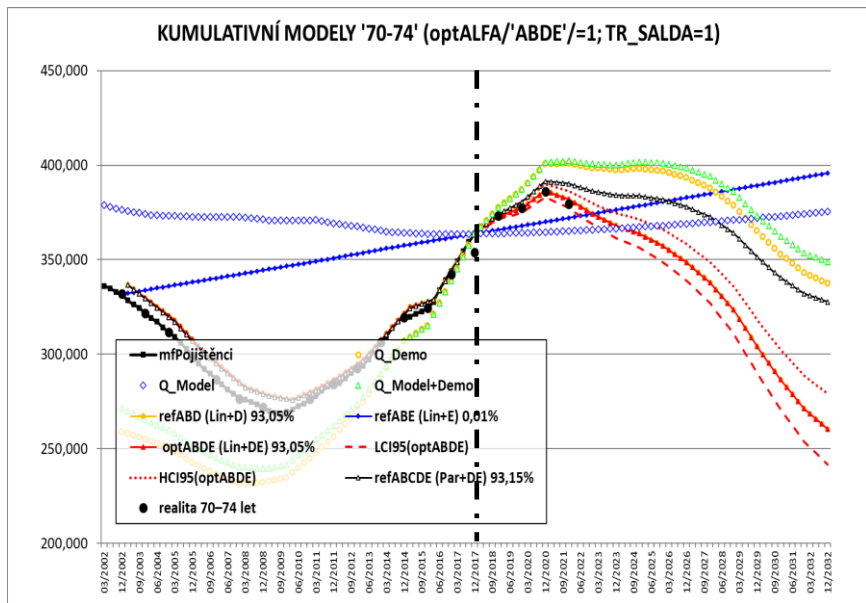
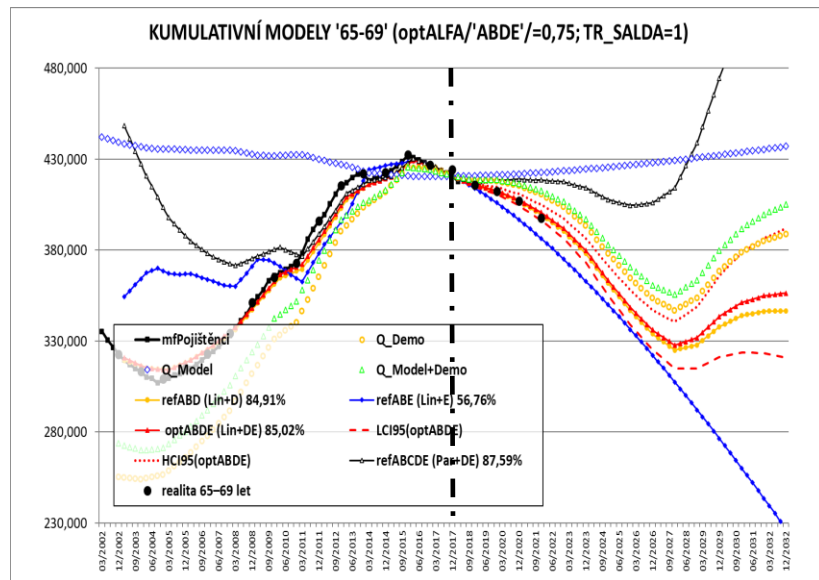
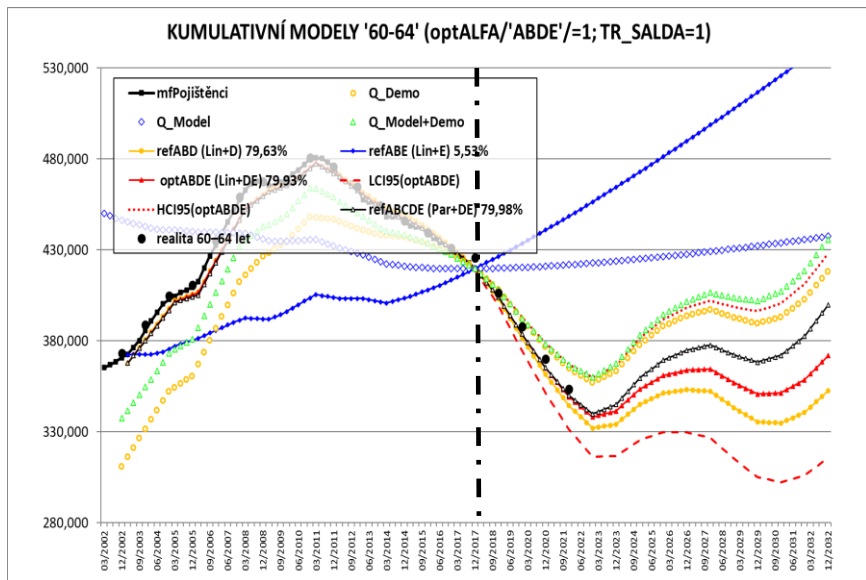




