



Částečný interní model pro výpočet solventnostního kapitálového požadavku pro neživotní upisovací rizika
Shrnutí projektu

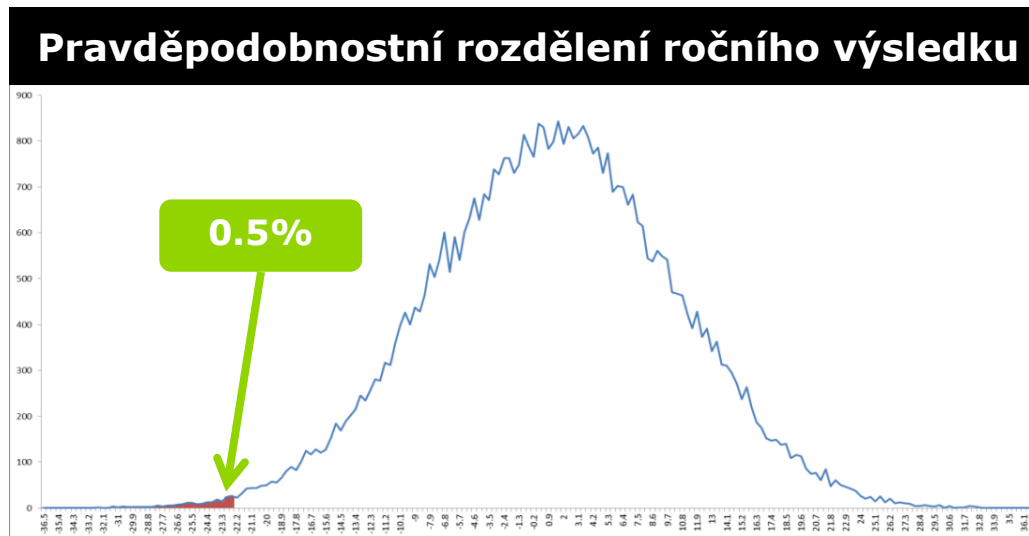
6. 3. 2020

Agenda

- 
- 1 *Solventnost II, kapitálový požadavek a interní modely*
 - 2 *Specifika EGAP*
 - 3 *Zvolený modelovací přístup*
 - 4 *Validace*
 - 5 *Použití ČIM v EGAP*

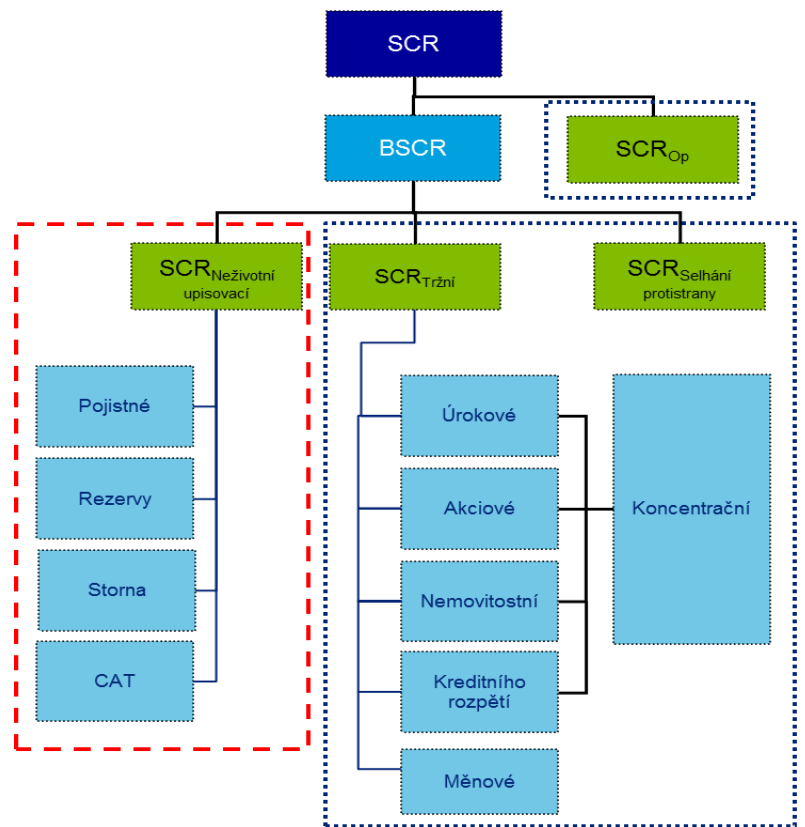
Solventnost II

- Směrnice EU, která má zajistit větší zdraví pojišťoven
- Upravuje výpočty technických rezerv, ale i procesy v pojišťovně apod.
- Solventnostní kapitálový požadavek: „Hodnota v riziku primárního kapitálu pojistné společnosti se spolehlivostí **99,5 %** v horizontu jednoho roku.“
 - „Standardní vzorec“: zjednodušeným způsobem stanoveným v SII a kalibrovaný na běžné pojišťovny
 - Lze počítat také interním modelem



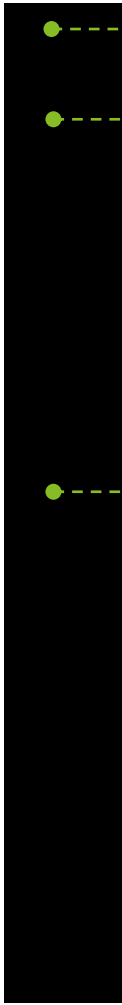
Výpočet SCR v EGAP

- EGAP stanovuje SCR pro neživotní upisovací rizika pomocí ČIM
- Ostatní rizika pomocí standardního vzorce



