



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

VYUŽITÍ FUZZY LOGIKY PRO VYHODNOCENÍ INVESTICE DO ESG FONDŮ

USING FUZZY LOGIC TO EVALUATE INVESTMENTS IN ESG FUNDS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radek Hric

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.

BRNO 2026

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Bc. Radek Hric**
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.**
Akademický rok: 2025/26
Studijní program: Informační management

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Využití fuzzy logiky pro vyhodnocení investice do ESG fondů

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Diplomová práce se zabývá využitím fuzzy logiky pro vyhodnocení investice do ESG fondů. Řešení bude využívat programové prostředí MATLAB.

Základní literární prameny:

DOSTÁL, Petr, 2011. Advanced decision making in business and public services. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-747-5.

DOSTÁL, Petr, 2012. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-798-7.

HANSELMAN, Duane C. a LITTLEFIELD, Bruce, c2012. Mastering MATLAB: a comprehensive tutorial and reference. Upper Saddle River: Pearson. ISBN 01-360-1330-9.

MAŘÍK, Vladimír; ŠTĚPÁNKOVÁ, Olga a LAŽANSKÝ, Jiří, 1993-. Umělá inteligence. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-2276-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2025/26

V Brně dne 8.2.2026

L. S.

doc. Ing. Miloš Koch, CSc.
garant

prof. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na využití fuzzy logiky pro zhodnocení investic do ESG fondů skrze ETF (Exchange Traded Funds). Pro tento záměr budou vytvořeny dva modely – rozhodovací model v programu Microsoft Excel a fuzzy model v programu MathWorks MATLAB. Výstupy z modelů mohou, dle předem stanovených kritérií, pomoci s rozhodováním o vhodné investici pro začínající či drobné investory.

Abstract

This thesis focuses on the use of fuzzy logic to evaluate investments in ESG ETFs (Exchange Traded Funds). For this purpose two models will be made: a decision-making model in Microsoft Excel and a fuzzy model in MathWorks MATLAB. Based on predefined criteria, the outputs from these models can assist in deciding on suitable investments for novice or small-scale investors.

Klíčová slova

Fuzzy logika, rozhodovací model, fuzzy model, investice, Microsoft Excel, MathWorks MATLAB, akciový trh, ETF, ESG

Keywords

Fuzzy logic, decision model, fuzzy model, investments, Microsoft Excel, MathWorks MATLAB, stock market, ETF, ESG

Bibliografická citace

HRIC, Radek. *Využití fuzzy logiky pro vyhodnocení investice do ESG fondů* [online]. Brno, 2026 [cit. 2026-05-18]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/173554>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 18. 5. 2026

Bc. Radek Hric

autor

Poděkování

Děkuji vedoucí mé diplomové práce paní Ing. et Ing. Zuzaně Jankové, Ph.D. za její odbornou pomoc a rady při zpracovávání této diplomové práce. Chci také poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě v průběhu psaní této práce podporovali.

Obsah

ÚVOD	10
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	12
1 Teoretická východiska práce	13
1.1 Fuzzy logika	13
1.1.1 Fuzzy množiny a jejich vlastnosti	14
1.1.2 Operace s fuzzy množinami	18
1.1.3 Fuzzy logika v systémech	19
1.1.4 Využití fuzzy logiky v praxi	21
1.1.5 Postup tvorby rozhodovacího modelu v programu Microsoft Excel	22
1.1.6 Postup tvorby fuzzy modelu v programu MathWorks MATLAB	24
1.2 Finanční trhy	29
1.2.1 Investiční instrument	30
1.2.2 Funkce finančního trhu	31
1.2.3 Členění finančního trhu	32
1.3 Exchange Traded Funds (ETF)	32
1.3.1 Výhody ETF	34
1.3.2 Nevýhody ETF	35
1.3.3 Typy ETF	35
1.4 Environmental, Social and Governance (ESG)	37
1.4.1 ESG v investování	38
1.4.2 ESG fondy	39
2 Analýza současného stavu	42
2.1 Aktuální situace na trhu	42
2.2 Kritéria výběru	44
2.3 Vybrané ESG ETF	51

3 Vlastní návrh řešení	57
3.1 Rozhodovací model v programu Microsoft Excel	57
3.1.1 Výchozí matice	57
3.1.2 Transformační matice	58
3.1.3 Retransformační matice	60
3.1.4 Stavová matice	61
3.1.5 Výsledné hodnocení rozhodovacího modelu	63
3.2 Fuzzy model v programu MathWorks MATLAB	65
3.2.1 Tvorba fuzzy modelu	65
3.2.2 M-soubor	74
3.3 Porovnání výsledků daných modelů	75
3.4 Přínosy navrhovaných řešení	77
ZÁVĚR	78
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	79
SEZNAM OBRÁZKŮ	85
SEZNAM TABULEK	86
SEZNAM GRAFŮ	87

ÚVOD

V současném investičním prostředí roste význam udržitelnosti a společenské odpovědnosti, což se výrazně promítá také do oblasti finančních trhů. Investoři již při svém rozhodování nezohledňují pouze ekonomické ukazatele, ale stále častěji přihlížejí také k environmentálním, sociálním a správním faktorům, jenž se souhrnně označují jako ESG (Environmental, Social, Governance). Tento trend vedl k výraznému rozvoji ESG investování a současně ke vzniku širokého spektra finančních produktů zaměřených na udržitelnost. Mezi nejvýznamnější nástroje patří ESG ETF fondy, které umožňují investorům efektivně diverzifikovat portfolio při současném respektování principů odpovědného investování. Rostoucí popularita ESG ETF však přináší i nové výzvy spojené s jejich hodnocením a výběrem. Jednotlivé fondy se liší nejen svou výkonností, ale také úrovní rizika, strukturou portfolia, nákladovostí, metodikou ESG hodnocení či mírou zaměření na nízkou uhlíkovou stopu. Hodnocení těchto fondů je proto komplexním problémem, který zahrnuje velké množství vzájemně provázaných kritérií. Tradiční metody finanční analýzy často nedokážou dostatečně pracovat s neurčitostí, subjektivitou a vágností některých faktorů, které jsou pro ESG investování charakteristické. Jedním z možných přístupů k řešení tohoto problému je využití fuzzy logiky. Fuzzy logika představuje nástroj umožňující modelovat rozhodovací procesy v situacích, kdy nelze jednotlivé jevy jednoznačně popsat pouze pomocí přesných matematických hodnot. Na rozdíl od klasické binární logiky dokáže fuzzy logika pracovat s částečnou příslušností a jazykovými proměnnými, jako například „nízké riziko“, „dobrá diverzifikace“ nebo „vysoká udržitelnost“. Nachází tak uplatnění i v oblasti finančního rozhodování, kde se často pracuje s neurčitými či obtížně kvantifikovatelnými informacemi. Cílem této diplomové práce je analyzovat možnosti využití fuzzy logiky při vyhodnocování investic do ESG ETF fondů a navrhnout modely, které umožní komplexní posouzení vybraných investičních alternativ. Práce se zaměří na identifikaci vhodných hodnotících kritérií, návrh rozhodovacího modelu a fuzzy modelu za využití fuzzy inferenčního systému a následné porovnání jednotlivých fondů na základě definovaných parametrů. Součástí této práce bude praktické vytvoření modelu v programech MS Excel a MathWorks MATLAB a interpretace dosažených výsledků. Práce propojí udržitelné investování s metodami umělé inteligence a vícekritériálním rozhodováním. Výsledkem bude návrh

modelu, který může začínajícím drobným investorům pomoci při rozhodování o výběru vhodného ESG ETF fondu a současně ukázat potenciál fuzzy logiky při řešení komplexních finančních rozhodovacích problémů.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem diplomové práce je využití fuzzy logiky pro vyhodnocení investice do ESG (Environmental, Social and Governance) fondů. V rámci práce bude zvolen akciový trh za účelem investování do ETF (Exchange Traded Funds) se zaměřením na segment ESG. Pro řešení tohoto záměru dojde k vytvoření dvou modelů – rozhodovací model v programu Microsoft Excel a fuzzy model v programu MathWorks MATLAB. Tyto modely budou určeny pro modelového drobného začínajícího investora, kterému mohou pomoci při rozhodování o výběru vhodné investice.

V rámci této práce bude realizováno několik dílčích cílů, které poslouží k dosažení hlavního cíle. Bude se jednat o:

- vysvětlení problematiky fuzzy logiky a fuzzy množin,
- popis postupu v programových prostředích,
- představení několika typů finančních trhů,
- analýza současného stavu trhu s ESG ETF,
- stanovení významných kritérií pro výběr ETF,
- vytvoření rozhodovacího modelu v programu Microsoft Excel,
- vytvoření fuzzy modelu v programu MathWorks MATLAB,
- porovnání výstupů daných modelů a
- celkové zhodnocení.

První kapitola je věnována teoretickým východiskům dané problematiky. Přiblíží základní pojmy, fuzzy logiku, finanční trhy a postup při tvorbě fuzzy modelů v programovém prostředí, jenž se využije v praktické části. Poté je provedena analýza současného stavu, kde mimo jiné přijde na stanovení významných kritérií pro zamýšlenou investici. Zároveň se zde uvedou zvažované ETF, s nimiž se bude dále pracovat v daných modelech. V navazující části vlastního návrhu řešení se zpracují dva modely za pomoci zmíněných programů, jejichž výstupy se následně porovnají. V neposlední řadě budou rovněž uvedeny přínosy návrhů řešení. Na závěr bude vybrána nejvhodnější varianta investice a dojde na celkové zhodnocení práce.

1 Teoretická východiska práce

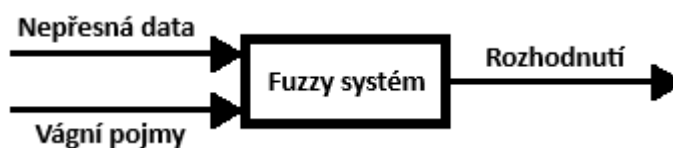
Úvodní kapitola objasní základní pojmy týkající se problematiky diplomové práce. Přiblíží oblast fuzzy logiky a jejího využití v praxi pomocí programů Microsoft Excel a MathWorks MATLAB. Taktéž zde bude popsán úvod do finančních trhů, jenž bude zaměřen zejména na oblast investic do akciových ETF fondů.

1.1 Fuzzy logika

Slovo **fuzzy** se do češtiny nejčastěji překládá jako *mlhavý*, *nejasný*, *neostrý* či *neurčitý*. Z toho tedy vyplývá, že fuzzy logika by měla vyjadřovat zmíněné vlastnosti a pracovat s nimi. Nicméně logika jako taková je vědní disciplína, která spočívá ve vyvozování správných odpovědí dle stanovených zákonů a pravidel. Obecně logika pomáhá s určováním takových závěrů, ze kterých je pak možné jednoznačně určit, zda je nějaké tvrzení pravdivé či nepravdivé (hodnota 1 nebo 0). Jenže toto matematické pojetí, kdy existují pouze dva stavy, platí především v ideálním případě, neboť v realitě také často dochází k tomu, že některé výroky lze jen stěží označit za čistě pravdivé či nepravdivé, jelikož nám do toho vstupuje právě ta zmíněná neurčitost. Relativně nedávno vznikla vědní disciplína Umělá inteligence, která se snaží o strojové řešení těchto nejasných a složitých problémů. Patří sem umělé neuronové sítě, genetické algoritmy, ale i právě fuzzy logika. Ta pracuje s vágními pojmy jako např. „málo, hodně“ nebo „pomalu, rychle“, které více přibližují lidské vnímání reality. Člověk totiž při řešení složitého rozhodovacího úkolu pracuje spíše s těmito jazykově vyjádřenými pojmy. Jinými slovy fuzzy logika počítá i s nenumerními hodnotami, což představuje zásadní rozdíl oproti klasické logice. Neboli fuzzy logika jsou matematické výpočty s pomocí slov. [1, s. 9]

Dle teorie fuzzy logiky a fuzzy množin, kterou v roce 1965 publikoval Lofti Askar Zadeh, se vyjadřuje, jak moc zkoumaný prvek patří či nepatří do dané množiny. Příslušnost do množiny představuje hodnota v rozmezí od 0 do 1, kdy 0 značí úplné nečlenství a hodnota 1 úplné členství. Užití míry členství totiž dokáže v řadě situací lépe reflektovat realitu než klasické konvenční zařazování členů do množiny podle přítomnosti či nepřítomnosti. Fuzzy logika tak měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině. Pomocí fuzzy logiky je tak možné najít řešení pro určitý případ z pravidel, která byla definována pro podobné případy. [2, s. 12]

Fuzzy logika je prakticky o matematických výpočtech s pomocí slov a díky tomu, že takové výpočty umožňuje, mohou být počítačové systémy vytvořeny tak, že napodobují lidské znalosti vyjádřené v běžném jazyce. [3, s. 4]



Obrázek 1: Princip fuzzy systému

Zdroj: Vlastní zpracování dle [3, s. 2]

Hlavní přínos teorie fuzzy množin tak spočívá v možnosti zohlednit neurčitost objektů v abstraktním prostředí matematiky a zároveň poskytnutí matematického aparátu potřebného pro práci s takto vyjádřenými objekty. Dokládá to i nespočet aplikací fuzzy logiky v různých oblastech jako je např. marketing či řízení procesů. [4, s. 6]

Metody založené na fuzzy logice se tedy využívají i v oblasti řízení firem. Kromě aplikací se lze s fuzzy logikou setkat i v rámci kombinovaných systémů např. s neuronovými sítěmi, tzv. neurofuzzy aplikacemi apod. [2, s. 12]

„The closer one looks at a real-world problem, the fuzzier becomes its solution.“ [3, s. 2]

1.1.1 Fuzzy množiny a jejich vlastnosti

„Jedním z nejvýznamnějších objevů v historii matematiky je teorie množin. Stala se univerzálním jazykem matematiky, neboť všechny matematické objekty, které již byly vytvořeny dříve, bylo možné znovu zkonstruovat v rámci teorie množin.“ [5, s. 12]

Teorie fuzzy množin je odvozená z původní teorie množin. Tudíž obě vycházejí ze stejných principů a mají stejné základní pojmy. Množina je soubor různých objektů, které mají nějakou společnou vlastnost a patří k sobě. Takové objekty se označují jako prvky množiny. Množiny však mohou být vytvořeny jen z přípustných prvků a všechny přípustné prvky pak tvoří tzv. universum. [4, s. 6]

Klasická množina se v rámci fuzzy logiky označuje jako ostrá množina (crisp set) z důvodu jednoznačného rozeznání od fuzzy množiny (fuzzy set).



Obrázek 2: Ostrá a neostrá (fuzzy) hranice mezi množinami

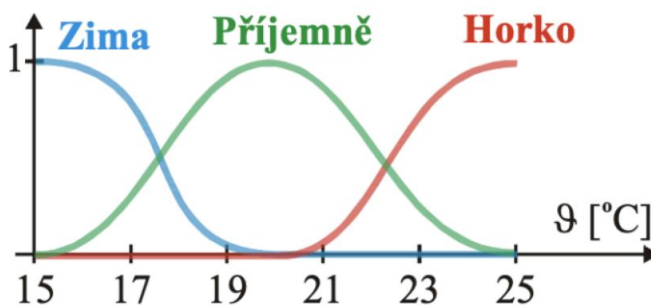
Zdroj: [1, s. 21]

Fuzzy množiny se od klasických liší tím, že mohou nabývat hodnot v intervalu od 0 po 1. Mohou tak být částečně součástí množiny a vyjádřené stupněm členství. [6, s. 2]

Stupeň příslušnosti (grade of membership) vyjadřuje číselnou hodnotu udávající příslušnost prvku do množiny a využívá se pro to řecké písmeno μ . Ovšem zatímco u ostrých množin může stupeň příslušnosti nabývat pouze hodnoty 0 nebo 1, tak u fuzzy množin se hodnota příslušnosti pohybuje v rámci celého rozmezí intervalu od 0 do 1.

Funkce příslušnosti (membership function) bývá nejčastěji popsána rovnicí či sadou rovnic anebo v případě, že je universum konečné, tak lze k jejímu vyjádření využít i tabulku. U ostrých množin má vždy tvar obdélníku, ale fuzzy množiny mají funkci příslušnosti v různých tvarech. Z důvodu snadnosti výpočtů se nejčastěji užívají tvary L-funkce, Γ -funkce, Λ -funkce a Π -funkce. [4, s. 9-11]

Nicméně funkci příslušnosti jde vyjádřit i lineární funkcí viz. obrázek č. 3, kdy se jedná o příklad týkající se teploty v místnosti v univerzu 15 až 25 °C. [7, s. 8]



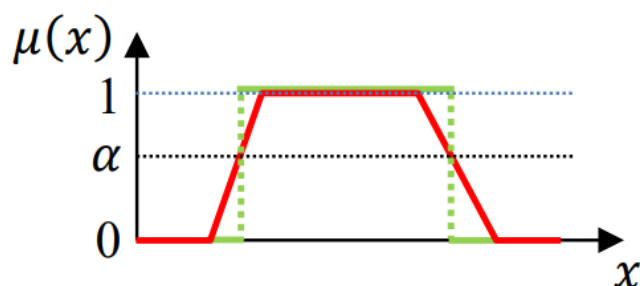
Obrázek 3: Funkce příslušnosti teploty v místnosti

Zdroj: [7, s. 8]

α -řez (α -cut) je označení pro podmnožinu prvků x fuzzy množiny A definované na univerzu X , do které spadají všechny prvky, jejichž stupeň příslušnosti je vyšší nebo roven zvolené hodnotě α . Matematicky to můžeme vyjádřit jako:

$$A^{\geq \alpha} = \{x \in X | \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad (1.1)$$

α -řez lze znázornit graficky, kdy na následujícím obrázku je červeně zobrazena funkce příslušnosti fuzzy množiny A , přičemž zeleně je vyznačena množina náležící do α -řezu fuzzy množiny A . [4, s. 14]



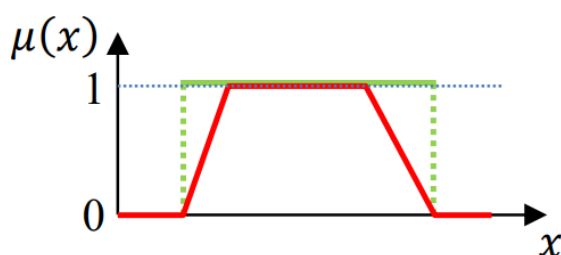
Obrázek 4: Znázornění fuzzy množiny s α -řezem

Zdroj: [4, s. 14]

Nosič fuzzy množiny (support of fuzzy set) je ostrá množina všech prvků univerza s nenulovou hodnotou stupně příslušnosti do této fuzzy množiny. Matematické vyjádření:

$$\text{supp}(A) = \{x \in X | \mu_A(x) > 0\} \quad (1.2)$$

Nosič fuzzy množiny představuje speciální případ α -řezu, kdy $\alpha > 0$.



