

Jak se v zajištění předpovídají škody z katastrofických událostí?

Mgr. Monika Fornůsková

14.4.2023

1. Jak funguje zajištění? Jaké jsou jeho základní principy a druhy?
2. Oceňování rizika v zajištění majetku, klasické metody a jejich porovnání
3. Modelování škod z katastrofických událostí
4. Když tradiční metody nestačí: Modelování škod z katastrofických událostí v Jižní Africe
5. Aktuality ze světa zajištění – jak světové dění ovlivňuje naši práci

Úvod do zajištění

Introduction to Reinsurance



*“RE-ASSURANCE,
as understood by the law of
England, may be said to be a
contract, which the first
insurer enters into, in order
to relieve himself from those
risks which he has
incautiously undertaken, by
throwing them upon other
underwriters, who are called
re-assurers.”*

James Allen Park (1799)

Co je to zajištění

Pojištění pro pojišťovny

Pojistník

(Insured)

- Jednotlivec
- Společnost
- Chce náhradu v případě škody

Pojišťovna

(Primary Insurer)

- Jedná se širokou veřejností
- Pojišťuje samostatně jednotlivá rizika
- Může být na přímo nebo skrz makléře

Zajišťovna

(Reinsurer)

- Pojištění pro pojišťovny
- Převážně celá portfolia smluv
- Může být na přímo nebo skrz brokera

Retrocese nebo Kapitálové trhy

(Retrocession or capital markets)

- Pojištění pro zajišťovny
- Celá portfolia smluv
- Insurance-linked securities (ILS), např. Cat Bonds

Základní body

- Mezikrok mezi pojišťovnictvím a finančními trhy
- Rovnocennost partnerů -> Svoboda
- Hráči



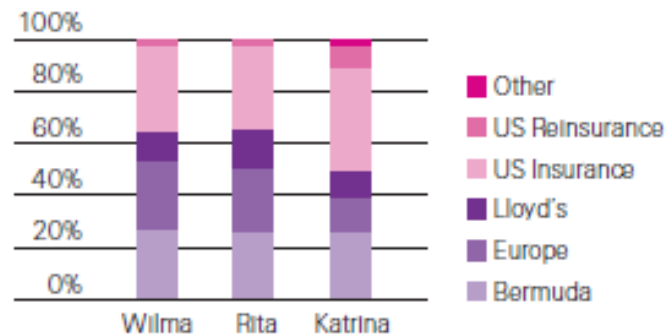
Přínosy zajištění



Hurikán Katrina

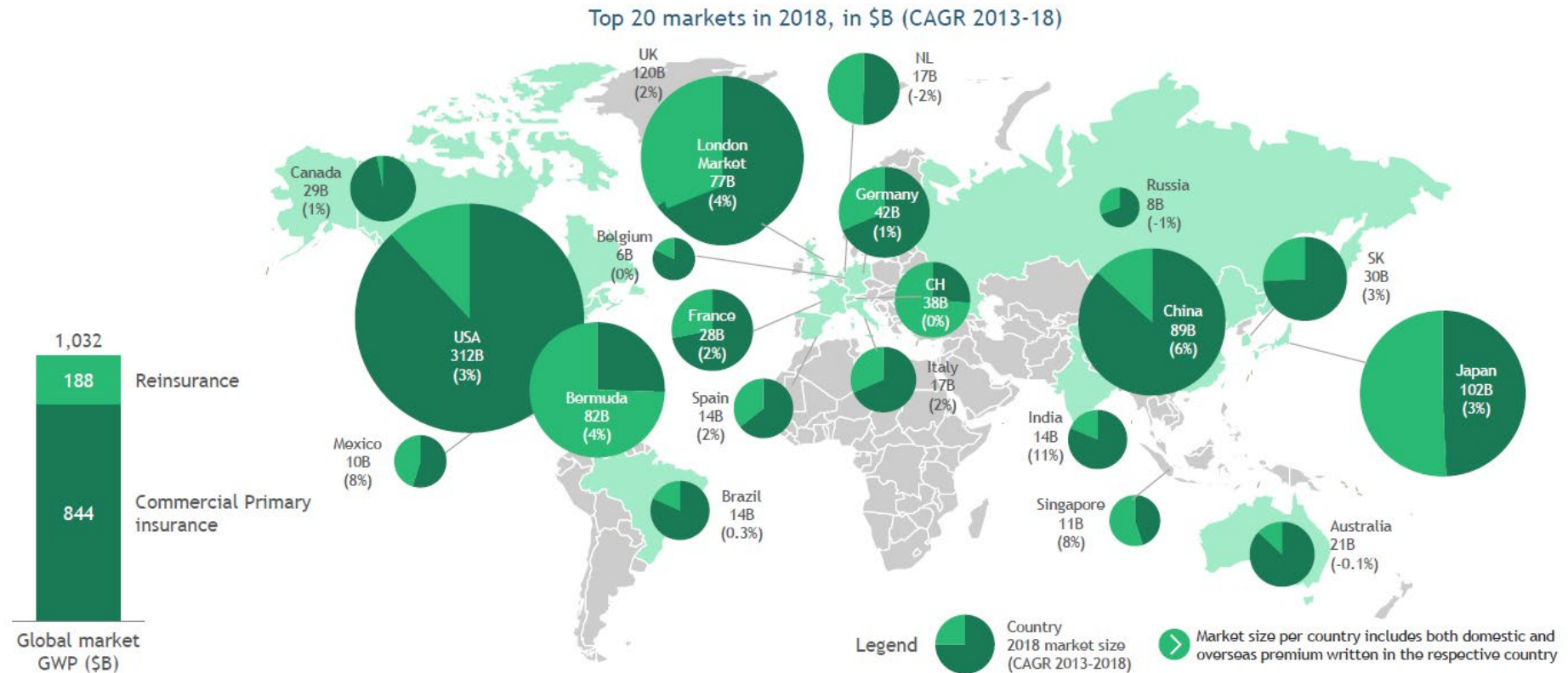
Global diversification allows reinsurers to absorb major losses

Regional distribution of 2005 hurricane payments: Wilma, Rita and Katrina



Source: J. David Cummins, "The Bermuda Insurance Market: An Economic Analysis", 6 May 2008.

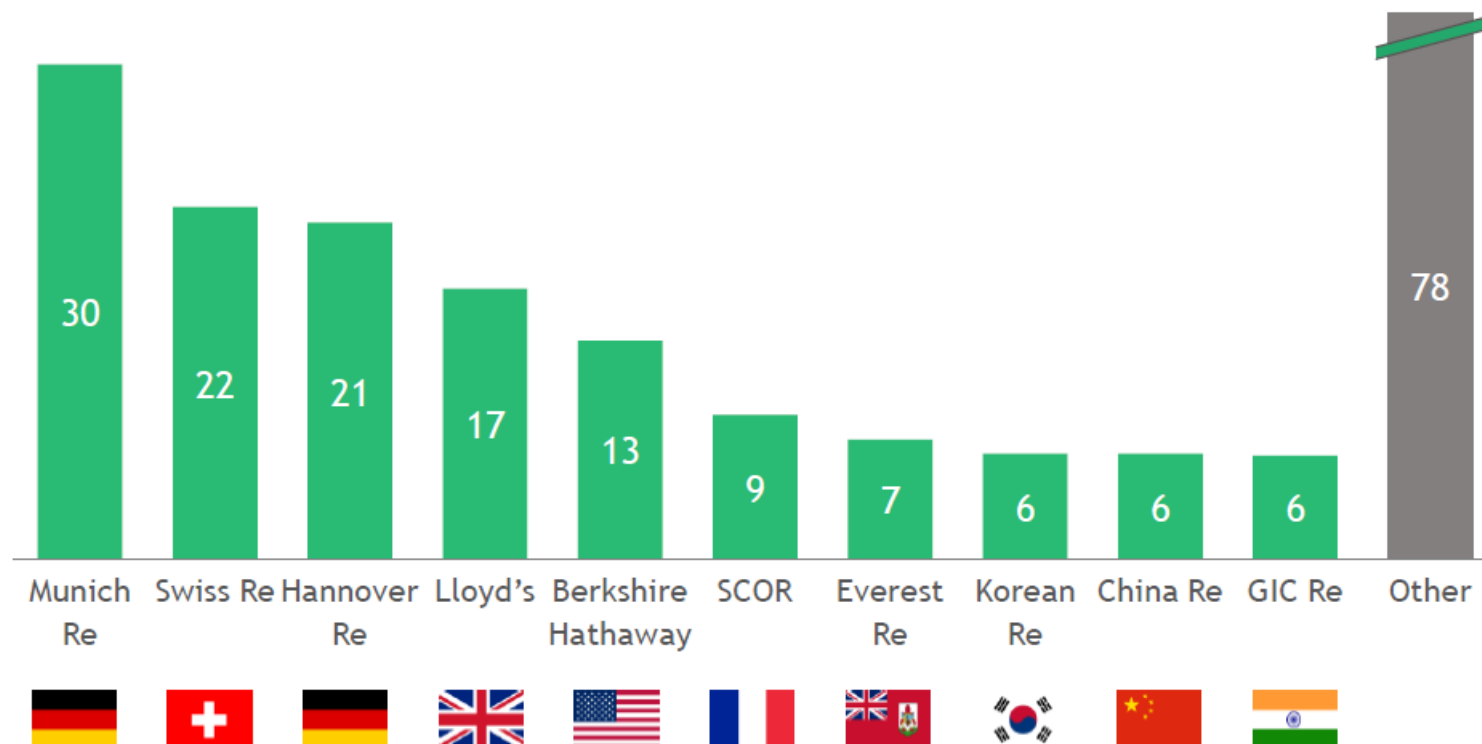
The global P&C reinsurance market is estimated at around \$188B in 2018 - highest growth rates were driven by China, India, Singapore and Mexico



Note: Not all countries displayed, therefore bubbles do not add up to global market sizes
Source: Swiss Re, AM Best, GlobalData, Finaccord, IUMI, Lloyd's, IUA, Tysons 'P&I Report'; BCG analysis

Největší zajistitelé

Reinsurance Non-Life GWP in 2020
In \$B



Source: AM Best, BCG analysis

Základní typy zajištění

Neživotní

- **Majetek (Přírodní katastrofy, FLEXA, Casco,...)**
- Odpovědnost (Povinné ručení, Produktová, Zaměstnavatele, MedMal, ...)
- Engineering (CAR, EAR, loss of profit, machinery breakdown, construction and new technologies, ...)
- Zemědělství
- Marine and Aviation
- Credit and Surety
- Accident
- Cyber
- Money, Goods in Transit
- Cestovní

Životní

- Smrt
- Invalidita
- Závažná onemocnění
- Následky trvalého úrazu

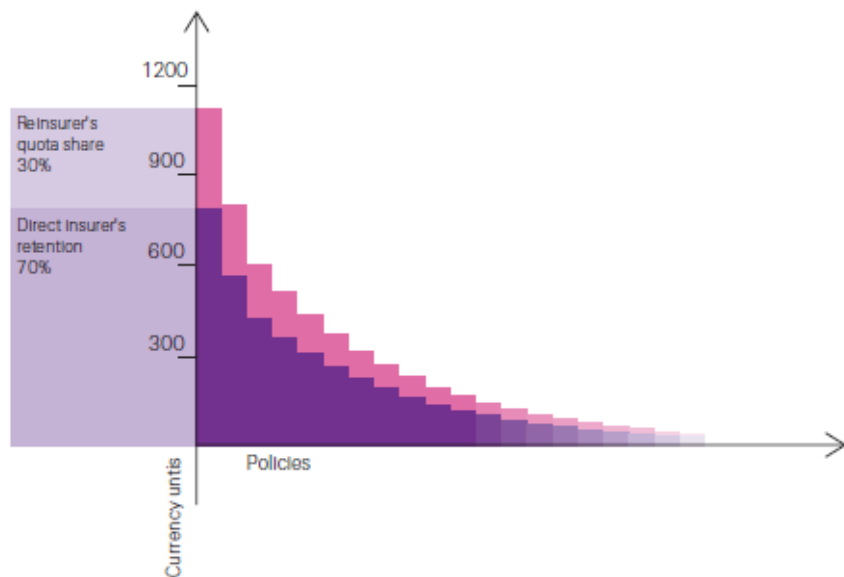
Základní linie dělení v zajištění

Fakultativní x **Obligatoční (Treaty)**

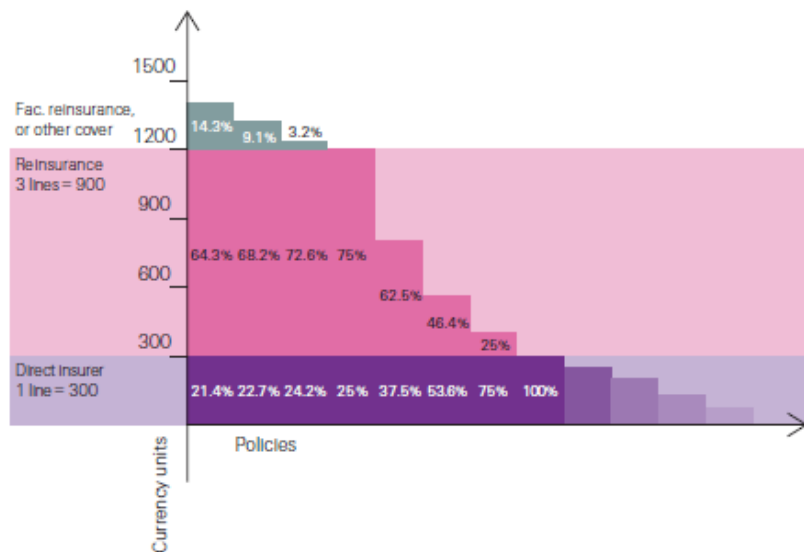
Proporční x **Neporční**

Short-tail x Long-tail

Proporční – Quota Share (QS) a Surplus (SPS)

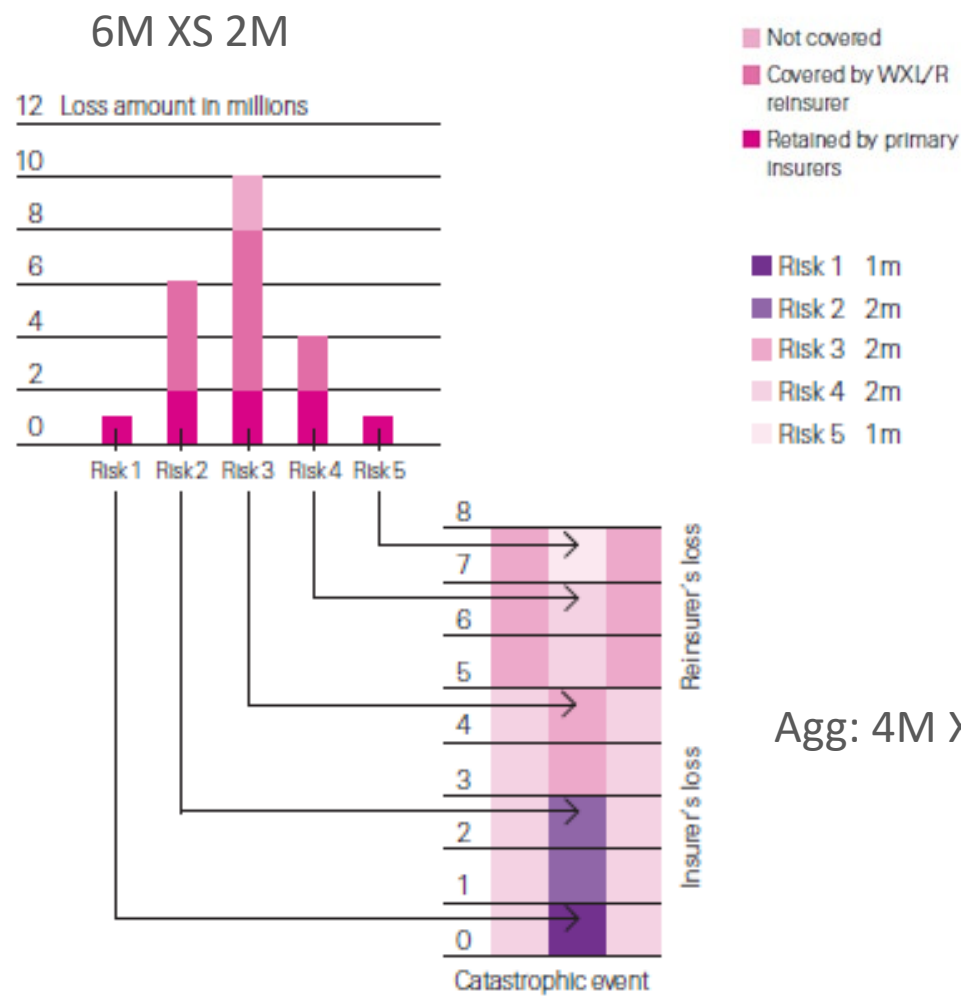


The primary insurer retains:	70%
The reinsurer accepts:	30%
Sum Insured:	10 m
Primary insurer retains:	7 m
Reinsurer accepts:	3 m
Premium is 2‰ of the sum:	20000
Primary insurer retains:	14000
Reinsurer accepts:	6000
Losses:	6 m
Primary insurer retains:	4.2 m
Reinsurer accepts:	1.8 m



	Total	Insurer retains (1 line)	Reinsurer's surplus (9 lines max)
Policy I			
Sum Insured	3000000	300000 = 10%	2700000 = 90%
Premium	4500	450 = 10%	4050 = 90%
Losses	1500000	150000 = 10%	1350000 = 90%
Policy II			
Sum Insured	130000	130000 = 100%	0 = 0%
Premium	195	195 = 100%	0 = 0%
Losses	80000	80000 = 100%	0 = 0%
Policy III			
Sum Insured	3500000	300000 = 8.57% +500000 = 14.29% = 22.86%	2700000 = 77.14%
Premium	5250	1200 = 22.86%	4050 = 77.14%
Losses	2000000	457200 = 22.86%	1542800 = 77.14%