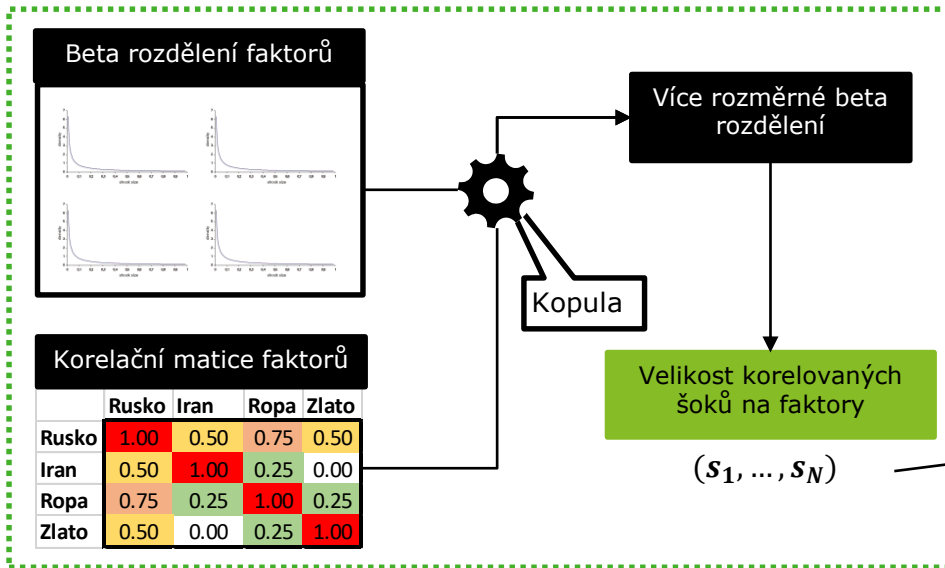
- Exportní garanční a pojišťovací společnost, a. s.
- *„Úvěrová pojišťovna se zaměřením na tržně nepojistitelná politická a komerční rizika spojená s financováním vývozu zboží, služeb a investic z České republiky“*
 - Stavba železnice v Ázerbájdžánu, elektrárna na Slovensku, investice v Číně...
- Vlastněná státem, cílem není zisk, ale podpora exportu
- Specifika pro modelování:
 - Heterogenní portfolio – celkem cca 300 pojistek, přes 85 % expozice se koncentruje v méně než 50 z nich
 - Velká koncentrace – přes 50% pojistek v Rusku, Ázerbájdžánu, Turecku a Slovensku
 - Velké katastrofické riziko (např. finanční krize)
 - Omezené množství dat – historie, informace o protistranách...
- ČNB na konci roku 2016 požádala použít pro výpočet SCR pro neživotní upisovací riziko částečný interní model
 - Rozdíly zejména v modelaci katastrofického rizika
 - $SCR_{NL}(PIM) = 3 * SCR_{NL}(SF)$, k 31.12.2019

Volba modelovacího přístupu

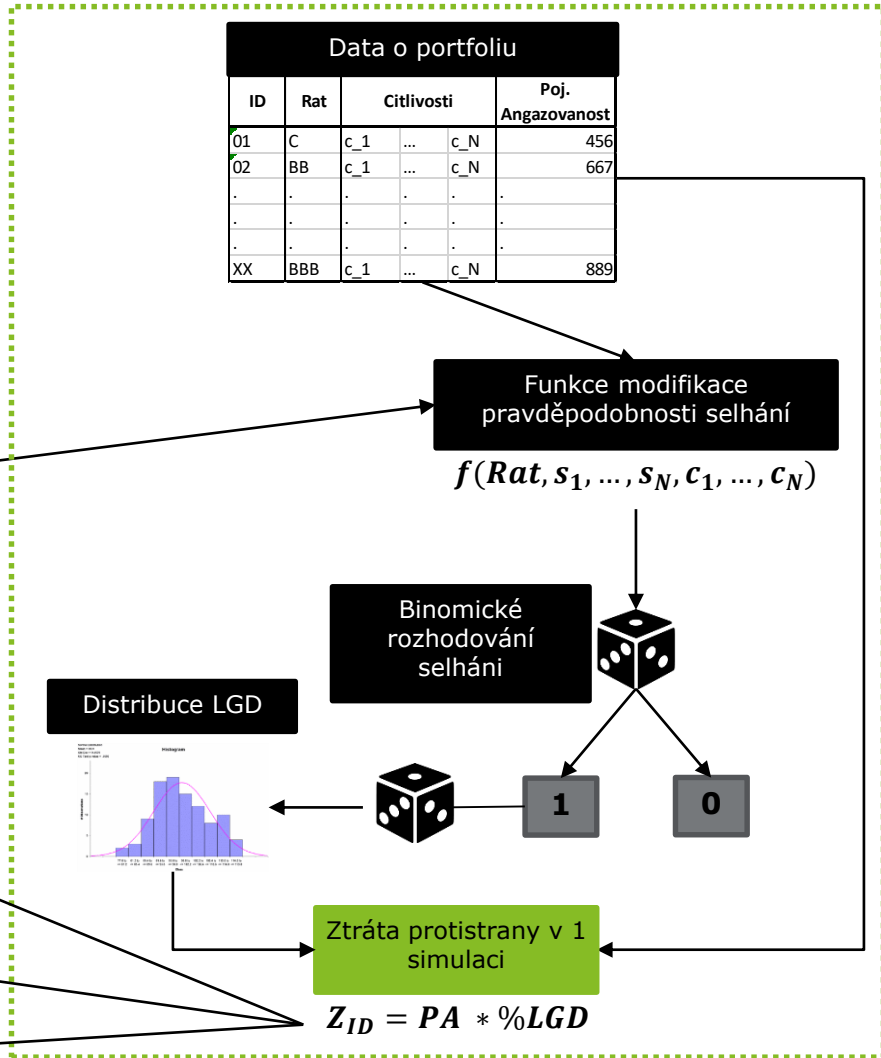
- 
- -----> EGAP pojišťuje kreditní riziko
 - -----> Inspirace u finančních institucí, nicméně standardní metody nelze použít:
 - Heterogenní portfolio
 - Vysoká koncentrace
 - Nízký počet protistran
 - -----> Inspirace: modul rizika selhání protistrany v SII (ter Bergův model)