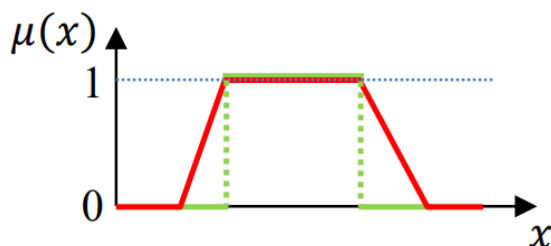
Obrázek 5: Nosič spojitě fuzzy množiny A

Zdroj: [4, s. 14]

Jádro fuzzy množiny (kernel of fuzzy sets, nucleus) je ostrá množina všech prvků, jejichž funkce příslušnosti se rovná hodnotě 1, což znamená všech prvků, které jednoznačně náleží do dané fuzzy množiny. Matematicky vyjádřena vztahem:

$$\text{ker}(A) = \{x \in X | \mu_A(x) = 1\} \quad (1.3)$$

Taktéž se jedná o speciální případ α -řezu, kdy $\alpha = 1$.

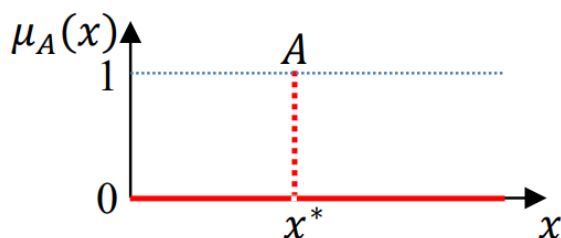


Obrázek 6: Jádru (nucleus) spojitě fuzzy množiny A

Zdroj: [4, s. 14]

Fuzzy singleton (singleton fuzzy set) je v principu ostrá množina obsahující pouze jediný prvek z univerza X se stupněm příslušnosti μ_A . Jedná se o obdobu jednoprvkové množiny. Má následující matematické vyjádření:

$$\ker(A) = \text{supp}(A) = \{1/x^*\} \quad (1.4)$$



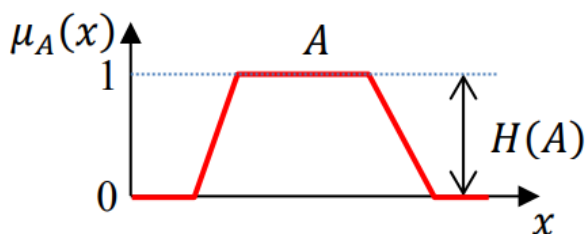
Obrázek 7: Fuzzy singleton A

Zdroj: [4, s. 15]

Výška fuzzy množiny (height of fuzzy set) říká, zda se jedná o normální množinu, v případě že platí $H(A) = 1$, nebo jde o subnormální množinu. Matematický vztah:

$$H(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x) \quad (1.5)$$

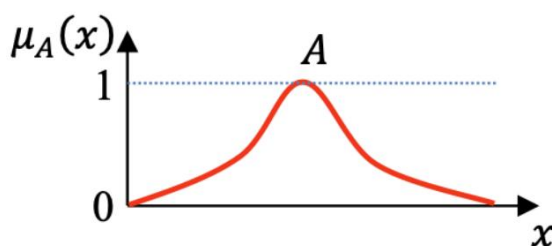
kde „sup“ označuje operaci supremum, jenž je rozšířením matematické operace maximum. Supremum dokáže najít největší prvek každé shora omezené množiny. Pokud to podmínky dovolí, tak je operace supremum nahrazována operací maximum. [4, s. 15]



Obrázek 8: Výška spojitě fuzzy množiny A

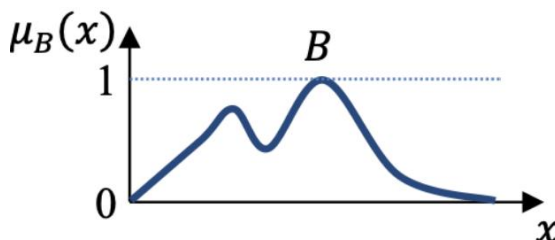
Zdroj: [4, s. 15]

Konvexní fuzzy množina je taková, která je definovaná na univerzu X a všechny její prvky x , jenž leží v libovolně zvoleném rozmezí x_1 a x_2 , mají vyšší stupeň příslušnosti do fuzzy množiny A než nejmenší z krajních bodů. [4, s. 16]



Obrázek 9: Konvexní fuzzy množina A

Zdroj: [4, s. 16]



Obrázek 10: Nekonvexní fuzzy množina A

Zdroj: [4, s. 16]

1.1.2 Operace s fuzzy množinami

U čtyř základních matematických operací (sčítání, odčítání, násobení a dělení) využívá fuzzy logika odlišných postupů oproti klasickým množinám. Vychází se z následujícího:

$$\textbf{Sčítání} = [a, b] + [c, d] = [a + c, b + d] \quad (1.6)$$

$$\textbf{Odčítání} = [a, b] - [c, d] = [a - d, b - c] \quad (1.7)$$

$$\textbf{Násobení} = [a, b] * [c, d] = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)] \quad (1.8)$$

$$\textbf{Dělení} = [a, b] / [c, d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)] \quad (1.9)$$

Zároveň je taktéž využíváno odlišných postupů i při vyhodnocování logických operátorů *A*(průnik), *Nebo*(sjednocení) a *Dop*(doplňěk). [2, s. 14].

Sjednocení (union) – sjednocením vznikne množina, která obsahuje všechny prvky, jenž náleží alespoň do jedné z původních množin. Lze využít klasický matematický zápis nebo

jde zápis provést pomocí stupně příslušnosti za předpokladu, že množina A i B jsou tvořeny prvky $x \in X$, pak lze příslušnost prvků do sjednocení nově vzniklé množiny popsat vztahem:

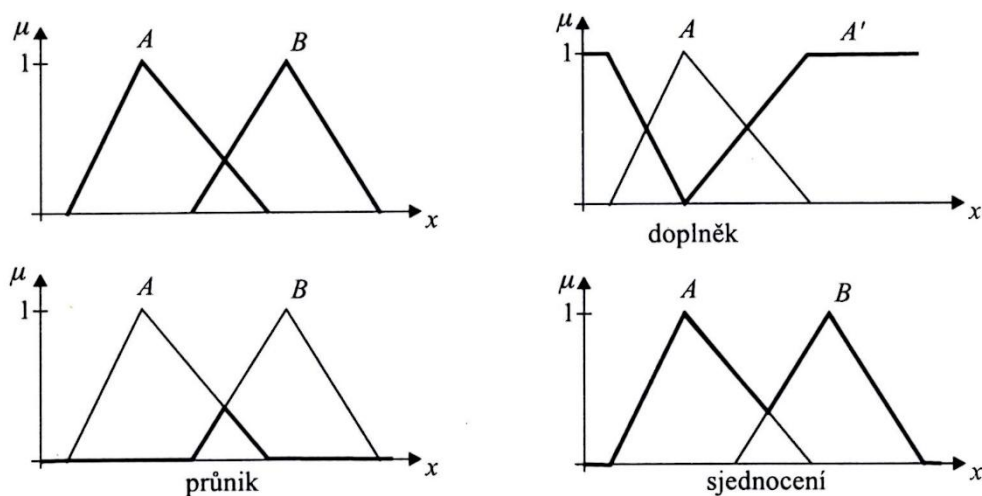
$$\mu_{A \cup B}(x) = \max \{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (1.10)$$

Průnik (intersection) – průnikem množin A a B, jež jsou definované na společném univerzu X, vznikne množina obsahující všechny prvky x , které zároveň patří do obou těchto množin. Tuto operaci lze také popsat vztahem za využití stupně příslušnosti.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min \{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (1.11)$$

Doplňěk (complement) – výsledkem této operace je množina všech prvků x univerza X, které nepatří do původní množiny A. Výpočet stupně příslušnosti prvků $x \in X$ do doplňku množiny A lze provést pomocí následující rovnice. [4, s. 17-18]

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (1.12)$$

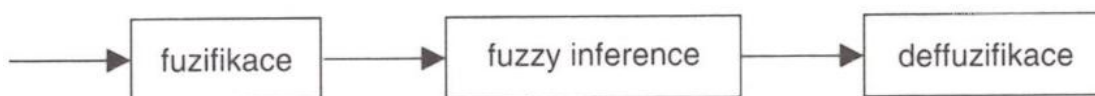


Obrázek 11: Operace mezi fuzzy množinami

Zdroj: [1, s. 28]

1.1.3 Fuzzy logika v systémech

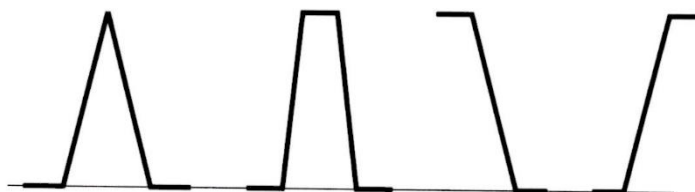
Proces tvorby systému se skládá ze tří základních částí viz. následující obrázek. č. 12.



Obrázek 12: Proces tvorby fuzzy systému

Zdroj: [8, s. 8]

Fuzzifikace představuje první krok v tomto procesu a účelem je převést reálné proměnné na jazykové proměnné. Tedy takové, které jde vyjádřit lingvisticky (jazykem). Příkladem může být slovo „riziko“ u něž může existovat několik variant atributů: „žádné“, „velmi nízké“, „nízké“, „střední“, „vysoké“, „velmi vysoké“. Obvykle se pak používá 3 až 7 takových stupňů pro jednu základní proměnnou. Stupeň členství atributů v množině se vyjadřuje matematickou funkcí. Stupeň členství se týká jak vstupních, tak i výstupních funkcí. Rovněž existuje i velké množství tvarů členských funkcí, ale v praxi se nejvíc používá několik základních typů. Ty se označují jako standardní funkce členství a jsou jimi tyto čtyři typy: Λ , π , Z a S. [9, s. 23]



Obrázek 13: Tvary členských funkcí typu Λ , π , Z a S

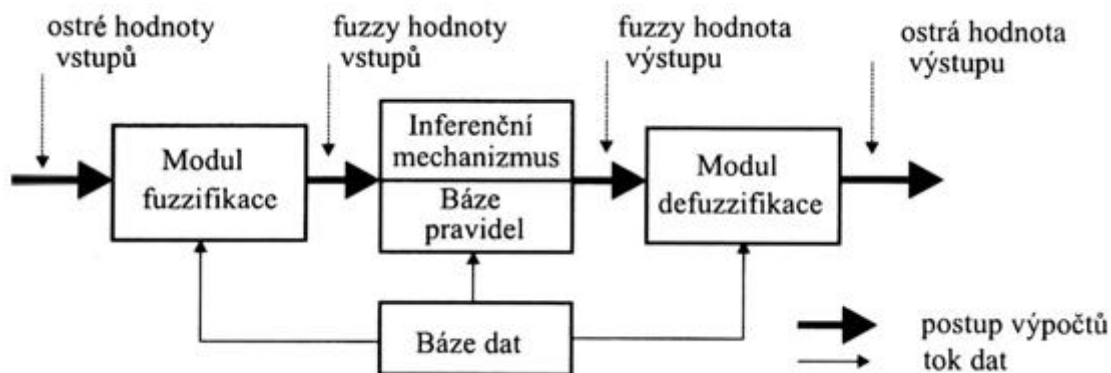
Zdroj: [9, s. 24]

Fuzzy inference je druhým krokem. Dochází zde k nastavení pravidel, které budou určovat, jak se má daný systém chovat. Daná pravidla jsou typu <Když>, <Potom> v jazykovém formátu. Individuální pravidla jsou ohodnocena váhou, jenž udává význam daného pravidla. Všechna taková pravidla jsou následně použita na vstupní data a zároveň se podle nich určuje i výstup systému. Jde tedy v podstatě o podmínkové věty, jež mají běžnou strukturu používanou v programovacích jazycích, které slouží k vyhodnocení stavu vstupních proměnných.

Pravidla fuzzy logiky jsou víceméně takový expertní systém, neboť každá kombinace atributů proměnných, na vstupu i v podmínce <Když> <Potom>, reprezentuje jedno pravidlo. Poté se určí stupeň podpory neboli váha daného pravidla v systému. Výsledek fuzzy systému tak značně závisí na správném nastavení pravidel. Nicméně váhy je možné průběžně měnit a docílit tak lepší optimalizace systému.

Mimo to jde rovněž upravit výběr a postup při vyhodnocování logických operátorů <A>, <Nebo> či <Ne> pro spojení vstupních podmínek, čímž lze ovlivnit následné reakce systému na různé scénáře. Výstupem fuzzy inference je pak jazykově vyjádřená hodnota. Například v případě analýzy rizika mohou mít atributy různé hodnoty, které mohou být definovány jako velmi nízké, nízké, střední, vysoké a velmi vysoké riziko apod. Výsledná slovní hodnota tedy následně ovlivní rozhodnutí, zda investici provést či ne.

Defuzzifikace je proces, kdy se převádí výsledek předchozí operace fuzzy inference na reálné hodnoty. Reálnou akcí však může být například pouze stanovení výše rizika. Cílem defuzzifikace je proto převedení fuzzy hodnoty výstupní proměnné tak, aby co nejlépe reprezentovala výsledek fuzzy výpočtu. Při postupném zadávání dat funguje systém s fuzzy logikou jako automat, díky čemuž je možné mít na vstupu i velké množství proměnných. [9, s. 23-24]



Obrázek 14: Struktura fuzzy systému

Zdroj: [1, s. 65]

1.1.4 Využití fuzzy logiky v praxi

Fuzzy logika se rozšířila v 80. letech minulého století, když ji začaly využívat firmy v Japonsku vyrábějící elektrospotřebiče. Postupem času se začala fuzzy logika uplatňovat ve stále více odvětvích. Jedním z nejznámějších příkladů je metro v japonském městě Sendai, kde fuzzy systém přispěl ke zlepšení přesnosti zastavování, plynulejšímu brzdění a nižší spotřebě energie. Využití se našlo také například u televizí, kde se pomocí fuzzy systému upravuje automaticky jas, kontrast, ostrost a barvy. V automobilech se využívá u automatických převodovek, klimatizací či v systému ABS. Nebo v některých pračkách

fuzzy systém vyhodnocuje, kolik je potřeba pracího prášku, jaká má být teplota vody a na který program má práť podle množství prádla. [10, s. 14]

V dnešní době se s fuzzy systémy lze setkat především v elektronice, ale využití má i ve výtazích, v řízení veřejné dopravy, v medicíně (např. v přístrojích pro kardiaky) nebo taky v business sféře, kde se může využít třeba k hodnocení dluhopisů či jako podpora při rozhodování pro akciové obchody aj. [10, s. 57]

1.1.5 Postup tvorby rozhodovacího modelu v programu Microsoft Excel

Tato podkapitola uvede postup sestavení rozhodovacího modelu v programu MS Excel.

Transformační matice

Transformační matice poslouží k definování slovních a číselných hodnot jednotlivých kritérií. Nejprve se vytvoří transformační matice se slovním popisem kritérií a hodnot atributů. [9, s. 24-25]

Tabulka 1: Příklad transformační matice – Slovní popis

Zdroj: Vlastní zpracování

TRANSFORMAČNÍ MATICE – SLOVNÍ POPIS			
N	Kritérium 1	Kritérium 2	Kritérium 3
A	Atribut A1	Atribut A2	Atribut A3
B	Atribut B1	Atribut B2	Atribut B3
C	Atribut C1	Atribut C2	Atribut C3

Poté je třeba přiřadit váhy neboli číselné hodnoty. V podstatě jde tedy o převod jazykově vyjádřených hodnot do numerické podoby. Vhodně se zvolí bodová stupnice tak, aby proporcionálně odpovídala vstupním atributům a proměnným. V reálném řešení je nutné mít znalosti a zkušenosti pro správné určení vah, což znamená, že pokud jimi daná osoba nedisponuje, tak je třeba nechat si stanovit váhy odborníkem v dané oblasti. [2, s. 17]

Tabulka 2: Příklad transformační matice – Číselné hodnoty

Zdroj: Vlastní zpracování

TRANSFORMAČNÍ MATICE – ČÍSELNÉ HODNOTY				
N	Kritérium 1	Kritérium 2	Kritérium 3	
A	1	8	3	
B	2	1	6	
C	4	5	9	SUMA
MAX	4	8	9	21
MIN	1	1	3	5

Stavová matice

Stavová matice udává, zda daný prvek disponuje parametry určitého kritéria. V rámci jednoho kritéria se odpovídajícímu atributu konkrétního prvku přiřadí hodnota „1“ neboli „Ano“ a pro zbývající atributy u daného kritéria se nastaví hodnota „0“ neboli „Ne“. Platí tedy, že každý prvek může mít shodu pouze v jednom atributu daného kritéria. [9, s. 25]

Zároveň lze přidat ještě kontrolní řádek pro ověření, zda je hodnota 1 pouze jedenkrát v každém sloupci, což se hodí při větším množství posuzovaných prvků.

Tabulka 3: Příklad stavové matice

Zdroj: Vlastní zpracování

STAVOVÁ MATICE				
N	Kritérium 1	Kritérium 2	Kritérium 3	
A	1	0	0	
B	0	0	1	
C	0	1	0	Součin
Kontrola	1	1	1	1

Retransformační matice

Třetím krokem je provedení skalárního součinu vyplněné stavové matice a transformační matice s číselným popisem, čímž se získá procentuální hodnocení. Retransformační

matice se využije k převedení tohoto procentuálního výsledku zpět do slovní podoby. [9, s. 25-26]

Tabulka 4: Příklad retransformační matice

Zdroj: Vlastní zpracování

RETRANSFORMAČNÍ MATICE	
Procentuální hodnocení	Verbální hodnocení
100-80%	Investice doporučena
79-60%	Zvážit investici
59-0%	Investice nedoporučena

Slovní hodnocení může být někdy lépe pochopitelné než to číselné, což může ovlivnit učinění správného rozhodnutí. Nicméně tento rozhodovací model nepracuje s fuzzy logikou. Je méně komplexní, tudíž je spíše vhodný pro menší počet vstupních dat.

1.1.6 Postup tvorby fuzzy modelu v programu MathWorks MATLAB

MATLAB je programové prostředí a programovací jazyk, jenž vytvořila společnost MathWorks. MATLAB funguje na principu maticí a polí. Díky tomu, že jsou všechna data uložena jako pole, tak je možné pracovat s datovými sadami mnoha různými způsoby. Tento software taktéž obsahuje funkce podobné těm u jiných programovacích jazyků a rovněž nabízí nástroje, jež pracují s grafickým uživatelským prostředím (GUI). Tato kombinace nástrojů podporující práci s datovými sadami, programovacích funkcí a GUI dělá z programu MATLAB extrémně výkonný nástroj pro řešení mnoha problémů. [11]

MATLAB je nástroj a interaktivní prostředí, které je určeno pro vědecké a technické výpočty, analýzu dat, vizualizaci a vývoj algoritmů. Je hojně využíván napříč různými obory, neboť poskytuje řešení pro oblasti jako jsou aplikovaná matematika, strojové učení, zpracování signálu a komunikace, zpracování obrazu a počítačové vidění, finanční analýza a modelování, návrh řídicích systémů, robotika a mnoho dalších. [12]

Pro vytvoření fuzzy modelu v programu MATLAB bude využit doplněk Fuzzy Logic Toolbox, který umožňuje práci s fuzzy inferenčními systémy.