Neproporční – Excess of loss (XL) a Aggregate XL (Agg XL)



Oceňování zajištění majetku

Property Reinsurance Pricing

Oceňování (Reinsurance pricing)

1. Očekávaná škoda (Loss cost)
2. Zajistné (Reinsurance Premium)
3. Náklady (Expenses)

Data od klientů

1. Kontrakt: Co, kde, jak?
2. Pojistné (historické + odhad na příští období)
3. Historické škody (nad určitý threshold)
4. Rizikové profily
5. Další: Složení portfolia, UW strategie, Přístup k inflaci, Pohyb tarifů

1. Kontrakt – Co, kde, jak?

Type	Property Per Risk Excess of Loss Reinsurance Contract
Period	This Contract shall cover losses occurring during the 12 month period: effective from: 01 January 2023 expiring on: 31 December 2023 both days inclusive, local standard time at the place where the loss occurs. After the expiry of this Contract, the Reinsurers shall remain liable for all losses occurring during the period of this Contract, the claims for which remain unsettled at the date of expiry hereunder.
Class of Business	This Contract shall indemnify the Reinsured in respect of all property insurances (Material Damage and Business Interruption, including Accidental Damage) underwritten by the Reinsured in respect of Commercial Lines, Personal Lines and Corporate business including but not limited to: Machinery Breakdown; Machinery Breakdown Loss of Profits; Deterioration of Stock.
Territorial Scope	This Contract shall cover losses occurring in sub-Saharan African countries and/or the Indian Ocean Islands and St Helena. Additionally, this Contract shall also cover losses occurring worldwide in respect of foreign based subsidiaries registered in South Africa and/or Botswana and/or Namibia.
Treaty Limits / Deductibles	Layer 1 ZAR 200,000,000 Ultimate Net Loss each and every loss each and every Risk in excess of ZAR 100,000,000 Ultimate Net Loss each and every Loss each and every Risk. Layer 2 ZAR 200,000,000 Ultimate Net Loss each and every loss each and every Risk in excess of ZAR 300,000,000 Ultimate Net Loss each and every Loss each and every Risk

2. Pojistné

Property Per Risk Excess of Loss Premium Incomes

Year	Total
2010	1 257 481 000
2011	1 414 140 819
2012	1 771 866 000
2013	1 933 263 000
2014	2 061 631 545
2015	2 186 481 344
2016	2 253 318 961
2017	2 834 116 000
2018	2 974 767 000
2019	3 096 728 000
2020	3 224 406 000
2021 Original Estimate	2 802 471 000
2021 Revised Estimate	2 802 617 000
2021 Actual	3 074 902 000
2022 Estimate	2 942 594 550
2022 Revised Estimate	3 089 724 278
2023 Estimate	3 151 518 763

3. Historické škody

Claim Year	Policy Holder Name	Date Claim Event	Claims - Paid - 2022	Claims - Total Outstanding - 2022	Gross Claims Incurred as at 2022
2021	1	09.02.2021	31 369 732	52 957	31 422 689
2021	2	24.02.2021	47 242 352	7 855 534	55 097 886
2021	3	25.05.2021	23 355 335	-	23 355 335
2021	4	09.06.2021	19 361 258	-	19 361 258
2021	5	16.08.2021	-	36 647 417	36 647 417
2021	6	26.08.2021	112 545 149	6 386 213	118 931 362
2022	7	12.02.2022	-	54 036 925	54 036 925
2022	8	19.02.2022	-	42 998 678	42 998 678
2022	9	26.03.2022	3 090 340	27 819 927	30 910 267
2022	10	11.04.2022	70 000 000	60 760 870	130 760 870
2022	11	11.04.2022		72 433 678	72 433 678
2022	12	16.04.2022		71 738 896	71 738 896

4. Rizikové profily

Commercial Fire & Engineering Same Risk Profile (Retained) June 2022				Change from 2021 to 2022		
Category	No. of Risks	Gross/Net Sum Insured	Gross/Net Premium	No. of Risks	Gross/Net Sum Insured	Gross/Net Premium
100 000 000 - 150 000 000	1 466	177 194 818 740	162 647 489	-4%	-6%	-16%
150 000 000 - 200 000 000	683	117 480 821 926	104 360 098	15%	13%	37%
200 000 000 - 250 000 000	361	80 437 228 324	67 209 041	-5%	-8%	6%
250 000 000 - 300 000 000	229	62 396 235 439	47 472 055	53%	52%	85%
300 000 000 - 350 000 000	156	50 596 813 562	40 824 463	49%	50%	135%
350 000 000 - 400 000 000	115	42 913 540 245	43 044 055	92%	93%	296%
400 000 000 - 450 000 000	85	36 061 745 069	25 782 235	89%	89%	181%
450 000 000 - 500 000 000	60	28 472 962 000	21 772 148	82%	83%	150%
500 000 000 - 550 000 000	38	19 943 016 544	17 783 673	65%	66%	84%
550 000 000 - 600 000 000	28	15 936 536 291	16 417 279	87%	84%	310%
600 000 000 - 650 000 000	21	13 085 435 671	15 086 667	62%	60%	382%
650 000 000 - 700 000 000	17	11 364 602 170	6 857 330	31%	30%	57%
700 000 000 - 750 000 000	16	11 537 345 420	11 008 253	167%	168%	402%
750 000 000 - 800 000 000	10	7 761 931 810	5 770 060	25%	26%	119%
800 000 000 - 850 000 000	10	8 250 419 892	3 205 332	100%	99%	99%
850 000 000 - 900 000 000	6	5 230 680 540	2 155 007	-33%	-33%	-35%
900 000 000 - 950 000 000	6	5 622 275 880	3 834 902	50%	54%	216%
950 000 000 - 1 000 000 000	21	20 801 351 235	9 210 951	-22%	-23%	-26%
Grand Total 2022 vs 2021 R100m to R1bn	3 328	715 087 760 758	604 441 038	10%	19%	35%

Pricing methods

1. Experience rating /Burning costs/
2. Experience rating /Frequency-Severity fitting/
3. Exposure rating
4. Market benchmarking

Zavedení značení

- Čas $t \in \{1, \dots, T-1\}$
- Reportovací hranice v čase t A_t
- Škody v čase t $\{C_{t,1}, \dots, C_{t,n_t}\}$, kde $t \in \{1, \dots, T-1\}$
a $n_t \in \mathbb{N}$ je počet škod v roce t
- Rizikový profil v čase t

PROFILE FOR YEAR t , $t \in \{1, \dots, T\}$.

Lower Bound	Upper Bound	Premium	Number of Risks	Total Sum Insured
$LB_1 = 0$	$UB_{t,1}$	$P_{t,1}$	$N_{t,1}$	$TSI_{t,1}$
$LB_{t,2} = UB_{t,1}$	$UB_{t,2}$	$P_{t,2}$	$N_{t,2}$	$TSI_{t,2}$
$LB_{t,3} = UB_{t,2}$	$UB_{t,3}$	$P_{t,3}$	$N_{t,3}$	$TSI_{t,3}$
$LB_{t,B_t} = UB_{t,B_t-1}$	UB_{t,B_t}	P_{t,B_t}	N_{t,B_t}	TSI_{t,B_t}
0	UB_{t,B_t}	$P_t = \sum_{b_t=1}^{B_t} P_{t,b_t}$	$N_t = \sum_{b_t=1}^{B_t} N_{t,b_t}$	$TSI_t = \sum_{b_t=1}^{B_t} TSI_{t,b_t}$

- XL struktura v čase T

REINSURANCE PROGRAMME

Layer	Priority	Limit
XL_1	D_1	D_2
XL_2	D_2	D_3
XL_3	D_3	D_4

1. Experience rating /Burning costs/

- Obyčejné Burning cost vrstvy j

$$BC_j = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \sum_{k_t=1}^{n_t} \min(D_{j+1} - D_j; \max(0; C_{t,k_t} - D_j))}{\sum_{t=1}^{T-1} P_t}.$$

- Škody: Inflace a vyvinutí (IBNER) pomocí indexů $\{CI_1, \dots, CI_T\}$

$$C_{t,k_t}^I = C_{t,k_t} \frac{CI_T}{CI_t}, \quad t \in \{1, \dots, T-1\} \text{ and } k_t \in \{1, \dots, n_t\}$$

- Pojistné:

- Průměrný tarif v čase t

$$T_t = P_t / TSI_t, \quad t \in \{1, \dots, T\}$$

- Tarif v čase t upravený o inflaci pomocí indexů $\{CI_1^*, \dots, CI_T^*\}$

$$PI_t = T_t CI_t^*, \quad t \in \{1, \dots, T\}.$$

- “On-levelled” pojistné v čase t

$$P_t^I = P_t \frac{PI_T}{PI_t}, \quad t \in \{1, \dots, T-1\}$$

- “On-levelled” Burning cost vrstvy j

$$BC_j^I = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \sum_{k_t=1}^{n_t} \min(D_{j+1} - D_j; \max(0; C_{t,k_t}^I - D_j))}{\sum_{t=1}^{T-1} P_t^I}$$

1. Experience rating /Burning costs/

Layer 1			200 000 000 xs		100 000 000					
Year	Historical premium	On-levelled Premium		Risk Incurred Loss To Layer	Risk Trended Loss To Layer	Selected LDF	Risk Ultimate to Layer - BF	Incurred % of premium	Trended % of premium	Ultimate % of premium
2006	786 206 311	2 516 637 700		-	-	100%	-	-	-	-
2007	884 153 666	2 641 583 457		-	-	100%	-	-	-	-
2008	994 303 524	2 548 385 003		-	-	100%	-	-	-	-
2009	1 118 176 100	2 552 367 466		-	66 960 004	100%	66 960 004	-	2%	2%
2010	1 257 481 000	2 754 361 018		-	-	100%	-	-	-	-
2011	1 414 140 819	3 032 917 800		-	-	100%	-	-	-	-
2012	1 771 866 000	3 665 489 803		-	-	100%	-	-	-	-
2013	1 933 263 000	3 855 641 320		-	-	100%	-	-	-	-
2014	2 061 631 545	3 913 109 646		-	-	100%	-	-	-	-
2015	2 186 481 344	4 007 316 760		-	25 979 375	100%	25 979 375	-	1%	1%
2016	2 253 318 961	3 922 688 617	33 321 294	-	76 641 731	100%	76 641 731	1%	2%	2%
2017	2 834 116 000	4 489 823 044	-	-	11 487 273	100%	11 487 273	-	0%	0%
2018	2 974 767 000	4 375 636 033	-	-	-	100%	-	-	-	-
2019	3 096 728 000	4 167 230 032	-	-	-	100%	-	-	-	-
2020	3 224 406 000	4 201 447 396	-	-	-	100%	-	-	-	-
2021	3 074 902 000	3 726 957 137	-	18 931 362	34 168 299	100%	34 168 299	1%	1%	1%
2022	3 089 724 278	3 508 485 732	-	30 760 870	34 452 977	75%	38 992 789	1%	1%	1%
Optimistic								0,32%	0,44%	0,46%
Fair								0,22%	0,57%	0,58%
Pessimistic								0,39%	0,72%	0,74%

1. Experience rating /Burning costs/

- Výhody
 - Snadné, přímočaré, rychlé
- Nevýhody
 - “Nevyužitá kapacita”
 - Pro vrstvy, které ještě nebyly v minulosti použity, vychází 0
 - Pro vrstvy, které byly v minulosti použity jen zřídka, mají BC vysokou odchylku
 - Nebere v potaz detailnější pohyb v portfoliu

2. Experience rating /Severity-Frequency fitting/

Frekvence

- Poisson

$$f(k; \lambda) = \Pr(X=k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad k \in \mathbb{N}_0, \lambda > 0$$

- Negativně binomické

$$f(k; r, p) = \Pr(X = k) = \binom{k+r-1}{k} (1-p)^k p^r \quad k \in \mathbb{N}_0, r > 0, p \in [0,1]$$

Severita

- Pareto

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{\alpha x_m^\alpha}{x^{\alpha+1}} & x \geq x_m, \\ 0 & x < x_m. \end{cases} \quad x_m > 0, \alpha > 0$$

- Weibull

$$f(x; \lambda, k) = \begin{cases} \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-(x/\lambda)^k}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad k > 0, \lambda > 0$$

- Extreme Value Theory

$$s = (x - \mu)/\sigma$$
$$\mu \in \mathbb{R}, \sigma > 0$$

$$f(s; \xi) = \begin{cases} \exp(-s) \exp(-\exp(-s)) & \text{for } \xi = 0 \\ (1 + \xi s)^{-(1+1/\xi)} \exp(-(1 + \xi s)^{-1/\xi}) & \text{for } \xi \neq 0 \text{ and } \xi s > -1 \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

2. Experience rating /Severity-Frequency fitting/

- Výhody
 - Lze stanovit cenu i pro nevyužitou kapacitu
 - Máme komplexní distribuci škod v každé vrstvě
- Nevýhody
 - Nebere v potaz pohyb v portfoliu (k nebo naopak od větších rizik)
 - Nedostatek dat -> velký vliv outlierů. Nepřesnost parametrizace.

3. Exposure rating

- Nechť Y je náhodná veličina popisující škodu pro riziko s pojistnou částkou M , za předpokladu, že došlo ke škodě
- Míra škody $X := Y/M$
- Retenci XL programu označíme D , $d := D/M$
- Omezená očekávaná hodnota míry škody $L(d) = E[\min(d, X)]$
- Distribuční funkci X označíme jako $F_X(x)$
- Expoziční křivku asociovanou s daným rizikem definujeme jako:

$$G(d) = \frac{L(d)}{L(1)} = \frac{\int_0^d (1 - F_X(x)) dx}{\int_0^1 (1 - F_X(x)) dx}$$

- Interpretace: $G(d)$ představuje tu část pojistného, která je vyhrazená na pokrytí všech škod omezených mírou škody d

3. Exposure rating

- Průměrná pojistná částka v čase t a pásnu b_t $ASI_{t,b_t} = \dot{T}SI_{t,b_t} / N_{t,b_t}$
- Chceme ocenit vrstvu od D_j do D_{j+1}
- Ve všech pásmech $b_T \in \{1, \dots, B_T\}$ spočítáme poměry

$$\left. \begin{aligned} r_{j,b_T} &= D_j / ASI_{T,b_T} \\ s_{j,b_T} &= D_{j+1} / ASI_{T,b_T} \end{aligned} \right\}$$

- Pro všechna $b_T \in \{1, \dots, B_T\}$ definujeme expoziční křivku $G_{b_T}(d)$ ($G_{b_T}(d) = 1$ pro $d > 1$)
- Poté $G_{b_T}(r_{j,b_T})P_{T,b_T}$ představuje část pojistného z pásma b_T , které je potřeba na pokrytí škod pocházejících z pásma b_T , pro které je míra škody menší nebo rovna r_{j,b_T}
- Podobně $(1 - G_{b_T}(r_{j,b_T}))P_{T,b_T}$ představuje část pojistného z pásma b_T , které je potřeba na pokrytí škod pocházející z pásma b_T , pro které je míra škody větší než r_{j,b_T}
- Tudíž $(G_{b_T}(s_{j,b_T}) - G_{b_T}(r_{j,b_T}))P_{T,b_T}$ představuje část pojistného z pásma b_T , které je potřeba na pokrytí škod pocházející z pásma b_T , pro které je míra škody mezi r_{j,b_T} a s_{j,b_T}

3. Exposure rating

- Tudíž pojistné potřebné na pokrytí škod ve vrstvě mezi D_j a D_{j+1} v čase T je

$$EX_j = \sum_{b_T=1}^{B_T} (G_{b_T}(s_{j,b_T}) - G_{b_T}(r_{j,b_T})) P_{T,b_T}.$$

- Abychom dostali průměrnou škodu, potřebujeme ještě odhad škodního poměru LR
- Poté průměrná celková škoda ve vrstvě XL_j jest

$$EX_j LR$$

REINSURANCE PROGRAMME		
Layer	Priority	Limit
XL_1	D_1	D_2
XL_2	D_2	D_3
XL_3	D_3	D_4

Ptf	Profile Description	Territory	Exposure Curve	Non-Cat L/R
	1 Agriculture	South Africa	Low Sev_TIV	50,0%
	2 Commercial	South Africa	Low Sev_TIV	70,0%
	3 Industrial	South Africa	High Sev_TIV	80,0%
	4 Public	South Africa	Low Sev_TIV	50,0%
	5 Residential	South Africa	Homeowners_Medium	40,0%
	6 Unknown	South Africa	Low Sev_TIV	40,0%

3. Exposure rating

- Výhody
 - Elegantní
 - Reflektuje aktuální složení portfolia
 - Vhodné i pro start-upy nebo rychle se vyvíjející portfolium
 - Dá se dobře využít i pro nevyužitou kapacitu
- Nevýhody
 - Potřebujeme odhad škodního poměru LR (nemusí být znám a také se může lišit pro různá pásma)
 - Hrubé pojistné může krýt i jiné části portfolia (např. Fire+Natural Perils) a není možné je snadno oddělit
 - Expoziční křivky není snadné odvodit. Pro určitá portfolia ani neexistují, je nutné tedy použít nějakou substituci, což vede k nepřesnostem
 - Nebere v potaz historické škody



Cat Reinsurance

Nízká pravděpodobnost + Vysoké následky
(low-probability + high-consequence events)

Katastrofické události (Cat)

- Přírodní
 - Povodně
 - Vichřice
 - Konvekční bouře
 - Kroupy
 - Zemětřesení
 - Tropické cyklony
 - Lesní požáry
 - Sucha, Vedra
- Způsobené člověkem
 - Občanské nepokoje
 - Válka
 - Pád stadionu

