



Vybrané prístupy k riadeniu investičného portfólia.

Juraj Vaško, Vedúci odd. Riadenie Investícií
Jaroslav Kardoš, Senior Portfólio manažér
Eurizon Asset Management Slovakia

Jasná, 9. november 2023

Obsah.

- ❑ **Základná teória o portfóliu.**
- ❑ **Proces tvorby a riadenia portfólia.**
- ❑ **Investičné stratégie na báze kontroly rizika.**
- ❑ **Cielenie volatility - modelový príklad.**
- ❑ **Investičná stratégia s využitím neurónovej siete - modelový príklad.**
- ❑ **Porovnanie výsledkov vybraných prístupov.**

Teória portfólia - základy.

- Wýnos portfólia:

$$\hat{r}_p = \sum_{i=1}^n w_i \hat{r}_i$$

\hat{r}_i - očakávaný výnos i -teho aktíva

w_i - jednotlivé váhy aktív v portfóliu (v súčte musia dať 1)

n - počet aktív v portfóliu

- Riziko portfólia:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (r_{pi} - \hat{r}_p)^2 P_i}$$

r_{pi} - výnos portfólia v i -tom stave ekonomiky

\hat{r}_p - očakávaný výnos portfólia

P_i - pravdepodobnosť výskytu i -teho stavu ekonomiky

Korelácia: $\rho_{AB} = \frac{Cov(AB)}{\sigma_A \sigma_B}$

Kovariancia $Cov(AB) = \sum_{i=1}^n (r_{Ai} - \hat{r}_A)(r_{Bi} - \hat{r}_B)P_i$

... pre 2 CP: $\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2$

w_{ij} - váha aktíva 1, 2

δ_1, δ_2 - rozptyl výnosov aktíva 1, 2

$\rho_{1,2}$ - koeficient korelácie (-1,1)

... pre n CP: $\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij})}$

w_{ij} - váha aktíva i, j

δ_i, δ_j - rozptyl výnosov aktíva i, j

ρ_{ij} - koeficient korelácie výnosov aktíva i a j

... zápis s VKM pre n CP: $\sigma = \sqrt{W' \Sigma W}$

w - vektor váh n aktív v portfóliu

w' - transponovaný vektor váh

Σ - variačno-kovariančná matica

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} \quad K = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{21} & \sigma_{31} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \sigma_{32} \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_3^2 \end{bmatrix}$$

- Sharpe ratio:

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

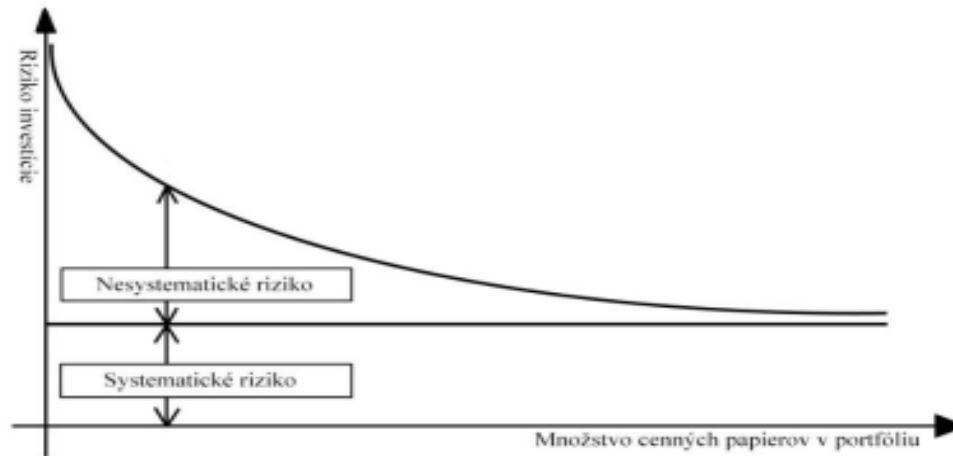
R_p - očakávaný výnos portfólia

R_f - bezriziková miera výnosu

δ_p - riziko portfólia

Teória portfólia - základy.

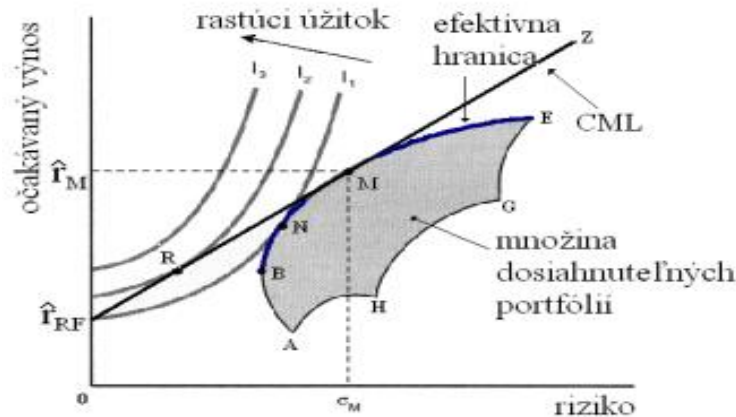
- Diverzifikácia rizika, systematické a nesystematické riziko:



- Druhy trhových rizík: akciové,
menové,
úrokové,
likvidity,
kreditné,
riziko protistrany,
riziko vysporiadania (settlement),
ESG,
... iné.

Moderná teória portfólia: Markowitz

Markowitzova teória:



$$\min \sum_{i,j} w_i w_j \sigma_{ij} = \sigma_p^2$$

$$\bar{r}_p = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i$$

$$\sum_i w_i = 1$$

N - optimálne portfólio, ak neuvažujeme bezrizikový výnos

M - trhové portfólio

R - optimálne portfólio, ak uvažujeme bezrizikový výnos

Efektívne portfóliá - portfóliá, ktoré pri istej miere rizika poskytujú maximálny výnos, alebo pri určitej miere výnosu dosahujú minimálne riziko.

Indiferenčná krivka - charakterizuje správanie investora, kedy je indiferentný, t.j. spája body z ktorých má rovnaký úžitok. Hovorí o tom aký výnos očakáva investor za dodatočné riziko. Čím je krivka strmšia, tým je investor viac averzný.

Optimálne portfólio - portfólio je dotykový bod efektívnej hranice s jednou z indiferenčných kriviek (najvyšší stupeň spokojnosti investora).

Množina efektívnych portfólií sa rozšíri ak skombinujeme efektívne portfólio s bezrizikovou investíciou, vďaka čomu je možné dosiahnuť indiferenčnú krivku zodpovedajúcu vyššej spokojnosti klient. Priamka **Capital Market Line** - reprezentuje množinu portfólií, ktoré sú kombináciou bezrizikovej investície a dotykového trhového portfólia *M* a určuje vzťah medzi rizikom a výnosom efektívnych portfólií.

$$\hat{r}_p = r_{RF} + \left(\frac{\hat{r}_M - r_{RF}}{\sigma_M} \right) \sigma_p$$

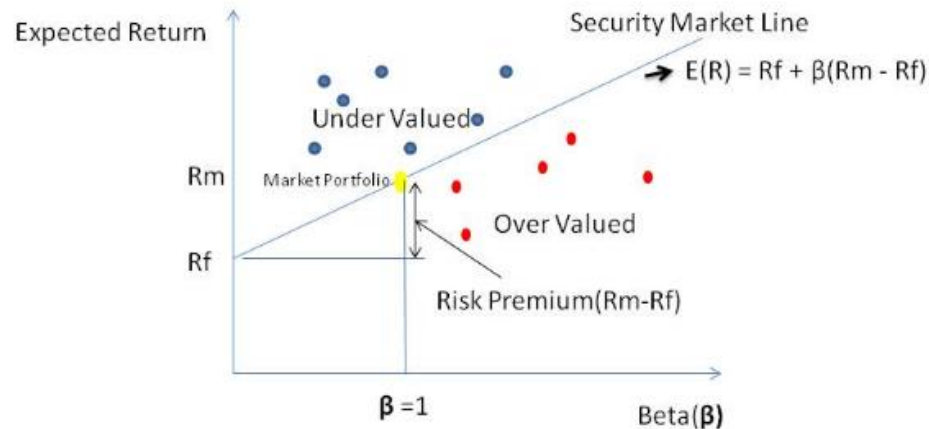
$\hat{r}_M - r_{RF}$ - trhová prémie za riziko (Market Risk Premium)

$\frac{\hat{r}_M - r_{RF}}{\sigma_M}$ - sklon CML, odráža agregovaný vzťah investorov voči riziku

Moderná teória portfólia: CAPM

Capital Asset Pricing Model:

CAPM vysvetľuje ako vplyva riziko konkrétneho aktíva na celkové riziko portfólia a tiež akú časť trhového rizika tvorí.