Fuzzy Logic Toolbox

Jde o doplňující rozšíření, jenž obsahuje několik funkcí a aplikací (nástrojů), které slouží k tvorbě, simulaci a analýze fuzzy systémů. Fuzzy Logic Toolbox podporuje dva typy fuzzy inferenčních systémů – systém **Mamdani** a systém **Sugeno**. Liší se v několika věcích, ale především v tom, jakým způsobem se stanovují fuzzy pravidla, jak probíhá vyhodnocování modelu nebo třeba také i odlišnou formou výstupu. [13]

Mamdani fuzzy inferenční systém

Systém Mamdani má obecně více intuitivní a srozumitelnější pravidlové báze než Sugeno. Z toho důvodu se využívá převážně tam, kde je potřeba snadná pochopitelnost výstupů. Tudiž se jedná o aplikace, kde jsou pravidla vytvářena na základě znalostí lidských odborníků např. expertní systémy. Výstupem každého pravidla je fuzzy množina odvozená z výstupní členské funkce a implikační metody FIS. Tyto výstupní fuzzy množiny se spojí do jedné fuzzy množiny pomocí agregační metody FIS. Poté se za účelem výpočtu konečné crisp výstupní hodnoty provede defuzzifikace spojené výstupní fuzzy množiny pomocí jedné z možných metod: Centroid, Bisector, Middle of Maximum (MoM), Smallest of Maximum (SoM), Largest of Maximum (LoM). [13]

Sugeno fuzzy inferenční systém

Někdy také označován jako **Takagi-Sugeno-Kang (TSK)**, je vhodnější pro přesné výpočty. Je tedy vhodný pro užití v systémech, kde je potřeba přesnějších výsledků, přičemž nevadí, že výstupy jsou méně srozumitelné pro člověka, ale lépe zpracovatelné pro počítačový systém. Sugeno systém využívá singletonové výstupní členství, které je buď konstantní, nebo představuje lineární funkci vstupních hodnot. Proces defuzzifikace u systému Sugeno je z hlediska výpočetní náročnosti efektivnější než u systému Mamdani, protože využívá vážený průměr nebo vážený součet několika datových bodů namísto výpočtu centroidu dvourozměrné oblasti. Vzhledem k lineární závislosti jednotlivých pravidel na vstupních proměnných je systém Sugeno ideální pro plnění role interpolačního supervizora při využívání několika lineárních regulátorů, které mají být použity v různých provozních podmínkách dynamického nelineárního systému. Systém Sugeno je rovněž vhodný pro modelování nelineárních systémů interpolací mezi několika lineárními modely. [13]

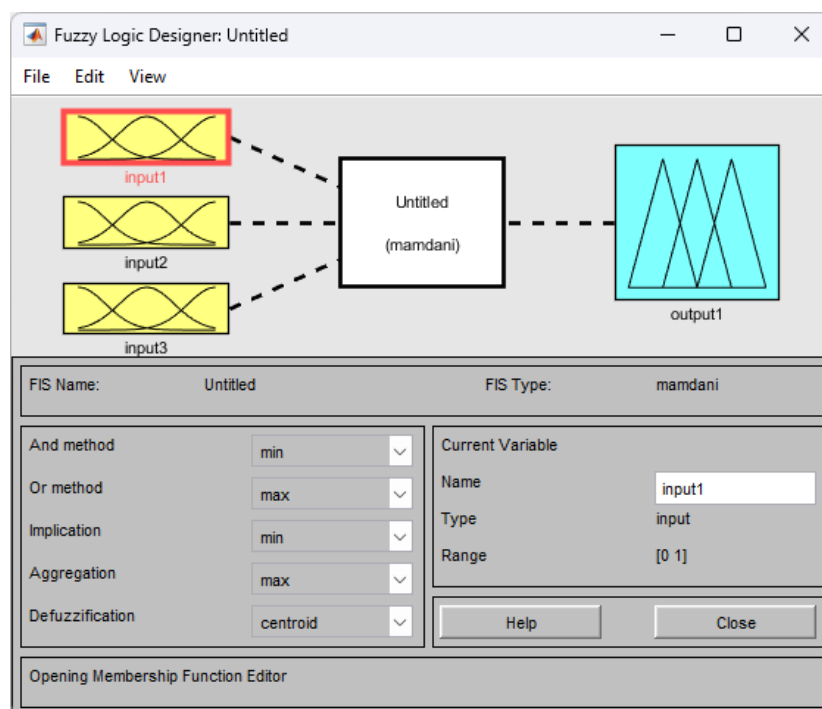
Prostřednictvím Fuzzy Logic Toolboxu lze vytvořit a upravovat fuzzy systémy pomocí jednotlivých grafických nástrojů, kterými jsou:

- FIS editor (Fuzzy inference system editor)
- MF editor (Membership function editor)
- Rule editor
- Rule viewer
- Surface viewer. [13]

Tyto nástroje budou nyní blíže představeny pro to, aby byl pochopen postup tvorby fuzzy modelu, jenž bude následně využit v této práci v kapitole vlastního návrhu řešení.

Fuzzy Logic Designer (FIS editor)

Taktéž označován jako FIS editor, je hlavní komponent Fuzzy Logic Toolboxu. Jednak totiž přehledně zobrazuje základní informace konkrétního fuzzy systému, ale především se zde definují základní parametry pro vytváření fuzzy systém. Nastavuje se zde tak počet vstupních a výstupních proměnných včetně jejich názvů, způsob vyhodnocení logických operátorů, nastavení metod defuzzifikace apod. [13]

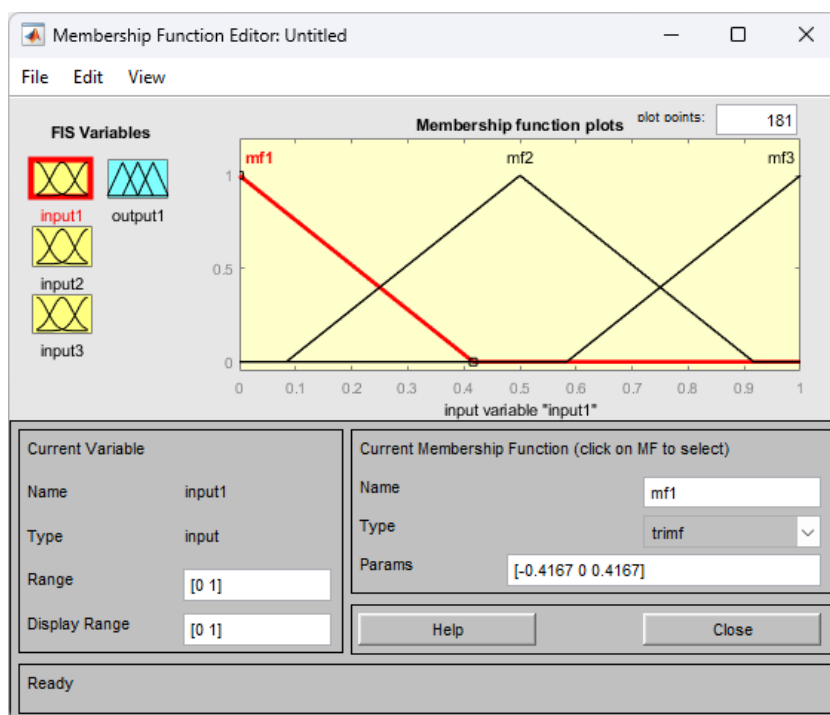


Obrázek 15: Fuzzy Logic Designer (FIS editor)

Zdroj: Vlastní zpracování

Membership Function Editor (MF editor)

MF editor slouží k úpravám funkcí členství, které jsou spojené se vstupními a výstupními proměnnými. Ty lze jednotlivě pojmenovat, určit jejich tvar a nastavit další parametry. Mezi nejčastěji používané tvary patří „jemné“ funkce jako *gaussmf* nebo „ostřejší“ *trapmf* nebo *trimf*, je však možné zvolit i jiné. Počet funkcí členství je dán počtem atributů každé proměnné. [13]

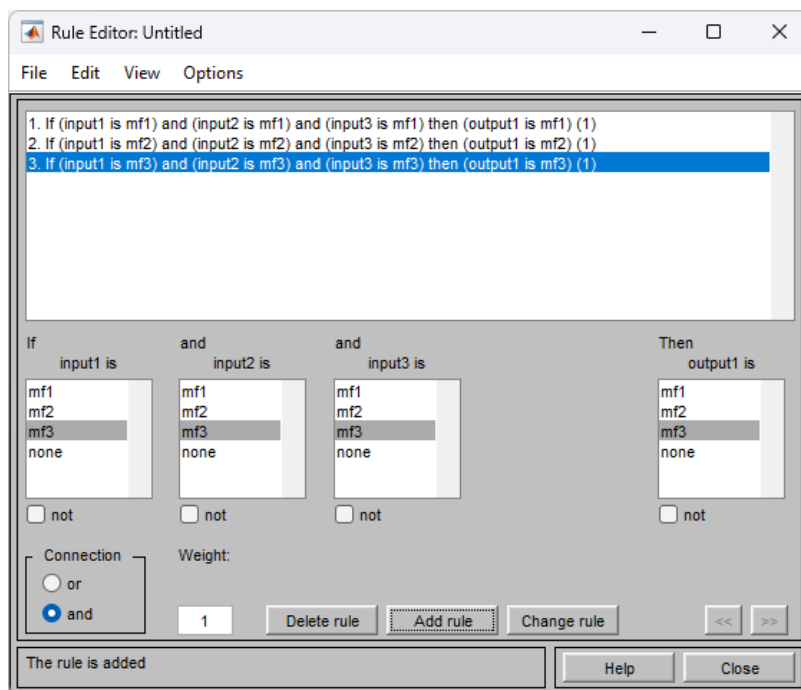


Obrázek 16: Membership Function editor (MF editor)

Zdroj: Vlastní zpracování

Rule editor

Rule editor je určen ke správě pravidel fuzzy modelu. Umí vytvářet, měnit a odstraňovat pravidla, jenž stanovují závislosti mezi jednotlivými vstupními a výstupními proměnnými. Pravidla ovlivňují chování a výsledné hodnocení daného fuzzy modelu. Vazby mezi proměnnými fungují na principu If-Then, kdy se definují pomocí logických operátorů AND, OR či NOT a poté následuje Then, které udává výsledek. [13]

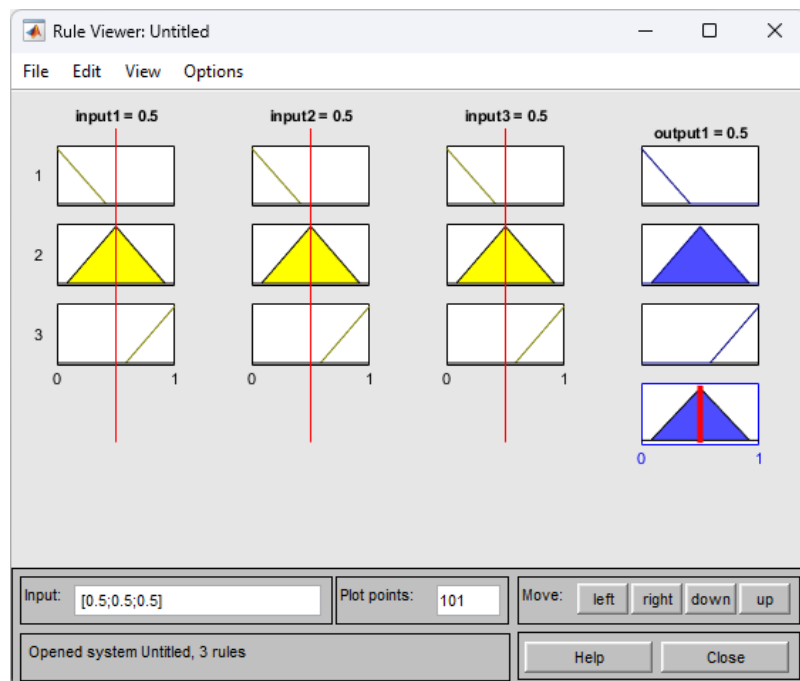


Obrázek 17: Rule editor

Zdroj: Vlastní zpracování

Rule viewer

Poskytuje grafický pohled na jednotlivé pravidla fuzzy systému, čímž umožňuje sledování změn na výstupních proměnných a diagnózu specifických pravidel. Ovšem slouží čistě ke grafickému zobrazení pravidel a neumožňuje jejich úpravu. [13]

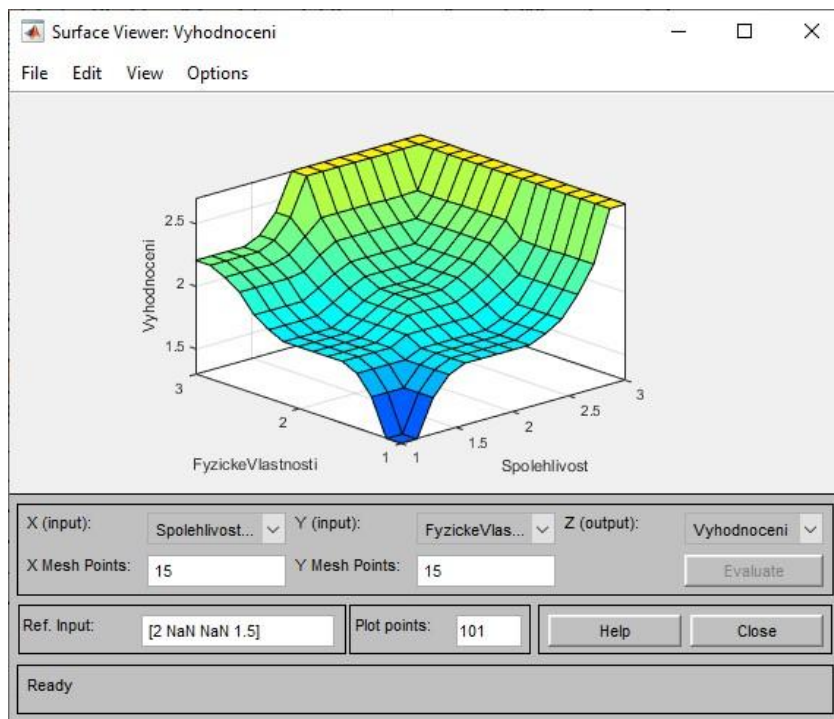


Obrázek 18: Rule viewer

Zdroj: Vlastní zpracování

Surface viewer

Umožňuje zobrazit trojrozměrný grafický model, kdy jde o 3D vizualizaci závislosti jednotlivých výstupních proměnných na vstupních hodnotách dle nastavených pravidel. Poskytuje tak větší představu o vzájemných vazbách proměnných a pravidel. [13]



Obrázek 19: Surface viewer

Zdroj: Vlastní zpracování

Lze tedy říct, že FIS Editor, MF Editor a Rule Editor slouží k tvorbě a editaci fuzzy inferenčního systému a pro náhled do závislostí mezi pravidly jsou zase určené nástroje Rule viewer a Surface viewer.

1.2 Finanční trhy

V této podkapitole bude přiblížena funkce finančního trhu a jeho základní členění.

Obecně lze říct, že finanční trh je místo, kde dochází k přesunu volných finančních zdrojů za využití stanovených investičních nástrojů či institucí, případně k převodům plynoucích z dobrovolných smluvních vztahů. K samotnému přesunu dochází především mezi dvěma typy subjektů. První typ se označuje jako přebytkové subjekty a ty nabízejí jejich volné finanční prostředky. Druhá strana zase tyto zdroje poptává z důvodu vlastního nedostatku, proto se označují jako deficitní subjekty. Ještě se na finančním trhu vyskytuje třetí typ

subjektů, který představuje bankovní a nebankovní zprostředkovatele. Ty mají za účel je napomáhat se zmíněnými přelivy finančních prostředků s minimálními transakčními poplatky a informačními náklady. Jejich zapojením do procesu přesunu, by tak mělo dojít ke snížení rizik, především pro přebytkové jednotky. Zajištění takovýchto přesunů je hlavním cílem finančního trhu, díky čemuž se podílí na efektivním využívání volných finančních prostředků v ekonomice. Samotná efektivnost finančního trhu může být vyjádřena z několika úhlů pohledu, tudíž se dělí na:

- **Alokační efektivnost** – ta nastává v případě, že jsou volné finanční prostředky přesunuty k takové deficitní jednotce, která nabídne nejvyšší zhodnocení daných vložených prostředků při respektování rizika, tedy že nabídne nejvyšší rizikově očištěný výnos.
- **Operační efektivnost** – je splněna v případě, že volné finanční prostředky jsou od přebytkových subjektů k deficitním alokovány s minimálními transakčními náklady.
- **Informační efektivnost** – vyjadřuje vztah rychlosti a přiměřenosti reakce kurzů investičních instrumentů na novou neočekávanou informaci. Jako informačně efektivní se pak označují trhy, kde kurzy reagují téměř okamžitě (skokově či prudce) na nově zjištěné nečekané změny. [14, s. 23-25]

1.2.1 Investiční instrument

Je potřeba také zmínit, co je to ten investiční instrument (investiční nástroj). Jde o nějakou formu aktiva, které dává investorovi nárok na budoucí příjem. Ten může mít podobu buď dividend, kurzových zisků, úroků, splátek jistin či kuponových plateb. Na finančním trhu rozlišujeme v zásadě dvě kategorie:

- **Finanční instrumenty** – představují značně početnější skupinu, protože do ní spadají takové nástroje, které nemají hmotnou (hmatatelnou) podobu. Patří sem tak různé druhy cenných papírů, finanční deriváty, pojišťovací kontrakty, termínové či spořicí účty apod.
- **Reálné instrumenty** – ty již mají nějakou vlastní hmotnou neboli hmatatelnou podobu. Jedná se tak o různé formy investic do drahých kovů, uměleckých předmětů, nemovitostí, vzácných surovin či předmětů atd. [14, s. 25-26]