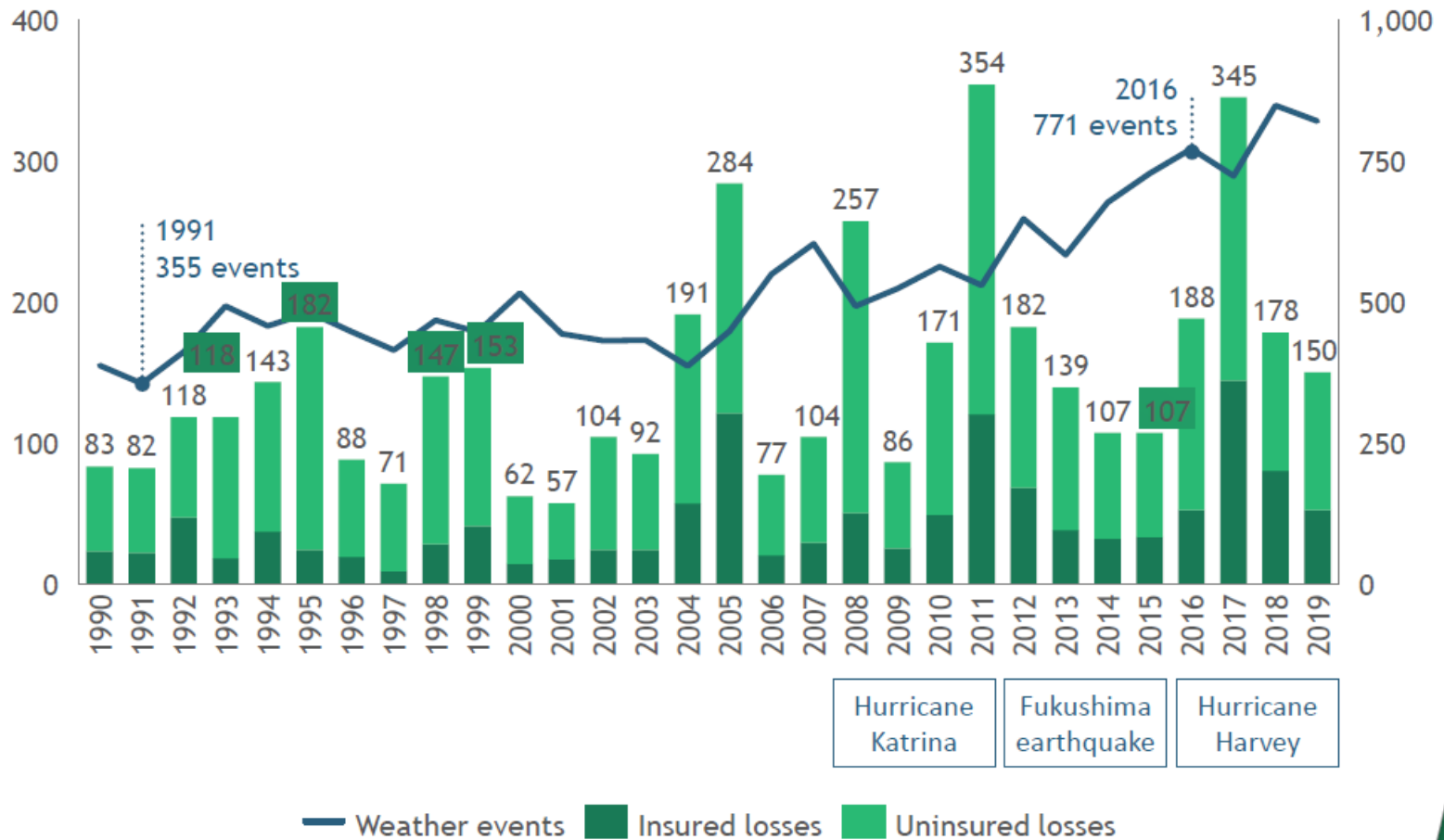


US\$ 280bn
Total losses as a result of natural disasters in 2021
Almost 60% of this total was not insured



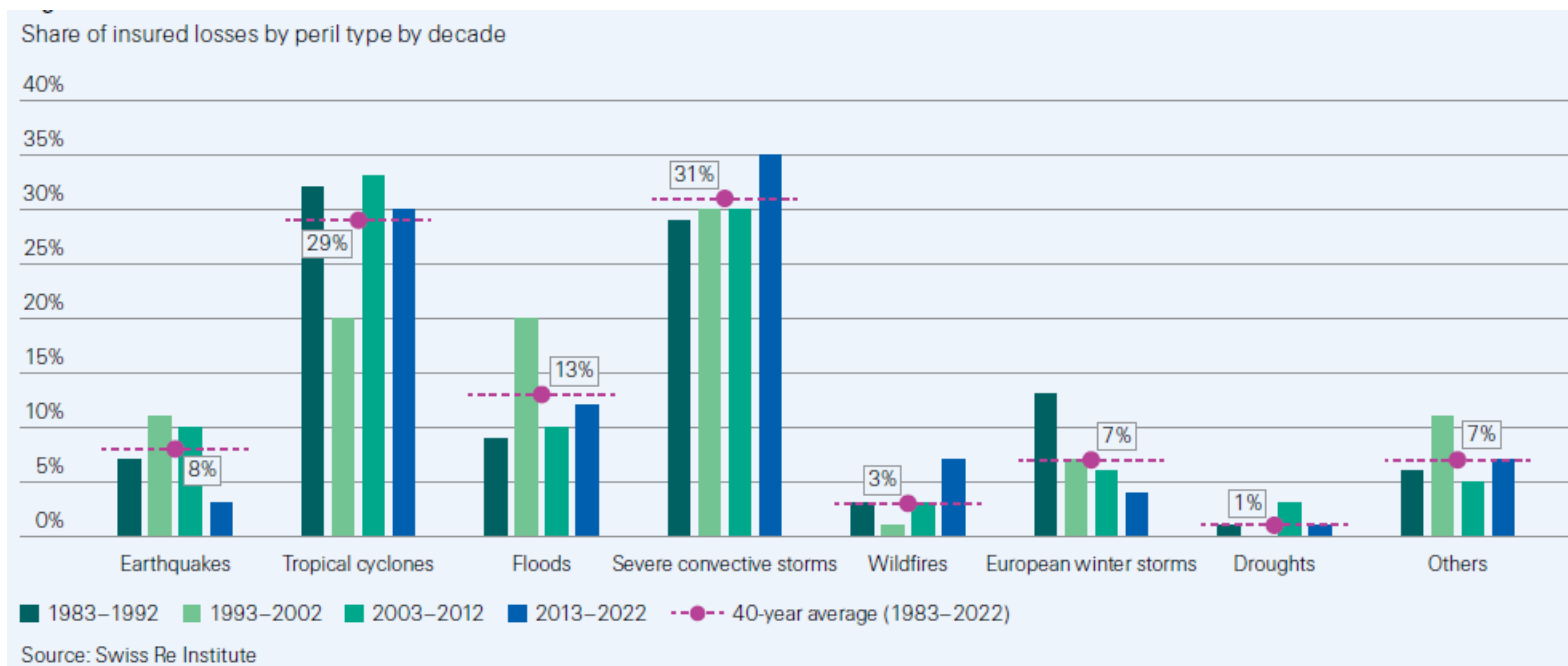
Estimated economic losses (\$B)

Extreme weather events (#)



Source: NatCat database, MunichRe; "Taxpayer spending on US disaster fund explodes amid climate change, population trends", Washington Post (2019); "Billion-Dollar Weather and Climate Disasters: Overview", NOAA (Accessed Jan 2020)

Poměr škod z katastrofických událostí podle rizik

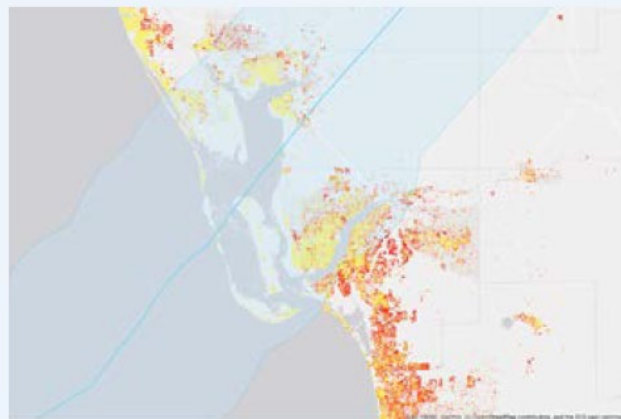


Rok 2022 a katastrofické události

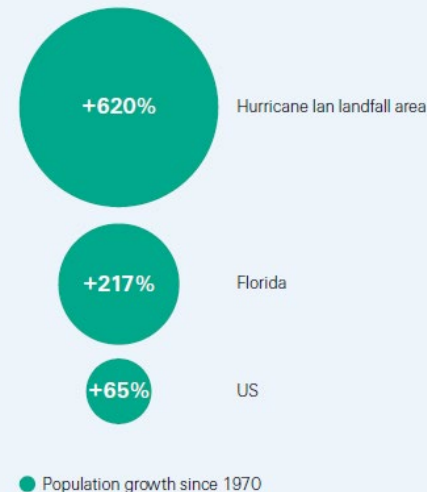
Event	Region	Estimated insured loss	Lesson learned
Hurricane Ian	North America	USD 50 to 65bn	All it takes is one storm
Australia floods	APAC	USD 4.3bn	Exposure growth and inflation drive losses higher
South Africa floods	EMEA	USD 1.5bn	Lack of data transparency compromises risk assessment
Severe convective storms	North America	USD 26bn	Rising property losses set to continue
Hailstorms France	EMEA	USD 5bn	A new market return period needed
Winter storms in Europe	EMEA	USD 4.1bn	Bigger storms will come

Source: Swiss Re Institute

Changes in built-up land in the Ian landfall area (left) and population growth statistics (right)



— Track centerline — Track boundary
Built-up land: 1985 1990 2000 2019



Source: German Aerospace Center, National Hurricane Center, US Census Bureau, Swiss Re Institute

Nároky na kapitál (Capital requirements)

Solvency 2, Swiss Solvency Test

- Přírodní katastrofy: Vysoké nároky na kapitál (Capital requirements)
- **Korelace** -> CAT popírá základní princip pojištění
- Trh s katastrofickými událostmi *potřebuje* investory, ale investoři přirozeně hledají výnosy
 - -> *Koncentrace kapitálu*
 - -> *Nedostatek v jiných oblastech*

Riziko plynoucí z přírodních katastrof a jeho pojistné pokrytí

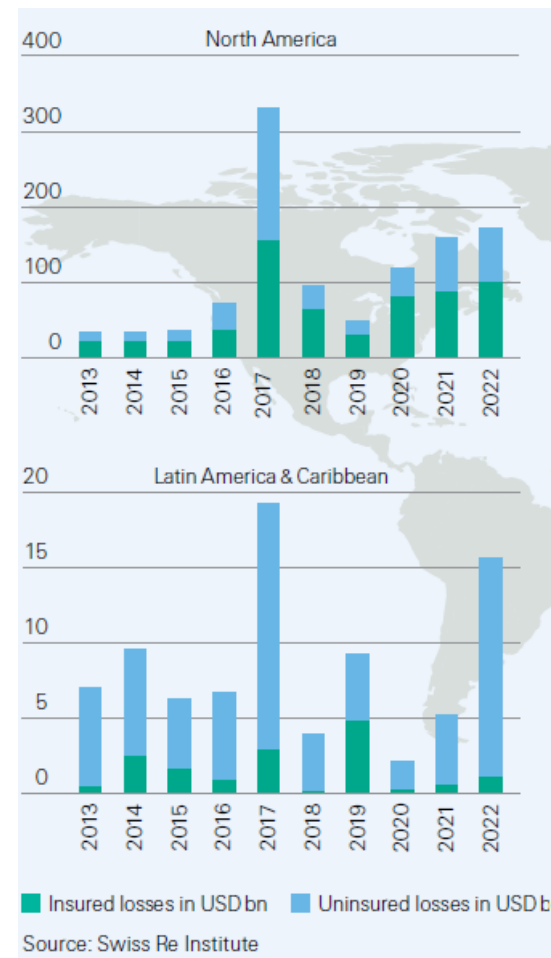
Přírodní hazard nemá hranice, pojistné riziko ale ano

In 2022, insurance covered about 45% of the USD 275 billion in global economic losses resulting from natural catastrophes.

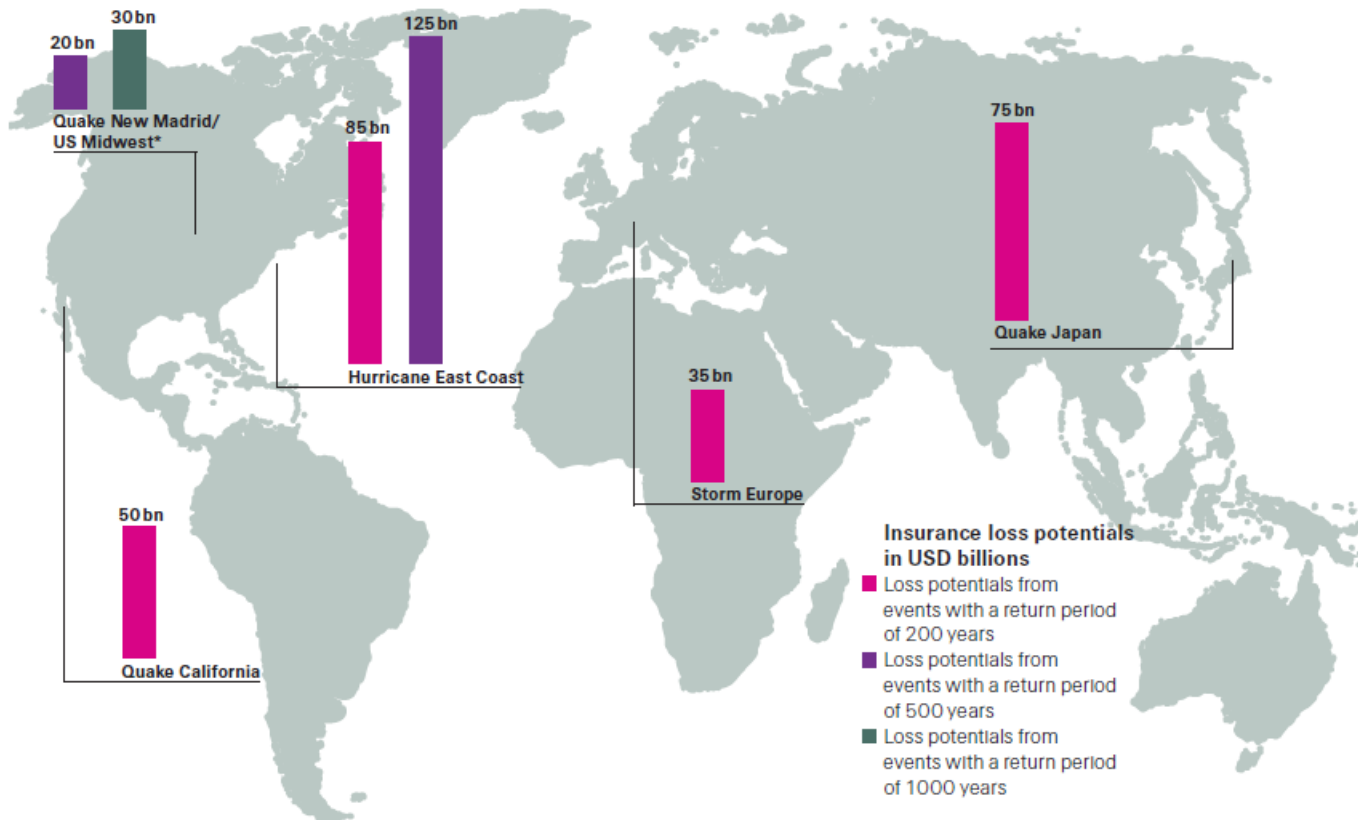
Jak jsou kryty škody z katastrofických událostí

1. Pojištění
2. Vlády (pooly, např. CatNat ve Francii)
3. Ad-hoc pomoc (státní nebo nadnárodní sbírky)

- “Insurance gap”
 - >90% Vichřice (WS) v EU, US, CAN, JP, AU
 - <1% Zemětřesení (EQ) v Latinské Americe



Oblasti s největším potenciálem výskytu katastrofických událostí



* A very small loss is assumed for the 200 year return period

Swiss Re The essential guide to reinsurance 35

- Použití katastrofických modelů
 - Pro oceňování produktů obsahující CAT expozici
 - Investování do ILS -> Cat bonds, deriváty
 - Vlády (ne vše je pojištěno -> národní pooly)
- Hlavní překážkou = málo dat
 - Měřicí stanice
 - Škody
- Cat modeller
 - Vědec se širokým záběrem
 - Ale také socio-ekonomické a finanční znalosti
 - Umět přemýšlet businessově (model nebude nikdy exaktní)

Data od klientů

1. Kontrakt: Co, kde, jak?
2. Premium (historické + odhad na příští období)
3. Historické škody (nad určitý threshold)
4. Cat models (Event loss table, OEP curves,...)
5. Další: Složení portfolia, UW strategie, Přístup k inflaci, Pohyb tarifů

1. Kontrakt

Layer 1

ZAR 1,250,000,000 Ultimate Net Loss each and every Loss Occurrence

in excess of

ZAR 750,000,000 Ultimate Net Loss each and every Loss Occurrence

Layer 2

ZAR 2,000,000,000 Ultimate Net Loss each and every Loss Occurrence

in excess of

ZAR 2,000,000,000 Ultimate Net Loss each and every Loss Occurrence

Definition of Loss Occurrence

The term "Loss Occurrence" shall mean all individual insured losses which arise directly from the same proximate cause and which occur during the same period of time and within the same geographical region, including but not limited to city, province, country or countries contiguous thereto and one another, such shall be considered an event hereunder. A proximate cause is the dominant, direct, real, actual, effective or operative cause of the loss.