Nástin metody výpočtu

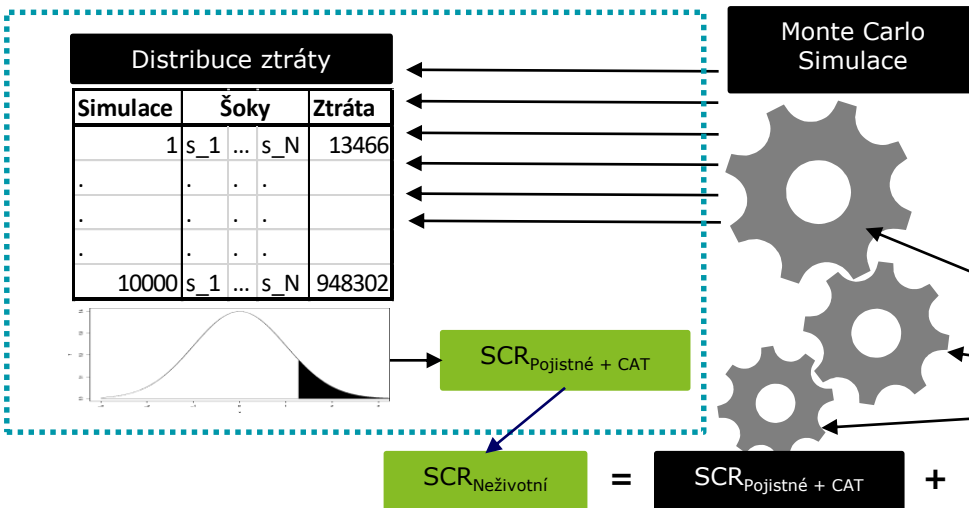
Stav světa



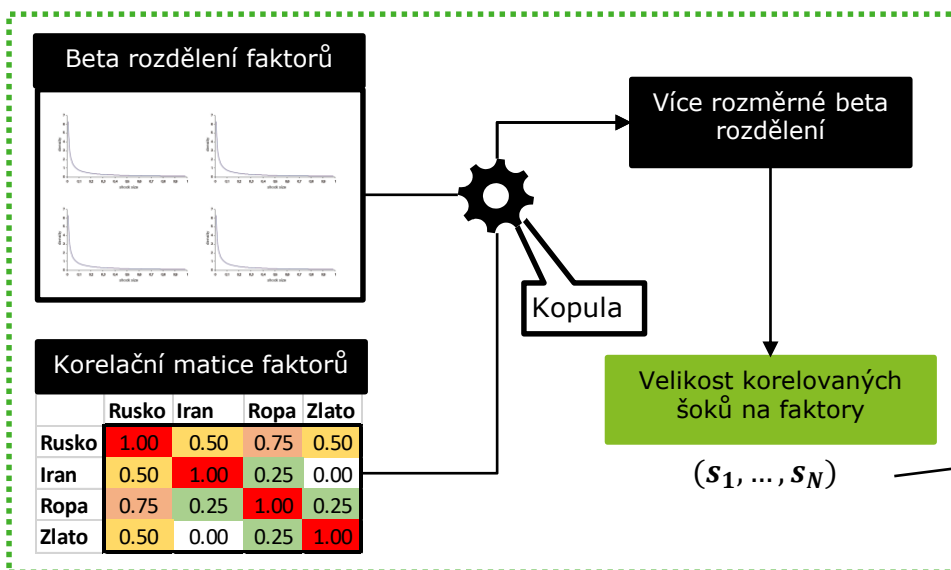
Dopad stavu světa na protistrany



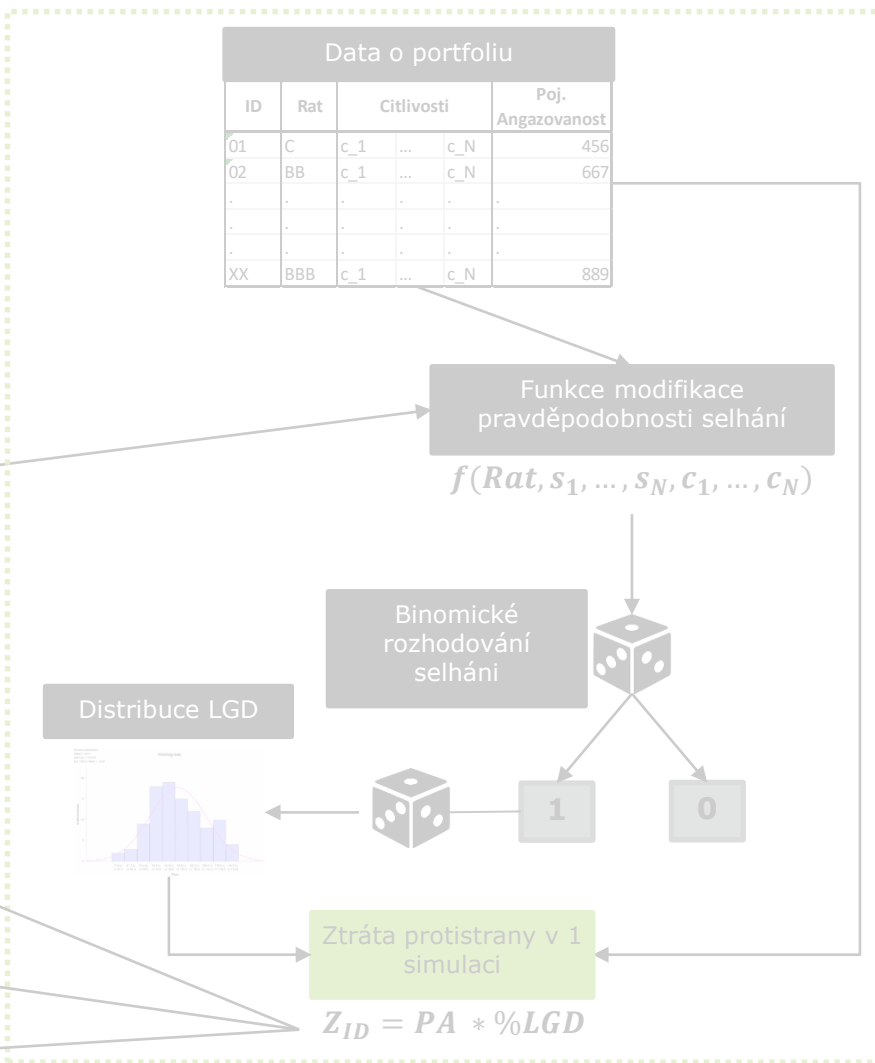
Výpočet kapitálového požadavku



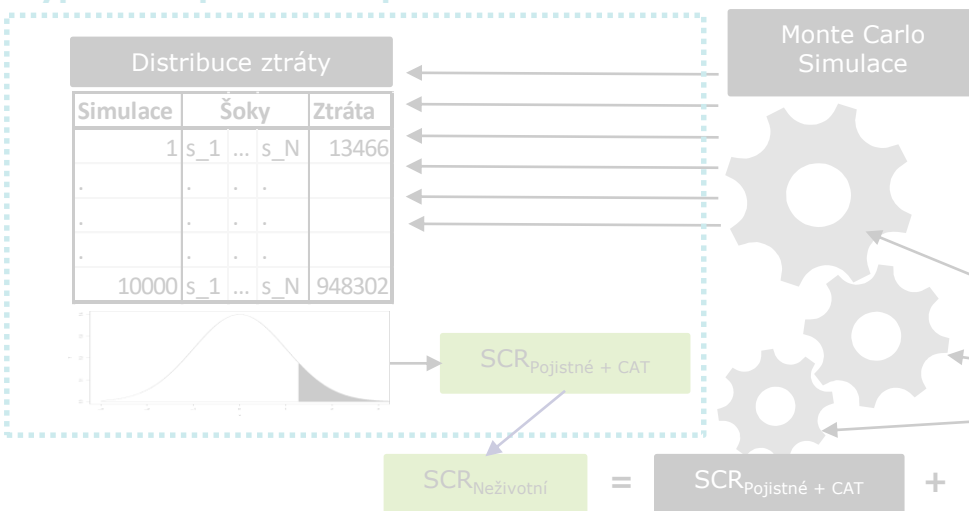
Stav světa



Dopad stavu světa na protistrany



Výpočet kapitálového požadavku



Stav světa

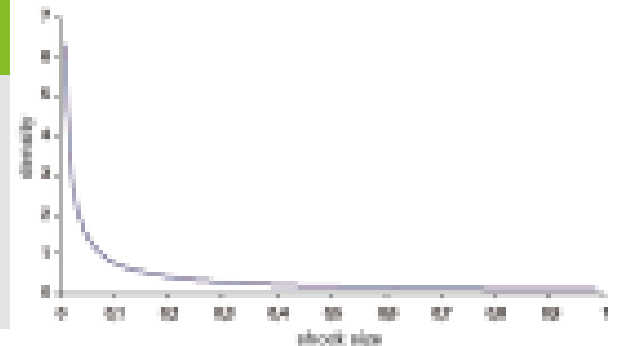
Dění ve světě určené pomocí množiny faktorů

Faktory a korelace

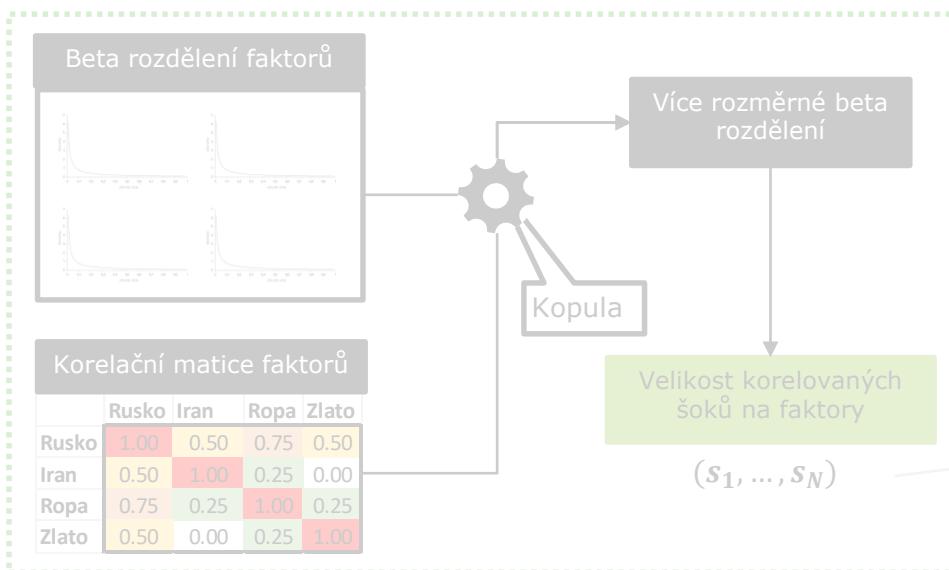
- Svět dělíme do faktorů dle zemí
- Každá protistrana závisí na jednom nebo několika faktorech (sídlní země, země vývozu)
- Korelace protistran je zachycena závislostí na společných faktorech