1.2.2 Funkce finančního trhu

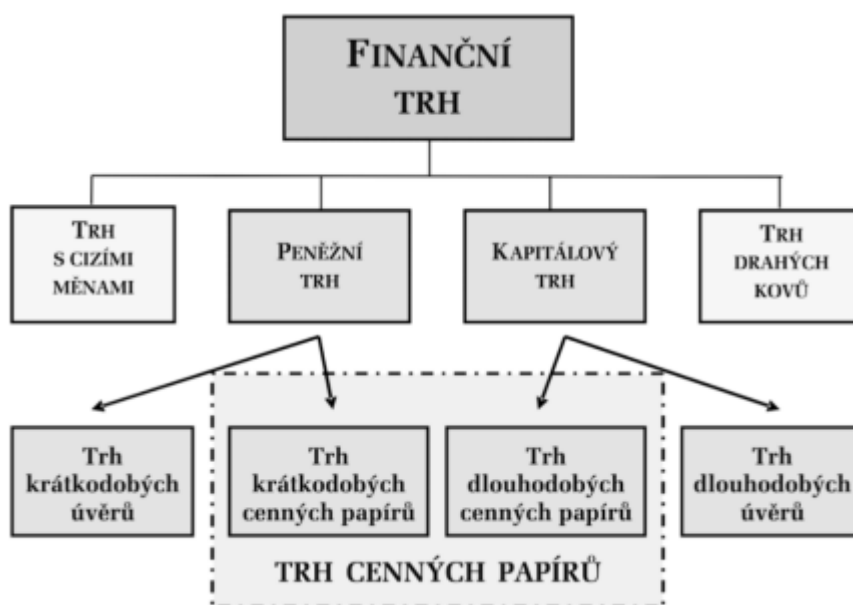
Finanční trh mimo jiné plní důležitou roli pro fungování tržní ekonomiky, neboť zabezpečuje několik klíčových funkcí, které jsou důležité pro růst ekonomiky a správnou funkčnost investic. Těmito funkcemi jsou:

- **Shromažďovací** – na finančním trhu se dočasně akumulují volné finanční prostředky do doby, než budou distribuovány ke konkrétním deficitním subjektům, jenž je využijí.
- **Alokační** – finanční trh zajišťuje přenos volných finančních prostředků od přebytkových jednotek, jenž pro ně nemají aktuálně využití, směrem k deficitním jednotkám, které pro ně využití mají. Kritéria pro přenos představují výnos, rizika a likvidita. Volné prostředky by pak měla získat taková deficitní jednotka, která nabídne nejvyšší výnos při nejnižším riziku a nejvyšší likviditě.
- **Obchodní** – finanční trh zaručuje obchodovatelnost investičních instrumentů. Investoři mohou kdykoliv budou chtít nakoupit a posléze i prodat investiční instrument, což je možné díky existenci sekundárních trhů, které představují i jistotu přeměny nelikvidního aktiva (akcie, dluhopis, podílový list) na hotovost.
- **Cenotvorná** – díky principu poptávky a nabídky, který funguje na finančním trhu, dochází k ustanovení ceny daného instrumentu. Ta pak představuje důležitou informaci pro mikroekonomické subjekty (investoři a emitenti) i ty makroekonomické (vláda, regulační orgány). Na základě vytvořené ceny může investor počítat dosažený výnos či úroveň rizika a emitent zase odhadnout cenu vlastního, nebo případně i cizího, kapitálu.
- **Diverzifikace rizika** – princip spočívá v rozložení investičního rizika. A to tím, že se investuje do většího množství odlišných instrumentů, které nemají stejné výnosové míry. Tím dochází k rozšíření investičního portfolia daného investora.
- **Realizace vlastnických práv** – kvůli tomu, že je možné na finančním trhu volně obchodovat s investičními instrumenty, tak vznikají cenové pohyby. To dává akcionářům možnost vyvíjet nátlak na vedení akciových firem, aby se je snažili ještě lépe řídit, spravovat a rozvíjet, což povede k růstu cen jejich akcií a zvýšení hodnoty dané firmy, z čehož budou následně její akcionáři profitovat. Ti takto tedy mohou prosazovat svá akcionářská práva a cíle, právě díky finančnímu trhu.

- **Funkce uchovatele hodnoty** – investiční instrumenty umožňují uchovávat kupní sílu vložených finančních prostředků a snižovat tak dopad inflace na investora.
- **Depozitní** – finanční trh nabízí mnoho možností uložení, resp. investování úspor přebytkových subjektů s různými mírami výnosu, rizika a likvidity. [14, s. 26-27]

1.2.3 Členění finančního trhu

Finanční trh lze rozdělit dle různých úhlů pohledu. Pro základní členění se však vychází vlastností jednotlivých typů investičních instrumentů, se kterými se v individuálních segmentech obchoduje. Mezi dominantní části finančního trhu patří peněžní trh a kapitálový trh, ale najdeme zde i trh s cizími měnami a trh drahých kovů. Následně se oba hlavní trhy ještě dělí na trhy krátkodobých a dlouhodobých úvěrů a trhy krátkodobých a dlouhodobých cenných papírů. Poslední dva jmenované segmenty pak společně představují „trh investičních cenných papírů“ jako takový. [15, s. 43]



Obrázek 20: Členění finančního trhu

Zdroj: [15, s. 43]

1.3 Exchange Traded Funds (ETF)

Neboli burzovně obchodovatelné fondy, patří mezi moderní strukturovaný investiční instrument, který se poprvé objevil na americké burze v roce 1993, nicméně v Evropě se začaly tvořit a obchodovat až od roku 1999. [14, s. 300]

Původně vznikly jako indexované investiční fondy, jejichž akcie byly burzovně obchodovatelné. Nejprve šlo výhradně o akciové indexové fondy s pasivní správou. Postupem času se však portfolia těchto fondů začala rozšiřovat o dluhopisy, komodity, měny, nemovitosti a derivátové instrumenty, což ve výsledku vedlo k tomu, že začaly vznikat i aktivně spravované ETF. [15, s. 301]

Burzovně obchodovatelné fondy dávají investorům možnost investovat do celého indexu stejně snadno jako do jediné akcie či podílového listu. Nicméně značným rozdílem ETF od běžných indexových fondů je to, že jsou oceňovány a obchodovány průběžným způsobem během burzovního obchodního dne, díky čemuž jsou velice flexibilním instrumentem, neboť je možné nakupovat a prodávat bez zpoždění za aktuální tržní kurz. Cena a likvidita instrumentu ETF zároveň kopíruje cenu i likviditu podkladového aktiva. V případě, že by ETF fond využíval příliš široký index, tak může docházet k tomu, že manažeři fondu podkladových aktiv vyřadí málo zastoupené akcie, čímž může dojít k odklonu ceny akcií či podílových listů ETF od ceny podkladových aktiv. Tato odchylka se pak označuje jako tracking error. [14, s. 301]

Další odlišností je to, jakým způsobem se zakládají. Oproti klasickým podílovým fondům, které vytvoří v návaznosti na peněžní vklady investorů, tak ETF vznikají opačně, kdy nejprve se daný fond vytvoří a až pak se začnou nabízet cenné papíry (akcie, podílové listy) investorům. Nejprve manager fondu označovaný jako „sponzor“, jímž zpravidla bývá investiční společnost nebo investiční banka, vypracuje prospekt obsahující všechny potřebné informace, stanovené legislativou, o daném fondu. Tento prospekt předloží společně s žádostí o vytvoření fondu příslušnému regulačnímu orgánu. Pokud bude regulátorem žádost schválena, tak následně uzavře sponzor dohody s „autorizovanými účastníky“, což jsou finanční instituce disponující licencí obchodníka s cennými papíry. Autorizovaní účastníci se poté podílí na tvorbě a odkupování cenných papírů emitovaných daným ETF. Navíc mohou skrze burzu zajišťovat jejich likviditu jako tzv. market-makers (tvůrci trhu). V případě dlouhodobého zvýšení ceny ETF nad hodnotu podkladového aktiva jsou schopni vytvořit nové cenné papíry ETF, které budou prodány na sekundárním trhu. [15, s. 302; 16, s. 28]

Od klasických fondů se liší primárně tím, že jsou jejich cenné papíry obchodované pouze burzovně prostřednictvím brokera. A stejně jako individuální akcie na sekundárním trhu,

tak i jednotlivé ETF jsou již majetkem někoho jiného. Oproti tomu podílové fondy za získanou hotovost od investorů nakupují podkladová aktiva do majetku fondu a následně vytváří nové podílové listy, které vydají svým investorům. [16, s. 26]

Mezi obecné vlastnosti ETF tedy patří, že jsou obchodovány jako jednotlivé akcie na burze, jsou indexované, většinou nejsou aktivně řízené, jejich hodnota se odvíjí od čisté hodnoty podkladových aktiv v daném indexovém koši, kdy přesné složení koše je veřejně dostupné, a v průběhu dne probíhají arbitráže, díky čemuž se cena ETF drží blízko vnitřní hodnotě. [17, s. 307]

1.3.1 Výhody ETF

Výhody investování do ETF představují jednoduchá diverzifikace, a to jak v akciové složce portfolia, tak v dluhopisové nebo dokonce i alternativních investicích jako jsou komoditní trhy a deriváty. Možnost investovat do akciového či dluhopisového indexu pomocí jednoho obchodu, nízká nákladovost, daňová efektivita, likvidita a neustálé přeceňování. [18, s. 75] Nejsou nutné velké objemy peněz, lze využít stejné brokery jako při obchodování korporátních akcií a při obchodování s ETF se neplatí vstupní ani výstupní poplatky, jelikož se platí pouze provize za provedený obchod [15, s. 303]. ETF fondy jsou efektivnější z hlediska nákladů oproti aktivně spravovaným fondům. ETF jsou transparentní, tudíž investor přesně ví, do čeho investuje. ETF jsou rovněž velmi likvidní a dají se tak lehce prodat kdykoliv během obchodních hodin konkrétní burzy cenných papírů. To je možné díky tomu, že ETF jsou typem investice, ve kterém prostředky investora nejsou nijak vázány. [19] Velká rozmanitost podkladových indexů a široká nabídka ETF rovněž představuje jednu z výhod, neboť je možné relativně snadno dosáhnout dobré diverzifikace bez nutnosti nákupu akcií jednotlivých firem. [20, s. 143]

Právě výhody v podobě relativně nízkých poplatků při obchodování s ETF oproti běžným podílovým fondům, diverzifikace rizika díky zaměření se na celý index, a nikoliv pouze na jednu firmu a umožnění přístupu na exotické trhy či trhy s vysokými počátečními vklady, mezi které se řadí např. fondy se zlatem, tak mohou představovat důvody, proč je v dnešní době ETF populární investiční instrument pro drobné či začínající investory. [14, s. 302]

1.3.2 Nevýhody ETF

Mezi určité nevýhody u ETF se řadí poplatky za obchod, neboť ETF jsou obchodovaná prostřednictvím brokera, který si účtuje poplatek za zprostředkování obchodu, tyto poplatky mohou zejména u nižších částek znamenat výrazné prodražení nákupu. Dále pak vysoký spread mezi bid a ask cenou či tracking error. [16, s. 43] ETF jako taková neporážejí trh, jelikož jsou navázaná výkonností na určitý trh, jenž je sledován použitým indexem, díky čemuž investor nedosáhne zázračných výnosů. Samozřejmě i konkrétní ETF mohou být riziková, kdy například nákup ETF, které se řídí indexem, jenž obsahuje firmy z upadajícího odvětví, si mohou investoři uškodit stejně jako při nákupu špatných akcií. [19] Další značnou nevýhodou ETF je, že nejsou v českých korunách, neboť Česká republika z globálního hlediska představuje příliš malý finanční trh. Tudíž je zde i měnové riziko. [20, s. 144]

1.3.3 Typy ETF

ETF lze dle jejich vlastností rozdělit do dvou skupin – standardní nebo specifické ETF.

Standardní ETF

Mohou mít ve svých portfoliích stejná aktiva jako klasické fondy kolektivního investování. Řadí se sem běžné ETF, které jsou indexované a jsou pasivně spravovány. Ty představují největší a nejvýznamnější skupinu ETF. Jejich hlavními znaky jsou transparentní portfolio kopírující předem stanovené indexy a nízká nákladovost správy. [15, s. 304]

Dále se rozlišují dle toho, jak dobře kopírují výkonnost příslušného indexu na:

- **Indexové ETF s úplnou fyzickou replikací** – fyzická replikace je nejvěrohodnější možnost kopírování výkonu daného podkladového burzovního indexu. Správce zařazuje do portfolia daného fondu všechny obsažené tituly dle jejich váhy a rovněž promítá do portfolia i případné změny fondu.
- **Indexové ETF s částečnou fyzickou replikací** – někdy také označované jako „ETF s přibližnou fyzickou replikací“, se liší od těch s úplnou fyzickou replikací tím, že se do portfolia fondu nezapočítávají všechny tituly, ale pouze jen ty významnější. Neboli se nepřihlíží na ty, které nemají na výkonnost indexu zásadní

vliv. To sice vede ke snížení transakčních nákladů, nicméně tím dochází ke vzniku určité odchylky mezi vývojem konkrétního indexu a výkonnosti fondu.

- **Indexové ETF se syntetickou replikací** – odlišují se způsobem, jakým se investuje v rámci daného fondu. Dochází k tomu, že se neinvestuje napřímo, ale místo toho se investuje do tzv. „náhradních akciových košů“ za využití swapů, díky čemuž se občas označují jako „swapová ETF“. Správce se dohodne obvykle dohodne s bankou na „výměně výkonnosti portfolia za výkonnost sledovaného indexu“, z čehož poté plyne, že portfolio daného fondu pak nemusí přesně odpovídat stanovenému indexu. Rizika související s vývojem indexu následně nese swapový protipartner místo samotného ETF. [15, s. 304-305]

Specifické ETF

Nicméně mohou existovat i taková ETF, jenž mají určité vlastnosti, které se běžně u fondů kolektivního investování nevyskytují. Ovšem neznamená to, že se jedná o speciální vlastnosti. Jde spíše o volnější podmínky či méně přísná regulace pro činnost ETF. Mezi takové neobvyklé ETF patří:

- **ETF volatility** – fond je vázán na tzv. index volatility trhu (např. americký VIX). [15, s. 305]
- **Short-ETF** – jsou založené na shortování prodejů neboli na uskutečňování krátkých (prázdných) prodejů. Někdy se také označují jako „inverzní ETF“, neboť jejich hodnota roste, když podkladový index klesá. [15, s. 305; 19].
- **Pákové ETF** – fond kopíruje vývoj podkladového aktiva (předmětného indexu) v předem stanovených násobcích. [15, s. 305]
- **Inflačně vázané ETF** – představují dluhopisové ETF, jenž investují do strukturovaných dluhopisů, jejichž výnos se odvíjí od velikosti inflace. [15, s. 305]
- **Baskets ETF** – jejich portfolio se skládá z různých, individuálně vytvářených „košů“ rozdílných investičních instrumentů. [15, s. 305]
- **Aktivně spravovaná** – kombinují výhody aktivně spravovaného fondu a burzovně obchodovatelného fondu. Jejich cílem je překonat akciový či dluhopisový trh, podobně jako aktivně řízené podílové fondy, ale zachovat si právě vlastnosti burzovně obchodovaných fondů. [19; 20, s. 148-149]
- **Dividendová ETF** – zahrnují akcie s vysokým dividendovým výnosem. [19]

ETF se také dělí do několika druhů podle typu jejich podkladových aktiv:

- **Akciové** – nejstarší typ ETF a dodnes jsou nejpočetnější skupinou na trhu. Dále se člení např. dle odvětví, tržní kapitalizace a geografie (globální, regionální, ETF v rámci jednotlivých zemí apod.). Tyto ETF tedy sledují akciový index a příkladem je třeba fond SPDR S&P 500 (SPY). [20, s. 147; 19]
- **Dluhopisové** – sledují koš dluhopisů a rovněž jich existuje značné množství na trhu. Lze si tak koupit široce zaměřený index dluhopisů, případně fond zaměřený na délku splatnosti, kreditní kvalitu, region nebo typ dluhopisu (státní, hypoteční apod.). Například fond SPDR Capital Long Credit Bond ETF (LWC). [20, s. 147; 19]
- **Sektorové** – sledují sektorový index určitého odvětví např. fond Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF (PJP). [19]
- **Měnové** – odvíjí se od relativní hodnoty konkrétní měny nebo koše více měn. Využívají se ke spekulaci na růst či pokles jejich hodnoty, případně k měnovému zajištění. Např. fond Invesco CurrencyShares Euro Currency Trust (FXE). [19]
- **Komoditní** – mohou být zaměřeny buď na určitý komoditní sektor např. těžářský průmysl nebo na konkrétní komodity. Avšak ETF komodity jako takové fyzicky nedrží, ale pouze vstupují do derivátových obchodů a kopírují vývoj dané komodity. Příkladem může být fond SPDR Gold Shares. [19]

Mimo ETF ještě existují **ETN** (Exchange Traded Notes) neboli burzovně obchodované dluhopisy) a **ETC** (Exchange Traded Commodities) – burzovně obchodované komodity. ETN a ETC pak společně s ETF patří do skupiny produktů označovaných jako tzv. Exchange Traded Products. [14, s. 303-305]

1.4 Environmental, Social and Governance (ESG)

ESG je zkratka pro „Environmental, Social and Governance“ (životní prostředí, sociální otázky a správa a řízení) a jde o soubor standardů, kterými se měří dopad podniku na společnost a životní prostředí a také míra jeho transparentnosti a odpovědnosti. [21]

ESG se obvykle používá v souvislosti s investováním, i když se vztahuje také na zákazníky, dodavatele, zaměstnance a širokou veřejnost. Termín „ESG“ se stal populárním v 21. století a často se objevuje ve stejné konverzaci jako udržitelnost

a společenská odpovědnost firem (CSR). Zatímco však udržitelnost a CSR fungují spíše jako filozofie nebo konečné cíle, ESG je konkrétnější; zahrnuje data a metriky potřebné k informovanému rozhodování jak pro firmy, tak pro investory. [22]

Environmentální, sociální a správní kritéria (ESG) jsou rámec, který společnosti používají k hodnocení své udržitelnosti. Environmentální faktory se zabývají ochranou přírody. Sociální faktory zkoumají, jak společnost zachází s lidmi uvnitř i vně společnosti. Faktory správy a řízení zohledňují, jak je společnost řízena. [23]

1.4.1 ESG v investování

Investování podle kritérií ESG označuje investiční přístup, který klade důraz na to, jak si společnosti vedou v těchto oblastech. Environmentální kritéria posuzují, jak společnost chrání životní prostředí. Sociální kritéria zkoumají, jak společnost řídí vztahy se zaměstnanci, dodavateli, zákazníky a místními komunitami. Kritéria správy a řízení hodnotí vedení společnosti, odměňování vedoucích pracovníků, audity, vnitřní kontroly a práva akcionářů. [24]

ESG ETF se snaží do své investiční strategie zahrnout environmentální, sociální nebo správní cíle. Tyto cíle se mohou značně lišit, ale většina ESG ETF se snaží řešit:

- „E“ – životní prostředí, s obavami, jako je snižování emisí uhlíku, investice do výroby zelené energie nebo elektromobilů.
- „S“ – sociální se zaměřuje na myšlenky, které zahrnují etické aspekty, jako je rovnost pohlaví, zacházení s dodavatelským řetězcem, boj proti otroctví.
- „G“ – správa a řízení se zabývá tím, jak dobře je společnost řízena a spravována, a snaží se vyhnout společnostem, které mohou být zkorumpované, špatně řízené nebo nést vysoké riziko poškození reputace. [25]