However, the duration and extent of any "Loss Occurrence" so defined shall be limited to:-

- a) 168 consecutive hours as regards hurricane, typhoon, tornado, cyclone, windstorm, hailstorm and/or rainstorm, including losses arising from fire and/or flood and directly occasioned by any of these perils. For the purposes of this paragraph, the same geographical region can extend to a country and countries contiguous and the Indian Ocean Islands and St Helena shall be considered as contiguous to the nearest country or countries situated on the mainland of the African Continent.
- b) 168 consecutive hours as regards earthquake and seaquake having the same epicentre, tidal wave and/or volcanic eruption, including losses arising from fire and/or flood and directly occasioned by any of these perils;
- c) 168 consecutive hours and within the limits of one City, Town or Village as regards strikes, riots, civil commotions and malicious damage;

3. Historické škody

EVENT	EVENT DESCRIPTION	DATE FROM	DATE TO	Sum of Total Claims Estimate	Sum of Total Claims Paid	Sum of Total Claims Outstanding
STORM/FLOODING/HAIL	STORM,HAIL AND.FLOODING.IN.EAST RAND JHB AREA.....	26-Feb-21	27-Feb-21	28 673 069	28 595 763	77 306
FIRE	FIRE in Western Cape	18-Apr-21	23-Apr-21	27 137 929	2 097 557	25 040 372
STORM/FLOODING/HAIL	STORM/HAIL/FLOOD.CLAIMS.IN.WESTERN.CAPE.....	05-May-21	06-May-21	34 311 171	34 183 940	127 231
RIOT.AND.STRIKES.AND.LOOTING	RIOT.AND.STRIKES.AND.LOOTING.IN.KZN- GAUTENG.AND.....	09-Jul-21	19-Jul-21	41 786 354	22 292 627	19 493 727
HAIL STORM	HAIL.AND.STORM.RELATED.CLAIMS.IN.KZN-FS-GAUTENG.....	30-Sep-21	03-Oct-21	75 105 681	74 186 068	919 613
STORM/FLOODING	STORM.AND.FLOOD.CLAIMS.IN.GEORGE.AND.SURROUNDING.A.....	21-Nov-21	24-Nov-21	20 944 776	20 813 615	131 162
STORM/FLOODING	HAIL-STORM-.FLOODING.IN.GAUTENG-.NORTH.WEST.AND.....	25-Nov-21	29-Nov-21	48 868 629	43 948 164	4 920 465
STORM/FLOODING	HAIL/STORM.CLAIMS.IN.PMB.AND.SURROUNDING.AREAS.....	22-Dec-21	24-Dec-21	81 149 035	67 329 610	13 819 425
STORM/FLOODING	STORMS.AND.FLOODING.OVER.KZN.AND.GAUTENG.AREAS.....	04-Feb-22	06-Feb-22	19 968 324	18 965 901	1 002 423
STORM/FLOODING	SEVERE.STORMS.AND.FLOODING.IN.KZN-GAUTENG.AND.FREE.....	09-Apr-22	13-Apr-22	1 631 588 424	570 073 599	1 061 514 825
STORM/FLOODING	Storms & Flooding - NORTHERN COAST, KZN	21-May-22	28-May-22	26 486 038	8 988 347	17 497 692

4. Cat Models

- **Princip: Stochasticky (nebo deterministicky) generované tisíce umělých katastrofických scénářů na daném specifickém portfoliu**
- **Vstupy**
 - Lokalita (Adresa,...)
 - Informace o nemovitosti
 - Užití, konstrukce, rok postavení, počet pater, typ střechy,...
 - Podmínky pojištění
 - Pojistná částka, spoluúčast, limit,...

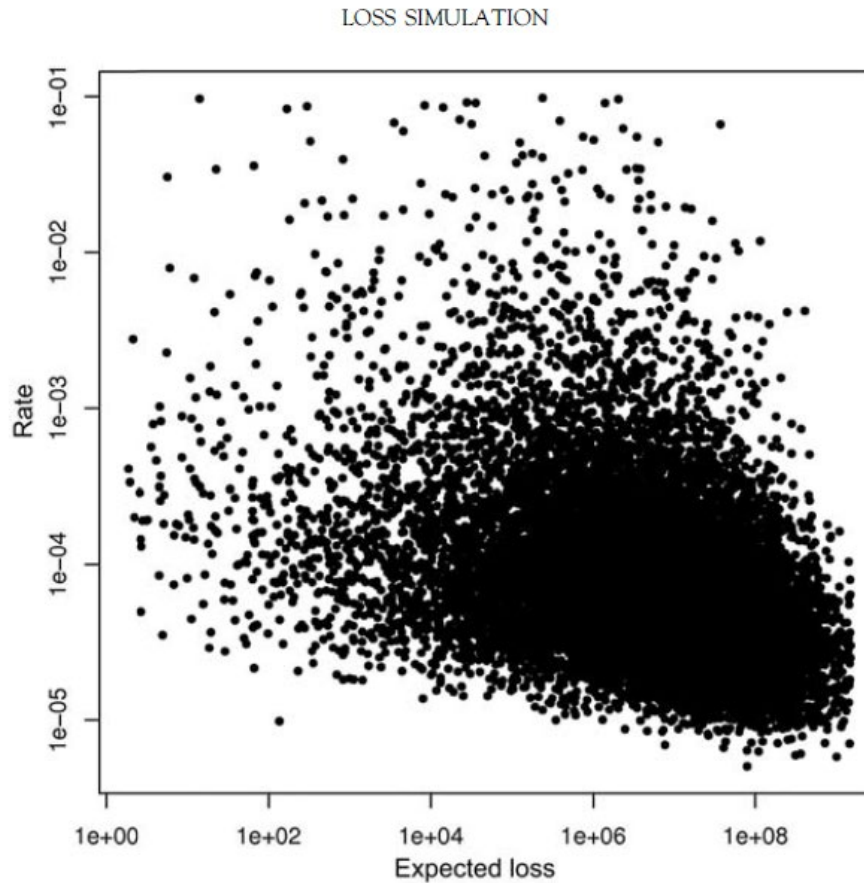
4. Cat Models

- Výstupy
 - OEP (Occurrence Exceedance Probability) křivka
 - AEP (Annual Exceedance Probability) křivka

Impact Forecasting EQ Modelling			AON
Data as at June 2022 v2			
Return period	TOTAL(Incl Motor)	Change(2022/2021)	
2000	25 419 032 283	4,97%	
1000	19 532 798 332	2,41%	
900	18 938 612 186	2,17%	
800	17 732 321 575	1,39%	
700	16 608 953 488	3,89%	
600	15 460 483 155	3,58%	
500	14 312 848 056	3,82%	
400	12 799 283 441	1,43%	
300	11 235 400 922	1,84%	
250	10 344 949 768	2,85%	
200	9 318 857 115	3,50%	
150	7 998 654 580	2,20%	
100	6 434 663 779	3,64%	
50	3 804 323 874	4,74%	
25	1 500 415 784	7,68%	
10	379 316 225	16,32%	
5	91 518 250	51,27%	
AAL	283 227 955	4,12%	
STDDEV	2 040 036 169		

4. Cat Models

- Výstupy
 - ELT (Event Loss Table)



4. Cat Models

■ Výstupy

- ELT (Event Loss Table)
 - AIR

Year	Event ID	Loss
1	1	100
3	2	500
3	3	300
4	4	100

CatalogueType	YearID	EventID	Loss
STC	1	2	424577.62
STC	3	10	898775.65
STC	5	25	1357.8593
STC	5	26	2196.6693
STC	5	28	3080044.9

Annual Aggregate Loss
(AAL)

$$\mu = \left(\sum_{y=1}^n \sum_{e=1}^{n_y} \text{loss}_{y,e} \right) / n$$
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{y=1}^n \left(\sum_{e=1}^{n_y} \text{loss}_{y,e} \right)^2}{n} - \mu^2}$$

n ...počet roků v ELT

n_y ...počet událostí v roce y

4. Cat Models

■ Výstupy

■ ELT (Event Loss Table)

— RMS

Column Name	Description
Event ID	Unique identifier of the event
Rate	Annual event frequency
Mean	Average Loss if the event occurs
Sdi	Independent component of the spread of the loss if the event occurs.
Sdc	Correlated component of the spread of the loss if the event occurs.
Exposure	Total amount of limits exposed to the event (Maximum loss)

EVENTID	RATE	PERSPVALUE	STDDEVI	STDDEVC	EXPVALUE
3160141	0.00026742591435323	6504.212989	14233.43068	17625.96303	9698691991
3160143	0.00001699999957054	143586.9029	97248.47465	170434.8894	23031253638
3160147	0.00049060938181356	246.7574211	939.6429095	974.8074155	2933410719
3160149	0.00002019999919867	285.6741365	1263.046198	1034.870344	1447159613
3160151	0.00014723592685186	28459.30505	21913.9009	30647.83417	7420174704

Annual Aggregate Loss
(AAL)

$$\mu = \sum_{e=1}^m (\text{Rate}_e)(\text{Mean}_e)$$

m ...počet událostí v ELT

$$\sigma = \sqrt{\sum_{e=1}^m (\text{Rate}_e)((\text{Sdi}_e + \text{Sdc}_e)^2 + \text{Mean}_e^2)}.$$

Tradiční metody oceňování

1. Experience rating

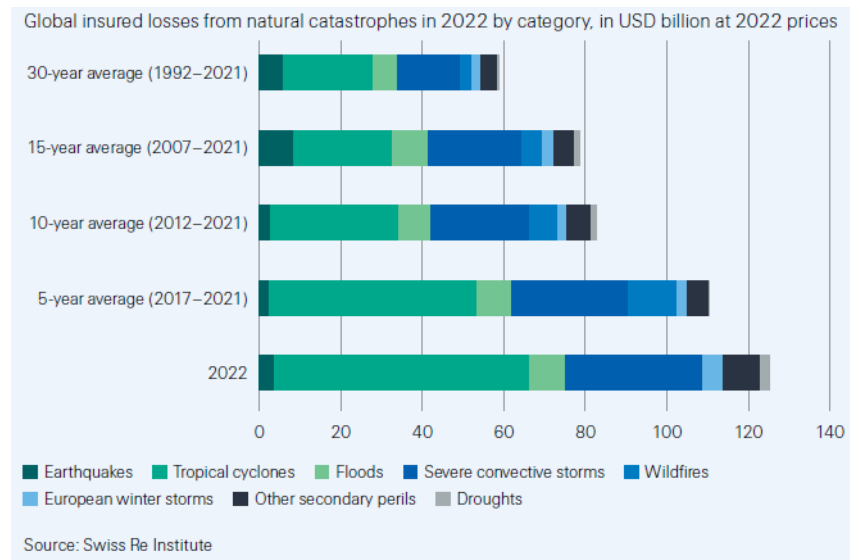
2. Použití cat modelů velkých externích firem

- Výhody:
 - Akceptovaná metoda (investoři)
 - Jednoduché, snadná dostupnost
 - Finančně méně náročné
- Zápory:
 - Riziko systematického risku
 - Ušlá příležitost
 - Může být pozměněno, aby vypadalo lépe
 - Limitované regiony a rizika

3. Menší externí firmy

- Nemají takovu kapacitu a konkurenceschopnost
- Nemusí být uznávány investory
- Napomáhají k pestrosti

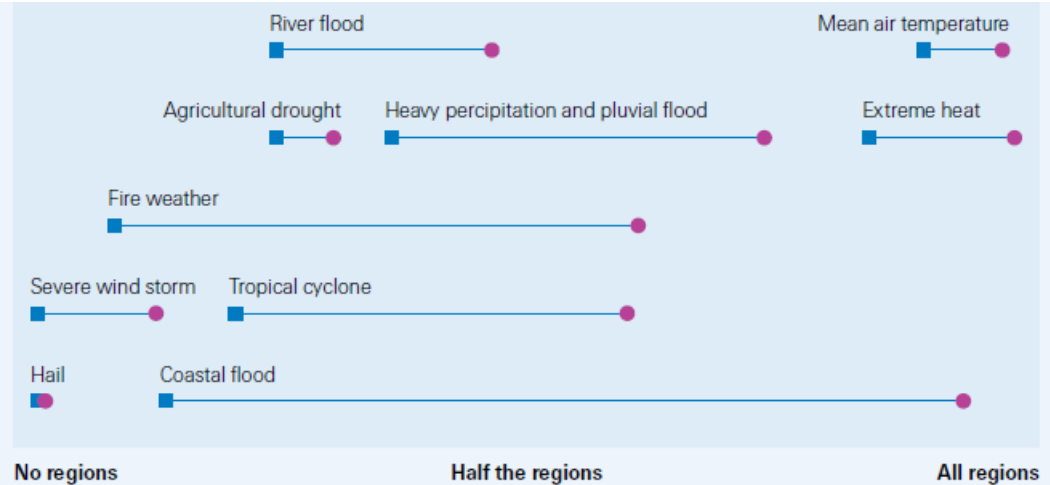
Škody z katastrofických událostí v čase



- Příčiny:
 - Ekonomický růst
 - Urbanizace a růst populace v exponovaných oblastech (pobřeží)
 - Klimatická změna: Dlouhodobý trend
 - Zajištění smlouvy (majetkové) jsou ale většinou krátkodobé (1 rok)
 - Předpoklad: nedávné roky už do určité úrovně ovlivněné
 - Naopak: Nové technologie, zabezpečení, varovné systémy

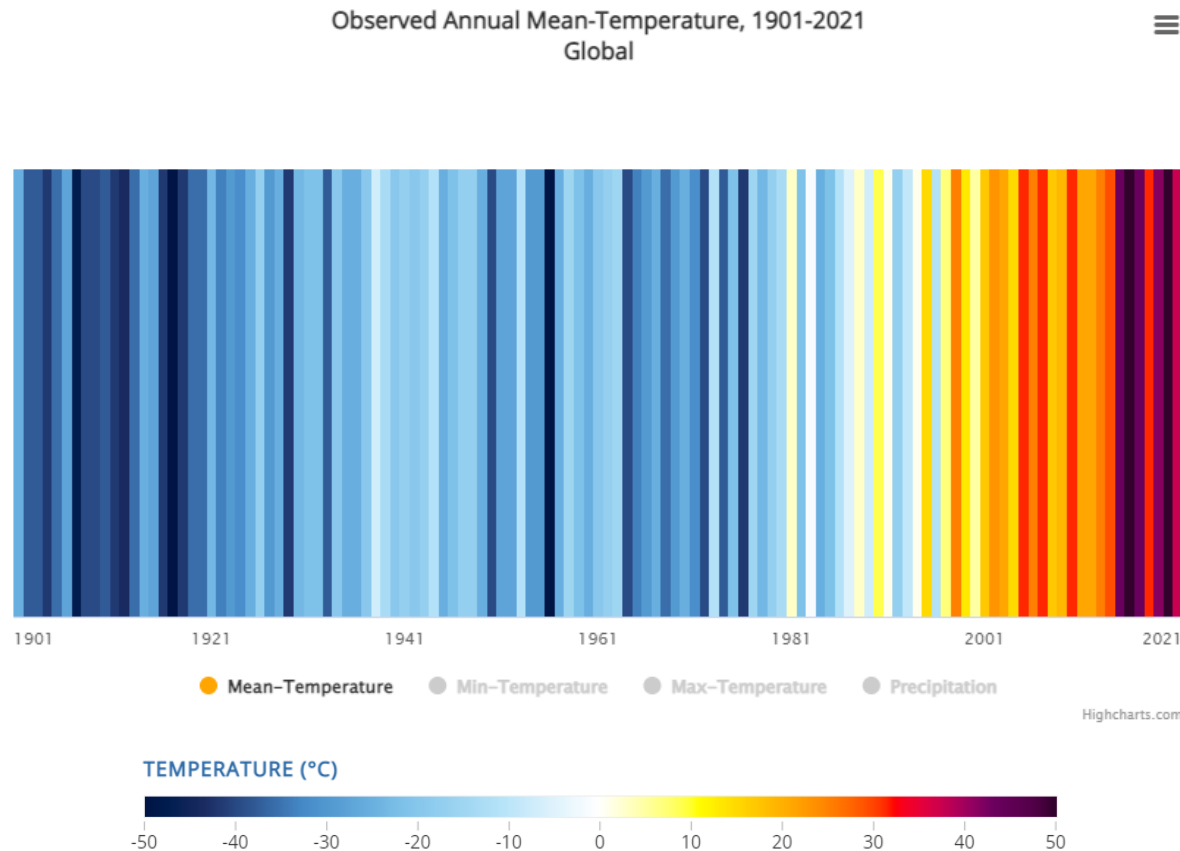
Změny klimatu

Extent of observed and projected changes due to climate change in weather related perils



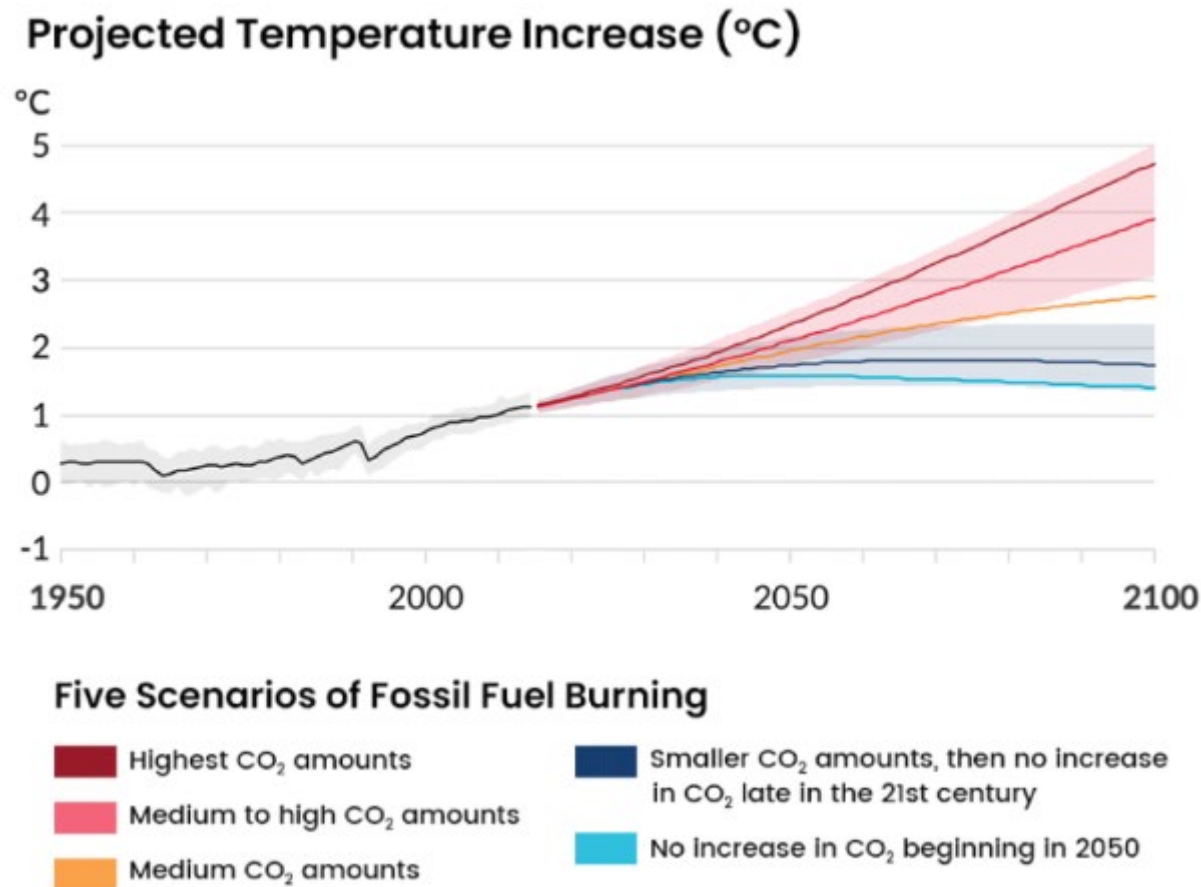
Share of global regions with changes in weather related perils ■ Observed ● Projected

Source: Swiss Re Institute, based on IPCC



Zdroj: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview>

- Je zde vědecký konsensus, že pokud neklesnou emise uhlíku do atmosféry, země se oteplí alespoň o několik stupňů do roku 2100.