Beta aktíva - miera rizika akou jednotlivé aktíva prispievajú k trhovému riziku,

- môžeme ju vyjadriť ako sklon regresnej priamky závislosti výnosu aktíva od výnosu trhového portfólia.

$$b_i = \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_M} \right) \rho_{iM}$$

σ_i - štandardná odchýlka výnosu *i*-teho aktíva

σ_M - štandardná odchýlka výnosu trhového portfólia

ρ_{iM} - korelácia medzi výnosmi *i*-teho aktíva a trhového portfólia

Security Market Line: $r_i = r_{RF} + (r_M - r_{RF})b_i$

r_i - požadovaný výnos *i*-teho aktíva

r_{RF} - bezrizikový výnos (risk-free rate)

r_M - výnos trhového portfólia

Proces tvorby a riadenia portfólia.

Fázy procesu inštitucionálneho portfólia (fondu):

- ❑ **Investičný cieľ** (formulácia očakávaného výnosu a rizika).
- ❑ **Strategická alokácia** (benchmark).
- ❑ **Optimalizácia strategickej alokácie:**
 - prístup založený na skúsenostiach,
 - Mean - Variance optimization (MVO),
 - Black Litterman,
 - Monte Carlo simulácie,
 - Kombinácie.
- ❑ **Taktická alokácia** (generovanie alpha, taktické bety).
- ❑ **Selekcia aktív** (full, sampling, derivative based).
- ❑ **Investičný prístup** (aktívny vs. pasívny, risk budget).
- ❑ **Konštrukcia portfólia, exekúcia.**
- ❑ **Monitoring, kontrola.**
- ❑ **Rebalansovanie portfólia.**
 - priebežné investovanie vstupov, výstupov,
 - implementácie strategickej, taktickej alokácie, MP.

Stratégie, techniky, resp. prístupy v riadení investičného portfólia.

- **Prístupy orientované na očakávaný výnos**
 - Relative return (portfólio vs. benchmark),
 - Absolute return,
 - ... iné.

- **Prístupy orientované na riziko, resp. kontrolu rizika**
 - Portfólio s minimálnym rizikom,
 - Najviac diverzifikované portfólio,
 - Obmedzenia volatility,
 - Risk parita,
 - **Cielenie volatility,**
 - ... iné.

- **Moderné kvantitatívne prístupy**
 - **Neurónové siete,**
 - ... iné.

Investičné stratégie na princípe kontroly rizika.

- ❑ Dôvodmi dopytu po týchto stratégiách sú nečakané straty v portfóliách v dôsledku finančných kríz pri konvenčných investičných stratégiách orientovaných na výnos, vyplývajúce z koncentrovaných portfólií a zlých odhadov očakávaných výnosov.
- ❑ Riziko možno v rámci týchto stratégií merať cez rôzne ukazovatele: Volatilita, VaR, Drawdown, Pravdepodobnosť poklesu, ... iné ukazovatele.

Volatilita - označuje mieru kolísania hodnoty aktíva, alebo jeho výnosovej miery. Vo všeobecnosti označuje, ako veľmi sa namerané hodnoty odlišujú od priemeru za určité časové obdobie - napr. 30 dní alebo 1 rok. Všeobecný vzorec pre výpočet volatility σ_T je pre časový horizont T je $\sigma_T = \sigma\sqrt{T}$.

Najčastejšie sa pracuje s ročnou volatilitou nameranou z denných údajov $\sigma_{ročna} = \sigma\sqrt{252}$

Historická:
$$\sigma = HV_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$x_i = \log \frac{P_n}{P_{n-1}}$$

$$x_i - \text{prirodzený logaritmus zmeny ceny}$$

$$\bar{x} - \text{priemerný výnos}$$

Implikovaná: predpovedá volatilitu v určitom budúcom období na základe cien opčných kontraktov. Jej výpočet je zložitejší a závisí od viacerých vstupných premenných ako napr. dátum splatnosti opcie, realizačná cena opcie, cena podkladového aktíva, vyplácanie dividend, úroková miera, aktuálna cena opcie a typ opcie.

VAR - maximálna očakávaná strata z portfólia za daný časový interval na definovanej hladine spoľahlivosti (podmienený, historický, parametrický VaR).

Drawdown - pokles hodnoty aktíva od dosiahnutého maxima po jeho aktuálnu hodnotu na konci sledovaného obdobia (maximálny, priemerný, podmienený).

... iné.

Investičné stratégie na princípe kontroly rizika.

Portfólio s minimálnym rizikom

- leží na efektívnej hranici,
- neznamená, že má najnižší výnos,
- MVO optimalizácia.



$$\begin{aligned} \min_w \bar{\sigma} &= w^T \hat{\Sigma} w \\ \text{s.t.} \\ w^T \hat{\mu} &= \bar{r} \\ w^T \mathbf{1} &= 1 \end{aligned}$$

- w - vektor váh
- w^T - transponovaný vektor váh
- σ - rozptyl portfólia
- Σ - odhadovaná Var-Covar matica
- $w^T \mathbf{1} = 1$ kapitál je plne investovaný
- \bar{r} - očakávaný výnos ptf.

Investičné stratégie na princípe kontroly rizika.

□ Najviac diverzifikované portfólio:

- hlavná myšlienka je konštrukcia portfólia, v ktorom sa maximalizujú benefity diverzifikácie,
- Yves Choueffaty a Yves Coignard zadefinovali „Diversification Ratio“ ako pomer váženej volatility aktíva i jeho váhou w_i v portfóliu vs riziko portfólia σ_p ,

$$DR(w) = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \sigma_i}{\sigma_p}$$

- DR môže mať len hodnotu > 1 , ... čím vyššie, tým viac diverzifikované,
- celkové riziko portfólia je menšie ako váhou vážené riziko jeho komponentov.

Cieľom optimalizačného procesu je nájsť portfólio s maximálnym DR.

DR sa môže dekomponovať na koreláciu aktív a váhu aktív, čiže DR sa zvyšuje (resp. znižuje) keď:

- sa koncentrácia aktív znižuje (resp. zväčšuje),
- priemerná korelácia medzi aktívami znižuje (resp. zväčšuje).

Hodnota DR sa zvyšuje poklesom koncentrácie váh aktív v portfóliu a poklesom korelácie aktív v ptf.

□ Limitovanie volatility:

Absolute volatility limit, Tracking Error Volatility limit (ex-ante, ex-post) - jednoduchá stratégia spočívajúca v riadení portfólia skladajúceho sa z rizikových a menej rizikových aktív s ohľadom na vopred zadefinovaný limit absolútnej volatility portfólia, alebo TEV limit pri benchmarkových fondoch, ... napr. aj s ohľadom na risk budget utilizáciu.

Investičné stratégie na princípe kontroly rizika.

- Risk parita - modely rovnakých príspevkov (Equal Risk Contribution), alebo **konštantných príspevkov (Constant Risk Contribution)** zložiek portfólia k celkovému riziku portfólia.