Investování do ESG je jednou z nejrychleji rostoucích oblastí globálního odvětví ETF a rychle se transformuje z okrajové investice na klíčovou investici v portfoliích mnoha profesionálních i osobních investorů. [25]

ESG investování zohledňuje vedle tradičních finančních ukazatelů také různé faktory ESG. Obsahuje však navíc prvek řízení příležitostí a rizik, který do ocenění společnosti

zahrnuje environmentální externality. V konečném důsledku však při ESG investování zůstávají finanční výnosy nejvyšší prioritou. [22]

SRI (socially responsible investing), neboli udržitelné investování se méně zaměřuje na finanční výnosy a více na etické aspekty. Investor se například může vyhnout podílovým fondům nebo fondům obchodovaným na burze (ETF), pokud jedna ze společností působí v odvětví, které je škodlivé pro životní prostředí. [22]

Impact investing lze považovat za nejfilantropičtější formu investování, u které jsou pozitivní výsledky nejvyšší prioritou. To znamená, že investice musí vést k hmatatelnému společenskému prospěchu. To může znamenat investici do ETF nebo společnosti, která se zaměřuje výhradně na obnovitelné zdroje energie nebo je na cestě k provozům s nulovými emisemi. [22]

Ve finančním sektoru se využívá k popisu těchto investičních přístupů mnoho různých pojmů a zkratka ESG se stala jedním z nejčastěji používaných. Pojmem ESG se nemyslí jen investiční přístupy, které tento pojem výslovně používají, ale také ty, které se označují jako „value-based investing“, „impact investing“, „sustainable investing“ a další. [26]

Mezi běžné přístupy k integraci ESG zaměřené na společnosti patří:

- **Změna klimatu:** Investice do společností, které bojují proti změně klimatu.
- **Přírodní zdroje:** Investice do společností, které chrání čistotu ovzduší a vody, podporují odpovědné lesní hospodaření atd.
- **Znečištění a odpad:** Investice do společností, které omezují nebo eliminují znečištění a odpad.
- **Lidský kapitál:** Investice do společností, které zaměstnávají a školí znevýhodněné skupiny obyvatelstva.
- **Správa a řízení společnosti:** Investice do společností s pevnou správou a řízením, jako je například transparentní účetnictví. [26]

1.4.2 ESG fondy

Prvním krokem při sestavování jakéhokoli ESG indexu je vyloučení všech cenných papírů společností zapojených do činností nebo odvětví, které poskytovatel indexu definoval jako kontroverzní; mezi ně obvykle patří například zbrojní průmysl, těžební

průmysl (např. těžba uhlí) a tabák. Obecně platí, že čím více cenných papírů je vyloučeno, tím větší je pravděpodobnost, že se výkonnost ESG indexu bude lišit od výkonnosti mateřského indexu. Existují dva základní přístupy tvorby ESG indexů – index založený na principu vyloučení a indexy na principu tzv. „tiltingu“. [27]

Indexy využívající přístup založený na vyloučení obvykle postupují ve dvou krocích:

1. Vyloučení všech cenných papírů z mateřského indexu na základě kritérií obchodní činnosti;
2. Přehodnocení váhy zbývajících cenných papírů (obvykle podle jejich tržní kapitalizace). [27]

Záměrem přístupu založeného na vyloučení je sestavit profil indexu podobný profilu mateřského indexu, avšak bez cenných papírů, které jsou považovány za nepřijatelné, jak je definuje poskytovatel indexu v metodice indexu. Tento přístup většinou vede k vytvoření indexu, který bude zahrnovat cenné papíry s nízkým ESG skóre nebo cenné papíry společností zapojených do obchodních aktivit, které by přísnější ESG přístupy mohly vyloučit. O ETF, které sledují index založený na vyloučení, lze říct, že uplatňují „mírnější“ ESG přístup. [27]

Indexy využívající přístup založený na „tiltingu“ se rovněž budou snažit poskytovat podobné charakteristiky jako mateřský index, avšak s metodikou zaměřenou na zlepšení celkového skóre ESG nebo jiných relevantních ukazatelů, jako je například snížení uhlíkové intenzity. Postup v rámci tohoto přístupu je následující:

1. Vyloučit z mateřského indexu všechny cenné papíry na základě kritérií týkajících se obchodní činnosti.
2. Uplatnění faktoru „tiltingu“ na zbývajících cenné papíry na základě skóre ESG (obvykle ve srovnání s konkurenty).
3. Zvýšení váhy těch, které mají nadprůměrné skóre.
4. Snížení váhy těch, které mají podprůměrné skóre. [27]

Přístup typu „tilting“ účinně odměňuje společnosti, které dosahují příznivých výsledků v oblasti ESG, a penalizuje ty, jež zaostávají. Indexy využívající přístup „best-in-class“ jsou obvykle navrženy tak, aby se zaměřovaly na společnosti vykazující nejvyšší ESG charakteristiky v rámci svých sektorů, přičemž zcela vylučují společnosti s nejnižšími ESG výsledky. [27]

Mezi výhody ESG ETF samozřejmě patří diverzifikace portfolia, protože stejně jako u všech ETF mohou i ESG ETF přispět k diverzifikaci investičního portfolia, jsou-li kombinovány s jinými třídami aktiv. Dále široká škála investic, neboť ESG ETF jsou k dispozici v mnoha kategoriích, většina z nich však spadá do třídy akciových aktiv, jako jsou domácí, mezinárodní a odvětvové akcie. Výhodou je také transparentnost složení portfolia, kdy vzhledem k tomu, že většina ETF zveřejňuje denní přehled svých pozic, mohou investoři každý den přesně vidět, jaké cenné papíry ETF drží. To investorům umožňuje sladit své investice s jejich ESG preferencemi. [26]

Nevýhodami ESG ETF pak může být nedostatečná možnost přizpůsobení, jelikož investoři často nemají možnost přizpůsobit složení portfolia ETF tak, aby z něj vyloučili cenné papíry, které by mohly být v rozporu s jejich hodnotami. Nicméně u ESG ETF jsou stále omezené možnosti v oblasti dluhopisů, ačkoli dluhopisy představují pro ESG rostoucí třídu aktiv, výběr dluhopisových ETF zůstává omezenější než výběr akciových fondů. Nebo také potencionální „greenwashing“, což je dáno tím, že čím, jak se veřejnost stále více zajímá o ESG, tak začali někteří správci portfolia hovořit o ESG aspektech fondů, které dříve nebyly těmito termíny popsány. V některých případech je míra zaměření fondu na ESG minimální a popisování takových fondů jako ESG se označuje jako „greenwashing“. Známkami toho, že ESG fond může být tzv. greenwashed jsou např. velmi slabé odkazy na ESG faktory v investičním cíli a popisu fondu nebo to, že fond, jež v posledních letech neobsahoval žádné odkazy na ESG, náhle přidává terminologii ESG do dokumentace fondu nebo prospektu. [26]

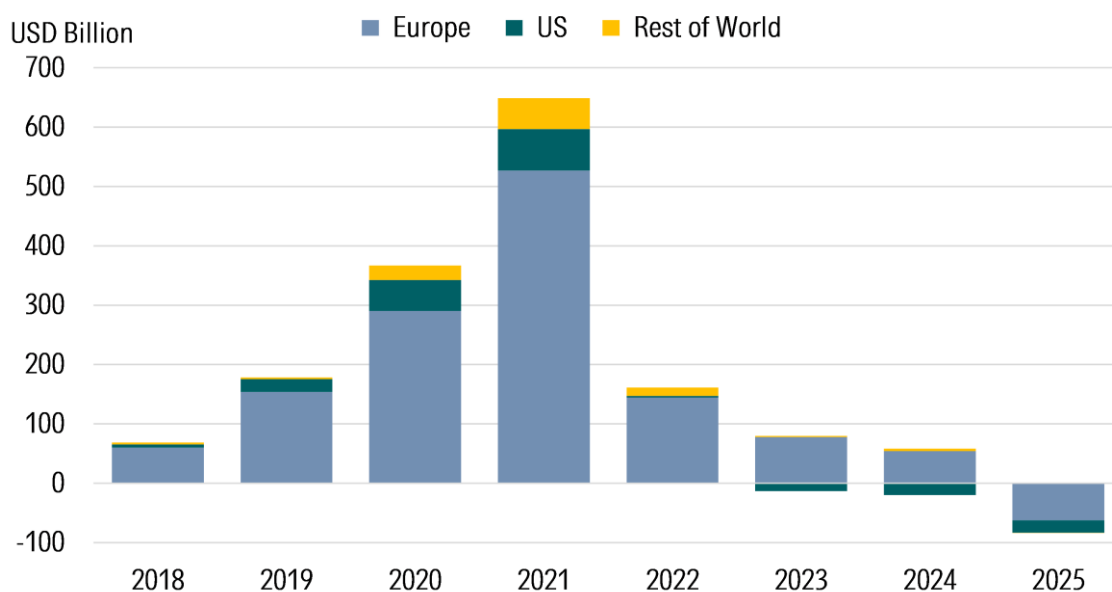
Nejčastěji se investuje do ESG akcií či ESG podílových fondů. U ESG akcií některé společnosti zveřejňují zprávy o dopadu, v nichž zdůrazňují své iniciativy v oblasti udržitelnosti nebo kultury a popisují, jak řeší otázky jako například emise uhlíku. To, jak si daná společnost vede z hlediska pracovního prostředí, lze například zjistit za využití nezávislých zdrojů. Klíčové je také neopomenout běžnější ukazatele, jako jsou tržby a čistý zisk. ESG podílové fondy se často zaměřují na konkrétní téma, jako je zelená energie, což usnadňuje přizpůsobení oblasti dopadu portfolia. Existují i nástroje pro screening podílových fondů. S jejich pomocí lze porovnávat různé fondy a zjistit tak, jak si vedou v ESG hodnocení. [23]

2 Analýza současného stavu

V této kapitole bude nejprve obecně pospán stručný přehled aktuální situace ESG ETF, poté budou uvedeny kritéria pro hodnocení jednotlivých variant v rozhodovacích modelech. Dojde také k představení současné situace na trhu pro zvolené ESG fondy, které budou v rámci této diplomové práce porovnávány za účelem zjištění nejvhodnější varianty pro investici.

2.1 Aktuální situace na trhu

Globální segment udržitelných fondů čelil v roce 2025 nejnáročnějšímu roku v historii, když ESG fondy zaznamenaly za celý rok čistý odliv prostředků ve výši 84 miliard dolarů, což představuje výrazný obrat oproti čistému přílivu ve výši 38 miliard dolarů zaznamenanému v roce 2024. Jednalo se tak o první rok, kdy převládl odliv prostředků, a to od začátku jejich sledování v roce 2018. [28]

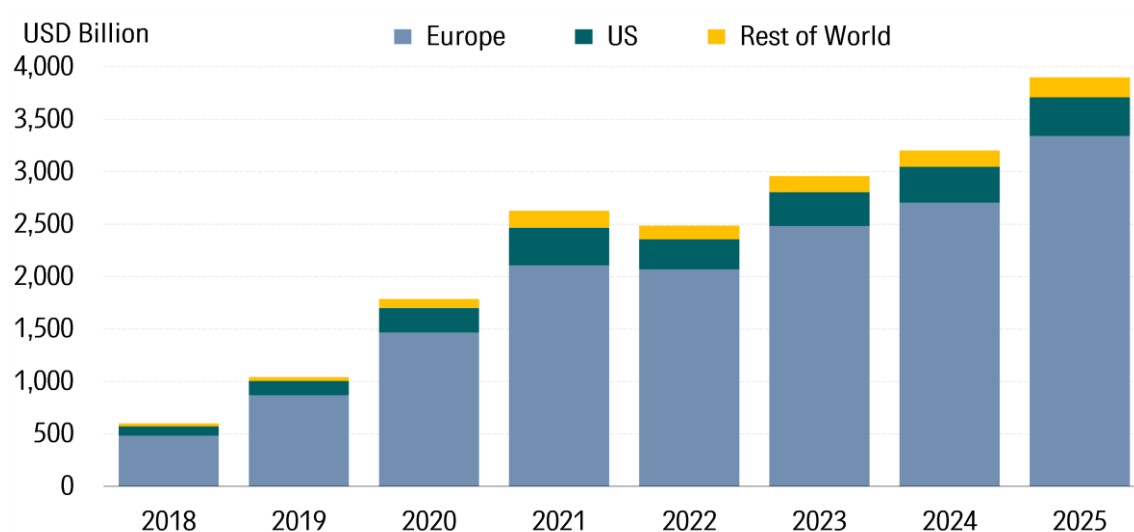


Graf 1: Roční Fund Flows globálního fondu pro udržitelnost

Zdroj: [28]

Navzdory pokračujícímu odlivu kapitálu se objem aktiv globálních udržitelných fondů ve čtvrtém čtvrtletí mírně zvýšil, a to o přibližně 4 % na více než 3,9 bilionu dolarů. Tento růst byl způsoben především zhodnocením akciových trhů. Od konce roku 2018 se tak celosvětová aktiva udržitelných fondů více než šestinásobně zvýšila, a to z přibližně 600

miliard dolarů viz. graf níže. K tomuto nárůstu přispěl rostoucí zájem investorů o otázky udržitelnosti (zejména o změnu klimatu), ale také příznivá regulace (zejména v Evropě), lepší dostupnost údajů v oblasti ESG a inovace produktů. [28]



Graf 2: Roční objem aktiv globálních fondů zaměřených na udržitelnost

Zdroj: [28]

Na Evropu připadá téměř 86 % celosvětových aktiv v udržitelných fondech, následují USA s 9 % a zbytek připadá na ostatní části světa. Udržitelné fondy představují přibližně 20 % celkového evropského trhu otevřených fondů a ETF, zatímco v USA je to pouhé 1 % a v ostatních regionech se jejich podíl liší. Evropské fondy zaměřené na udržitelnost čelily v roce 2025 značným překážkám v komplexním geopolitickém prostředí, kde otázky udržitelnosti ustoupily do pozadí za prioritami, jako je hospodářský růst, konkurenceschopnost a obrana. Politická reakce proti investicím podle kritérií ESG ve Spojených státech – a její dopady v Evropě – vedly správce aktiv k opatrnějšímu přístupu k iniciativám v oblasti ESG, přičemž někteří dokonce omezili své závazky. [28]

Tato práce je zaměřena na americký trh. Americký trh představuje největší kapitálový trh na světě, který má vysokou likviditu ETF, díky čemuž dosahuje nižších spreadů či menšího rizika problémů s replikací indexu. Je zde také široká nabídka ESG ETF od velkých správců, kde příliš nehrozí jejich zkrachování např. je zde značně silná expozice na technologický sektor. Obecně existuje velké množství dat o tomto trhu, tudíž je možné lépe kvantifikovat kritéria a mít kvalitní scoring. Americký trh je pak méně zatížen regulacemi než evropský, což činí roli asset managerů a investorů důležitější, ovšem

americký trh má celkově menší podíl ESG ETF než evropský trh, což je dáno evropskou politikou a rámci, které se týkají investic a udržitelnosti.

2.2 Kritéria výběru

Pro sestavení dobrého rozhodovacího a fuzzy modelu určeného ke vzájemnému porovnání několika ETF je klíčové, aby byly vhodně stanoveny kritéria, podle nichž se budou hodnotit, a to jak z pohledu vlastností, tak i chování při změnách tržních podmínek. Pro potřeby této práce byly zvoleny následující kritéria včetně rozmezí hodnot.

Assets Under Managememt (AUM)

Volně přeloženo jako **aktiva pod správou**, což je metrika udávající kolik aktiv má správce ve své správě. Tento ukazatel je důležitý zejména pro správný výběr stabilního a likvidního ETF. Velké fondy mají často ve své správě aktiva v řádech stovek miliard dolarů a je u nich tedy velmi malá pravděpodobnost, že by zkrachovaly, a proto jsou fondy s velkým AUM obecně považovány za stabilnější a bezpečnější. Takové ETF bývají zároveň i mnohem likvidnější, právě z důvodu velkého množství aktiv ve své správě. [29, s. 117]

Stanovené rozmezí hodnot správců dle AUM pro zvažované modely:

- Velký správce (>1 500 miliard USD)
- Střední správce (500 miliard USD až 1 500 miliard USD)
- Malý správce (<500 miliard USD)

Za většinou aktiv držených v ETF stojí jen několik málo společností, přičemž ESG ETF dominují především tyto společnosti – BlackRock (iShares), Vanguard a Amundi.

Total Expense Ratio (TER)

Neboli česky **celková nákladnost** fondu, je jednou z klíčových metrik u ETF. Udává totiž procentuální výši všech ročních nákladů spojených s daným investičním fondem. Skládá se tak z manažerských poplatků a transakčních poplatků fondu. Tento parametr je tedy zásadní především u investic, jež mají za úkol pasivně kopírovat index, protože je u nich důležité sledovat celkovou nákladovost, neboť právě to může hrát podstatnou roli při zhodnocení prostředků, především na dlouhodobějším horizontu, kde funguje složené

úročení. TER tedy poskytuje informace o tom, kolik nákladů připadá na řízení fondu, různé poplatky nebo náklady na audit.

$$TER = \left(\frac{\text{Celkové roční náklady}}{\text{Průměrná hodnota aktiv fondu za rok}} \right) * 100 \quad (2.1)$$

Obecně pak platí, že fondy s nižším TER jsou pro investory výhodnější, jelikož nižší náklady zvyšují potenciální výnos z investice.

Stanovené rozmezí hodnot TER pro zvažované modely:

- Vysoké (>0,4 %)
- Střední (0,2 % až 0,4 %)
- Nízké (<0,2 %)

Replikace indexu

Replikace již byla v této práci zmíněna, tudíž jednotlivé atributy v modelech budou:

- ETF s úplnou replikací – ty jsou v rámci modelu ideální volbou, neboť se snaží co nejvěrněji replikovat podkladový index.
- ETF s částečnou replikací – většinou kopírují pouze vybrané části indexu. Jsou tak již méně preferované v rámci modelu.
- ETF se syntetickou replikací – nejméně preferovaná volba ETF v rámci modelu.

Price to earnings ratio (P/E)

P/E je ukazatel poměru tržní ceny akcie k čistému zisku na akcii za poslední rok. Značí, v kolikanásobku ročního zisku stojí daná akcie. Jde o jeden z nejpoužívanějších ukazatelů. [20, s. 207]

Stanovené rozmezí hodnot P/E pro zvažované modely:

- Vysoký poměr (>20x)
- Střední poměr (10x až 20x)
- Nízký poměr (<10x)

Volatilita

Představuje jeden z nejzákladnějších ukazatelů, jelikož vyjadřuje volatilitu fondu neboli jeho rizikovost. V podstatě jde o statistickou veličinu, kdy ve statistice je označována jako směrodatná odchylka, jenž udává míru kolísání hodnot v souboru kolem jejich průměru.