The amount of climate change by the end of the century depends on decisions we make today. If we reduce CO₂ amounts to stop increasing after 2050, global average temperature will increase from 1-1.5°C, and this is considered a best case scenario (blue line in graph). If we don't reduce CO₂ and the amounts continue to increase, the worst case scenario warming will be 4.5-5°C (red line in graph). Source, *IPCC Working Group I, 2021*.

- **Extrémy počasí** se dějí při shodě několika faktorů.
- Např.: Extrémní srážky potřebují
 1. Maximalizovaný potenciál transportu vlhkosti
 2. Vysoké teploty (nebo její rychlé změny)
 3. Signifikantní nestabilita v atmosféře

Klimatická změna -> navýšení teploty
-> vyšší pravděpodobnost, že se sejdou i ty dva zbývající faktory

- **Clausius-Clapeyronův vztah:** Na každý 1°C teploty navíc se potenciál přenosu vlhkosti zvyšuje o 7%

Teplejší vzduch -> může nést více vlhkosti -> silnější deště

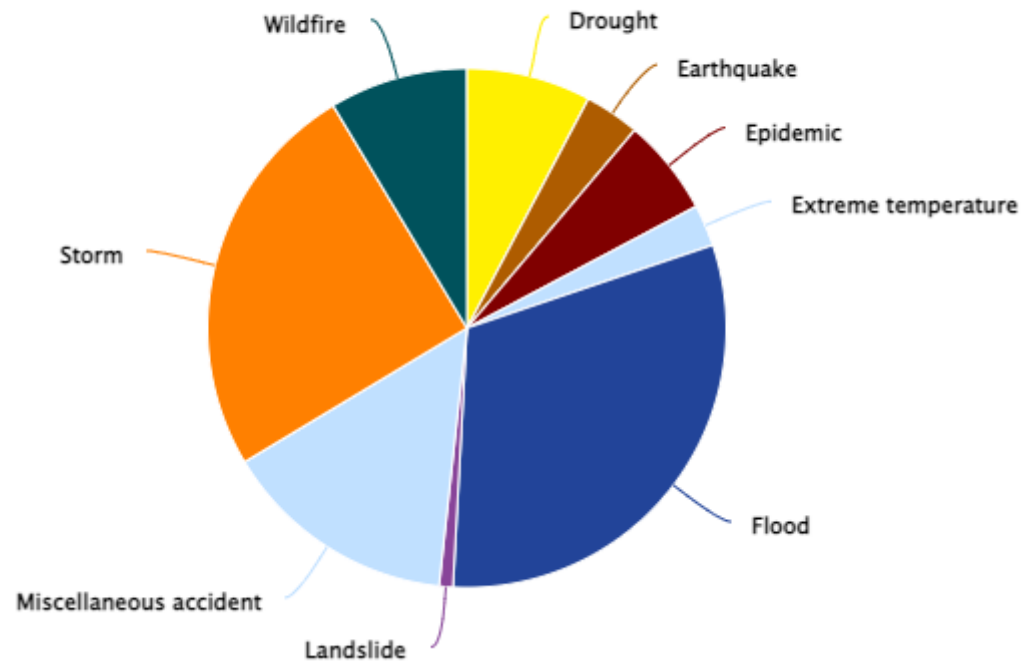
Alternativní přístupy

South Africa Example

Vlastní model

- Použití historických škodních dat na modelování škod
- Co potřebujeme
 - 1. katalog všech možných událostí, které mohou nastat v tom daném časovém horizontu
 - 2. databazi expozice
 - 3. detaily citlivosti struktur a populace k danému hazardu

Average Annual Natural Hazard Occurrence for 1980-2020



Zdroj: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

KwaZulu-Natal Floods 2022

- Nejhorší v KZN od dob, kdy se povodně zaznamenávají (1836)
 - 459 úmrtí
 - 40 tisíc lidí bez domova
 - Celková škoda odhadovaná na 2B USD
- Mechanismus:
 - La Niña
 - Tropické cyklony a silné deště 2021-2022
 - 11.4.: tlaková níže poblíž pobřeží v kombinaci s vysokými teplotami oceánu způsobily silné bouře, které vytvořili cyklickou formaci
 - Srážky za 24 hod: až 450mm
- Vliv antropogenních změn klimatu (Independent)
 - Zdvojnásobená pravděpodobnost
 - Zvýšená intenzita



Toyota South African Motors

Toyota estimates South African flood claim could reach \$500mn

Rachel Dalton 11 July 2022

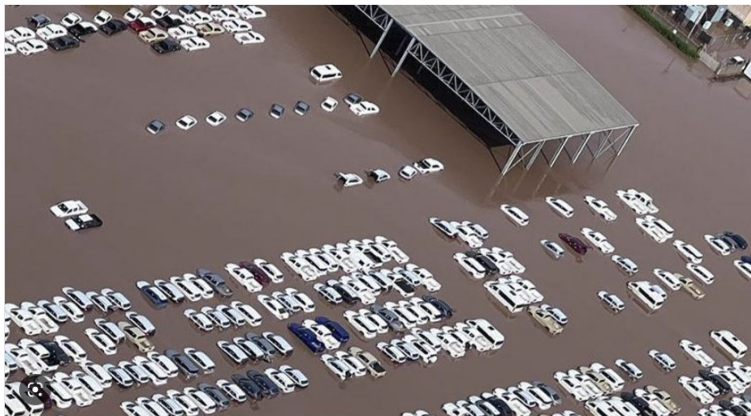


Toyota South Africa Motors (TSAM) has estimated its claim for April flood losses at between \$353mn and \$500mn, this publication can reveal, quelling earlier fears of an insured loss closer to \$1bn.



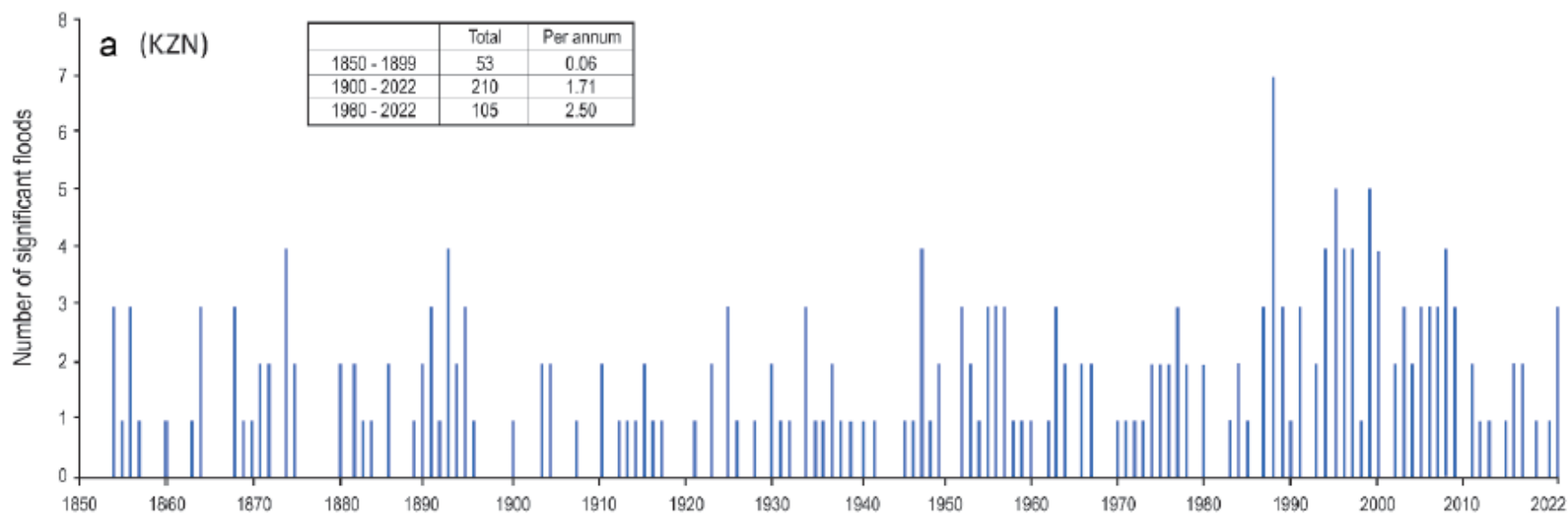
Toyota factory in KZN up and running four months after being halted by floods

By Lerato Matebese

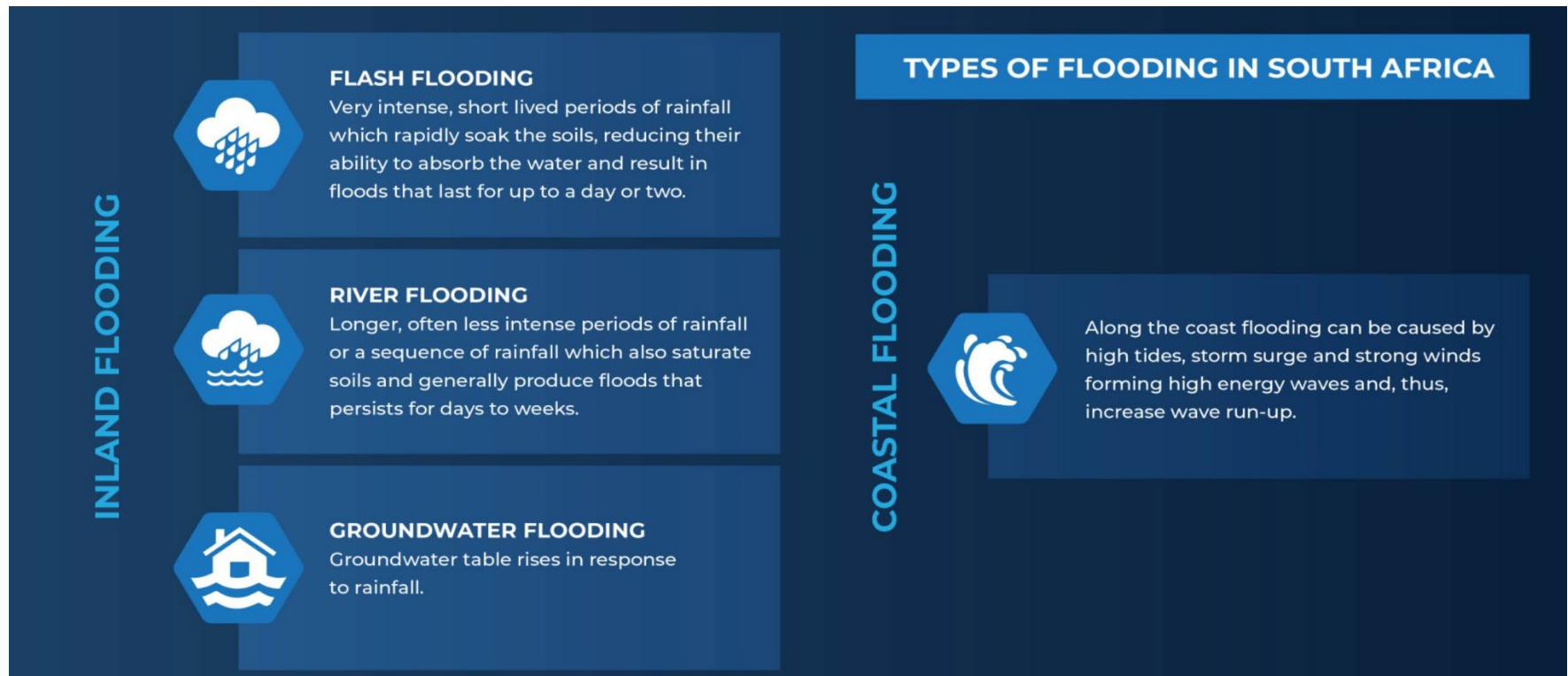


- Extrémní počasí asociované s klimatickou změnou za poslední dekádu (2010-2020) nabralo na intenzitě a také k němu dochází více často
- **Povodně** s významnými škodami se dějí zhruba jednou za 2 roky. Více ničivé povodně se pak dějí jednou za 10-15 let.
- Cat modely nejsou rozvinuté – chybí data, znalost regionu, známosti, kapitál