- Riziko portfólia sa môže vyjadriť ako $\sigma = \sqrt{w' \Sigma w}$

- Zadefinujme MRC_i ako marginálnu príspevok (váhy) aktíva i k riziku ptf: $MRC_i = \frac{\partial \sigma}{\partial w} = \frac{\Sigma w}{\sqrt{w' \Sigma w}}$

- Riziko portfólia sa môže napísať: $\sigma = \frac{w' \Sigma w}{\sqrt{w' \Sigma w}}$

- ... kde: $\sigma = w' \frac{\Sigma w}{\sqrt{w' \Sigma w}} = w' \frac{\partial \sigma}{\partial w} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot MRC_i = \sum_{i=1}^n RC_i$

- ... s tým že Kontribúcia aktíva i RC_i k riziku portfólia je: $RC_i = w_i \cdot MRC_i = w_i \cdot \left(\frac{\Sigma w}{\sqrt{w' \Sigma w}} \right)_i$

- ... nasledovným optimalizačným procesom sa stanovia Cílené risk kontribúcie TRC_i :

$$\min_w w' \Sigma w \quad \sum_{i=1}^n (RC_i - TRC_i)^2 = 0 \quad \begin{aligned} \sum_{i=0}^n w_i &= 1 \\ 0 &\leq w_i \leq 1 \\ w_{min} &\leq w \leq w_{max} \end{aligned}$$

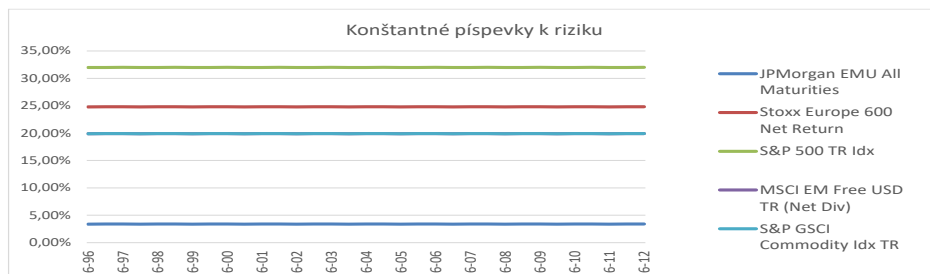
- **Logika CRC prístupu:** Udržuj konštantnú kontribúciu rizika aktíva i v rámci celého rizika portfólia.
- Čím je vyššia volatilita a/alebo relatívna korelácia aktíva i , tým má aktívum menšiu váhu.

Investičné stratégie na princípe kontroly rizika, CRC – simulácia.

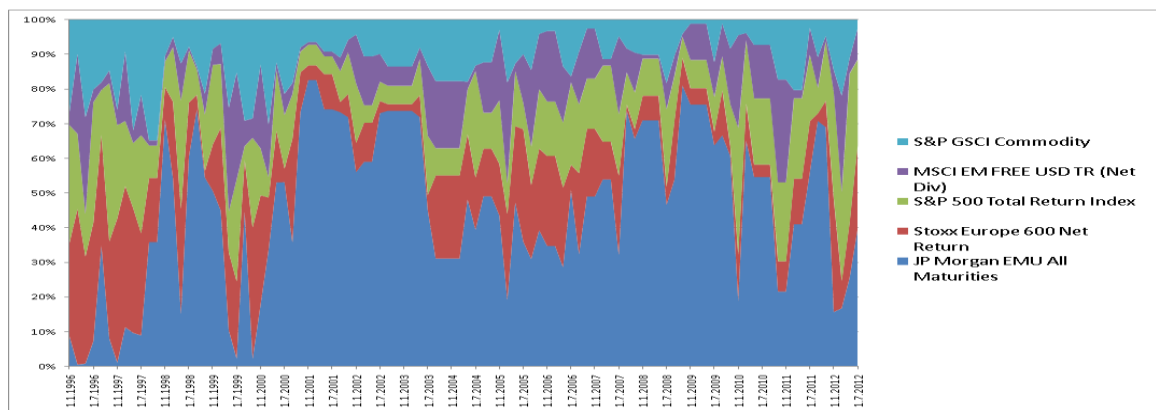
- Pre simuláciu sme zadefinovali nasledovné druhy aktív a ich TRC:

Defensive/Risky A.C.	Broad Asset Class	Asset Class	Weight	TRC
Defensive	Fixed Income	EMU Gov Bonds	51,4%	3,4%
Risky	Equity	Equity Europe	15,0%	24,8%
		Equity US	13,3%	32,0%
		Equity EM	8,4%	19,9%
	Commodity	Commodity	11,9%	19,9%

- Risk príspevky aktív:



- Odporúčané váhy aktív v simulácii podľa CRC modelu:



Investičné stratégie na princípe kontroly rizika - Model cielenej volatility.

- ❑ **Stratégie založené na cieľnú volatilitu** riadia expozíciu na rizikové aktíva v inverznom, resp. nepriamom pomere vzhľadom na riziko, s cieľom vyhladzovať volatilitu portfólia v čase. Takéto riadenie typicky zlepšuje konvenčné riziko a výnosové parametre, ako napr. Sharpe ratio.
- ❑ **Alokácia** je stanovená na základe ukazovateľa **Pomeru volatility**, ktorý sa počíta ako **pomer Cielenej volatility** (stanovenej na nejakej úrovni, napr. 10,5%) a **historickej volatility podkladového trhu** (nameranej za posledných napr. 20 dní). Finálna úroveň expozície môže podliehať určitým obmedzeniam expozície na rizikové aktívum, napr. rizikové aktívum sa bude pohybovať v intervale 0% - 100%, prípadne sa môže ísť aj nad 100% hodnoty portfólia.
- ❑ **Príklad:** Ak by volatilita akciového indexu vypočítaná za posledných 20 dní dosiahla napr. 9,5% (t.j. pod Cieľovú volatilitou na úrovni 10,5%), expozícia na akcie by bola 110,52% ($9,5\%/10,5\%$). Opačne, ak by napr. volatilita akciového indexu dosiahla 15%, akciová expozícia by sa znížila na 70% ($15\%/10,5\%$).
- ❑ **Rebalansovanie portfólia:**
 - mesačné.
- ❑ **Vylepšenie prístupu v kombinácii s rôznymi technikami, mimoriadne rebalansovanie portfólia:**
 - redukcia akciovej zložky v prípade prudkého nárastu volatility,
 - rýchlejšia alokácia do rizikového aktíva napr. na základe techniky momenta,
 - zakomponovanie výstupov neurónových sietí,
 - iné.

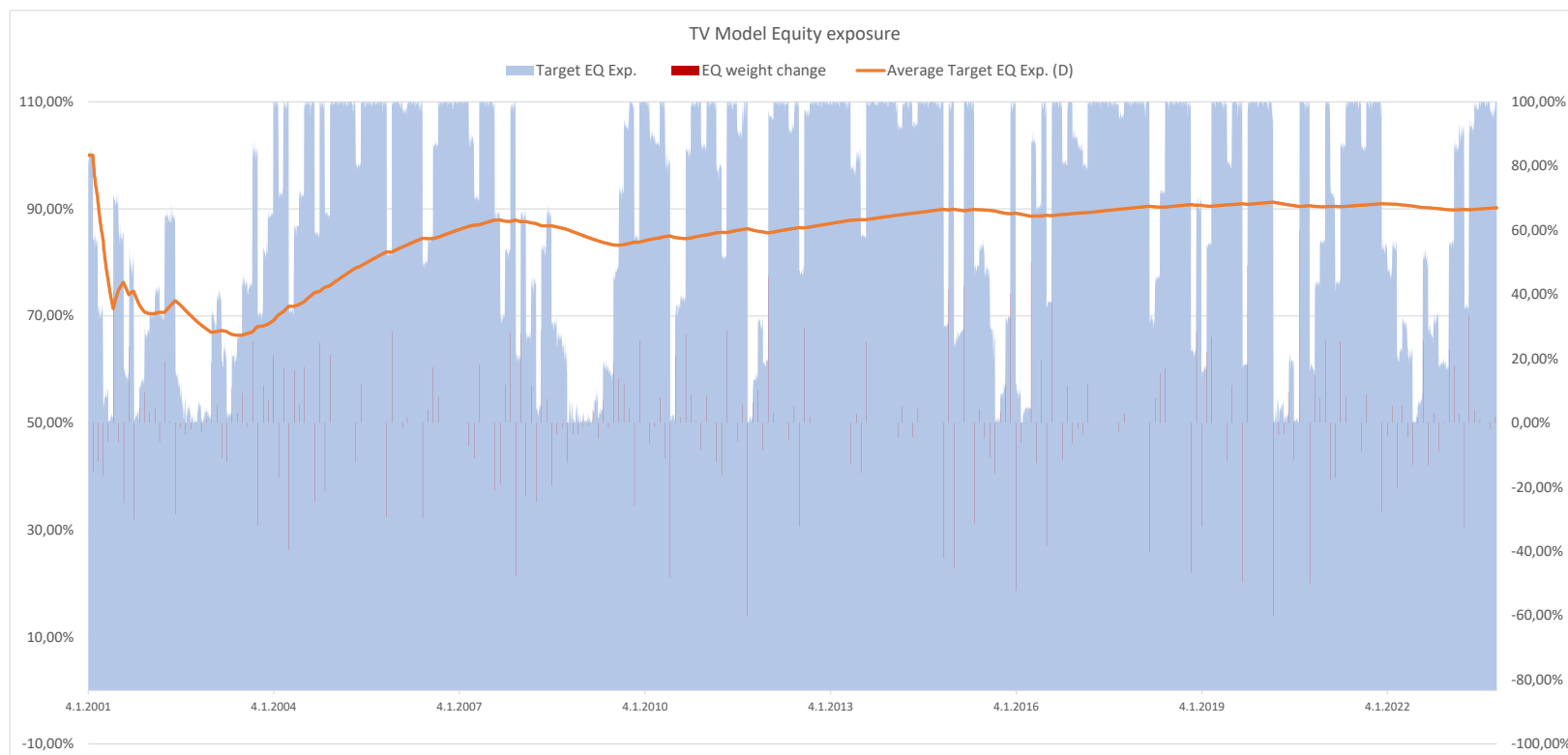
Model cielenia volatility. Historické váhy rizikového aktíva podľa modelu.