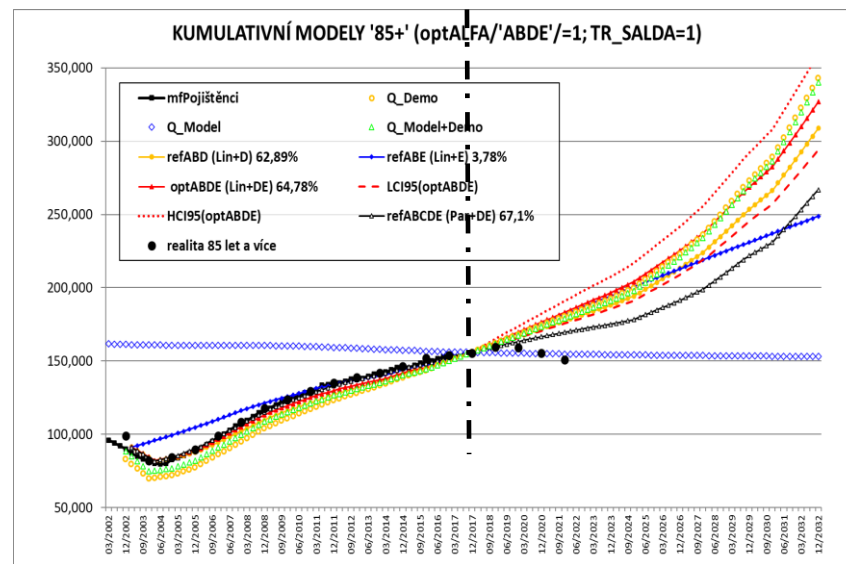
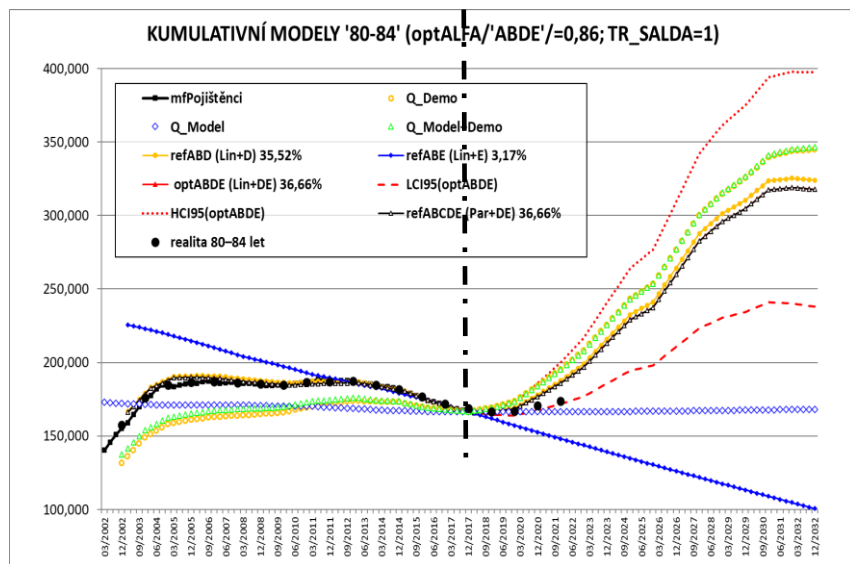
# 5.2d) Adto predikce ve skupinách '40-44'-'55-59' z r.2017 pro vybrané modely ve srovnání s vývojem 2018-21