Historické povodně v KZN

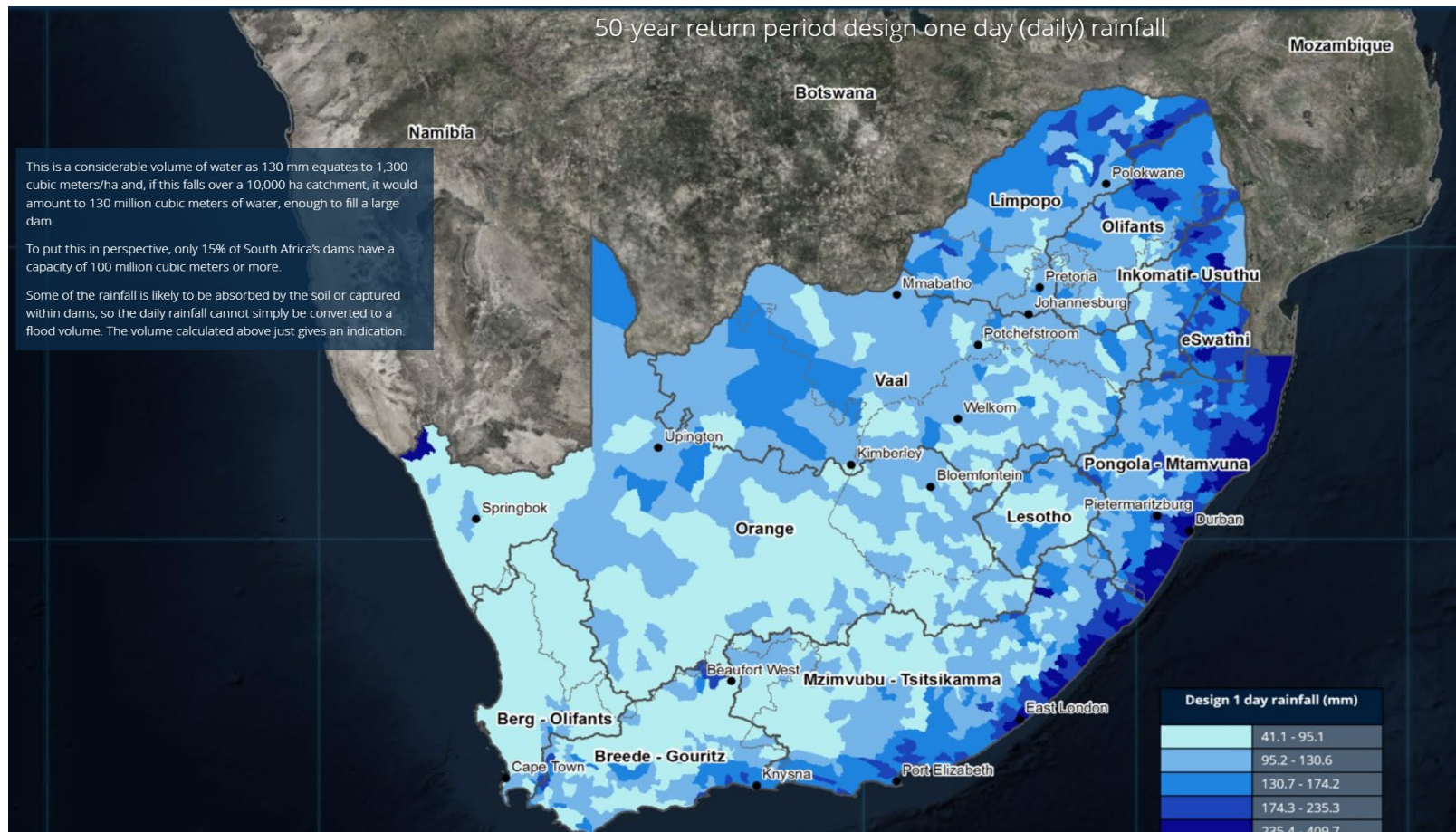


Typy povodní v Jižní Africe



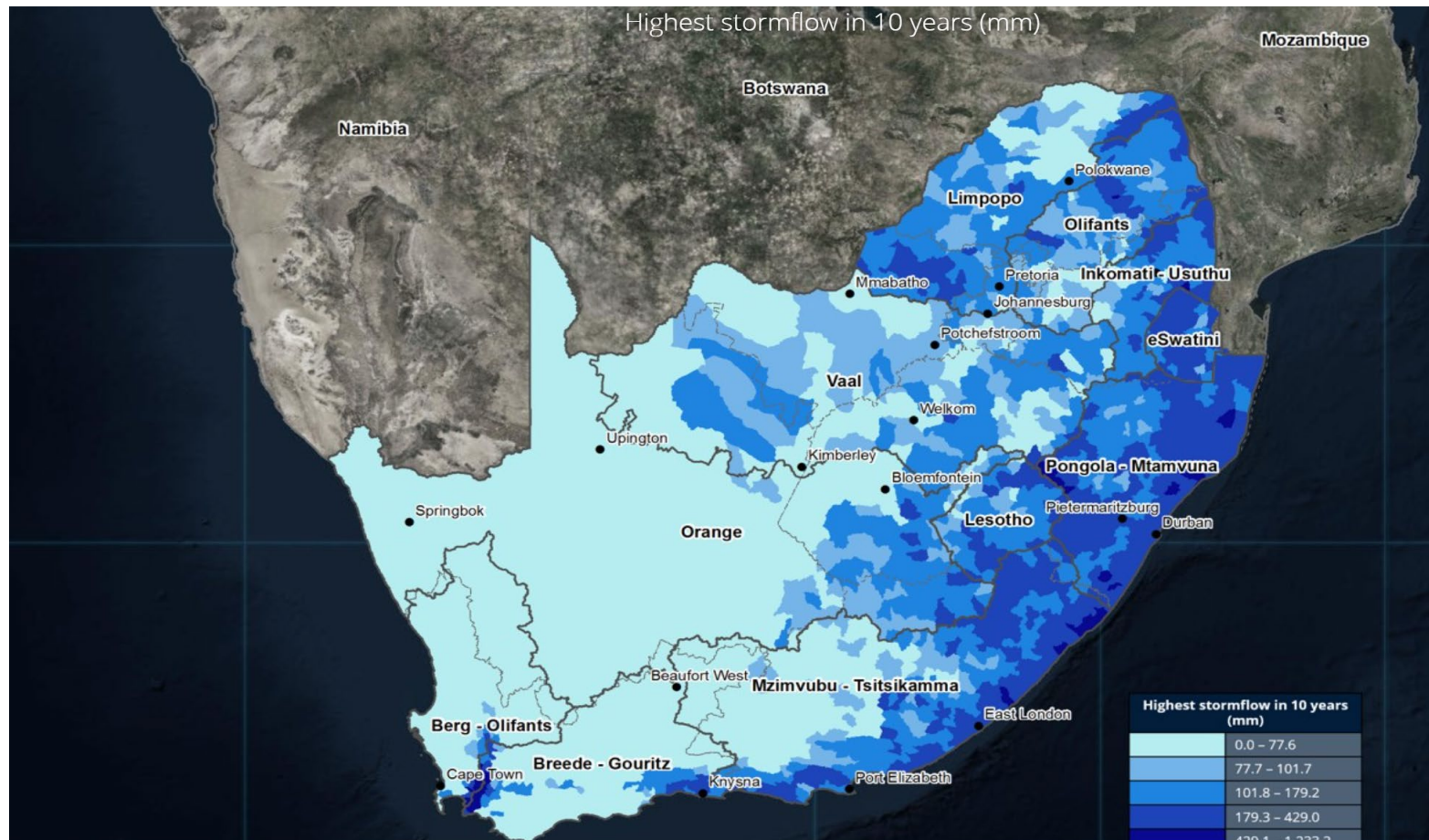
- Metody na měření povodňového rizika můžeme rozdělit do 2 skupin:
 1. Analýza pozorovaných nebo statiscky předpověděných **úhrnů srážek**
 2. Analýza pozorovaných nebo modelovaných **povodní**

Vlastní model – externí data



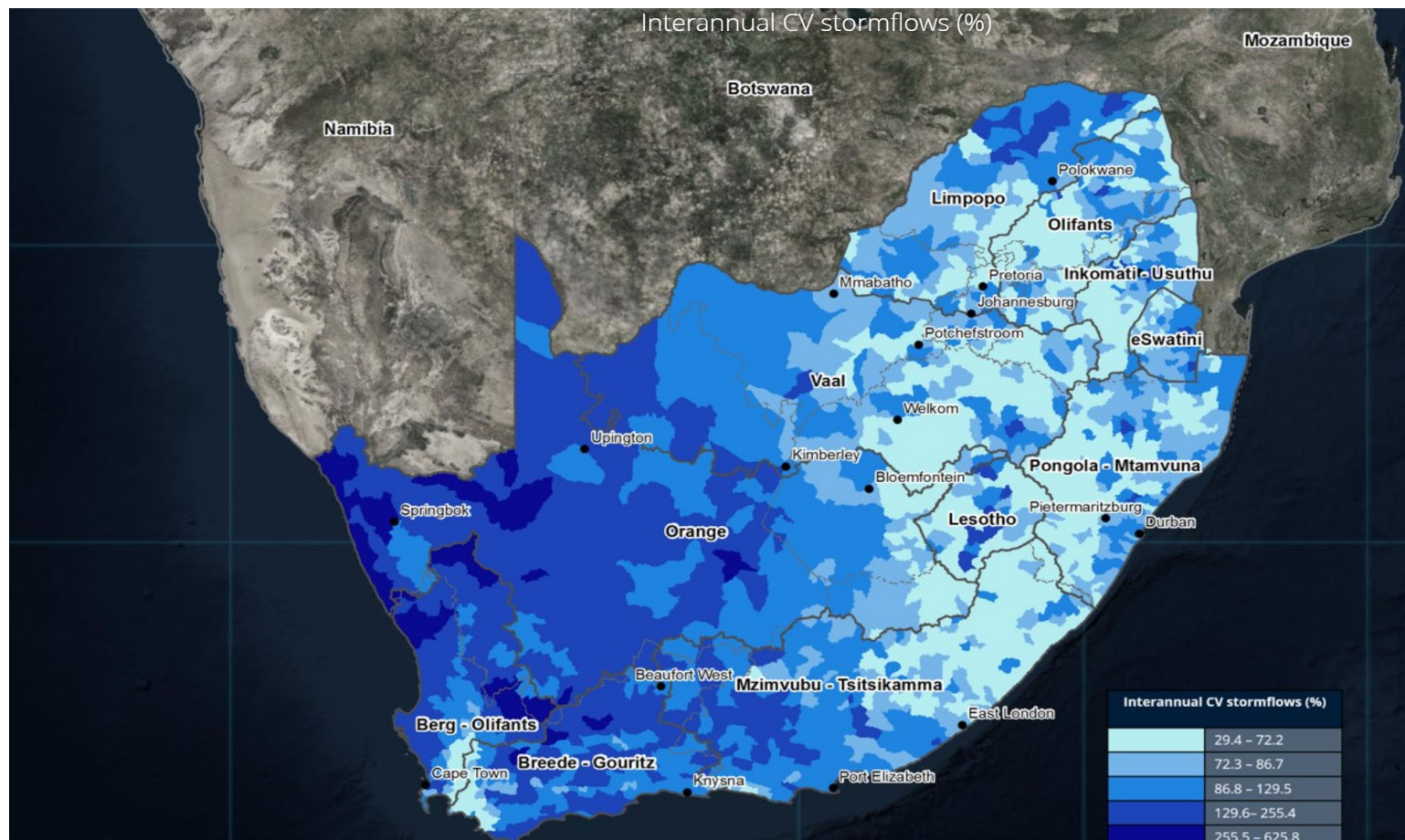
Zdroj: [9]

Vlastní model – externí data



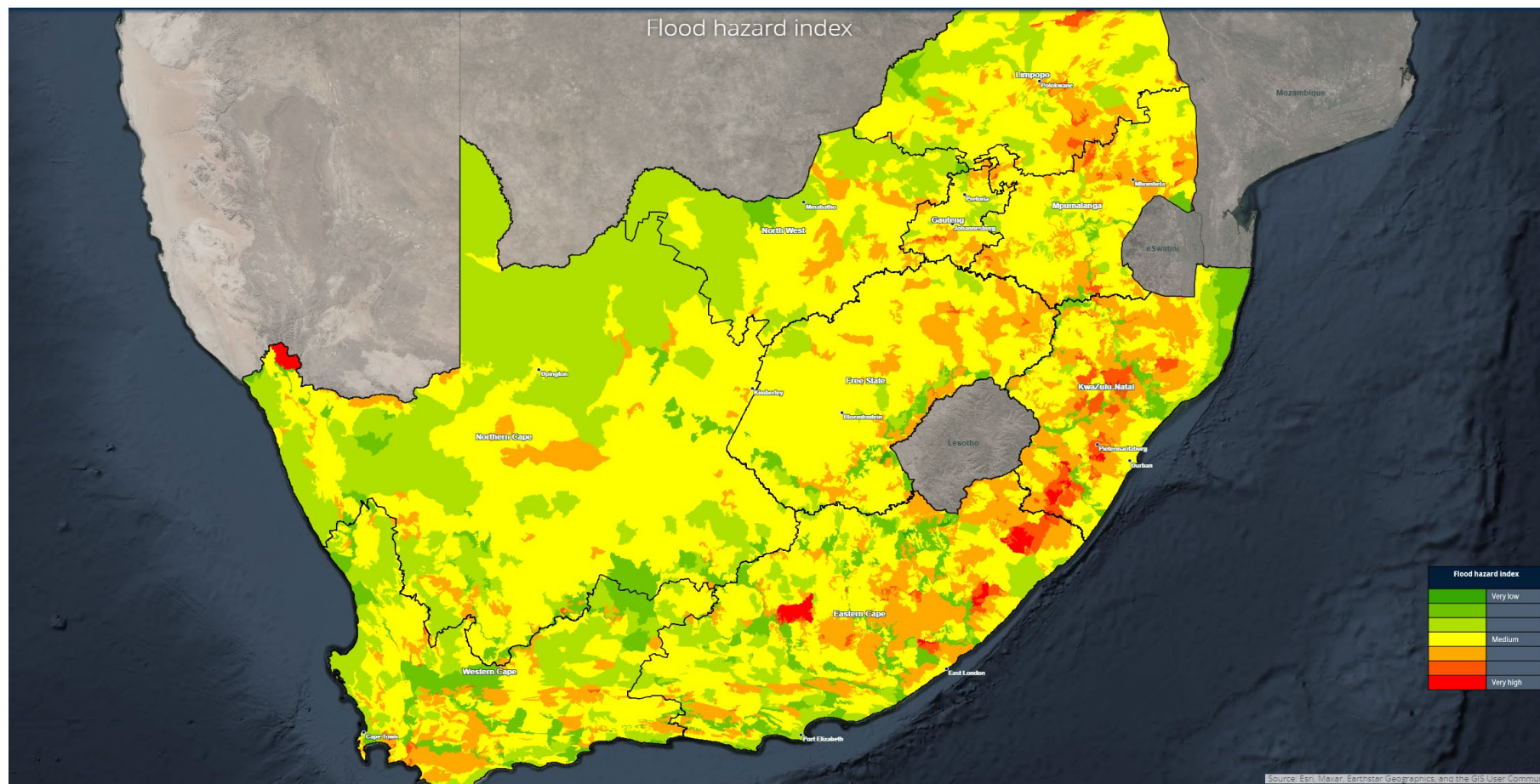
Zdroj: [9]

Vlastní model – externí data



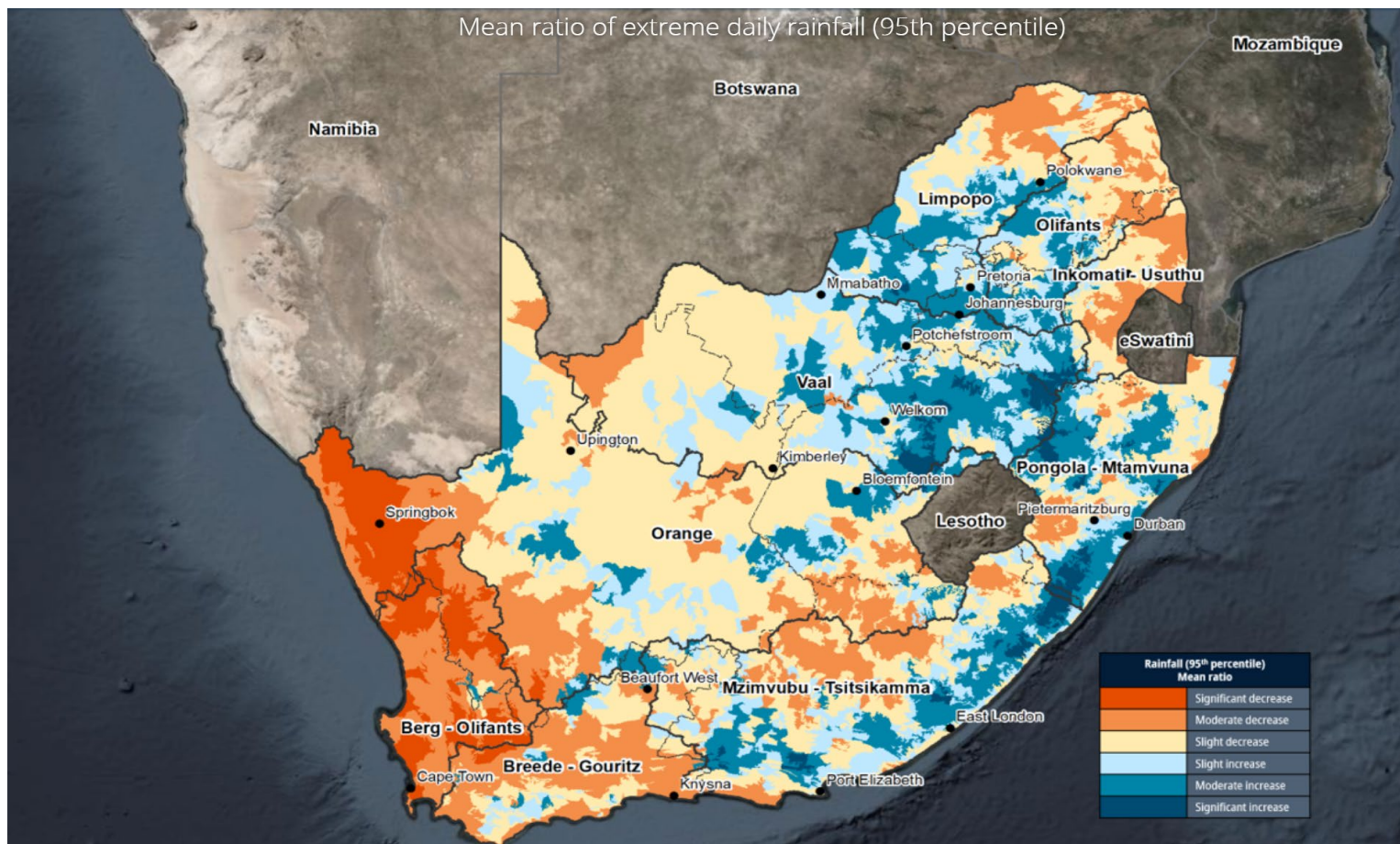
Zdroj: [9]

Vlastní model – externí data



Zdroj: [9]

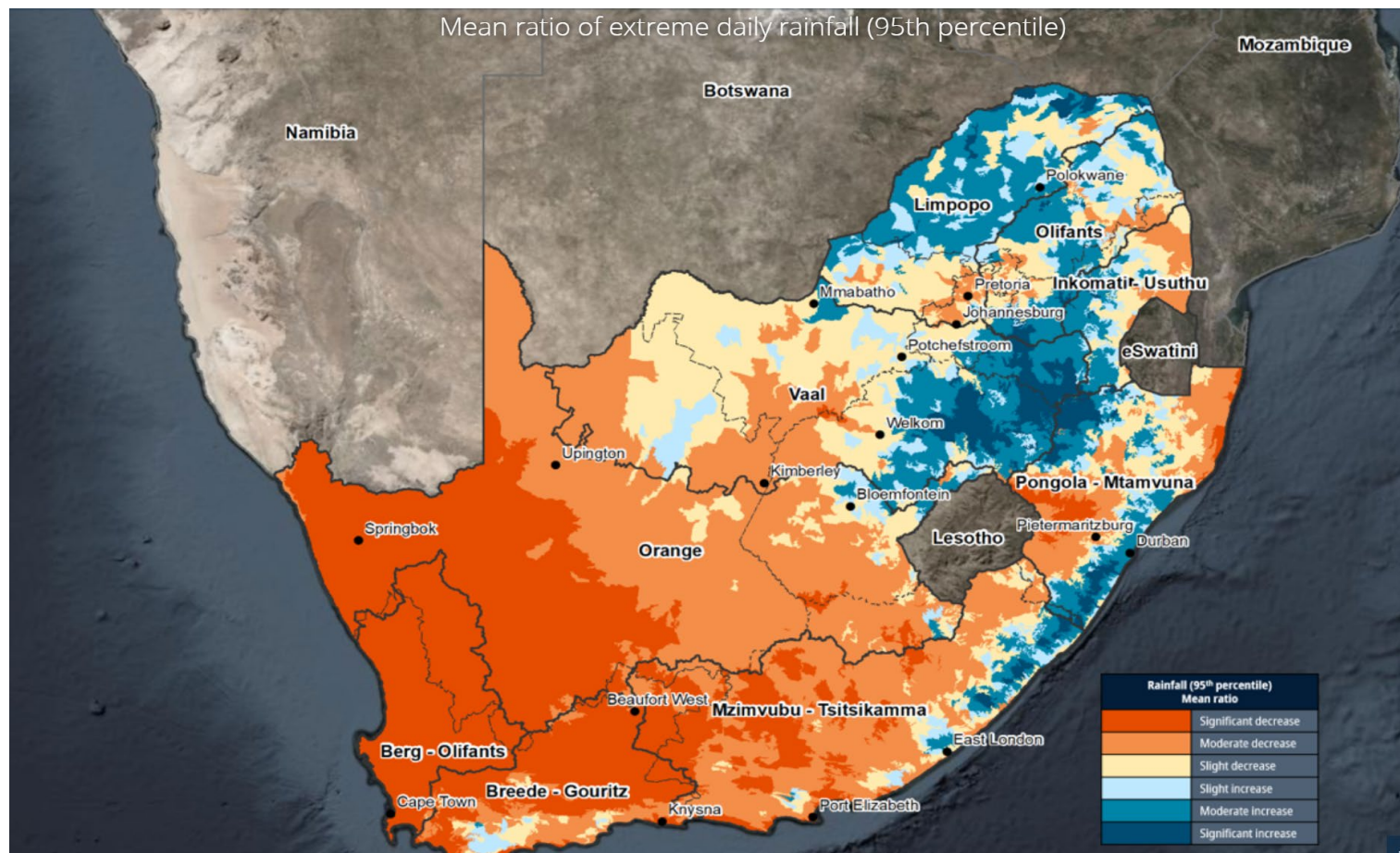
Vlastní model – externí data



Current vs. 2021-2050

Zdroj: [9]