 - Pravděpodobnost selhání protistrany se v závislosti na šocích posouvá jednou společnou funkcí
 - Po aplikaci jednotného šoku jsou protistrany modelovány jako nezávislé => není nutná korelační matice protistran
- Jednotlivé faktory na sobě mohou být závislé => **korelační matice faktorů** (výrazně menší než korelační matice protistran)

Jak faktor vstupuje do výpočtu?

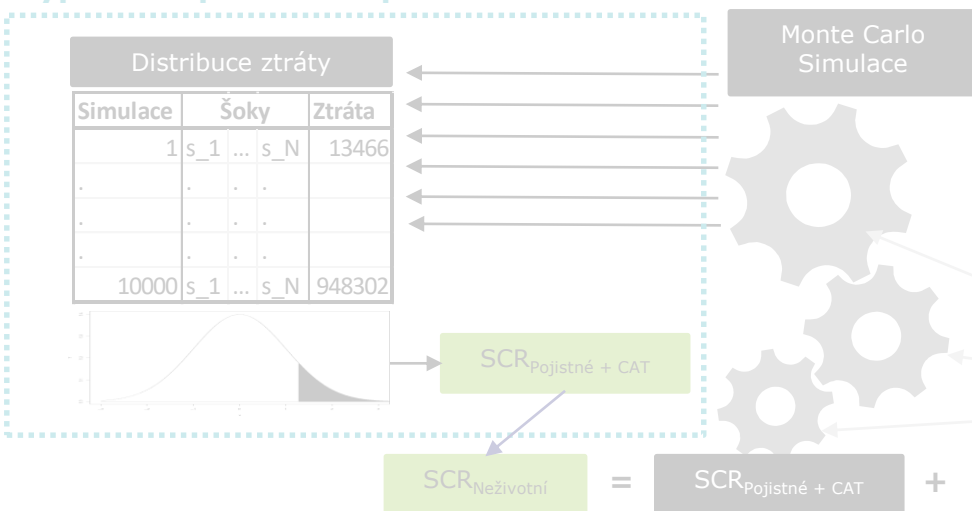
- Každý faktor je popsán marginálním beta rozdělením s hustotou $f(t) = \alpha t^{\alpha-1}$, kde $\alpha \in (0,1)$ je parametr specifického faktoru
- Pomocí t kopule a korelační matice faktorů se v každé simulaci z těchto rozdělení generují korelované šoky $(s_1, \dots, s_N)$