Podkladový trh: MSCI World developed markets Index v EUR.

Dáta: 1.1.2001-29.9.2023.

Parametre TV modelu:

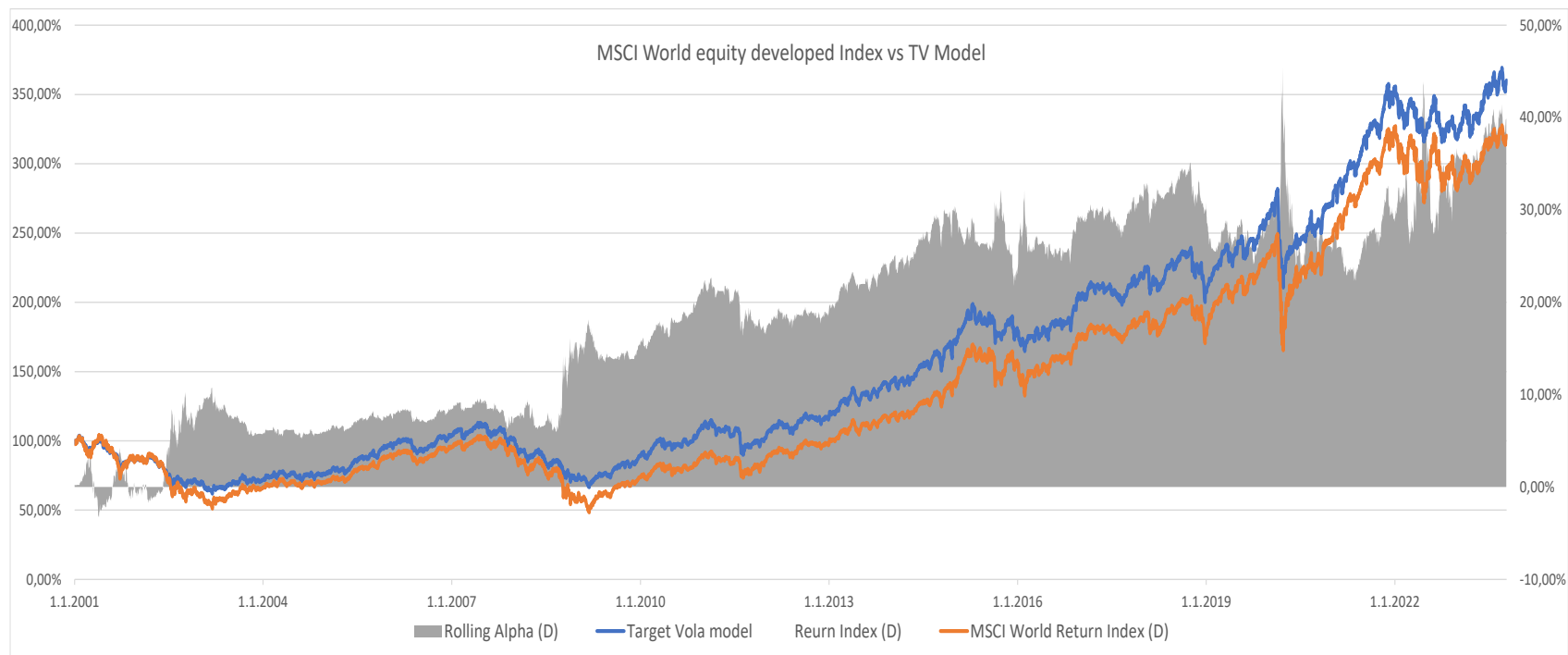
Target vola:	12,00%
Min EQ:	50,00%
Max EQ:	110,00%



Zdroj: Eurizon AM Slovakia

Model cielenia volatility.

Historická výkonnosť podkladového trhu a modelu.



29.9.2023	MSCI World	TV Model	Model vs MSCI
Average 2Y Vola	15,48%	12,49%	-2,99%
Average 5Y Vola	15,64%	12,51%	-3,12%
Max DD	53,60%	41,32%	-12,29%
R p.a.	5,19%	5,73%	0,54%
Sharpe R	0,33	0,46	0,13
Turnover p.a.	0,00%	130,95%	130,95%
Average EQ Exp.	100%	90,17%	-9,83%

Využitie neurónových sietí pri riadení investícií.

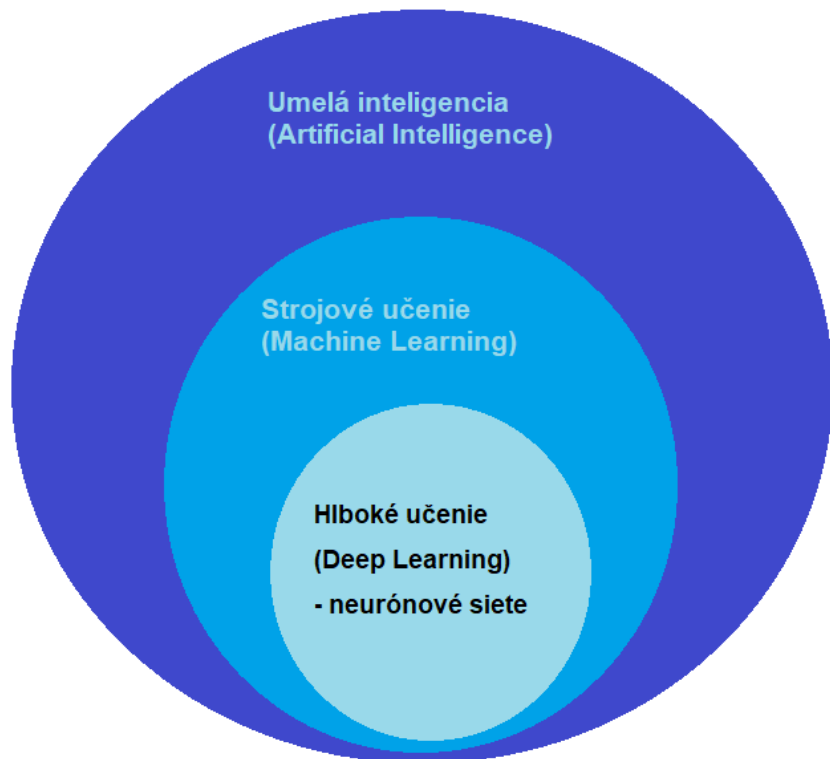
Čo je **neurónová sieť**

- ❑ Výpočtový model, využívaný v oblasti umelej inteligencie, zostavený na princípe vlastností biologických nervových systémov.
- ❑ Je schopná analyzovať komplexné vzory a nelineárne vzťahy medzi dátami.
- ❑ Je zložená z jednoduchých elementov (neurónov), ktoré fungujú paralelne.
- ❑ Vo fáze učenia je neurónovej sieťi prezentovaná séria vstupných premenných spolu s cieľovou hodnotou, pričom sa upravujú nastavenia váh v neurónoch – potrebujú „učiteľa“.