Nicméně ve spojitosti s chováním trhů se používá pojem volatilita a vyjadřuje míru kolísání výnosů fondu. Uvádí se jako odhad směrodatné odchylky ročního výnosu fondu. Vychází z historických dat, přičemž je potřeba brát v potaz, že minulé výnosy nevypovídají o výnosech budoucích, což zároveň platí i pro riziko odvozené z takových výnosů. [20, s. 191-192]

Stanovené rozmezí volatility pro zvažované modely:

- Vysoká (>20 %)
- Střední (10 % až 20 %)
- Nízká (<10 %)

Beta

S faktorem beta se lze setkat u akciových fondů a je jedním z klíčových ukazatelů rizika, neboť znázorňuje cenovou volatilitu akcie nebo jiného aktiva ve srovnání s celkovým trhem. Jinými slovy udává citlivost ceny akcie na pohyby celého trhu. Vyjadřuje tak míru systematického rizika, které investor při nákupu akcie podstupuje. Čím vyšší je hodnota beta, tím vyšší je riziko. Beta faktor fondu jako takového potom představuje vážený průměr bety jednotlivých akcií v portfoliu daného fondu. Hodnoty bety se pohybují okolo čísla 1, kdy hodnota větší než 1 znamená, že dané akcie jsou citlivější na změny trhu a tudíž rizikovější. Pokud je hodnota bety rovna číslu 1, tak se akcie pohybují s trhem. Když je menší než 1, tak značí menší rizikovost oproti trhu. U fondů pak hodnota beta blízko číslu 1 značí, že se drží svého referenčního indexu a hodnoty vyšší než 1 říkají, že fond nakupuje více cyklických akcií. Samotná beta v sobě zahrnuje dva parametry – korelaci a volatilitu, kdy volatilita měří sílu reakce na trh a korelace směr reakce. Beta faktor se využívá i v různých výpočtech, například ve vzorci pro výpočet očekávaného výnosu investice:

$$E(R_i) = RF + \beta \times E(R_M - RF) \quad (2.2)$$

kde očekávaný výnos investice i odpovídá bezrizikové výnosové míře a očekávané tržní rizikové prémii násobené mírou systematického rizika. [20, s. 194-196]

Stanovené rozmezí hodnot beta pro zvažované modely:

- Vysoká (>1,05)
- Střední (0,95 až 1,05)

- Nízká ($<0,95$)

Tržní kapitalizace

Je parametr udávající z jak velkých firem se dané ETF skládá. Tržní kapitalizace je totiž jedním z měřítek velikosti společnosti. Jedná se o celkovou hodnotu akcií společnosti v oběhu, která zahrnuje veřejně obchodované akcie i akcie s omezenou převoditelností držené vedoucími pracovníky a zasvěcenými osobami společnosti. Některé akciové indexy nebo investiční fondy používají tento ukazatel k rozdělení společností do skupin podle velikosti. Tržní kapitalizace může také sloužit jako hrubý ukazatel stability společnosti. Společnosti s velkou tržní kapitalizací bývají méně náchylné k výkyvům na trhu než společnosti se střední tržní kapitalizací a společnosti se střední tržní kapitalizací jsou obecně méně citlivé na volatilitu než společnosti s malou tržní kapitalizací. Společnosti se v rámci tržní kapitalizace označují jako „large-cap“, „mid-cap“ nebo „small-cap“ – případně i „mega-cap“ či „micro-cap“. Hranice mezi jednotlivými skupinami se mohou lišit, ale obecně se rozlišují následovně:

- **mega-cap:** tržní hodnota 200 miliard dolarů a více;
- **large-cap:** tržní hodnota mezi 10 a 200 miliardami dolarů;
- **mid-cap:** tržní hodnota mezi 2 a 10 miliardami dolarů;
- **small-cap:** tržní hodnota mezi 250 miliony a 2 miliardami dolarů;
- **micro-cap:** tržní hodnota nižší než 250 milionů dolarů. [30]

V případě mega-cap a large-cap jde většinou o velké a poměrně stabilní společnosti, které již delší dobu fungují. Často to jsou hlavní hráči ve svých zavedených průmyslových odvětvích. Investice do těchto společností nemusí nutně přinést velké výnosy v krátkém časovém období, ale z dlouhodobého hlediska odměňují investory stabilním a dlouhodobým růstem ceny akcií a výplatou dividend. Tržní kapitalizace společností střední velikosti (mid-cap) se drží v intervalu mezi 2 a 10 miliardami dolarů. Obvykle se jedná o již zavedené podniky, které působí v odvětví, u kterého lze očekávat rychlý růst. Společnosti střední velikosti často reinvestují veškerý svůj zisk do dalšího růstu. Investice do mid-cap ze své podstaty přináší investorům o něco vyšší riziko než společnosti velké tržní kapitalizace, protože nejsou zatím na trhu tak zavedené. Jsou však atraktivní pro svůj růstový potenciál. Pro small-cap a micro-cap platí, že se nejčastěji jedná o akciové společnosti nepřesahující tržní kapitalizaci 2 miliardy dolarů. Jde buď o relativně mladé

podniky nebo zástupce specializovaných trhů a nových průmyslových odvětví. Menší hráči mají přirozeně k dispozici méně zdrojů a jsou citlivější na zpomalení ekonomiky. Výsledkem je, že ceny akcií small-cap a micro-cap bývají volatilnější. Zároveň jsou tyto akcie méně likvidní než cenné papíry vyspělejších a větších společností. Kromě toho se tyto firmy mohou stát také obětí tzv. „pump and dump“ schématu, kdy je s cenou akcií malých společností snazší manipulovat prostřednictvím nepravdivých zpráv. Jejich cena tak může snadno vylétnout vzhůru, autor těchto informací využije příležitosti pro prodej akcií, a ty následně opět spadnou dolů. Na druhé straně tyto společnosti také nabízejí zajímavé příležitosti k růstu. Tržní kapitalizace je tak užitečnou metrikou, která pomáhá určit, jak riziková může investice být. Využívá se tak i pro dosažení vhodné diverzifikace portfolia. [31]

Sektorová diverzifikace

Diverzifikace je jedním z hlavních důvodů popularity ETF v poslední době, neboť při investování je vhodné rozložit riziko do více druhů investičních nástrojů. Cílem je mít v investičním koši aktiv několik investičních instrumentů. V případě, že se některým z instrumentů nedaří a ostatní jsou naopak úspěšné, tak se výsledky jednoduše zprůměrují. Tato výhoda je současně i nevýhodou diverzifikace, kdy takto nelze dosáhnout příliš velkých výnosů, ovšem redukuje se tím zároveň i riziko na významné ztráty plynoucích z jednotlivých akcií. [29, s. 112-113]

Diverzifikaci lze brát i z pohledu sektorů, kdy např. metodika GICS (Global Industry Classification Standard) dělí firmy do jedenácti základních sektorů dle oblasti činnosti, díky čemuž lze nakupovat ETF, jenž sledují buď jedno konkrétní odvětví či trh jako takový. ETF sledující celý trh jsou logicky brány jako více diverzifikované. [32]

V rámci řešených modelů bude preferovanou volbou investice do sektorově diverzifikovaných ETF, kdy nejširší indexy zabírají všech 11 sektorů. Na druhé straně budou ETF, které jsou zaměřené na úzký sektor či jsou složené z akciových košů obsahujících malý počet jednotlivých titulů. Na základě tohoto je tedy stanoveno rozmezí hodnot pro sektorovou diverzifikaci v rámci zvažovaných modelů následovně:

- Jednooborová ETF
- Víceoborová ETF (2-4 sektory)
- Multioborová ETF (5 a více sektorů)

Sharpe ratio

Tento ukazatel, rovněž znám jako Sharpův poměr či Sharpův index, udává poměr výnosu fondu k jeho rizikovosti neboli výnos fondu nad rámec bezrizikové výnosové míry. Obecně tedy říká, jak dobře daná investice odměňuje investory za převzaté riziko. Pro jeho výpočet existuje vzorec:

$$S = \frac{(R_a - RF)}{\sigma_a} \quad (2.3)$$

kde R_a značí výnos aktiva A, RF je bezriziková výnosová míra a σ_a je ukazatel volatility aktiva A. Sharpe ratio dosahující hodnoty vyšší než 1 je velmi dobré, jelikož značí, že fond každý dodatečný procentní bod rizika vydělal další procentní bod výnosu. Nicméně k tomu nedochází příliš často. Jelikož dochází ke kolísání výnosů fondů, tak se mění i jejich Sharpe ratio, které samo o sobě není dobrým indikátorem. Ovšem tento ukazatel je vhodný pro porovnání podobně zaměřených fondů za stejné období, jenž je ideálně 1 rok a delší, čímž umí dát představu o tom, jak dobře jednotlivé fondy odměňují podstoupené riziko. V případě, že by se rozhodovalo mezi fondy, jež mají stejný výnos, tak je lepší investovat do toho, který dosáhl výnosu s nižším rizikem. [20, s. 196-197]

Stanovené rozmezí hodnot Sharpe ratio pro zvažované modely:

- Nízké (<0,5)
- Střední (0,5 až 0,75)
- Vysoké (0,75 až 1)
- Velmi vysoké (>1)

Geografické rozdělení

Dalším kritériem bude informace o tom, na jakém typu trhu se obchodují investiční prostředky daného ETF. Pro rozdělení trhů lze využít například klasifikaci od společnosti FTSE Russell, jenž rozlišuje země dle jejich vyspělosti. Do hodnocení se zahrnuje významnost trhu, velikost trhu, kvalita regulací trhu, stabilita trhu apod. Na základě toho jsou stanoveny čtyři typy trhů:

- Rozvinuté trhy
- Pokročilé rozvíjející se trhy
- Sekundární rozvíjející se trhy

- Hraniční trhy [33]

Existují však i trhy, které jsou tak málo rozvinuté, že nezapadají ani do nejnižší hraniční kategorie [33]. Z pohledu modelu jsou hraniční trhy nejméně žádané. Nicméně v rámci modelu bude uvažována ještě jedna úroveň „Globální trhy“, kam budou spadat ETF, které diverzifikují jejich aktiva skrze různé státy i trhy a mají tak globální expozici.

Riziko

Pro určení rizikovosti jednotlivých fondů bude využit kvantitativní ukazatel Morningstar Risk Rating od analytické společnosti Morningstar, Inc. Hodnocení vychází z odchylek měsíčních výnosů fondů a zaměřuje se především na dolní odchylky v porovnání s podobnými fondy. Hodnotí tedy minulou volatilitu poklesů daného fondu ve srovnání s referenční skupinou. Je stanoveno 5 úrovní rizik, přičemž princip hodnocení je takový, že nejlepších 10 % fondů s nejnižším naměřeným rizikem je zařazeno do kategorie „low“ (nízké riziko), dalších 22,5 % je hodnoceno jako „below average“ (podprůměrné riziko), prostředních 35 % je „average“ (průměrné riziko), následných 22,5 % „above average“ (nadprůměrné riziko) a zbývajících horních 10 % je hodnoceno jako „high“ (vysoké riziko). Jednotlivým úrovním jsou rovněž odpovídajícím způsobem přiřazeny 1 až 5 hvězdiček, jenž slouží jako indikátor pro větší přehlednost. Informace o riziku je možné zobrazit za období 3, 5 a 10 let, tudíž aby mohl být nějaký fond ohodnocen tímto ukazatelem, tak musí existovat nejméně 3 roky. [34] V rámci práce bude uvažované období pro ukazatel rizika 3 roky.

ESG Risk Rating

Jako jedno z kritérií udržitelnosti poslouží Morningstar ESG Risk Rating. Jde o měřítko toho, jak dobře společnosti v portfoliu zvládají svá ESG rizika ve srovnání s referenční skupinou v rámci globální kategorie daného portfolia. ESG Risk Rating zohledňuje, jak by podstatné otázky v oblasti ESG mohly ovlivnit ekonomickou hodnotu společnosti. Hodnocení vychází z kombinace dvou ukazatelů (ESG Risk Ratings for corporate issuers a Country Risk Ratings for sovereign issuers) od společnosti Sustainalytics, jenž spadá právě pod firmu Morningstar. Do výpočtu celkového ESG Risk Rating je zahrnuto Corporate Sustainability Score a Sovereign Sustainability Score. Úroveň výsledného ESG rizika je udávána na stupnici od jedné do pěti „glóbů“, jenž představují jednotlivé úrovně rizika. Výsledné hodnotě ESG rizika pak odpovídá počet glóbů, které fond získá.

Vyšší rating ESG rizika (více glóbů) znamená nižší ESG riziko ve srovnání s referenční skupinou fondu. [35]

Hodnocení ESG rizika využit v rámci modelu bude odpovídat níže uvedené tabulce.

Tabulka 5: Kategorie ESG rizika dle ukazatele Morningstar ESG Risk Rating

Zdroj: Vlastní zpracování dle [35]

Počet glóbů	Kategorie ESG rizika
5	Zanedbatelné riziko
4	Nízké riziko
3	Střední riziko
2	Vysoké riziko
1	Vážné riziko

Carbon Risk Score

Další kritériem pro výběr ESG ETF z pohledu udržitelnosti bude skóre znázorňující snižování produkce uhlíku a podíl fosilních paliv v portfoliu fondu. K tomu bude využit ukazatel Carbon Risk Score rovněž od firmy Morningstar. Ten totiž představuje výpočty portfolia vážené podle hodnoty aktiv, které vycházejí z výzkumu společnosti Sustainalytics v oblasti uhlíkových rizik. Fond následně může získat označení „Low Carbon Designation™“ signalizující, že společnosti zastoupené v portfoliu obecně podporují přechod k nízkouhlíkové ekonomice. Aby fond získal označení „Low Carbon“, musí mít historické skóre uhlíkového rizika nižší než 10 ze škály 0-100 bodů a historický podíl fosilních paliv v zahrnutém portfoliu nižší než 7 %. [35]

Z toho se tedy odvíjí hodnocení uhlíkového skóre v rámci modelů:

- Fond má označení Low Carbon
- Fond nemá označení Low Carbon

2.3 Vybrané ESG ETF

Nyní zde budou představeny jednotlivé ESG fondy pro uvažovanou investici.

iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU)

Jde o burzovně obchodovaný fond od společnosti iShares, jenž spadá pod firmu BlackRock, Inc. Je zaměřený na americké akcie s vyšším hodnocením v oblasti ESG. Sleduje index MSCI USA Extended ESG Focus a snaží se kopírovat jeho investiční výsledky. Obchoduje se tedy v USD a zaměření má na Large a Mid Cap americké akcie. Tento fond používá pasivní indexovou strategii. Nakupuje převážně velké a střední americké společnosti, které splňují kritéria ESG nastavená indexovým poskytovatelem MSCI. Fond je široce diverzifikovaný, jelikož obsahuje stovky titulů napříč sektory, jako jsou technologie, zdravotnictví, finance či spotřební zboží. Jde o americké akciové ETF, takže nese běžné akciové riziko – výkyvy hodnoty v závislosti na vývoji amerického akciového trhu, hospodářského cyklu, úrokových sazbách a sentimentu investorů. V USA jde o největší ESG ETF s objemem 15,8 miliardy dolarů. Fond obecně investuje nejméně 90 % svých aktiv do cenných papírů tvořících podkladový index a může investovat až 10 % svých aktiv do určitých futures, opcí a swapových kontraktů, hotovosti a peněžních ekvivalentů. Podkladový index je optimalizovaný akciový index navržený tak, aby odrazil výkonost akcií amerických společností, které vykazují příznivé charakteristiky v oblasti ESG a zároveň vykazují charakteristiky rizika i výnosu podobné charakteristikám mateřského indexu MSCI USA. [36; 37]



Graf 3: Vývoj ceny iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU) za poslední rok

Zdroj: [38]

Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV)

Je burzovně obchodovaný fond od společnosti Vanguard, který sleduje široký americký akciový trh s filtrem podle ESG kritérií. Fond replikuje upravený index FTSE U.S. All

Cap Choice. Jedná se o nediverzifikovaný fond. Správce se snaží napodobit referenční index tím, že investuje veškerý nebo téměř veškerý svůj majetek do akcií, které tvoří tento index, přičemž každou akcii drží přibližně ve stejném poměru, v jakém je zastoupena v mateřském indexu. Fond tak zahrnuje velké, střední i menší společnosti se sídlem ve Spojených státech amerických, ale vylučuje emitenty, kteří porušují definované ESG zásady. Tedy ty jejichž podnikatelská činnost či obchodní segmenty souvisí s oblastmi jako např. konvenční či kontroverzní zbraně, uhlí, ropa, tabák, alkohol, konopí, hazardní hry nebo určité eticky sporné podnikání a rovněž jsou vyloučeny akcie společností, které nesplňují určité standardy v oblasti práce, lidských práv, životního prostředí a boje proti korupci, jakož i společností, které nesplňují stanovená kritéria diverzity. Obchoduje se v USD a je zaměřen na Large, Mid i Small Cap akcie napříč širokým americkým trhem. Používá pasivní indexovou strategii, takže neusiluje o překonání trhu, ale o co nejpřesnější kopírování výkonnosti referenčního ESG indexu. Jedno z hlavních lákadel ESGV představuje velmi nízká celková nákladovost (TER) ve srovnání s jinými ESG ETF na americké akcie, což umožňuje investorům minimalizovat poplatky a mít pasivní tzv. „buy-and-hold“ přístup. Také se jedná o akciový fond, takže nese plné tržní riziko spojené s americkými akciemi jako je kolísání hodnoty, sektorová a faktorová rizika či měnové riziko pro investory mimo USD. Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV) má objem spravovaných aktiv 11,9 miliardy dolarů, což z něj dělá druhé největší ESG ETF v USA. [39; 40]



Graf 4: Vývoj ceny Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV) za poslední rok

Zdroj: [41]

iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF (ESGD)

Jde o ETF sledující index firem s velkou či střední kapitalizací z rozvinutých trhů mimo USA a Kanadu s důrazem na vyšší ESG hodnocení. Portfoliem jsou primárně akcie z Evropy, Austrálie a Asie (EAFE = Europe, Australasia, Far East). Mezi významné země typicky patří např. Japonsko, Velká Británie, Francie, Německo či Švýcarsko. Fond se snaží kopírovat výkonnost indexu MSCI EAFE Extended ESG Focus, jenž vychází z klasického MSCI EAFE. Tento ESG fond dává silnou váhu finančnímu sektoru, průmyslu, zdravotnictví i spotřebnímu zboží, ovšem s ESG tiltováním, díky čemuž obsahuje vyšší podíl firem s lepšími ESG parametry, ale zároveň systematicky zvyšuje váhu společností s lepšími ESG skóre a omezuje nebo vylučuje firmy působící v oblastech jako je tabákový průmysl, zbraňový průmysl, uhelný průmysl apod. Fond zpravidla investuje alespoň 90 % aktiv do titulů v indexu nebo do ekonomicky ekvivalentních investic (např. depozitní certifikáty), aby se minimalizovala odchylka (tracking error). Stále však nese běžná akciová rizika. [42; 43]