## 5.2e) Adto predikce ve skupinách '60-64'-'75-79' z r.2017 pro vybrané modely ve srovnání s vývojem 2018-21



## 5.2f) Adto predikce ve skupinách '80-84' a '85+' z r.2017 pro vybrané modely ve srovnání s vývojem 2018-21

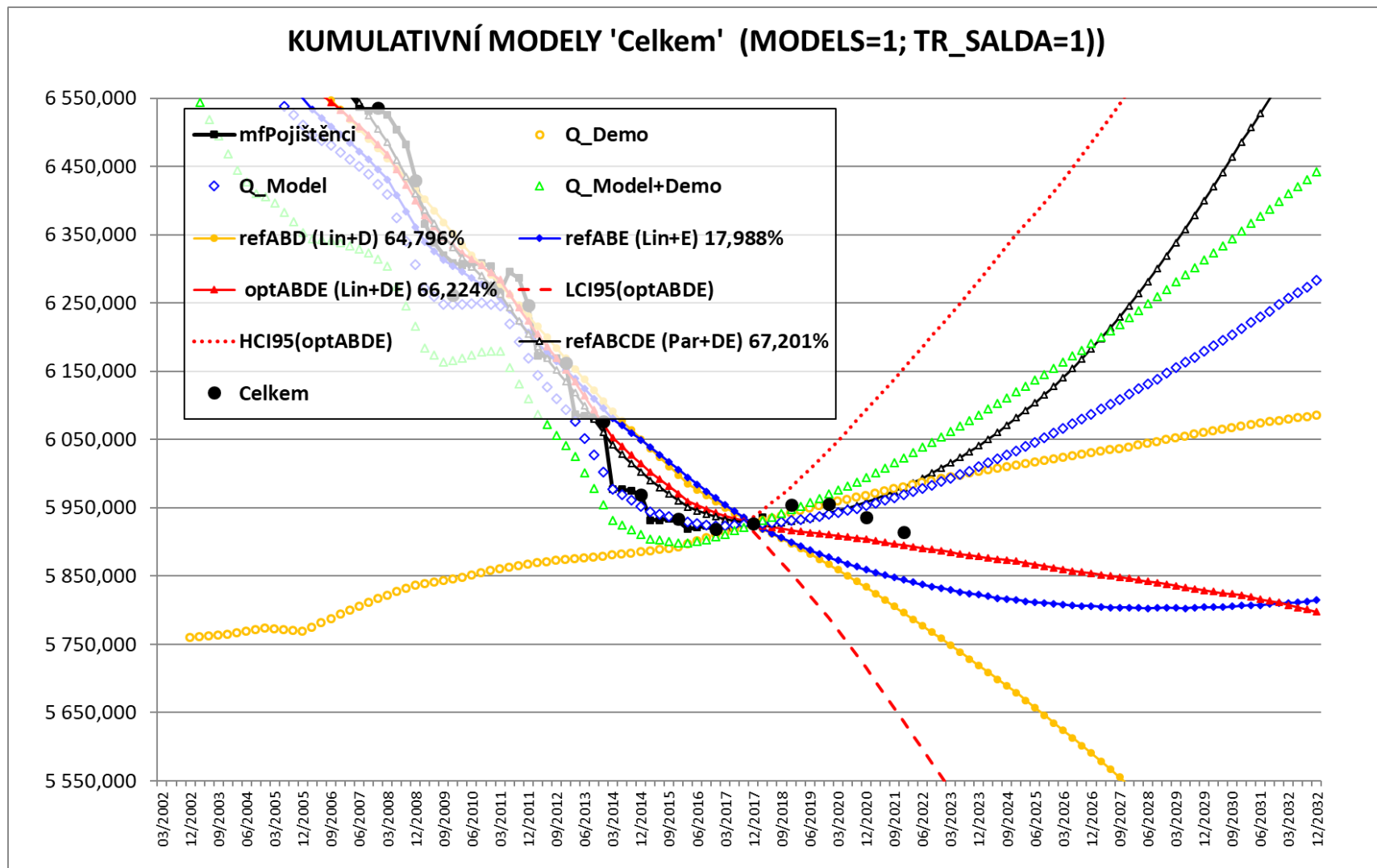


**Poznámka 5** - pro finální výběr optimálního diskontu u věkových skupin se dvěma zjištěnými lokálními maximy pro hodnotu  $R^2$  (viz v tabulce 5.1k) bylo využito několika doplňkových kritérií -

- *a*) důvěryhodnější vizuální průběh predikovaných hodnot časové řady pro danou věkovou skupinu;
- *b*) konzervativnější posouzení vývoje tržního podílu (% na trhu zdravotního pojištění /ZP/) v rámci dané věkové skupiny (to pak zejména u predikcí za kraje ČR)

*(pokračování)*

**Poznámka 5 (pokračování)** - c) vizuální srovnání vývoje predikce 'Celkem' vytvořené jako 'Součet aktuálních predikcí ve všech věkových skupinách' s vývojem modelu pro skupinu '0+' - viz obr. níže (vzhledem k nejnižším hodnotám  $R^2$  pro skupinu '0+' je tento model vlastně formální nejsložitější !!)



# Obsah prezentace

1. Úvod
2. Cíl prezentace
3. Zdroje časových řad
4. Modely
  - 4.1 - mechanizmové ('demo'+ 'přeregistrace')
  - 4.2 - zobecněné lineární modely (s diskontem  $w_t = \alpha_x^{-t}$ )
5. Výsledky
  - 5.1 – optimalizace regresních modelů
  - 5.2 – ukázka uživatelské aplikace (MS Excel)
- 6. Závěry**
7. Literatura