Typy úloh:

- problémy aproximácie funkcií,
- klasifikácie do tried,
- riešenie **predikčných** problémov,
- problémy riadenia procesov,
- transformácia signálov,
- simulácia pamäte.

Neurónové siete v oblasti umelej inteligencie.



Zdroj: vlastné spracovanie

Umelá inteligencia (Artificial Intelligence)

veda zameraná na to, ako by mohli stroje myslieť a konať ako ľudia

Strojové učenie (Machine Learning)

umožňuje počítačom vykonávať úlohy bez potreby ich programovania

Hlboké učenie (Deep Learning) - Neurónové siete NN

- ❑ Zložitejšia podskupina strojového učenia, ktorá využíva neurónové siete
- ❑ Je schopná rozoznávať vzory v dátach ktoré sú pre tradičné algoritmy strojového učenia príliš zložité

Ako vyzerá neurónová sieť.

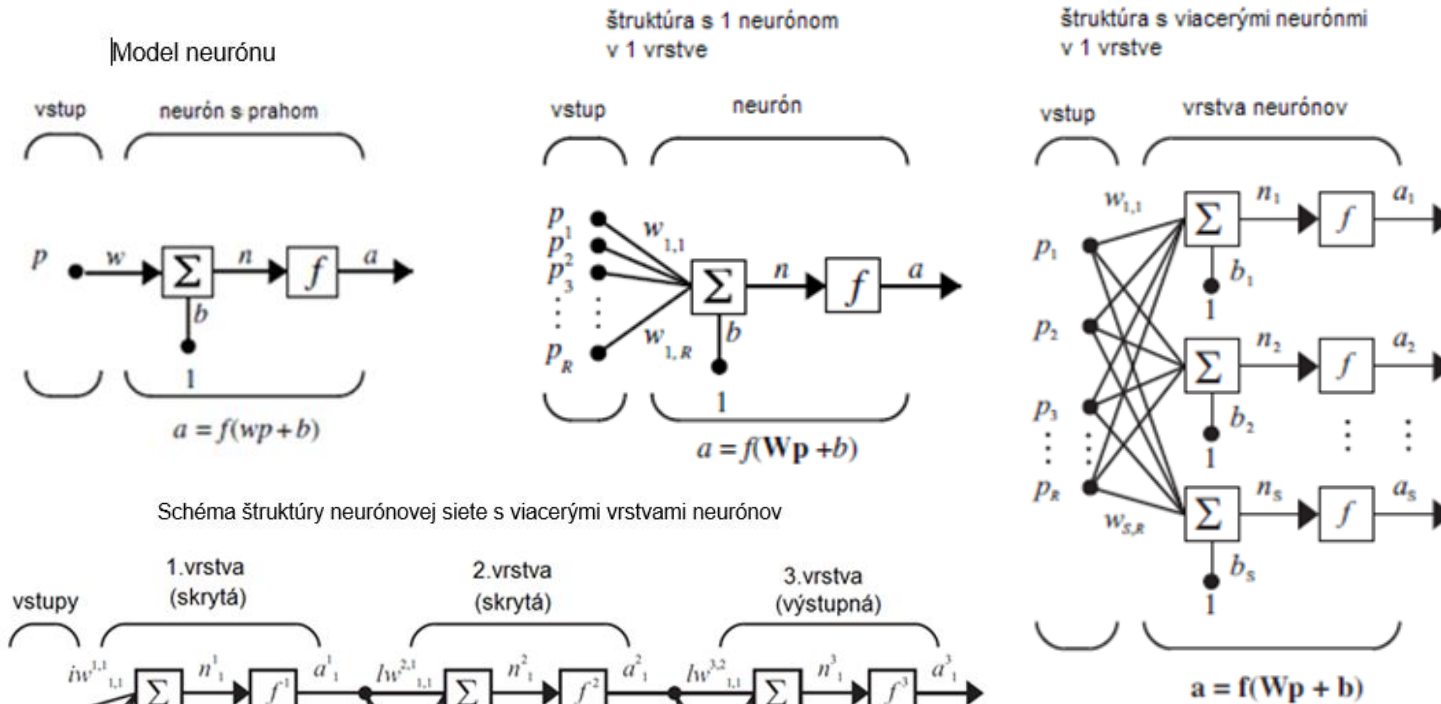
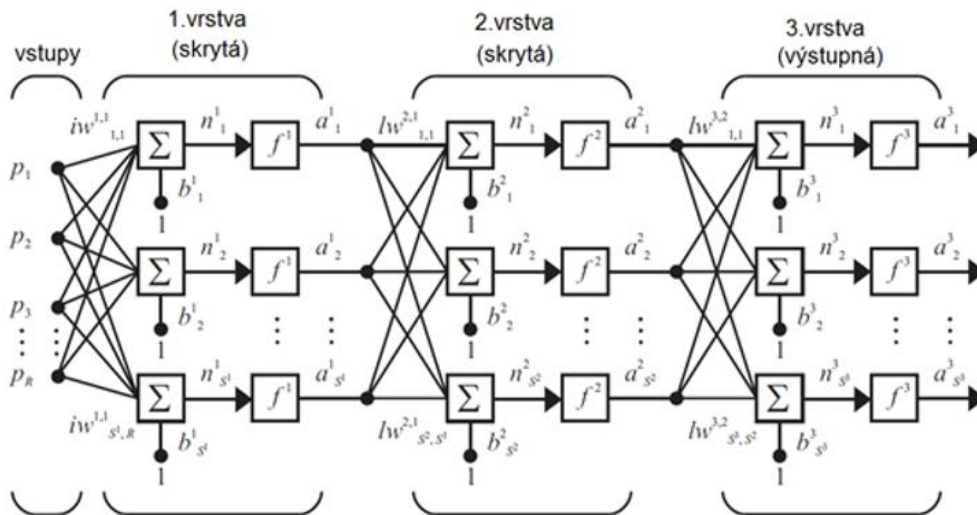


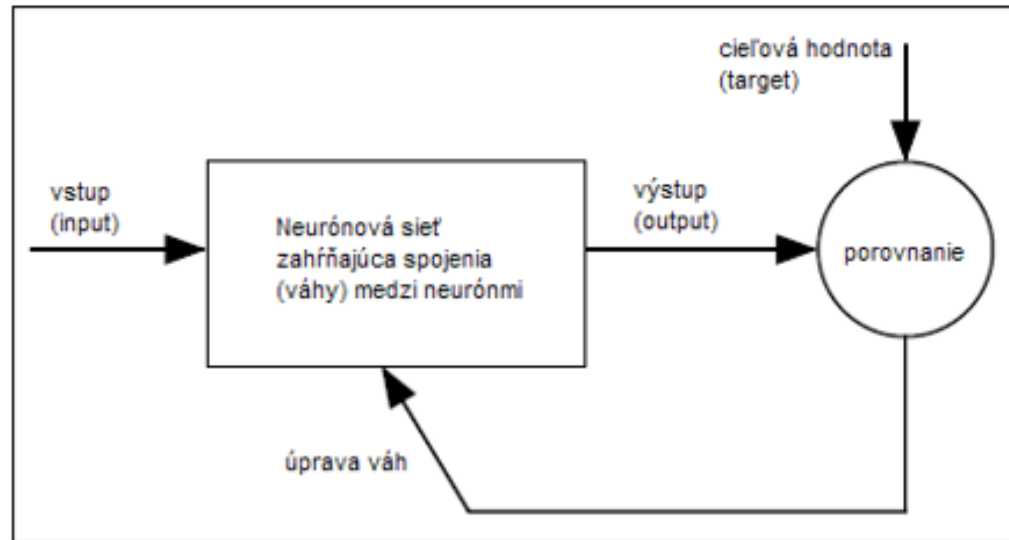
Schéma štruktúry neurónovej siete s viacerými vrstvami neurónov



Ako funguje neurónová sieť.