Graf 5: Vývoj ceny iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF (ESGD) za poslední rok

Zdroj: [44]

Vanguard ESG International Stock ETF (VSGX)

Burzovně obchodovaný fond zaměřený na akcie firem mimo USA, jenž splňují ESG kritéria. Index je vážený tržní kapitalizací, která se skládá z akcií společností s velkou, střední a malou tržní kapitalizací z rozvinutých a rozvíjejících se trhů, s výjimkou USA, a které jsou prověřovány z hlediska určitých kritérií v oblasti ESG. Fond tedy investuje

do širokého koše zahraničních akcií, které splňují předem definované ESG screeningy. Výsledkem je diverzifikované portfolio tisíců akcií napříč sektory a regiony. Screening typicky vylučuje společnosti zapojené do těžby a výroby fosilních paliv, výroby kontroverzních zbraní, tabáku, dospělého zábavního průmyslu, hazardu a dalších oblastí vnímaných jako neudržitelné či společensky škodlivé. Zároveň se sledují governance faktory, jako je korupce nebo závažné porušování lidských práv. Má nízký TER v porovnání s aktivně řízenými fondy, neboť jde o pasivní indexové řešení. Je vhodný pro dlouhodobé investory, kteří chtějí mezinárodní akciovou expozici, chtějí vyloučit USA a zároveň preferují udržitelnější ESG přístup. Nese akciové riziko (kolísání ceny), měnové riziko (cizí měny vůči USD) a regionální rizika rozvíjejících se trhů. ESG screening může rovněž vést k mírné odchylce výkonnosti oproti standardním mezinárodním indexům. [45; 46]



Graf 6: Vývoj ceny Vanguard ESG International Stock ETF (VSGX) za poslední rok

Zdroj: [47]

iShares Global Clean Energy ETF (ICLN)

Je tematický akciový ETF od iShares (BlackRock), jenž sleduje globální index firem z oblasti čisté energie. Jde o sektorový ESG fond zaměřený na výrobce energie ze solárních, větrných a dalších obnovitelných zdrojů a související technologie. Fond se snaží kopírovat výkonnost indexu S&P Global Clean Energy Transition, který obsahuje velké a likvidní společnosti zapojené do výroby čisté energie či souvisejícího dodavatelského řetězce (výrobci solárních panelů, větrných turbín, palivových článků, invertorů apod.). Má sice úzké sektorové zaměření, ale je globálně diverzifikovaný (USA,

Čína, Evropa, Brazílie, Indie...). Podkladový index také používá tzv. business involvement screens – vylučuje tak společnosti s významnou expozicí v neudržitelných či společensky škodlivých odvětvích. Fond obecně investuje nejméně 80 % svých aktiv do cenných papírů tvořících index a do investic, které mají ekonomické charakteristiky v podstatě totožné s cennými papíry tvořícími index. Následně může investovat až 20 % svých aktiv do určitých futures, opcí a swapových kontraktů, hotovosti a peněžních ekvivalentů, jakož i do cenných papírů, které nejsou zahrnuty v indexu. Jedná se o nediverzifikovaný fond. [48; 49]



Graf 7: Vývoj ceny iShares Global Clean Energy ETF (ICLN) za poslední rok

Zdroj: [50]

3 Vlastní návrh řešení

V této kapitole se již bude řešit vytvoření zmiňovaných modelů dle postupů uvedených v první kapitole. Tyto modely poslouží pro určení vhodné investice dle stanovených kritérií. Jednotlivé výsledky budou interpretovány a vzájemně porovnány. Rovněž dojde k zhodnocení přínosů navrhovaných modelů.

3.1 Rozhodovací model v programu Microsoft Excel

Jako první bude vytvořen rozhodovací model v programu MS Excel. Jedná se o velmi rozšířený software, který nabízí dostatečný výběr nástrojů pro provádění datové analýzy či potřebných výpočtů v rozumném rozsahu, jež jsou potřeba v rámci fuzzy logiky.

3.1.1 Výchozí matice

Rozhodovací model v Excelu je řešen především maticemi. Jednotlivé matice budou pro své rozměry rozděleny do více obrázků. Nejprve byla tedy vytvořena výchozí matice, jenž obsahuje jednotlivá kritéria a jejich atributy, které byly uvedeny v kapitole 2.2.

Tabulka 6: Výchozí matice – část 1

Zdroj: Vlastní zpracování

Výchozí matice				
N	AUM (mld. USD)	TER (%)	Replikace indexu	P/E ratio
1	Více než 10	Méně než 0,2	Úplná fyzická replikace	Méně než 10x
2	5 až 10	0,2 až 0,4	Částečná fyzická replikace	10x až 20x
3	Méně než 5	Více než 0,4	Syntetická replikace	Více než 20x
4				
5				

Tabulka 7: Výchozí matice – část 2

Zdroj: Vlastní zpracování

Výchozí matice				
Riziko	Sharpe ratio	Volatilita (%)	Beta	Tržní kapitalizace
Nízké	Více než 1	Méně než 10	Více než 1,05	Mega-Cap
Podprůměrné	0,75 až 1	10 až 20	0,95 až 1,05	Large-Cap
Průměrné	0,5 až 0,75	Více než 20	Méně než 0,95	Mid-Cap
Nadprůměrné	Méně než 0,5			Small-Cap
Vysoké				Micro-Cap

Tabulka 8: Výchozí matice – část 3

Zdroj: Vlastní zpracování

Výchozí matice			
Sektorová diverzifikace	Geografické rozdělení	ESG Risk Rating	Low Carbon
Multioborová (>5 sektorů)	Globální trhy	Zanedbatelné	Ano
Víceoborová (2-4 sektory)	Rozvinuté trhy	Nízké	Ne
Jednooborová	Pokročilé rozvíjející se trhy	Střední	
	Sekundární rozvíjející se trhy	Vysoké	
	Hraniční trhy	Vážné	

3.1.2 Transformační matice

Tato výchozí matice byla poté převedena do transformační matice, jenž se skládá ze dvou částí – slovního popisu a číselných hodnot. Prvně tedy transformační matice se slovním popisem, kde došlo k nahrazení číselných hodnot za jazykové. Ty, které již v lingvistické podobě byly ve výchozí matici, tak zůstaly stejné.

Tabulka 9: Transformační matice – Slovní popis – část 1

Zdroj: Vlastní zpracování

Transformační matice – Slovní popis				
N	AUM	TER	Replikace indexu	P/E ratio
1	Velké	Nízké	Úplná fyzická replikace	Nízký poměr
2	Střední	Střední	Částečná fyzická replikace	Střední poměr
3	Malé	Vysoké	Syntetická replikace	Vysoký poměr
4				
5				

Tabulka 10: Transformační matice – Slovní popis – část 2

Zdroj: Vlastní zpracování

Transformační matice – Slovní popis				
Riziko	Sharpe ratio	Volatilita	Beta	Tržní kapitalizace
Nízké	Velmi vysoké	Nízká	Vysoká	Velmi velká
Podprůměrné	Vysoké	Střední	Střední	Velká
Průměrné	Střední	Vysoká	Nízká	Střední
Nadprůměrné	Nízké			Malá
Vysoké				Velmi malá

Tabulka 11: Transformační matice – Slovní popis – část 3

Zdroj: Vlastní zpracování

Transformační matice – Slovní popis			
Sektorová diverzifikace	Geografické rozdělení	ESG Risk Rating	Low Carbon
Velká	Globální trhy	Zanedbatelné	Ano
Střední	Rozvinuté trhy	Nízké	Ne
Malá	Pokročilé rozvíjející se trhy	Střední	
	Sekundární rozvíjející se trhy	Vysoké	
	Hraniční trhy	Vážné	

Poté byla vytvořena transformační matice, kde došlo k převodu kvalitativních hodnot na kvantitativní. Jednotlivé stavy kritérií byly ohodnoceny body dle subjektivního odhadu. Bodová škála je stanovena od 0 do 100 bodů, kdy body udávají důležitost daného atributu u daných kritérií, přičemž čím vyšší je bodové hodnocení, tak tím jde o žádanější stav v rámci daného kritéria. Zároveň jsou na spodu uvedeny dva řádky, jenž udávají maximální a minimální hodnotu pro dané kritérium.

Tabulka 12: Transformační matice – Číselné hodnoty – část 1

Zdroj: Vlastní zpracování

Transformační matice – Číselné hodnoty				
N	AUM	TER	Replikace indexu	P/E ratio
1	90	100	80	60
2	60	50	50	40
3	30	20	20	20
4				
5				
MAX	90	100	80	60
MIN	30	20	20	20

Tabulka 13: Transformační matice – Číselné hodnoty – část 2

Zdroj: Vlastní zpracování

Transformační matice – Číselné hodnoty				
Riziko	Sharpe ratio	Volatilita	Beta	Tržní kapitalizace
75	70	60	60	50
60	50	30	40	40
45	30	15	20	30
30	10			20
15				10
75	70	60	60	50
15	10	15	20	10

Tabulka 14: Transformační matice – Číselné hodnoty – část 3

Zdroj: Vlastní zpracování

Transformační matice – Číselné hodnoty				
Sektorová diverzifikace	Geografické rozdělení	ESG Risk Rating	Low Carbon	
90	90	100	100	
50	70	80	0	
10	50	50		
	30	20		
	10	0		
90	90	100	100	1025
10	10	0	0	180

Na konci je rovněž uvedena suma maximálních a minimálních hodnot, které udávají nejvyšší a nejnižší ziskatelný počet bodů. Tyto sumy budou potřeba pro další výpočty.

3.1.3 Retransformační matice

Dále byla vytvořena retransformační matice, která poslouží k převedení numerických výsledků do verbální podoby. Jde tak o poslední krok fuzzy procesu, kdy dochází k defuzzifikaci.

Tabulka 15: Retransformační matice

Zdroj: Vlastní zpracování

Retransformační matice	
Procentuální hodnocení	Verbální doporučení
100-80%	Vyhovující investice
79-60%	Zvážit investici
59-0%	Investice nedoporučena

Samotná retransformační matice má tři možné výsledky, dle stanoveného intervalu výsledného procentuálního hodnocení. Hodnocení fondu tak může vyjít následovně:

- **Vyhovující investice** – značí fond, který dosáhl vysokého bodového skóre v rámci rozhodovacího modelu. Může tak být doporučen pro uskutečnění plánované investice.
- **Zvážit investici** – fond nedosáhl dostatečně vysokého skóre pro umístění v kategorii „Vyhovující investice“, což může značit určitá slabší místa fondu vůči stanoveným preferencím a kritériím. Nicméně stále se může jednat o solidní fond, ale je potřeba brát dané drobné nedostatky v potaz při rozhodování o investici.
- **Investice nedoporučena** – fond, který dosáhl neuspokojivého skóre v rámci modelu. Má silné nedostatky vůči stanoveným kritériím. Ovšem nemusí vyhovovat z různých důvodů. Fond tak může být např. příliš rizikový, málo výkonný, mít vysokou nákladnost nebo má neuspokojivé výsledky v oblasti ESG. Jinými slovy nenaplnuje preference uvažovaného drobného investora se zaměřením na ESG či není vhodný pro začínajícího investora z pohledu nákladnosti nebo rizikovosti.

3.1.4 Stavová matice

Pro každý fond nyní bude vytvořena jedna stavová matice, která bude reflektovat odpovídající stav daného fondu vůči hodnotícím kritériím. Stavová matice obsahuje pouze hodnoty 0 a 1, kdy hodnota 1 bude pouze u stavu kritéria, jenž nejlépe odpovídá úrovni daného fondu a zbývající stavy konkrétního kritéria budou mít hodnotu 0. Pro zajištění toho, aby v každém sloupci byla pouze jedna hodnota „1“, tak je přidán kontrolní řádek, jenž obsahuje funkci suma. V tomto řádku tak musí vždy vyjít pouze hodnota 1. Takto lze zkontrolovat, že je hodnota 1 opravdu zadána pouze jedenkrát v rámci sloupce

konkrétního kritéria. Na konci tohoto kontrolního řádku je pak ještě kontrolní součin, který ověří, že je vyplněna právě jedna hodnota „1“ ve všech sloupcích hodnocených kritérií stavové matice.

Jelikož je tedy stavových matic celkem 5 a jsou příliš rozměrné pro vložení do této práce v jedné tabulce, tudíž je nutné je opět rozdělit na části, tak uvedu pro ilustraci pouze první stavovou matici. Na stejném principu budou vytvořeny stavové matice pro ostatní fondy.

Tabulka 16: Stavová matice fondu iShares ESG Aware MSCI USA ETF – část 1

Zdroj: Vlastní zpracování

Stavová matice č. 1 - iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU)				
N	AUM	TER	Replikace indexu	P/E ratio
1	1	1	1	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	1
4				
5				
Kontrola	1	1	1	1

Tabulka 17: Stavová matice fondu iShares ESG Aware MSCI USA ETF – část 2

Zdroj: Vlastní zpracování

Stavová matice č. 1 - iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU)				
Riziko	Sharpe ratio	Volatilita	Beta	Tržní kapitalizace
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
0	0			0
0				0
1	1	1	1	1

Tabulka 18: Stavová matice fondu iShares ESG Aware MSCI USA ETF – část 3

Zdroj: Vlastní zpracování

Stavová matice č. 1 - iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU)				
Sektorová diverzifikace	Geografické rozdělení	ESG Risk Rating	Low Carbon	
1	0	0	1	
0	1	1	0	
0	0	0		
	0	0		
	0	0		Součin
1	1	1	1	1

Ke každému fondu pak náleží tabulka výsledného hodnocení fondu. Je zde uveden jednak počet celkových získaných bodů fondu v rámci rozhodovacího modelu, dále přepoččet tohoto bodového skóre na procenta, a ještě je zde uvedeno verbální doporučení, jenž právě vychází ze sestavené retransformační matice.

3.1.5 Výsledné hodnocení rozhodovacího modelu

Poté co jsou tedy do stavové matice doplněné všechny hodnoty, tak se v tabulce výsledného hodnocení zobrazí hodnocení fondu. To je získáno skalárním součinem mezi danou stavovou maticí a transformační maticí s číselnými hodnotami. Následně je celkový počet bodů převeden na procentuální hodnocení pomocí vzorce:

$$=KDYŽ(O68=1;(D70-\$O\$29)/(\$O\$28-\$O\$29)*100;"Chyba!") \quad (3.1)$$

V rámci vzorce jsou právě využity i hodnoty maximálního a minimálního možného počtu bodů, které byly spočítány dříve u transformační matice s číselnými hodnotami. Pro případ, že by nebyl v pořádku kontrolní součin stavové matice nebo nebyly správně zadány hodnoty či jiný problém ve výpočtu, tak se místo výsledného hodnocení zobrazí chybová hláška „Chyba!“.

Výsledné procentuální hodnocení je pak ještě převedeno na závěrečné verbální hodnocení, jenž vychází z procentuálního rozmezí uvedeného v retransformační matici. Výslednou tabulku pro celkové hodnocení prvního fondu je možné vidět níže.

Tabulka 19: Výsledné hodnocení prvního fondu v MS Excel

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové hodnocení	835
Celkové hodnocení v %	77,5147929
Verbální doporučení	Zvážit investici

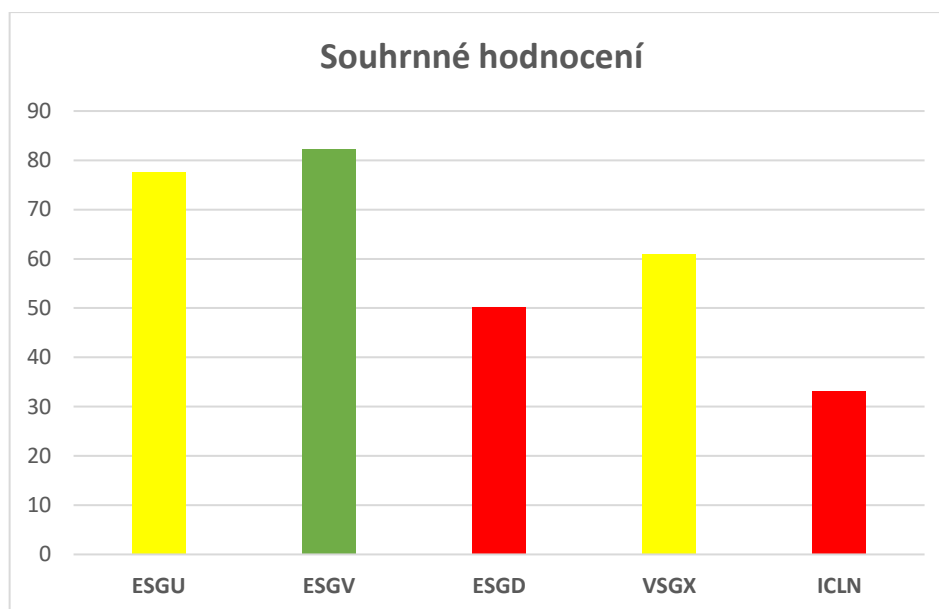
Stejný postup byl zopakován i pro ostatní fondy. Následně byla vytvořena tabulka souhrnného hodnocení, která obsahuje výsledky pro všechny uvažované fondy.

Tabulka 20: Souhrnné hodnocení fondů v MS Excel

Zdroj: Vlastní zpracování

Souhrnné hodnocení			
N	Ticker fondu	Hodnota	Doporučení
1	ESGU	77,5147929	Zvážit investici
2	ESGV	82,24852071	Vyhovující investice
3	ESGD	50,29585799	Investice nedoporučena
4	VSGX	60,94674556	Zvážit investici
5	ICLN	33,13609467	Investice nedoporučena

Rovněž byl sestaven i graf pro přehlednější zobrazení daných výsledků.



Graf 8: Souhrnné hodnocení fondů v MS Excel

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledných hodnot rozhodovacího modelu v Excelu je zřejmé, že jako nejvhodnější se jeví fond Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV), jež je v těsném závěru následovaný fondem iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU). Fond Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV) dosáhl vyhovujícího hodnocení, tudíž je doporučen pro investici. Druhý nejlepší fond iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU) se jen těsně nedostal do kategorie „Vyhovující investice“, tudíž se také jedná o silného kandidáta pro uskutečnění investice. Fond Vanguard ESG International Stock ETF (VSGX) má své plusy i mínusy a je tedy na zvážení. Výsledky tohoto modelu neznamenaají, že zbývající dva fondy jsou špatné, nicméně pro zamýšlené účely s danými preferencemi (zaměření na ESG a přívětivost pro začínajícího investora tzn. nízké náklady a dlouhodobá jistota existence fondu), tak již nejsou příliš vhodné. Například fondu iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF (ESGD) v rámci modelu značně uškodilo, že nemá ocenění Low Carbon, což způsobilo, že má nevyhovující hodnocení. Ovšem jeho ostatní vlastnosti na tom nejsou zase tak špatné a snadno by se mohl dostat do kategorie "Zvážit investici", ale právě kvůli tomu, jak jsou nastaveny kritéria a body v rámci modelu, tak dopadl nevalně. Zbývající fond iShares Global Clean Energy ETF (ICLN) doplatil především na úzkou sektorovou diverzifikaci a tím spojenou velkou rizikovost fondu a taktéž nemá označení Low Carbon. Nicméně určitě by se dalo řešit ještě více kritérií pro tento rozhodovací problém, ale takový model by již nabýval značných rozměrů. Pro příkladné využití fuzzy logiky tento model postačí.