Vlastní model – externí data

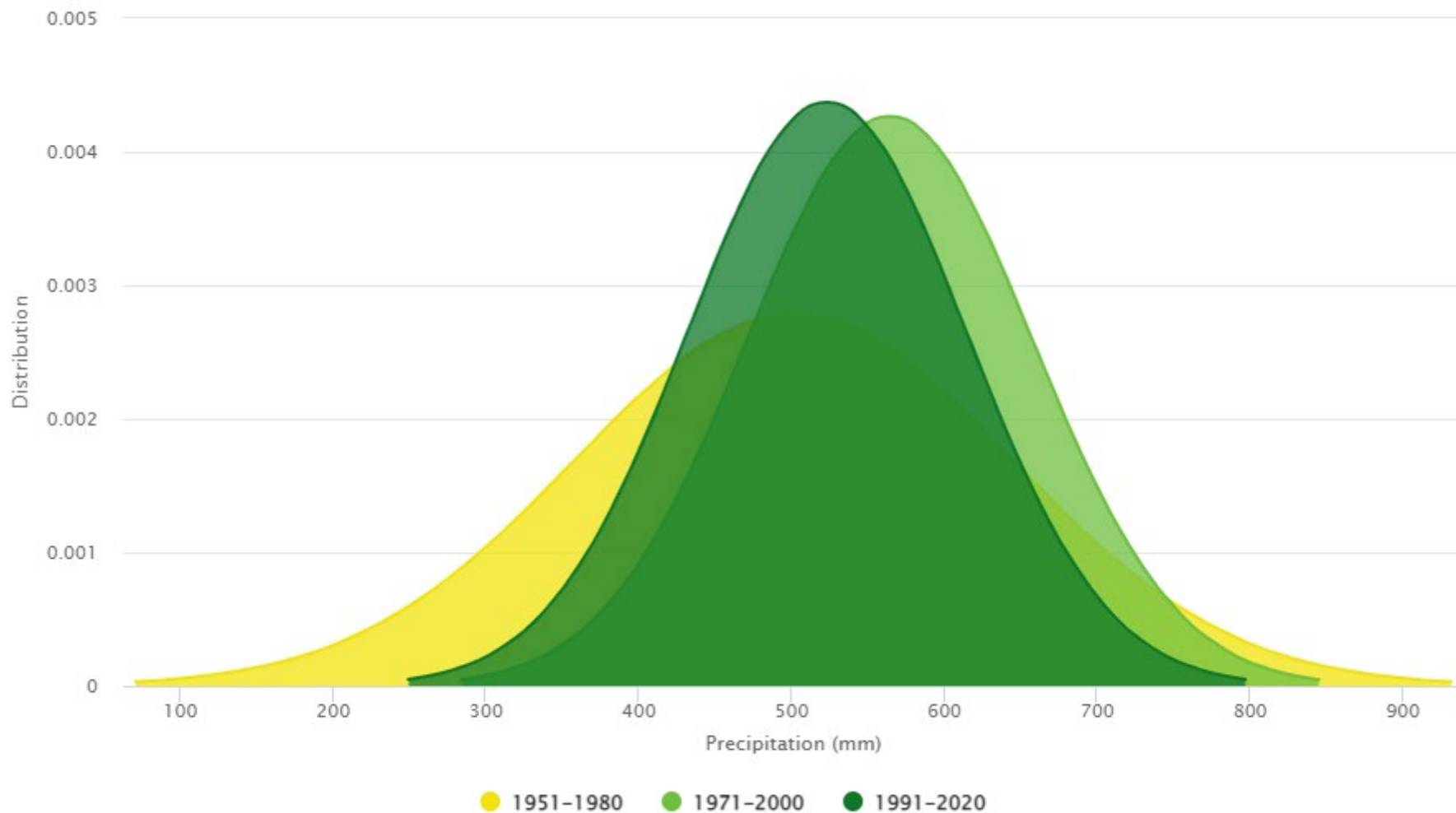


Current vs. 2070-2099

Zdroj: [9]

Vlastní model – externí data

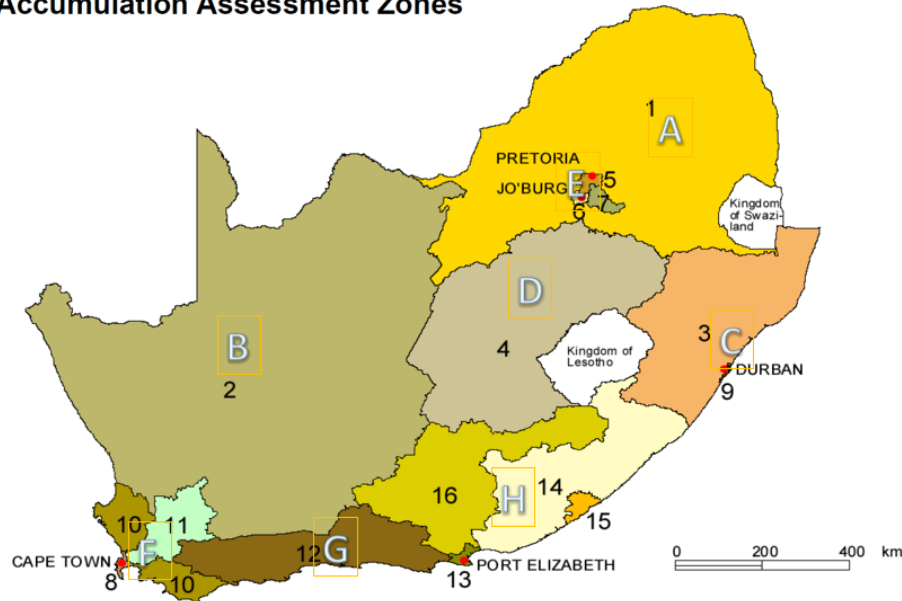
Change in Distribution of Precipitation; South Africa



Zdroj: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

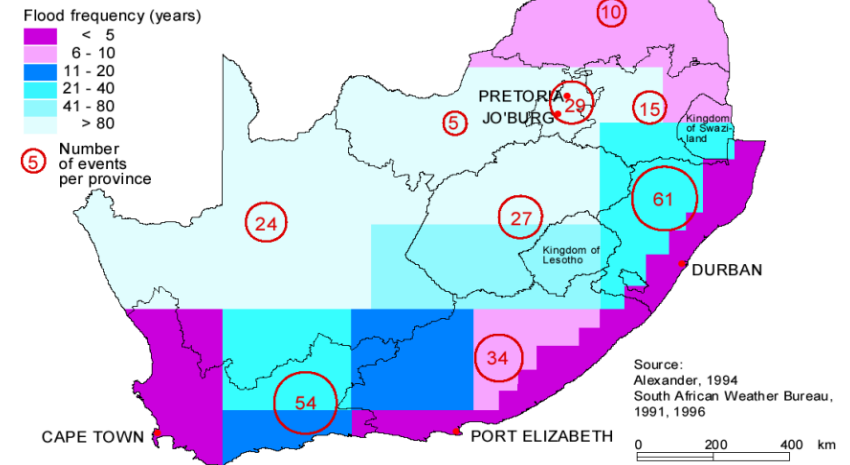
Natural Hazards - CRESTA-Zones

Accumulation Assessment Zones



Flood - Exposure Zones

Flood Frequency Flood Events (1947-96)



Vlastní model – externí data

- Další:
 - Seznamy významných povodňových událostí a příslušných zasažených oblastí

DoL	Location	A	B	C	D	E	F	G	H
16.11.2013	Somerset West and Strand (east of Cape Town)						1		
28.11.2013	Gauteng, Joburg	1				1			
05.01.2014	Eastern Cape (Pearston)								1
03.01.2014	Joburg (Alexandra, Diepsloot, Ivory Park, Soweto, Florida)					1			
04.02.2014	Flash Flooding in Pretoria					1			
05.02.2014	Northwest Province (Vryburg)			1					
05.03.2014	Mpumalanga (and Brits, Gauteng, Pretoria)	1				1			
23.04.2014	Eastern Cape (East London)								1
16.06.2014	Cape Town						1		
17.12.2015	JoBurg	1				1			
25.07.2016	Cape Town						1		
25.07.2016	Durban and KZN				1				

- Index spotřebitelských cen
- Index cen ve stavebnictví

Vlastní model – Data od klientů

- Historické škody včetně lokace
- Expozice podle regionů
- Historie pojistného

2022				
Zone No	Zone Name	Total Exposure		
		Sum Insured	Premium	
1	CRESTA ZONE 1 - TRANSVAAL excluding zones 5,6 & 7	246 439 649 762	2 038 791 693	
2	CRESTA ZONE 2 - CAPE PROVINCE excluding zones 8,10	66 977 674 022	426 533 599	
3	CRESTA ZONE 3 - NATAL excluding zone 9	127 459 225 395	1 022 470 586	
4	CRESTA ZONE 4 - ORANGE FREE STATE	75 933 951 649	538 367 379	
5	CRESTA ZONE 5 - PRETORIA	82 355 877 753	530 442 944	
6	CRESTA ZONE 6 - JOHANNESBURG	148 205 595 035	636 849 615	
7	CRESTA ZONE 7 - EAST RAND	100 934 637 865	623 702 289	
8	CRESTA ZONE 8 - CAPE TOWN	99 058 560 789	349 625 666	
9	CRESTA ZONE 9 - DURBAN	52 103 318 029	327 024 489	
10	CRESTA ZONE 10 - CAPE PROVINCE, E&N OF CAPE TOW	71 432 085 175	345 190 354	
11	CRESTA ZONE 11 - CAPE PROVINCE N.E. OF CAPE TOW	161 474 589 773	684 322 991	
12	CRESTA ZONE 12 - LANGKLOOF/COAST 1&2	82 054 082 884	354 364 577	
13	CRESTA ZONE 13 - PORT ELIZABETH	52 014 820 314	221 814 571	
14	CRESTA ZONE 14 - CAPE MID 1	17 405 211 948	94 364 880	
15	CRESTA ZONE 15 - EAST LONDON	17 484 988 348	108 897 031	
16	CRESTA ZONE 16 - TEMBU/CAPE MID	30 332 180 438	212 282 180	
17	CRESTA ZONE 17 - NAMIBIA	49 438 766	348 766	
18	CRESTA ZONE 18 - BOTSWANA and all other outside RSA	1 977 402 002	6 903 907	
19	CRESTA ZONE 19 - UNALLOCATED	1 163 872 091	16 916 289	
Grand Total		1 434 857 162 438	8 539 213 805	

Cat Losses						
DATE OF LOSS	LOSS DESCRIPTION	PERIL	Gross			
			PAID	OUTSTANDING	INCURRED	
III.08	Durban/South Coast Storm 110308	Storm	32 847 941	-	32 847 941	
VI.08	KZN Storms 17 to 19 June 08	Storm	35 125 039	-	35 125 039	
IX.09	Klerksdorp Hail Storm 29/09/09	Hail/Storm	29 428 354	-	29 428 354	
I.10	Flash Floods Vaal 26/01 to 03/02 2010	Flood	26 082 781	-	26 082 781	
XI.10	Bloemfontein Hail Storm 09 Nov 10	Hail/Storm	5 662 297	-	5 662 297	
XII.10	RSA/Namibia Storms 10-17 Dec 10	Storm	23 894 374	-	23 894 374	
I.11	RSA/Namibia Storms 3-10 Jan 11	Storm	32 566 484	-	32 566 484	
X.11	Gauteng Hailstorm 19 Oct 2011	Hail/Storm	5 302 257	-	5 302 257	
X.12	E/Cape Floods 17-21 Oct 2012 / Gauteng Hail 20 Oct 2012	Flood/Hail	103 938 102	-	103 938 102	
XI.12	Gauteng Hail 08/11/2012	Hail	51 972 219	-	51 972 219	
XII.12	Ladysmith Hail Storm 09/12/12	Hail/Storm	15 870 121	-	15 870 121	
XI.13	GP Hail Storms 11-12 Nov 2013	Hail/Storm	34 595 152	-	34 595 152	
XI.13	W/Cape Hail & Floods 15 & 16 Nov 2013	Flood/Hail	90 285 954	-	90 285 954	
XI.13	GP Hail & Storms 28 Nov 13	Hail/Storm	123 753 841	-	123 753 841	
VIII.14	Klerksdorp/Orkney E/Q 5 Aug 2014	\	22 328 704	-	22 328 704	
II.15	KZN Storms 6 & 7 Feb 2015	Storm	63 107 206	-	63 107 206	
XI.15	(South Africa) Gauteng Storms 16 November 2015	Storm	79 269 805	-	79 269 805	
I.16	(South Africa) Gauteng Hail Storm 9 January 2016	Hail/Storm	39 766 324	-	39 766 324	
VII.16	RSA Storms	Storm	86 456 173	-	86 456 173	
X.16	(South Africa) Bloemfontein Hail Storm on 20 October 2016	Hail/Storm	42 709 912	-	42 709 912	
XI.16	Cat Code 1136 (South Africa) - Gauteng Storms 9 Nov 2016	Storm	103 099 141	-	103 099 141	
XI.16	(South Africa) Bethlehem Hail Storm on 17 November 2016	Hail/Storm	14 937 441	-	14 937 441	
II.17	South Africa Storms & Floods 19 to 25 Feb '17	Fire/Storm	26 431 262	-	26 431 262	

Vlastní model – příprava dat

- Historické události $i \in \{1, \dots, n\}$
 - Klienti $j \in \{1, \dots, m\}$
 - Historické škody klienta j $L_1^{j,H}, \dots, L_n^{j,H}$
 - Vyvinuté škody klienta j $L_1^j, \dots, L_n^j$
- Pro všechny události $i \in \{1, \dots, n\}$ a klienty $j \in \{1, \dots, m\}$ vyvíjíme škody pomocí vývojových faktorů DF_i^j

$$L_i^j = DF_i^j \cdot L_i^{j,H},$$

- **Vývojový faktor** pro událost $i \in \{1, \dots, n\}$ a klienta $j \in \{1, \dots, m\}$ v sobě zahrnuje:
 - Odhad škodního vývoje (Chain-ladder, Bornhueter-Ferguson, tržní ukazatele) LDF_i^j
 - Faktor inflace (pojistného, resp. škod) $(Inf_p)_i^j$, resp. $(Inf_c)_i^j$
 - Faktor pro změnu v expozici klienta Exp_i^j
 - Faktor pro změnu v tarifování klienta T_i^j

$$DF_i^j = LDF_i^j \cdot (Inf_c)_i^j \cdot \frac{(Inf_p)_i^j \cdot Exp_i^j}{T_i^j}$$

Vlastní model

- Expozici klienta j v miliardách (ZAR) na území zasažené historickou událostí i označíme $E_1^j, \dots, E_n^j$
- Zavedeme také tzv. **Škodní proporci** (k události $i \in \{1, \dots, n\}$ a klienta $j \in \{1, \dots, m\}$)