Základné fázy: **trénovanie** a **simulácia** (použitie, tvorba predikcií)

Proces tréovania neurónovej siete



Zdroj: Vlastné spracovanie

- ❑ Neurónovej sieti sú postupne prekladané v epochách všetky tréningové dáta (premenné a k nim prislúchajúce targety).
- ❑ Sieť je natrénovaná, keď na základe postupného porovnávanie výstupnej a cieľovej hodnoty sa dosiahne požadovaný stav. Tým stavom je zhoda medzi výstupom a cieľovou hodnotou.
- ❑ Následne je možné pristúpiť k využitiu NN na tvorbu predikcií prezentovaním nových vstupov.

Použitie neurónovej siete v modeli cielenia volatility.

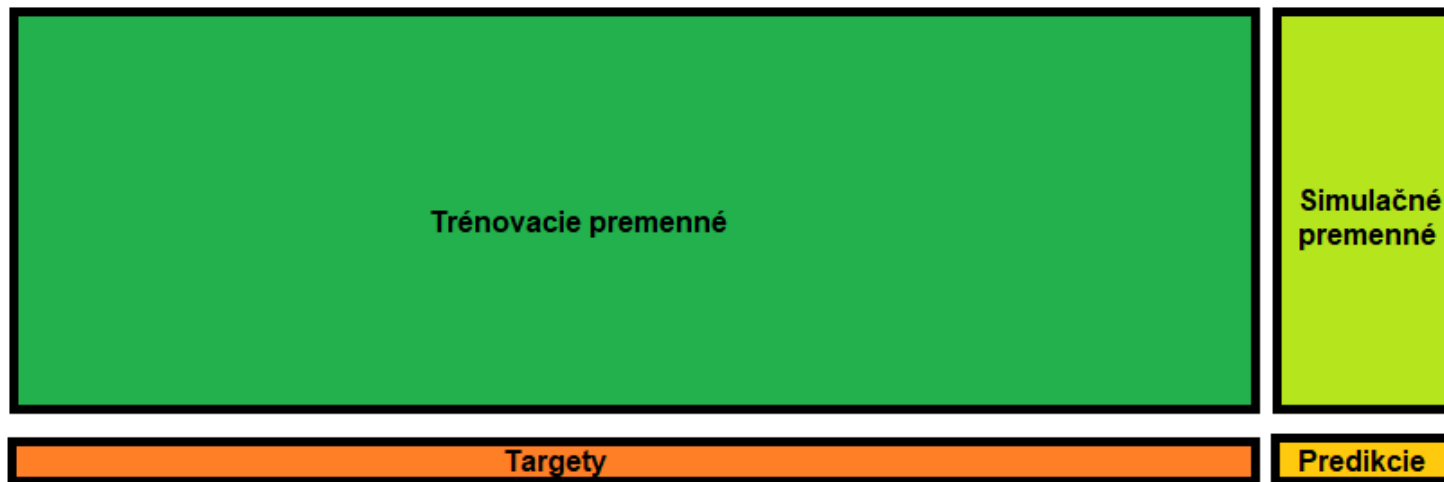
- ❑ **Ciel'**: pokúsiť sa vylepšiť model úpravou jeho parametrov za pomoci predikcie vybranej NN a skupiny vybraných premenných.
- ❑ Simulovalo sa 24 mesačných období (investičný horizont 1 mesiac) – cieľom bolo získať po postupnom natrénovaní vybratej NN 2x 24 predikcií mesačnej **výkonnosti** a priemernej **volatility** za stanovené obdobie.
- ❑ Využívali sa dáta od 2.1.2012 do 31.8.2023 (cca 11,5 roka).
- ❑ Mesačné predikcie od 1.10.2021, pričom poslená bola na obdobie od 1.9.2023 do 29.9.2023
- ❑ Vo fáze trénovania boli NN predkladané iba v tom čase známe dáta (štandardizované).
- ❑ Trénovacie dáta (vstupné nezávislé premenné):
 - Využitých bolo až 16 rôznych premenných, týkali sa prevažne USA (keďže tvorí cca 70% indexu):
 - Nezamestnanosť, HDP, inflácia, dolár, indikátory ekonomickej aktivity, komodity, peňažný a dlhopisový trh, volatilita, cena a fundamentálne dáta ohľadom samotného rizikového aktíva – ukazovatele P/E, P/B, EV/S, EV/EBIT, dividendový výnos.

Použitie neurónovej siete v modeli cielenia volatility.

Dáta:

K tréningovým dátam za jednotlivý deň bol priradený target:

- Alternatíva 1: budúca skutočná výkonnosť rizikového aktíva za 1 mesiac
- Alternatíva 2: budúca skutočná volatility rizikového aktíva o 1 mesiac

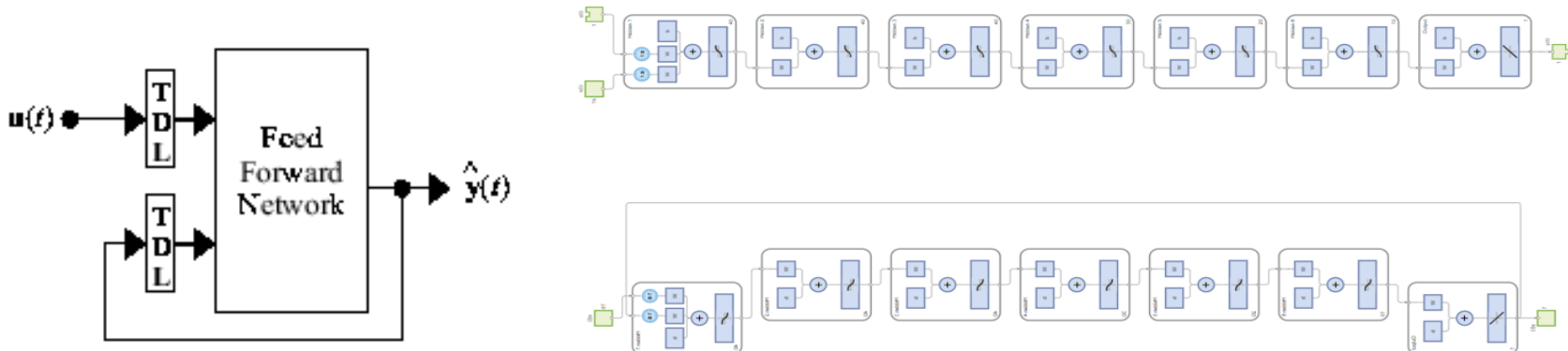


Zdroj: vlastné spracovanie

Použitie neurónovej siete v modeli cielenia volatility.

Vybraná NN:

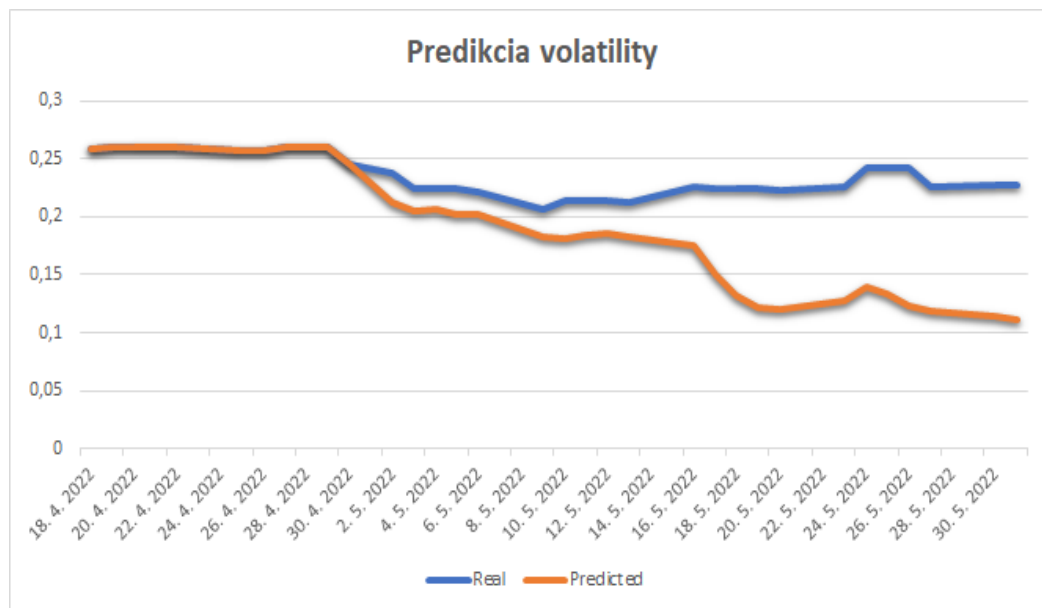
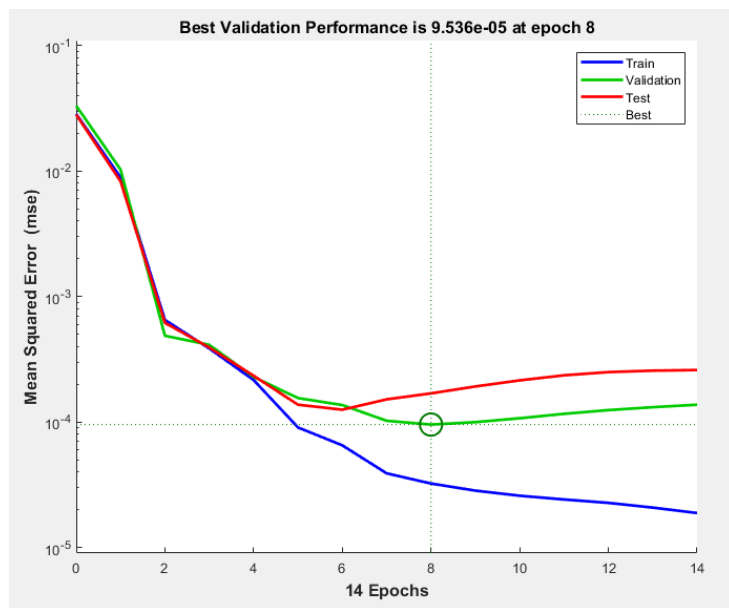
- ❑ Vybrala sa NN označená ako NARX (nelineárna autoregresívna sieť s exogénnym vstupom).
- ❑ Je to tzv. dynamická rekurentná NN, ktorú je možné využiť pri predikcii/modelovaní časových radov.
- ❑ Sieť typicky obsahovala 6 skrytých vrstiev (40, 40, 40, 30, 20, 10 neurónov) a jednu výstupnú.
- ❑ NN je schopná modelovať viacero za sebou postupujúcich výstupov (ďalší výstup je regresovaný na predchádzajúci výstup a premennú veličinu).
- ❑ Vo fáze simulácie/použitia je výsledok znova jedným zo vstupov do štruktúry siete (closed loop).



Zdroj: Mathworks Matlab

Použitie neurónovej siete v modeli cielenia volatility.

Priebeh tréovania NN na perióde od 31.5.2022 do 30.6.2022



Zdroj: Mathworks Matlab a vlastné spracovanie

Použitie neurónovej siete v modeli cielenia volatility.

Výsledky alternatív

OBDOBIE	OD	DO	ALT. 1 VÝKONNOSŤ	ALT. 2 VOLATILITA
1	30. 9. 2021	29. 10. 2021	-3%	8%
2	31. 10. 2021	30. 11. 2021	2%	9%
3	30. 11. 2021	31. 12. 2021	0%	9%
4	31. 12. 2021	31. 1. 2022	2%	10%
5	31. 1. 2022	28. 2. 2022	-5%	11%
6	28. 2. 2022	31. 3. 2022	0%	12%
7	31. 3. 2022	30. 4. 2022	1%	13%
8	30. 4. 2022	31. 5. 2022	-14%	23%
9	31. 5. 2022	30. 6. 2022	-1%	16%
10	30. 6. 2022	31. 7. 2022	-6%	20%
11	31. 7. 2022	31. 8. 2022	-3%	18%
12	31. 8. 2022	30. 9. 2022	-2%	12%
13	30. 9. 2022	31. 10. 2022	7%	18%
14	31. 10. 2022	30. 11. 2022	2%	16%
15	30. 11. 2022	30. 12. 2022	-8%	18%
16	30. 12. 2022	31. 1. 2023	-8%	16%
17	31. 1. 2023	28. 2. 2023	6%	28%
18	28. 2. 2023	31. 3. 2023	4%	17%
19	31. 3. 2023	28. 4. 2023	1%	20%
20	28. 4. 2023	31. 5. 2023	-8%	46%
21	31. 5. 2023	30. 6. 2023	-9%	15%
22	30. 6. 2023	31. 7. 2023	-1%	9%
23	31. 7. 2023	31. 8. 2023	-1%	29%
24	31. 8. 2023	29. 9. 2023	4%	15%

Zdroj: vlastné spracovanie

Nedostatky využitia a možnosti vylepšenia NN v praktickom prípade:

- Vhodnosť navrhnutej štruktúry a algoritmov NN – čím zložitejšia, tým proces učenia dlhší.
- Výber a štruktúra vstupných dát – testy multikolinearity, R-squared, prípadná potreba ďalšej transformácie dát (normalizácia,...), kontrola „time-period“ bias-u.
- Stále sa jedná o tzv. „black-box“, čiže užívateľ nevidí do toho, ako sa vstup mení na výstup.

Použitie neurónovej siete v modeli cielenia volatility.

Spôsob implementácie NN v modeli cielenia volatility:

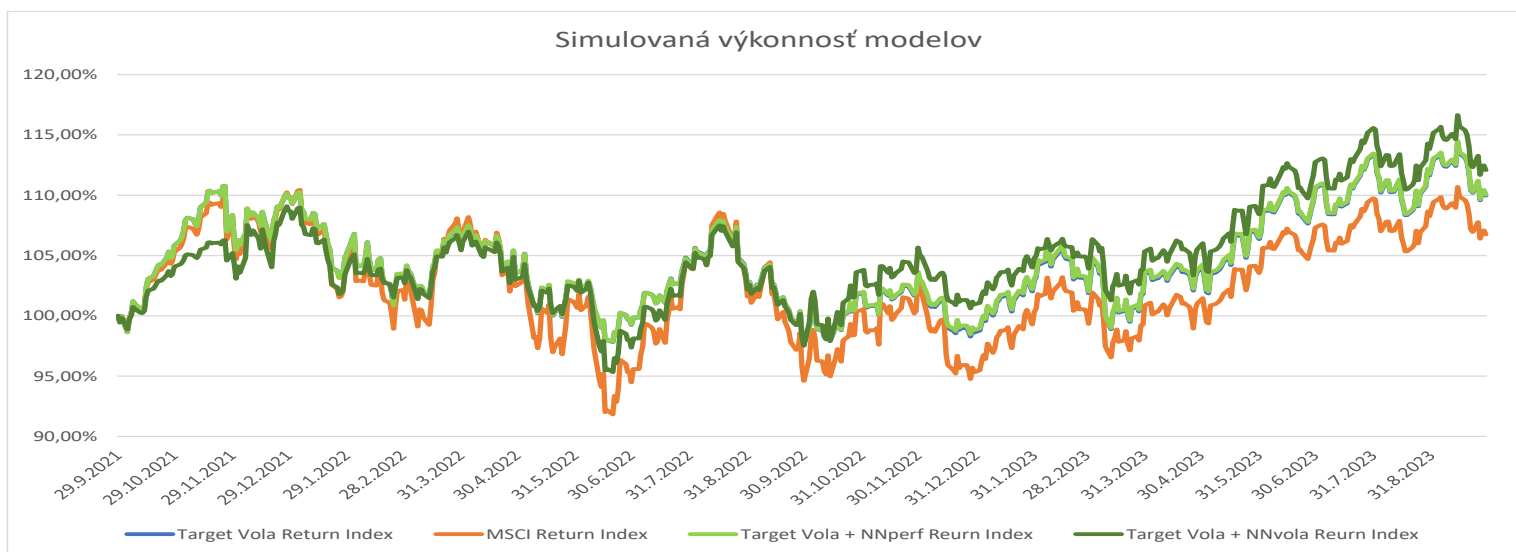
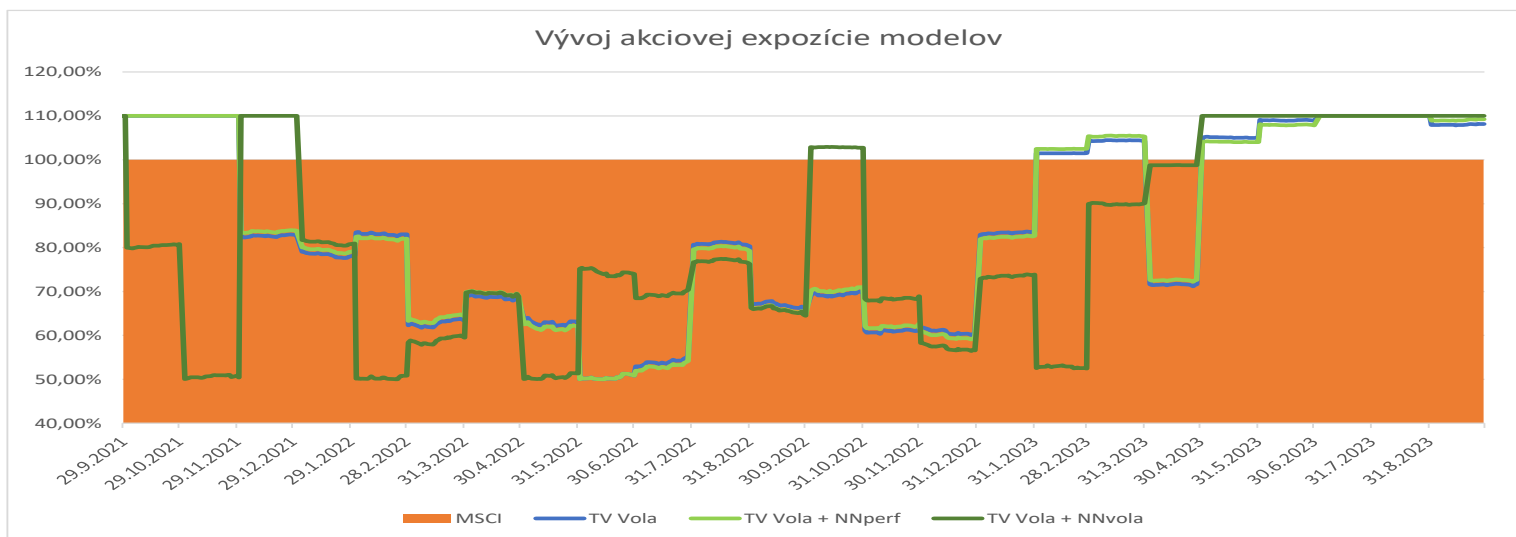
Alternatíva 1

Pravidlo: ak je pre daný mesačný investičný horizont predikovaná výkonnosť kladná, výsledná váha sa upraví +1% a opačne (stále platí obmedzenie min. 50%, max. 110% expozícia na rizikové aktívum).

Alternatíva 2

Pravidlo: na výpočet expozície na rizikové aktívum sa namiesto historickej volatility použije predikovaná hodnota. Teda expozícia = target volatility / predikovaná volatility.

Porovnanie výsledkov vybraných prístupov.



Záver.

□ Porovnanie vybraných prístupov (9.2021 – 9.2023)

29.9.2023	MSCI World	TV Model	TV+ NNperf	TV+ NNvola
Average 1Y Vola	15,06%	11,80%	11,80%	11,76%
Max DD	16,85%	11,81%	11,78%	12,61%
R p.a.	3,32%	4,87%	4,91%	5,87%
Sharpe R	0,2204	0,4123	0,4157	0,4993
Turnover p.a.	0,00%	131,34%	124,66%	220,18%
Average EQ Exp.	100%	83,66%	83,70%	80,75%

Zdroj: Eurizon AM Slovakia

□ Obmedzenia, nevýhody modelov – problémy replikácie stratégie

- abstrahovanie od poplatkov (priebežné poplatky),
- náklady na replikáciu mimo priebežných poplatkov – transakčné náklady a bid-ask spread,
- vyššia obrátkovosť portfólia pri použití modelov,
- ťažkosti replikácie modelových výstupov počas rozkolísaného obdobia na trhu,
- citlivosť výstupu modelu na vývoj podkladového aktíva v deň rebalansovania portfólia,
- rôzna cenová politika pre index podkladového trhu a inštrumentov (futures, ETFs, closing prices).

□ Celkovo je možné konštatovať, že:

- využitie stratégií založených na kontrole rizika má svoje opodstatnenie,
- stratégie môžu znížiť riziko portfólia a zároveň priniesť (najmä v trendujúcich obdobiach) lepšiu výkonnosť ako podkladový trh,
- ďalšie vylepšenie výkonnosti spomínanej stratégie je možné dosiahnuť použitím, resp. zapojením rôznych metód, techník,
- jednu z metód môžu predstavovať neurónové siete, pričom implementácia predikcie rizika podkladového aktíva sa javí úspešnejšia ako predikcia ceny.

Použitá literatúra.

- [1] *Managing Investment Portfolios a Dynamic process*, J.L. Maginn, D.L Tuttle, J.E. Pinto, D.W. McLeavey, 2007
- [2] *Risk-Based Investment Strategies*, Moneco Handbook, 2017
- [3] *Finančné investovanie*, Vladimír Mlynarovič, 2001
- [4] *Properties of the most diversified portfolio*, Journal of Investment strategies, Y. Choueifaty, T. Froidure, J. Reyner, 2013

Disclaimer

Meno, priezvisko a pozícia autorov: Juraj Vaško, Vedúci odd. Riadenie investícií
Jaroslav Kardoš, Senior Portfólio manažér

Dátum a čas vypracovania: 27.10.2022 16,00hod.

Dátum a čas prvého zverejnenia: 10.11.2023. 10:30hod.

Spoločnosť: Eurizon Asset Management Slovakia, správ. spol., a.s. , IČO: 35 786 272, so sídlom Mlynské nivy 1, 820 04 Bratislava

Orgán dohľadu: Národná banka Slovenska, so sídlom Imricha Karvaša 1, 813 25 Bratislava

Relevantná legislatíva : zákon č. 203/2011 Z.z., zákon č. 566/2001 Z.z., nariadenie (EÚ) 596/2014, delegované nariadenie (EÚ) 2016/958

Relevantné vnútorné predpisy: Interné pravidlá správania, Zneužívanie trhu, Podpora predaja podielových fondov a marketingová činnosť

Faktické informácie v tomto dokumente sú označené uvedením zdroja, pričom použité sú iba spoľahlivé zdroje; ostatné informácie môžu predstavovať interpretácie, odhady, názory alebo iné typy informácií, ktoré nemajú vecný charakter. Prípadné prognózy, predpovede a cenové ciele sú adekvátne označené spolu s uvedením ich podstatných východísk. Tento dokument môže obsahovať zhrnutie alebo výpis informácií z dokumentu vypracovaného materskou spoločnosťou, a to bez podstatnej zmeny pôvodných informácií; v takom prípade je označenie zabezpečené uvedením pôvodného dokumentu ako zdroja, pričom v celom znení je k dispozícii v sídle Eurizon Asset Management Slovakia, správ. spol., a.s.

Spoločnosť Eurizon Asset Management Slovakia, správ. spol., a.s. nevykonáva činnosť spočívajúcu v opakovanom navrhovaní investičných rozhodnutí v súvislosti s finančnými nástrojmi, ani iným spôsobom neindikuje expertnú úroveň v tejto oblasti. Spoločnosť Eurizon Asset Management Slovakia, správ. spol., a.s. je zainteresovaná na predaji podielových listov podielových fondov, ktoré spravuje, pričom môže presadzovať obdobné záujmy svojich materských a dcérskych spoločností, ktoré sú správcovskými spoločnosťami (Eurizon Capital SA, Eurizon Capital SGR, Eurizon Asset Management Croatia d.o.o. a Eurizon Asset Management Hungary Zrt.).

Otázky?