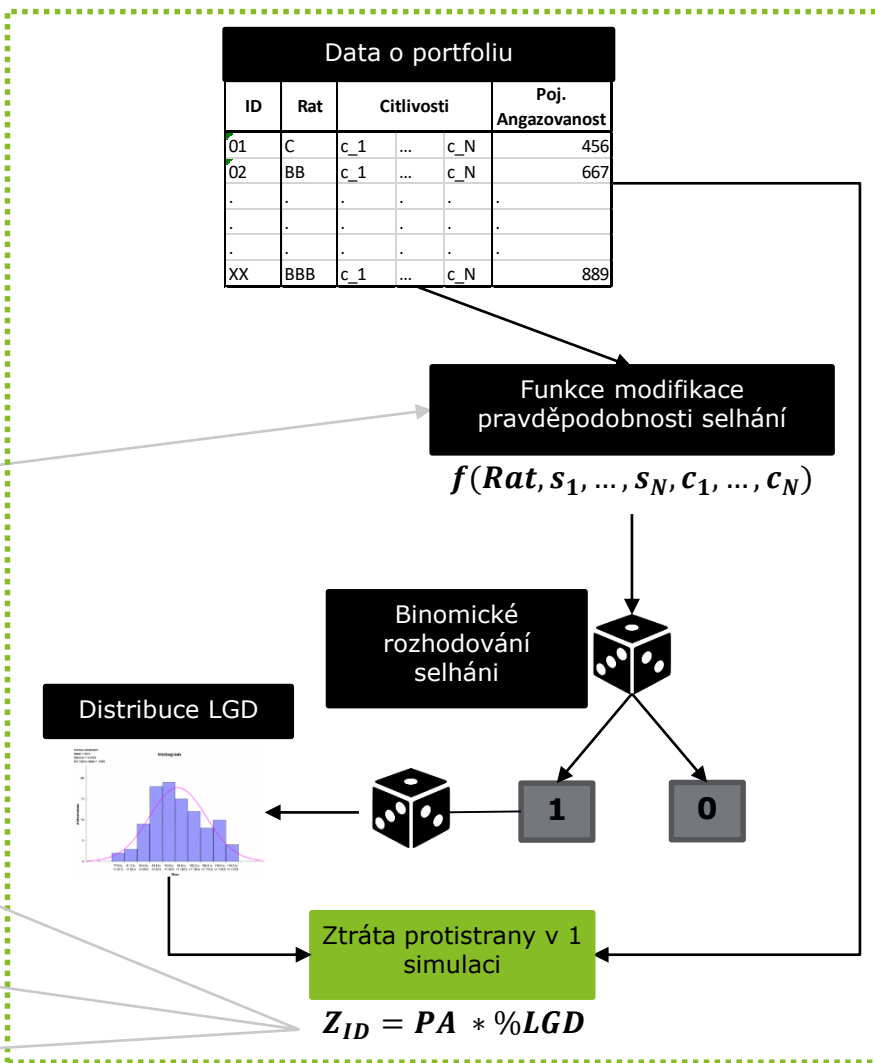
Stav světa



Výpočet kapitálového požadavku



Dopad stavu světa na protistrany

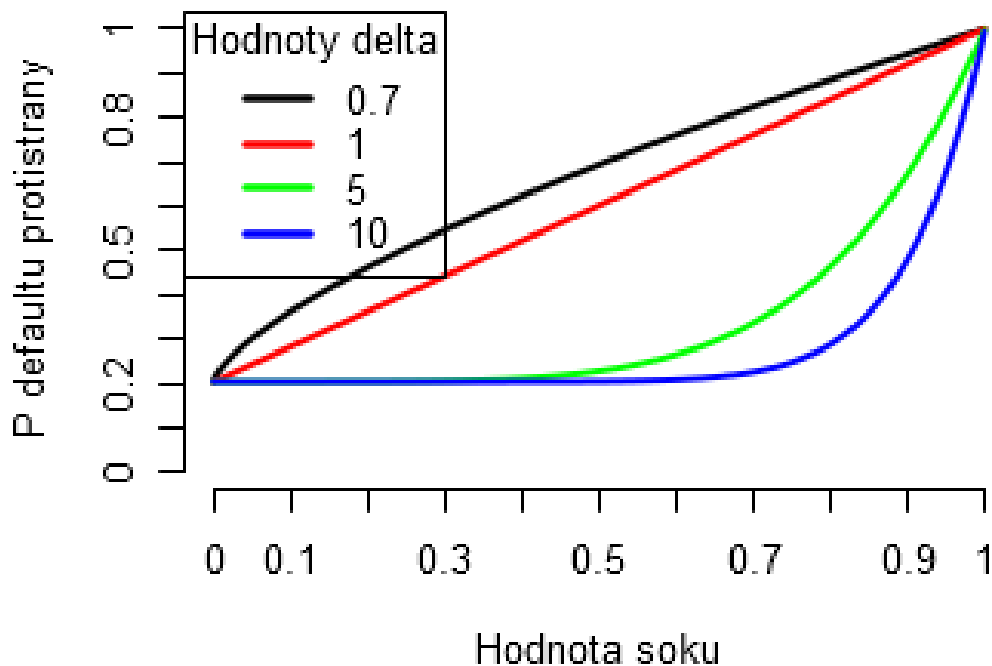


Dopad na protistrany (1/3)

Vzorec ze Solventnosti II

$$p(s) = b_0 + (1 - b_0)s^\delta$$

Pravdepodobnost selhání v závislosti na soku C



Dopad na protistrany (2/3)

Vzorec ze Solventnosti II

$$p(s) = b_0 + (1 - b_0)s^\delta$$

Rozšíření na N šoků

$$p(s_1, \dots, s_N) = b_0 + c_1(1 - b_0)s_1^\delta + c_2(1 - (b_0 + c_1(1 - b_0)s_1^\delta))s_2^\delta + \dots + c_N(1 - (\dots))s_N^\delta$$

Produktový tvar vhodný do modelu

$$p(s_1, \dots, s_N) = b_0 + (1 - b_0) \left(1 - \prod_{i=1}^N (1 - c_i s_i^\delta) \right)$$

Dopad na protistrany (3/3)