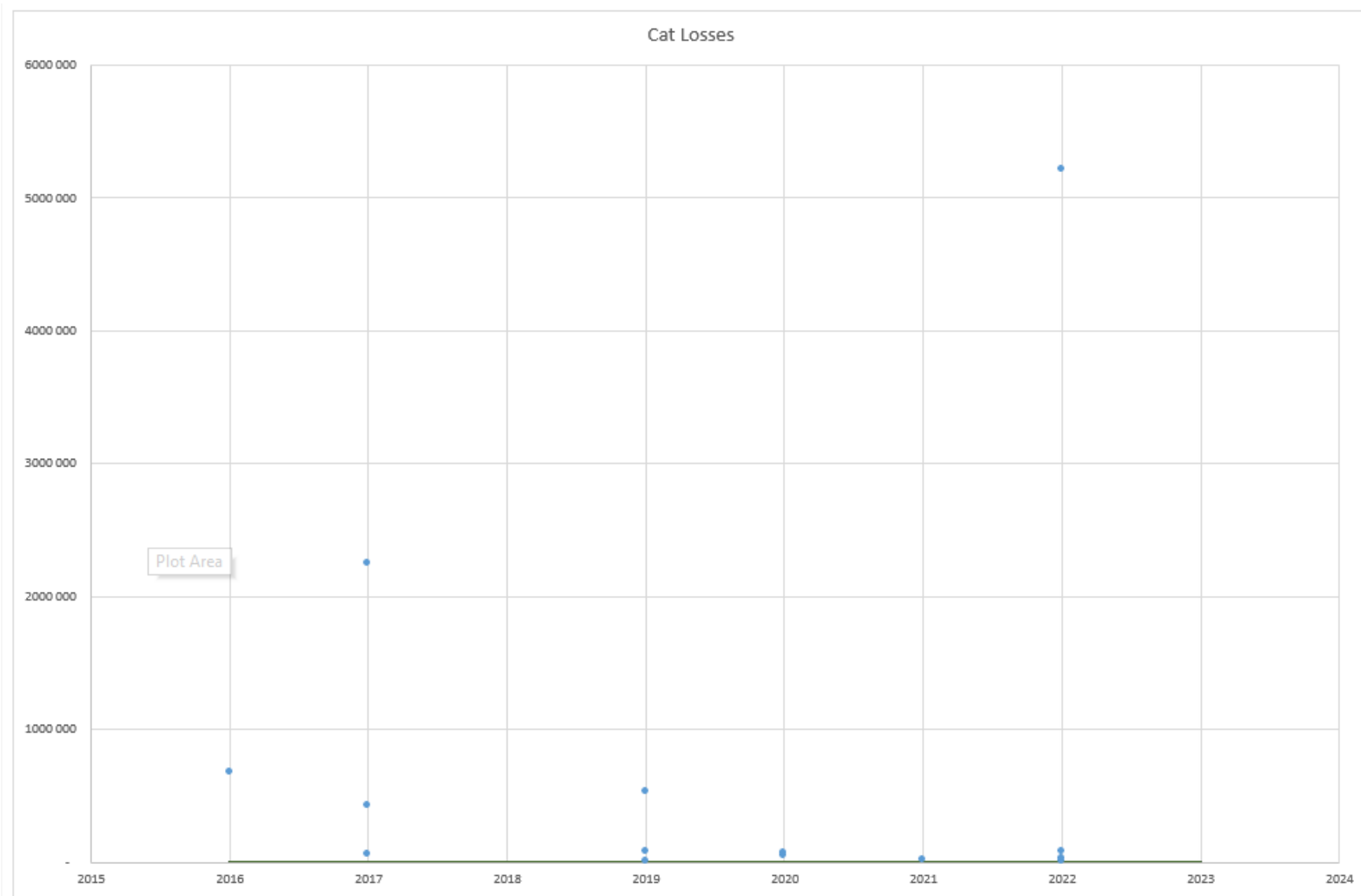
$$LP_i^j = \frac{L_i^j}{E_i^j}.$$

- Zajímá nás **Průměrná škodní proporce** k události $i \in \{1, \dots, n\}$

$$LP_i = \frac{\sum_{j=1}^m L_i^j}{m}$$

- Tuto náhodnou veličinu už můžeme zkoumat a odhadnout její rozdělení pro jednotlivé regiony A až H
- Pro zjednodušení značení budeme dále předpokládat existenci jen jednoho regionu

Vlastní model



Vlastní model – Piecewise Pareto

- Rozdělíme si křivku na intervaly pomocí bodů $OP_1, \dots, OP_k, k \in \mathbb{N}$

g2.1. Piecewise Threshold Picks

Observation Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacity:
Value Selected:	1 000	10 000	50 000	200 000	500 000	1 000 000	4 000 000	10 000 000	20 000 000	100 000 000

g2.2. Frequency Actual

			1 000	10 000	50 000	200 000	500 000	1 000 000	4 000 000	10 000 000	20 000 000	100 000 000
Year	Ultimate Premium	Premium growth	Observation Point 1	Observation Point 2	Observation Point 3	Observation Point 4	Observation Point 5	Observation Point 6	Observation Point 7	Observation Point 8	Observation Point 9	Capacity
2016	35 817 517 799	0,0%	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-
2017	35 612 990 909	-0,6%	3	3	3	2	1	1	-	-	-	-
2018	35 966 005 921	1,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	36 827 897 458	2,4%	3	2	2	1	1	-	-	-	-	-
2020	37 030 816 192	0,6%	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-
2021	42 606 343 180	15,1%	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	40 139 743 408	-5,8%	4	3	2	1	1	1	1	-	-	-
2023	40 467 299 474	0,8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	40 467 299 474	TOTAL	14	12	9	5	4	2	1	-	-	-

- V každém bodě $OP_1, \dots, OP_k$ odhadneme z historických škod frekvenci pomocí vážených průměrů, tj. pro $u \in \{1, \dots, k\}$

$$\hat{f}_u = \frac{\sum_{l=1}^L w_l \hat{f}_u^l}{\sum_{l=1}^L w_l} = \frac{\sum_{l=1}^L w_l \sum_{i=1}^n \mathbb{I}_{\{LP_i \geq OP_u\}}}{\sum_{l=1}^L w_l},$$

kde $l \in \{1, \dots, L\}$ reprezentuje jednotlivé roky a w_l jsou vybrané váhy

Vlastní modely – Piecewise Pareto

- Na každém intervalu odhadneme parametr Pareto rozdělení $\alpha_1, \dots, \alpha_{k-1}$
- Nechť $u \in \{1, \dots, k-1\}$, pak se dá odvodit vztah (details v [10])

$$\frac{f_{u+1}}{f_u} = \left(\frac{OP_u}{OP_{u+1}} \right)^{\alpha_u}$$

- Tudíž pro $u \in \{1, \dots, k-1\}$ dostáváme odhad

$$\widehat{\alpha_u} = - \frac{\log\left(\frac{\widehat{f_{u+1}}}{\widehat{f_u}}\right)}{\log\left(\frac{OP_{u+1}}{OP_u}\right)}$$

Piecewise Pareto - Non Modelled

Limit	9 000	40 000	150 000	300 000	500 000	3 000 000	6 000 000	10 000 000	80 000 000	
Deductible	1 000	10 000	50 000	200 000	500 000	1 000 000	4 000 000	10 000 000	20 000 000	100 000 000
	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	OP 6	OP 7	OP 8	OP 9	Capacity
Weight: i.9 On Level and Developed	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%			
Weight: i.11 Pareto Extrapolated							50%	100%	100%	100%
Selected Freq	1,874	1,606	1,205	0,669	0,535	0,268	0,092	0,031	0,013	0,002
Selected RP	0,534	0,623	0,830	1,494	1,868	3,735	10,835	32,536	74,747	515,656
Selected alpha	0,067	0,179	0,424	0,244	1,000	0,768	1,200	1,200	1,200	

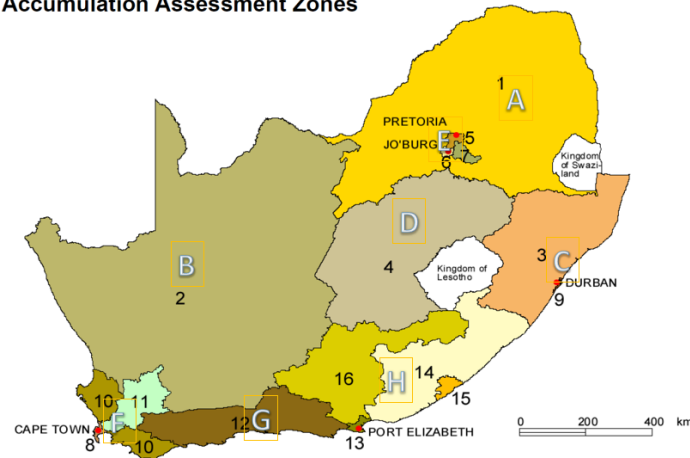
- Pro vyšší intervaly, kde již nemáme data se hodnoty parametru α určují podle vhodných hodnot Dob Návratnosti (Return Periods)

Vlastní model - Závěr

- Tímto způsobem vytvoříme křivku pro všechny oblasti A,...,H

Natural Hazards - CRESTA-Zones

Accumulation Assessment Zones



- Pro každého klienta použijeme na míru vhodný mix křivek odpovídající jeho aktuálnímu portfoliu rozděleného podle expozice do CRESTA zón
- -> Monte Carlo simulace

Aktuality ze světa zajištění

2022 in a nutshell: insured losses well above the 10-year average



Economic
losses

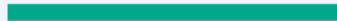
Total

USD 284 billion*



2021: USD 303 bn
10-year average: USD 220 bn

Natural catastrophes
USD 275 bn



Man-made
USD 9 bn



0.27%
of global GDP



10-year average: 0.23%

*Ranks 16th in terms of GDP -normalised economic
losses from natural catastrophes since 1970



Victims

>35 000

Source: Swiss Re Institute



Insured
losses

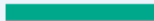
Total

USD 132 billion



2021: USD 130 bn
10-year average: USD 91 bn

Natural catastrophes
USD 125 bn



Man-made
USD 7 bn



6% of global property
direct premiums written



10-year average: 4.6%



Catastrophe
events

285



Natural catastrophe
insured losses

Total

USD 125 billion



2021: USD 121 bn
10-year average: USD 81 bn

Secondary perils
USD 54 bn (43%)



Primary perils
USD 71 bn (57%)

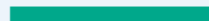


2021: USD 44 bn



Global
protection gap

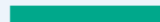
2021
USD 173 bn



2022
USD 151 bn



10-year average
USD 130 bn

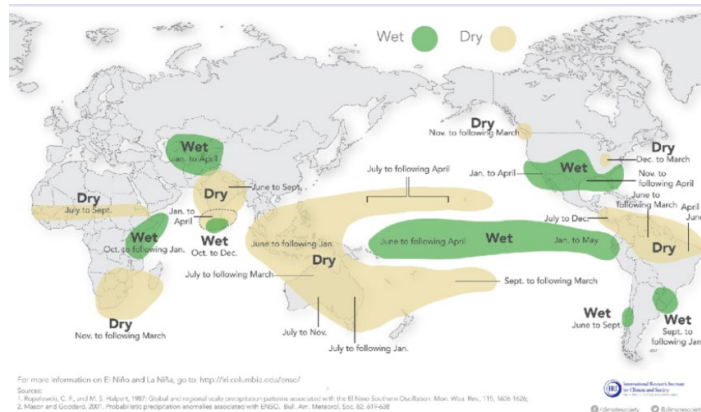


Hlavní události a hybatele zajistného trhu

- Inlace
 - Vyšší vrstvy jsou zasaženy více
 - Disproporce mezi škodami, pojistými částkami a pojistným
 - Social inflation
- Vyšší úrokové míry -> navýšení ceny kapitálu (Cost of capital)
- Hard market (Property Cat +20% zajistné)
 - Velcí hráči zvyšují retence, snižují kapacity a opouštějí některé trhy



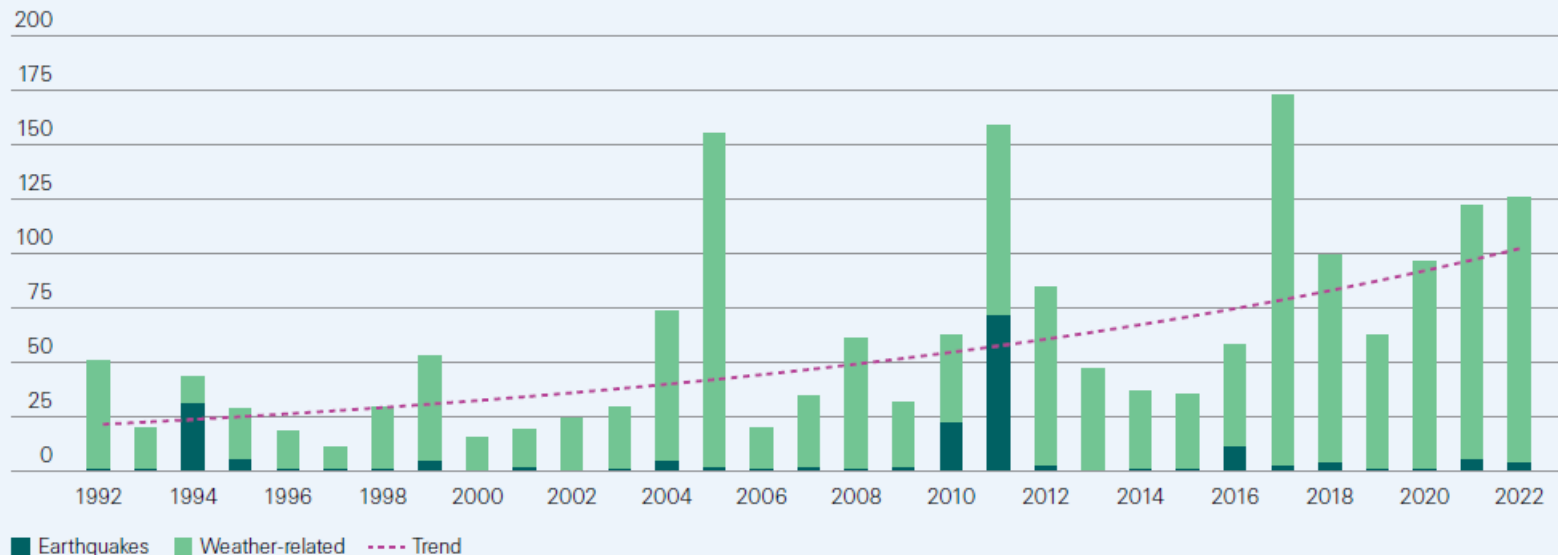
- Střídání na El Nino
- Válka na Ukrajině



Average annual growth trend of 5–7% in insured losses from natural catastrophes affirmed

Since 1992, insured losses have grown by 5–7% on an average annual basis. This includes the period 2012–16 when losses were at a lower annual mean. Irrespective of yearly volatility, insured losses will likely continue to grow at trend, even when real-time amplifying factors such as current high levels of inflation recede.

Growth in global natural catastrophe insured losses in USD billion (2022 prices)



Source: Swiss Re Institute

Důvody:

- Ekonomický růst
- Akumulace rizik na exponovaných místech
- Nárůst populace
- Inflace

Děkuji za pozornost!

Mgr. Monika Fornůsková

Pricing Actuary

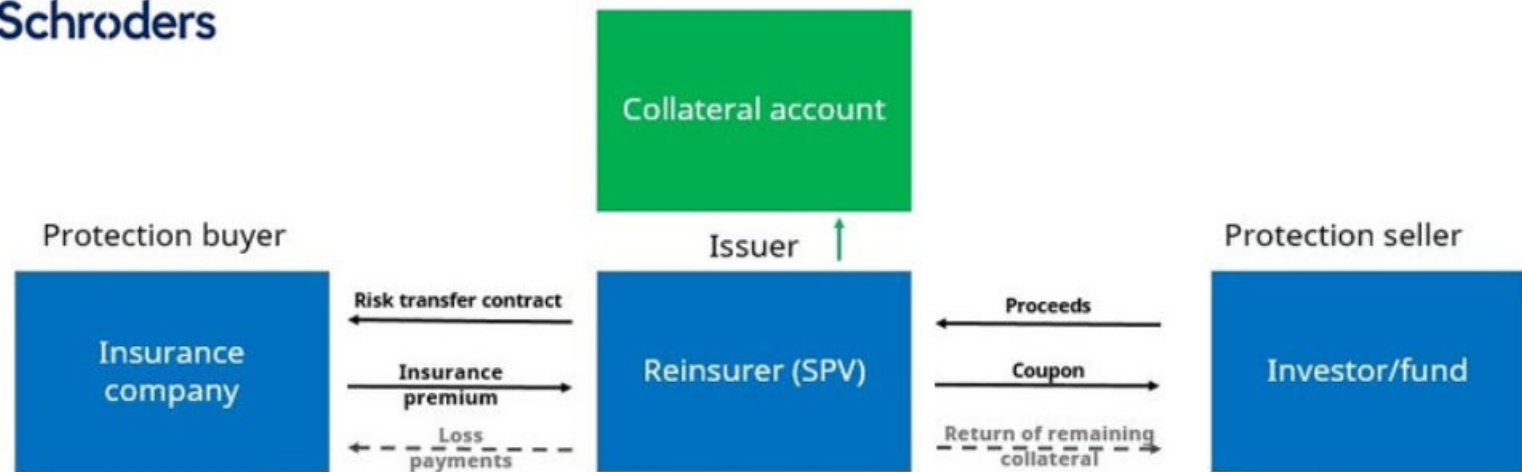
Arch Reinsurance Europe Underwriting dac, Dublin (Ireland), Zurich Branch
monika.fornuskova@archre.eu | www.archcapgroup.com
Mobile +41 79 421 98 31
Expanding the Possible

1. BANERJEE, C., L. BEVERE, T. CORTI, J. FINUCANE a R. LECHNER. *Sigma No. 1/2023*. Swiss Re Institute, 2023.
2. BODENSCHATZ M., R. EGLOFF, C. GUITTON, R. HEARD, I. HRICOVA, M. MESSNERR and B. WILKE. *Swiss Re SONAR – New emerging risk insights*. Swiss Re, 2022
3. BRAHIM, P., J.P. CHATAGNY, U. HABERSTICH, R. LECHNER a A. SCHRAFT. *The essential guide to Reinsurance*. Swiss Re, 2015.
4. DESMEDT, S., M. SNOUSSI, X. CHENUT a J.F. WALHIN. *Experience and Exposure rating for Property per Risk Excess of Loss Reinsurance Revisited*. Casualty Actuarial Society, 2012.
5. FLOWER, M. *Reinsurance Pricing: Practical Issues & Considerations*. GIRO, 2006.
6. GERO, M. *Risk modeling for hazards and disasters*. Elsevier, 2019.
7. GRAB S.W., D.J. NASH. *A new flood chronology for KwaZulu-Natal (1836-2022): the April 2022 Durban floods in historical context*. South African Geographical Journal, 2023.

7. HOLMER, D. and LI M. *Notes on Using Property Catastrophe Model Results*. Casualty Actuarial Society, 2017.
8. HOLLAND, M. D. A Brief History of Reinsurance. *Reinsurance News: Issue 65*. Society of Actuaries, 2009.
9. LE MAITRE D., I. KOTZEE, A. LE ROUX a C. LUDICK. *Green Book. The Impact of climate change on flooding in South Africa*. Pretoria: CSIR, 2019.
10. SCHMUTZ, M., DOERR, R. *The Pareto model in property reinsurance – Formulas and applications*. Zurich: Swiss Re, 1998.

Structure of an insurance-linked instrument

Schroders



Source: Schroders, for illustration only