## 6a) Závěry

1. Zobecněné lineární regresní modely se ukazují jako **jasně lepší než tradiční mechanismové modely založené na indexování** (mechanismové jsou jejich *speciálními případy*; navíc regresní modely *umožňují testovat formální statistickou významnost* modelových parametrů, mají nesrovnatelně *vyšší senzitivitu* na lokální změny trendů)
2. Vzhledem k charakteru i genezi predikovaných časových řad **je** představená metodická **koncepte 'zobecněných (vážených) lineárních regresních modelů' plně adekvátní** (v pětiletých věkových skupinách *nelze zanedbat demografickou složku* a *aktuální situace na trhu ZP* vyžaduje flexibilně modelovat trendovou složku – ať již zahrnutím formální lineární nebo parabolické složky nebo v kombinaci s doplňující složkou přeregistrační)

## 6b) Závěry

3. Největším logistickým problémem je/bylo stanovení diskontního faktoru  $\alpha_x$  (expertně stanovenou váhu minulých pozorování) – ta byla ve všech případech stanovena výběrem nejvýše jednoho ze dvou zjištěných lokálních maxim % vysvětleného rozptylu  $R^2$  (nejsilnější z hlediska všech ev. dalších později použitých doplňujících kritérií, jako např. vizualizace predikčních křivek, regionální podíly VZP na trhu ZP v některých věkových skupinách apod.)

4. Při vizuálním porovnání predikce počtu pojištěnců na bázi nejúplnějších (dříve doporučených) modelů 'ABDE' nebo 'ABCDE' s reálnými daty za roky 2018-21 BYLA POTVRZENA DOBRÁ SHODA VE VŠECH VĚKOVÝCH SKUPINÁCH; NEJLEPŠÍ SHODY BYLO DOSAŽENO U MODELŮ S NEJVYŠŠÍM % VYSVĚTLENÉHO ROZPTYLU  $R^2$  ZJIŠTĚNÝM PŘI APLIKACI NA KVARTÁLNÍ DATA 2002-2017



## 6c) Závěry

5. Řešení úlohy bylo dovedeno až do uživatelsky příjemné **aplikace v prostředí MS Excel**, která umožňuje **kombinovat** nejdůležitější modely ('*abcde*', '*abde*' a mechanizmový model) se třemi scénáři aktuálního vývoje přeregistračního salda pojišťovny.
6. Další zpěšňování modelu je možný **korekturami výše stanovených kalibračních parametrů  $\alpha_x$  na základě operativního doplňování budoucích kvartálních údajů** (o počtech a přeregistracích pojištěnců ve věkových skupinách)
7. **Model lze využít i pro predikce budoucích příjmů a výdajů pojišťovny** (po příslušném napojení na *časové řady průměrných příjmů* resp. jiná finanční data), **případně znovu nakalibrovat  $\alpha_x$  pro odlišné typy pojištěnců** (*zaměstnanci, OSVČ, ostatní skupiny*) nebo **pro skupiny nejvýznamnějších pojišťovnou hrazených diagnóz.**

# 7. Literatura - A

[1] Běláček J: Analýza vývoje okresů z hlediska jednoletých komponent přirozené měny a migrací. Demografie 36/4, 1994, str.238-249 – APLIKACE EXPONENCIÁLNÍHO VYHLAZOVÁNÍ

[2] Běláček J, Fiala T, Parma M, Michna P, Lukeš K, Murtingerová K: Projekce budoucí potřeby a spotřeby zdravotní péče z perspektivy stárnutí ambulantních pacientů v zařízeních AGEL 2012-14. Sborník MEDSOFT, 2017, ČSZIVI ČLS JEP, Praha – ODVOZENÉ DEMOGRAFICKÉ PROJEKCE

[3] Běláček J: Predikce budoucích počtů pojištěnců VZP ČR – data, metodika a výsledky. Sborník MEDSOFT 2018, str.7-19 –

**MECHANIZMOVÉ MODELY**

[4] Běláček J: Regresní model pro predikci budoucích počtů pojištěnců VZP ČR. Sborník MEDSOFT 2019, str.4-8 – **VÁŽENÁ LINEÁRNÍ REGRESE**

# 7. Literatura - B

[5] Brown RG: Smoothing, forecasting a prediction in discrete time series. London, Prentice Hall, 1963

[6] Cipra T.: Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. Praha, SNTL/Alfa, 1986

[7] Věkové složení obyvatelstva ČR, 2002, ..., 2017, ČSÚ,  
<https://www.czso.cz/csu/czso/vekove-slozeni-obyvatelstva-2017>

[8] Populační prognóza České republiky do r. 2100, ČSÚ, 2013,  
<https://www.czso.cz/csu/czso/projekce-obyvatelstva-ceske-republiky-do-roku-2100-n-fu4s64b8h4>

[9] Populační prognóza České republiky v regionech do r. 2050, ČSÚ, <https://www.czso.cz/csu/czso/projekce-obyvatelstva-v-krajich-cr-do-roku-2050-ua08v25hx9>

[10] Zdravotně pojistné plány (roční periodikum VZP)  
[Zdravotně pojistné plány - VZP ČR](#)