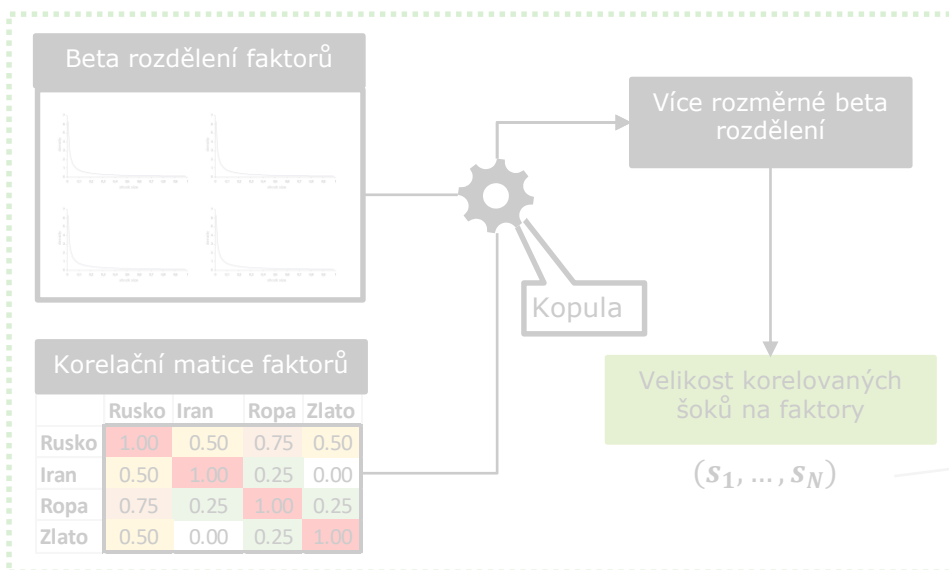
Ztráta v případě selhání (LGD)

- Z historických pojistných plnění EGAP lze odvodit pravděpodobnostní rozdělení ztráty v případě selhání (ztráta bude v rozmezí 0-100%)
- Ztráta pro selhávající protistranu se určí jako náhodné číslo z tohoto rozdělení

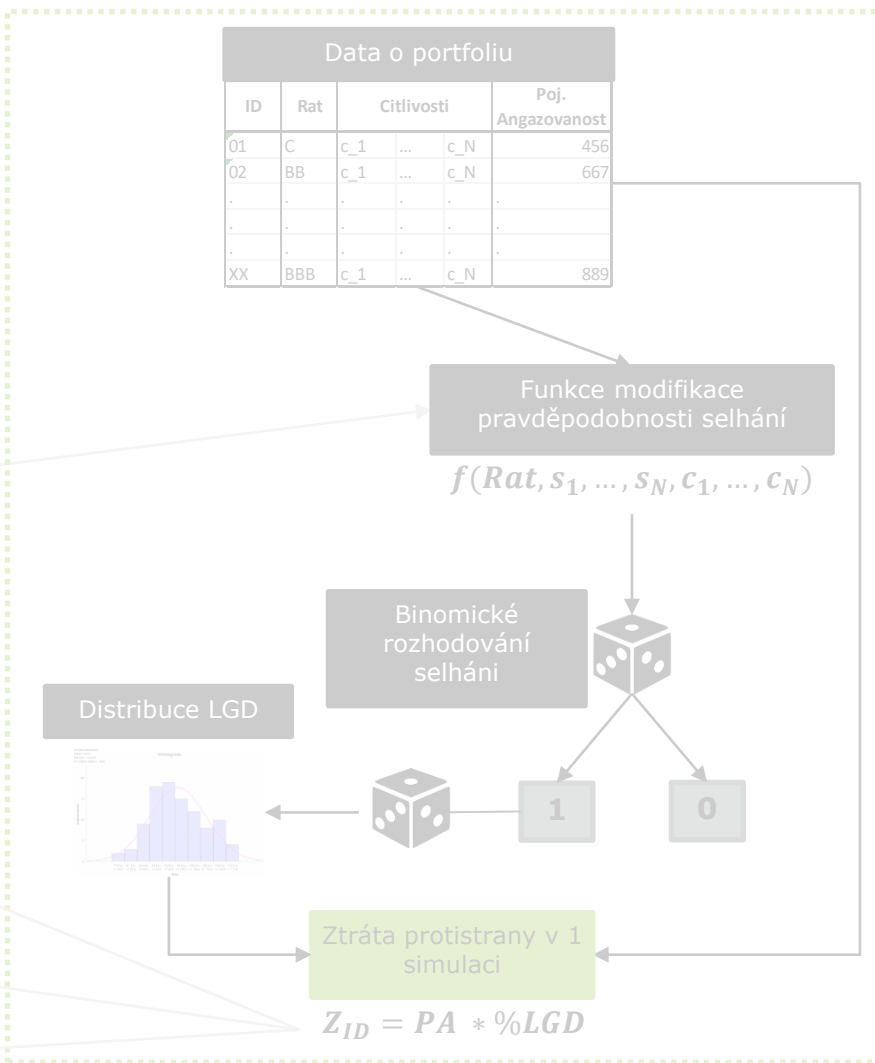
Celková ztráta v simulaci

- Součet ztrát pro všechny protistrany (pokud protistrana neselže, je za ni ztráta nulová)

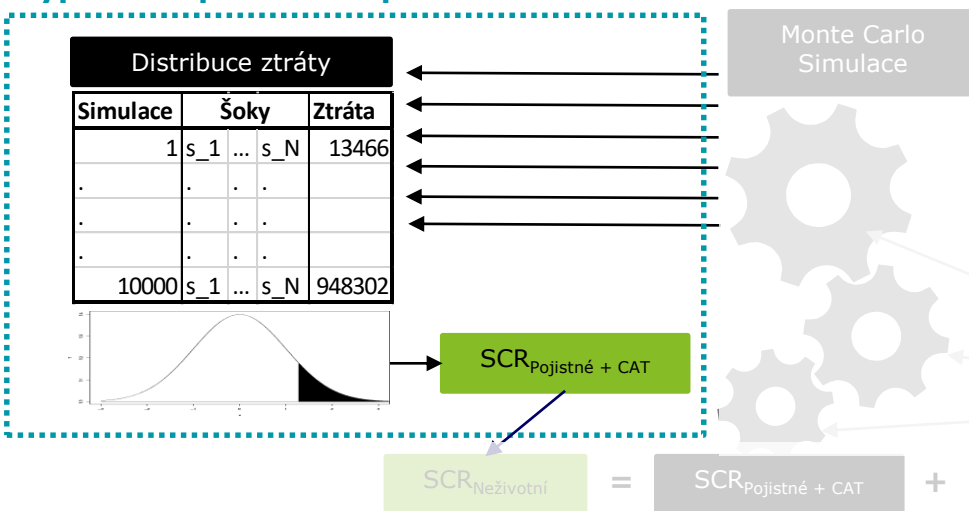
Stav světa



Dopad stavu světa na protistrany



Výpočet kapitálového požadavku



Výpočet kapitálového požadavku

- 
- Z předchozího modulu známe v každé simulaci ztrátu za selhávající protistrany
 - Připočteme změnu rezervy pojistného během prvního roku výpočtu (protistrany, které neselhaly, pokračují dále a je potřeba na ně rezervovat)
 - Tím je spočten odhad pravděpodobnostního rozdělení změny primárního kapitálu v každé simulaci
 - Solventnostní kapitálový požadavek pro upisovací riziko je roven 99.5% kvantilu z takto odhadnutého pravděpodobnostního rozdělení změny primárního kapitálu

Validace

Ověřuje, že model funguje v souladu se specifikací

- Testování funkcionality
- Validace zjednodušení modelovacího přístupu
- Validace zjednodušení při odvozování parametrů

Typické testy pro testování technické funkcionality:

- Přepočítání části modelu, většinou v MS Excel, případně R
- Zkoumání vlastností simulovaného pravděpodobnostního rozdělení

Příklad: Výpočet binomického modelu třemi metodami

- Binomický model: protistrany jsou nezávislé, každá má pravděpodobnost selhání b_0 , nedochází k modifikaci pravděpodobnosti selhání vlivem šoků

Připomenutí: PD pro N šoků

$$p(s_1, \dots, s_N) = b_0 + c_1(1 - b_0)s_1^\delta + c_2(1 - (b_0 + c_1(1 - b_0)s_1^\delta))s_2^\delta + \dots + c_N(1 - (\dots))s_N^\delta$$

Tři nastavení binomického modelu

- 1) Citlivosti jsou nulové
- 2) δ je extrémně vysoká
- 3) α je extrémně nízká

Validace – smysluplnost metody

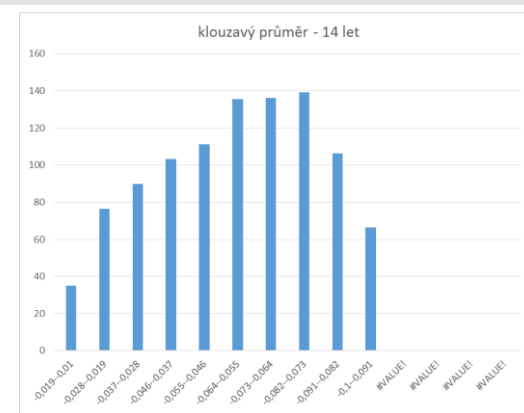
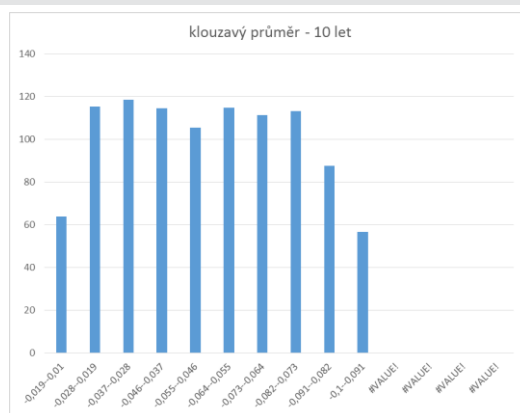
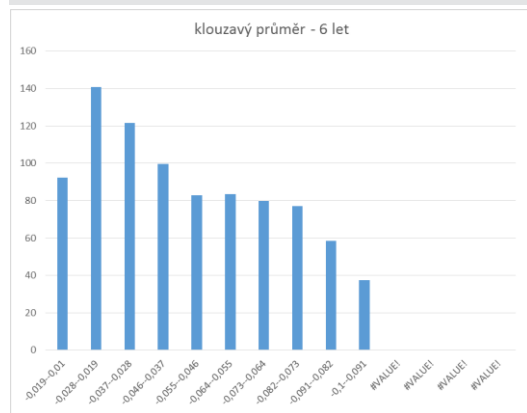
- Ověřuje, že samotná myšlenka modelovací metody vyhovuje účelu modelu
- Obtížné: nedostatek dat, zájem o 99,5% kvantil => použito několik testů, které model prověřují z různých pohledů

Ověření volby $\alpha = 0,1$

- Hodnoty α se liší pro jednotlivé země, ale parametrizujeme vždy tak, aby α bylo blízké 0,1
- Z vlastností beta rozdělení: Pokud $X \sim \text{Beta}(\alpha, 1)$ a $Y \sim \text{Beta}(\beta, 1)$ a X a Y jsou nezávislé, pak $Z = \max(X, Y) \sim \text{Beta}(\alpha + \beta, 1)$:

$$P[Z < a] = P[X < a]P[Y < a] = \left(\int_0^a \alpha x^{\alpha-1} dx \right) \left(\int_0^a \beta x^{\beta-1} dx \right) = a^\alpha a^\beta = \int_0^a (\alpha + \beta) x^{\alpha + \beta - 1} dx$$

- Iterací: maximum z deseti i.i.d. beta rozdělení s $\alpha=0,1$ je beta rozdělené s $\alpha=1$, tedy rovnoměrně rozdělené
- Tvrdíme tedy: rozdělíme-li šoky v jednotlivých zemích do desetiletých období a spočteme-li vždy největší šok v období, bude výsledek rovnoměrně rozdělený
- Výsledek testu: za předpokladu beta rozdělení je volba $\alpha = 0,1$ smysluplná



Validace – smysluplnost metody

Pokud desetileté maximum není rovnoměrné:

- Z testu vyplývá, že desetileté maximum šoků je rovnoměrnému rozdělení přinejmenším blízké = jeho hustota leží v určitém pásu kolem 1
- Určení možné chyby: Najdeme funkci splňující

$$\int_0^1 |f(x) - 1| dx = \max$$

$$\max_{(0,1)} f(x) - \min_{(0,1)} f(x) \leq k$$

$$\int_0^1 f(x) dx = 1$$

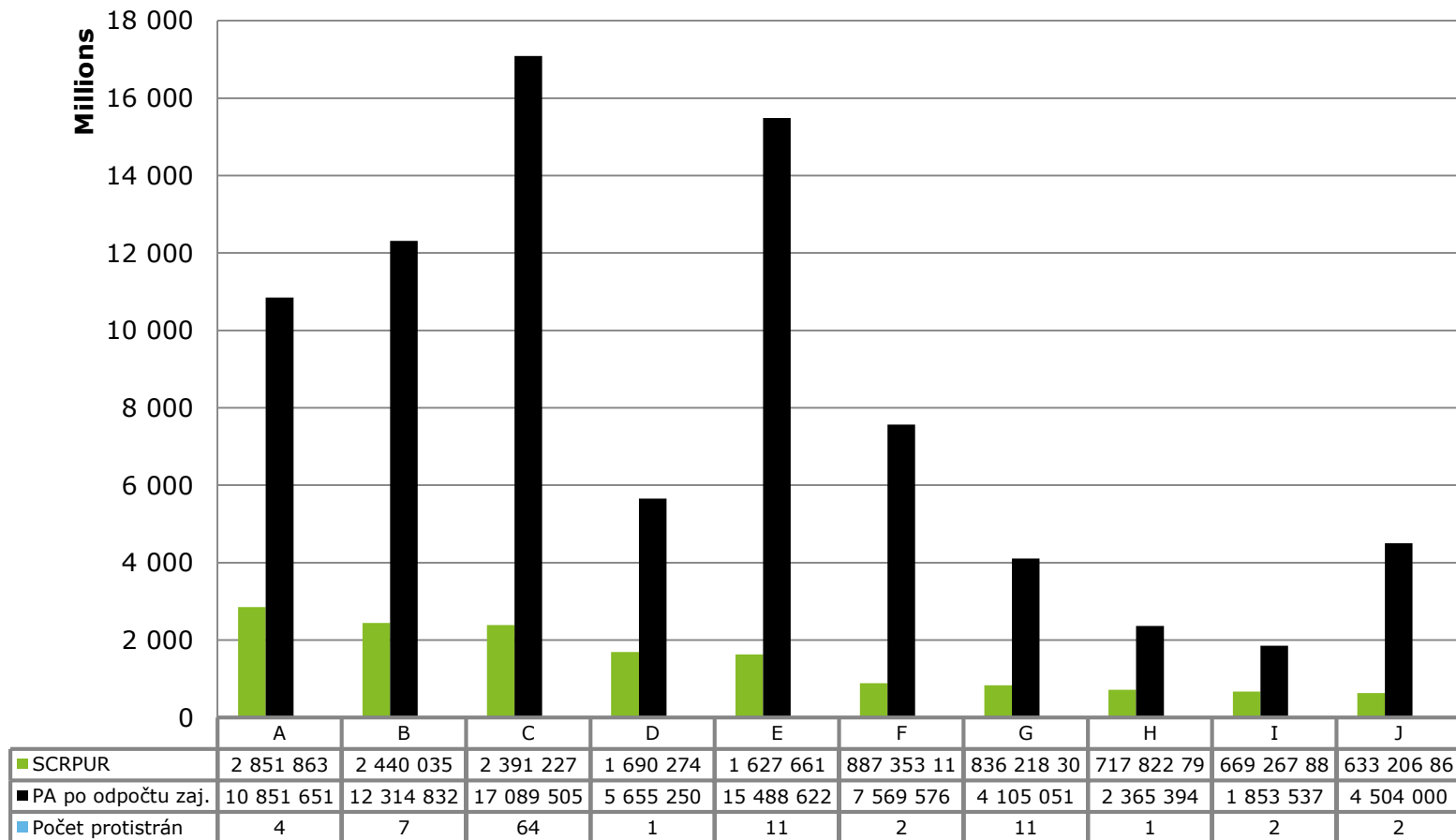
- Podmínky splňují např. funkce

$$f_1(x) = M \text{ pro } x \in \left(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}\right), f_1(x) = M - k \text{ jinde}$$

$$f_2(x) = M - k \text{ pro } x \in \left(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}\right), f_2(x) = M \text{ jinde}$$

- Funkce dosadíme do modelu místo beta rozdělení a zjistíme odchylku nových výsledků SCR od výsledku původního
- Odchylka vyšla nízká (pod 5%), volbou beta rozdělení tedy nedochází k podstatnému vychýlení výsledků
- Test tedy ověřil, že beta rozdělení je vhodná volba: dává podobné výsledky jako přípustné alternativy a umožňuje snazší interpretaci

Užití v rámci EGAP



Deloitte označuje jednu či více společností Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), globální síť jejích členských firem a jejich spřízněných subjektů (souhrnně „společnost Deloitte“). Společnost DTTL (rovněž označovaná jako „Deloitte Global“) a každá z jejích členských firem a spřízněných subjektů jsou samostatnými a nezávislými právními subjekty, které si nemohou navzájem ukládat povinnosti nebo se zavazovat vůči třetím stranám. Společnost DTTL a každá členská firma a spřízněný subjekt společnosti DTTL nesou odpovědnost pouze za vlastní konání či pochybení, nikoli za konání či pochybení ostatních. Společnost DTTL služby klientům neposkytuje. Více informací je uvedeno na adrese www.deloitte.com/about.

Společnost Deloitte je předním globálním poskytovatelem služeb v oblasti auditu a assurance, podnikového poradenství, finančního poradenství, poradenství v oblasti rizik a daní a souvisejících služeb. Naše globální síť členských firem a spřízněných subjektů ve více než 150 zemích a teritoriích (souhrnně „společnost Deloitte“) poskytuje služby čtyřem z pěti společností figurujících v žebříčku Fortune Global 500®. Chcete-li se dozvědět více o způsobu, jakým zhruba 312 000 odborníků dělá to, co má pro klienty smysl, navštivte www.deloitte.com.

Tato publikace obsahuje pouze obecné informace a společnost Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“) ani žádná z členských firem její globální sítě či jejich spřízněných podniků (souhrnně „společnost Deloitte“) jejím prostřednictvím neposkytuje odborné rady ani služby. Přijetí jakéhokoliv rozhodnutí či jednání, které může mít dopad na Vaše finance či podnik, byste měli konzultovat s kvalifikovaným odborným poradcem.

V souvislosti s přesností nebo úplností informací v této publikaci nejsou poskytována žádná prohlášení, záruky ani závazky (výslovné ani předpokládané) a žádný subjekt společnosti DTTL, jejích členských firem, spřízněných subjektů, zaměstnanec nebo zástupce nenese odpovědnost za ztráty nebo škody vzniklé přímo nebo nepřímo v souvislosti s jakoukoli osobou v důsledku použití této publikace. Společnost DTTL, její členské firmy a jejich spřízněné subjekty jsou samostatnými a nezávislými právními subjekty.