3.2 Fuzzy model v programu MathWorks MATLAB

V následující části bude provedeno řešení pomocí fuzzy logiky v programu MATLAB od společnosti MathWorks, Inc. Využit bude jeho doplněk Fuzzy Logic Toolbox, který byl již představen v kapitole 1.6. Fuzzy model bude využívat stejná kritéria, včetně jejich stavů, jako rozhodovací model v programu MS Excel.

3.2.1 Tvorba fuzzy modelu

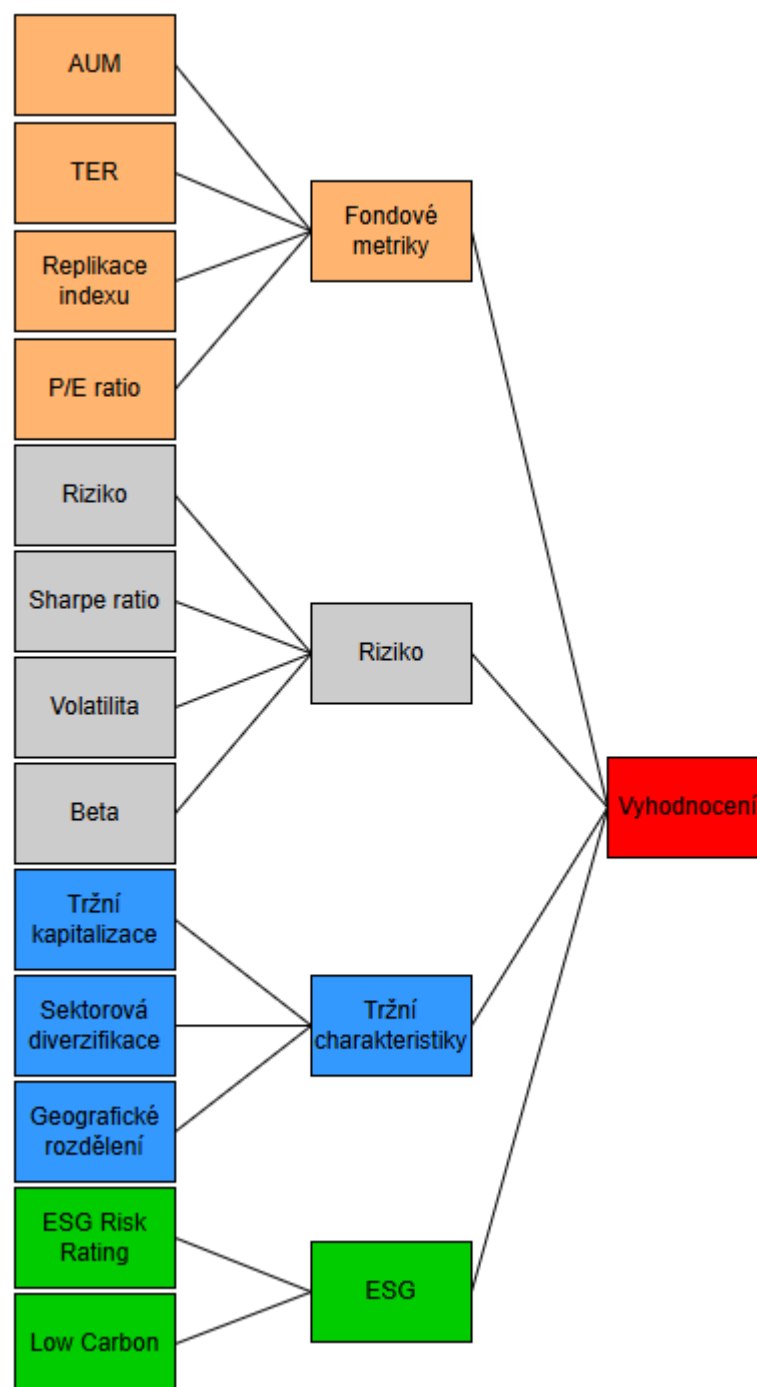
Rozdělení do subsystémů

Jelikož je uvažováno větší množství kritérií, jenž mají navíc vícero stavů, tak by bylo nutné vytvořit velké množství pravidel. Proto je lepší kritéria rozdělit do několika tematických bloků neboli subsystémů, čímž se znatelně sníží potřebné množství pravidel

pro fuzzy systém. Tyto subsystemy budou následně vzájemně propojeny, aby bylo možné získat celkové hodnocení. Rozdělení do subsystemů bylo provedeno subjektivně.

První subsystem ponese označení **Fondové metriky** a budou do něj spadat kritéria AUM, TER, Replikace indexu a P/E ratio. Tedy informace týkající se fondu jako takového. Další subsystem se bude jmenovat **Riziko**. Ten tak obsahuje kritéria týkající se rizikovosti fondu a obsahuje kritéria Riziko, Sharpe ratio, Volatilita a Beta. Třetí subsystem **Tržní charakteristiky** se zabývá velikostí trhu z pohledu tržní kapitalizace, sektorovou diverzifikaci a geografické rozdělení. Čtvrtý subsystem **ESG** zastává kritéria ESG Risk rating a Low Carbon. Poslední subsystem **Vyhodnocení ETF** poslouží k propojení zmíněných subsystemů do jednoho celku, díky čemuž bude možné provést celkové vyhodnocení, neboť z něj bude získán výsledný výstup modelu.

Všechny tyto subsystemy budou mít vlastní FIS soubor a budou využívat fuzzy systém typu Mamdani. Schéma rozdělení do subsystemu je na následujícím obrázku č. 21.



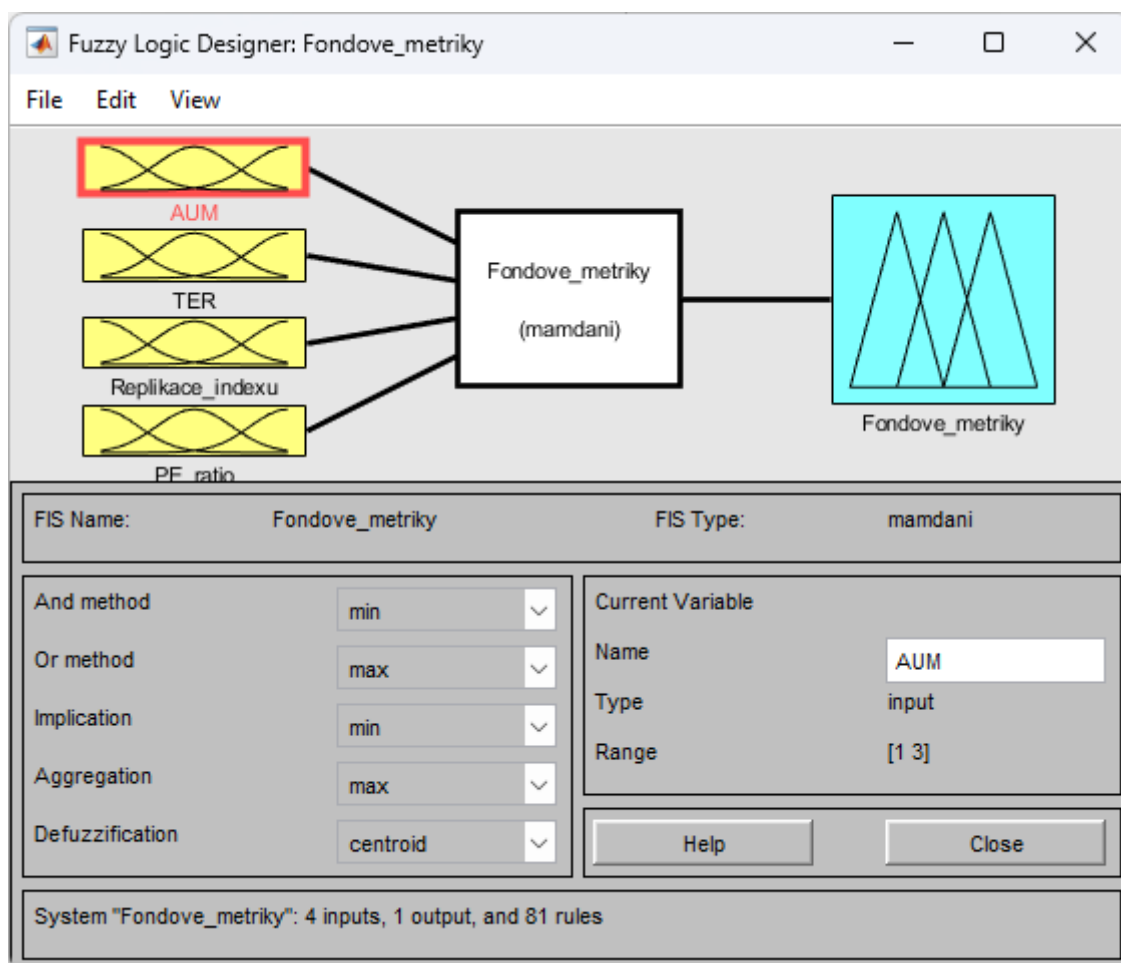
Obrázek 21: Rozdělení do subsystémů

Zdroj: Vlastní zpracování

Fuzzy Logic Designer

Dalším krokem je tvorba samotných FIS souborů pomocí nástroje Fuzzy Logic Designer (FIS editor). Tyto soubory představují jádro tvořeného fuzzy modelu, neboť se zde definuje logika, podle níž bude pracovat. Nejprve se přidá požadovaný počet vstupů, což

v tomto případě jsou vybraná kritéria konkrétního subsystému (bloku). U prvního subsystému *Fondove_metriky* tak jsou přidány čtyři vstupy náležící tohoto bloku, jenž jsou pojmenovány podle kritérií, které reprezentují.



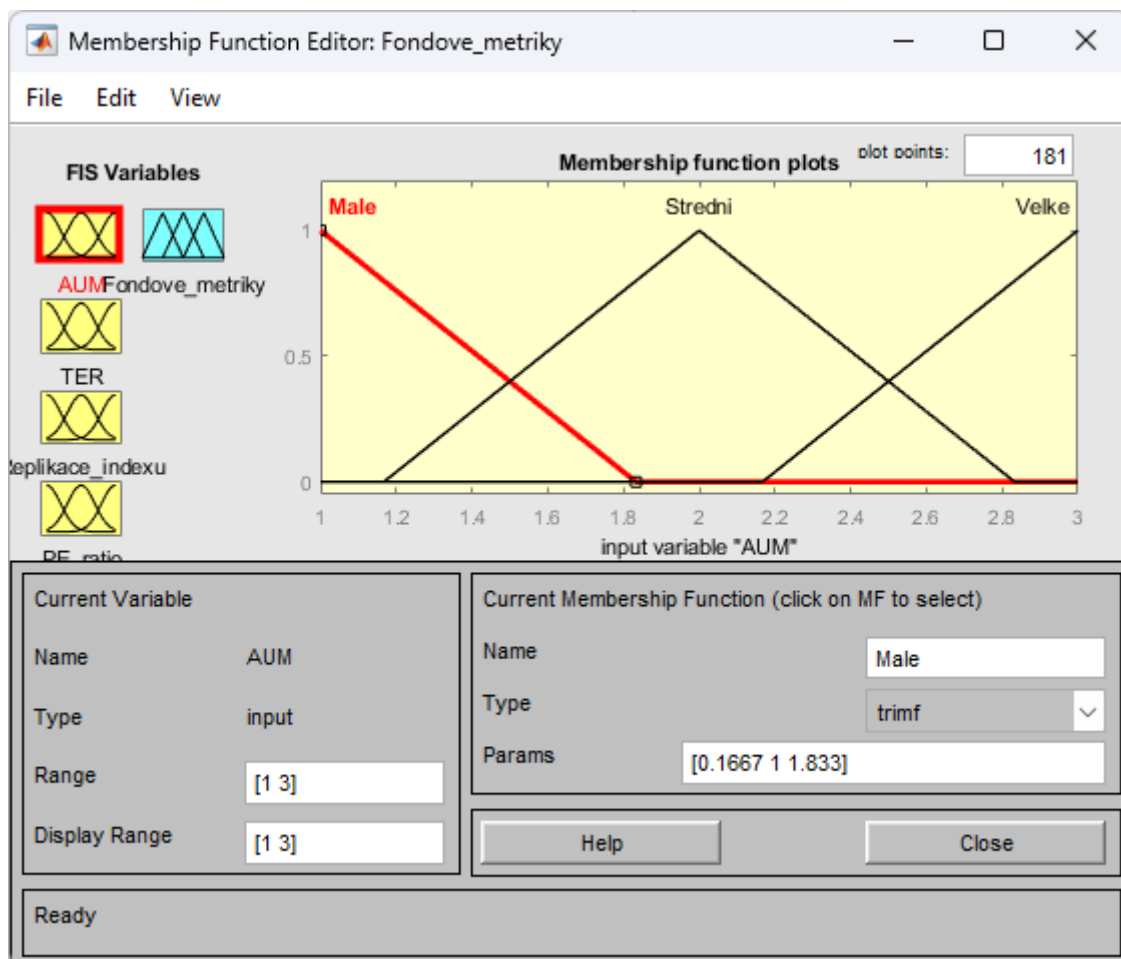
Obrázek 22: Subsystém Fondové metriky ve Fuzzy Logic Designer

Zdroj: Vlastní zpracování

Membership Function Editor

U každého vstupu je dále nutné nastavit membership function (funkce členství), což se provede v Membership Function Editor (MF editor). Nastaví se zde všechny možné stavy jednotlivých kritérií, jenž spadají do daného subsystému, a to i pro výstup, který vychází z tohoto bloku. Pro každý stav je dále možné upřesnit o jaký typ funkce půjde, nicméně pro všechna vstupní kritéria, s výjimkou subsystému Vyhodnoceni ETF, a jejich stavy, bude v rámci této práce využita trojúhelníková funkce *trimf*, jenž odpovídá funkci členství Λ , neboť patří mezi ty jednodušší pro modelování. Pro všechny výstupní hodnoty v rámci modelu a celý subsystém Vyhodnoceni ETF bude využita trapezoidní funkce

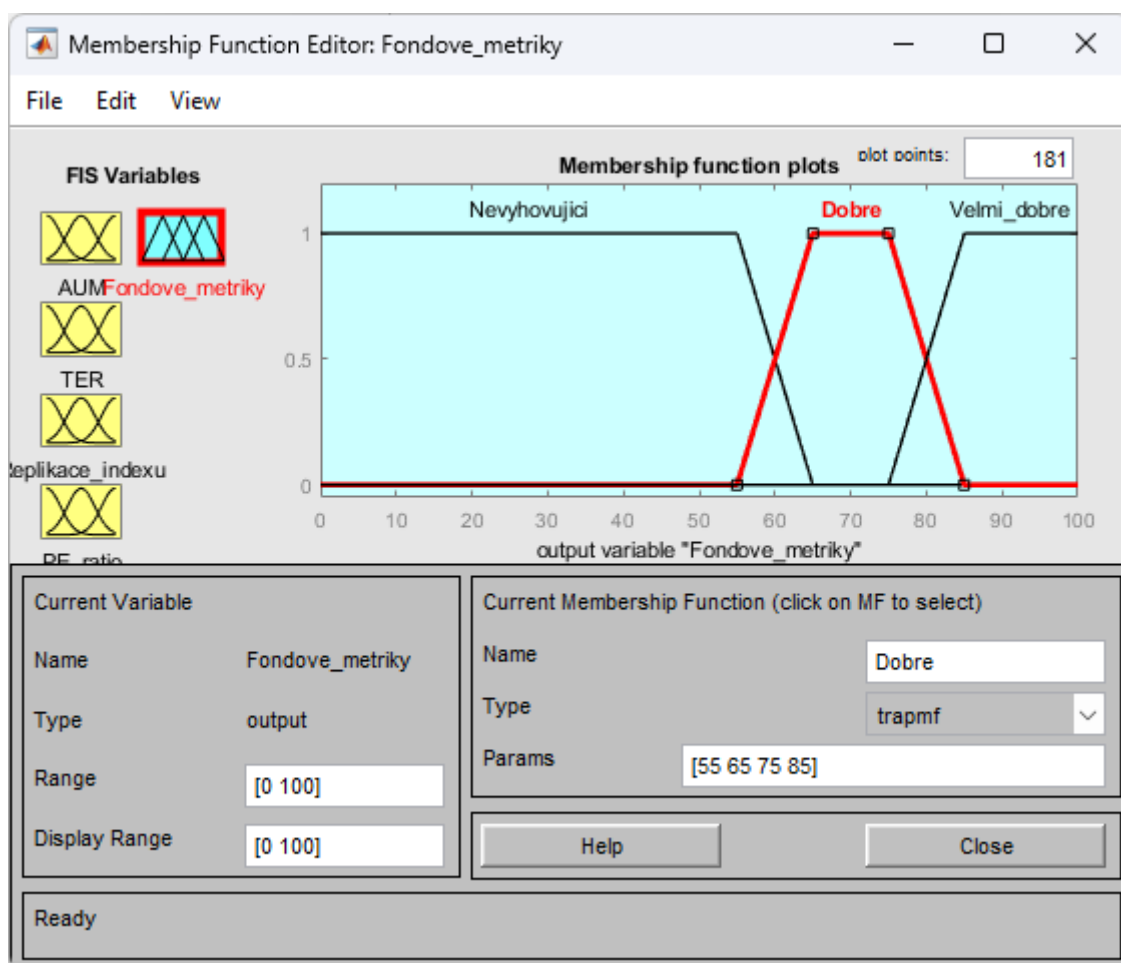
trapmf. Dále se stanovuje rozsah funkcí, přičemž rozsah musí odpovídat počtu možných stavů uvedeného kritéria. Tudiž například kritérium AUM, jenž má tři možné stavy (malé, střední a velké), tak musí mít rozsah upraven na interval od jedné do tří [1 3]. Tím je zaručeno, že všechny hodnoty zmíněného kritéria v tomto intervalu, tak budou náležet do jednoho ze tří stavů.



Obrázek 23: Nastavení funkce členství pro kritérium AUM skrze MF Editor

Zdroj: Vlastní zpracování

Obdobným způsobem je pak nastavena funkce členství i pro výstupy jednotlivých subsystémů, akorát s tím rozdílem, že u výstupů je rozsah stanoven na interval od 0 do 100 [0 100], neboť musí odpovídat bodovému hodnocení z předchozího modelu, aby bylo možné provést porovnání obou modelů. Individuální funkce členství se překrývají v místě hodnot stanoveného rozmezí tak, aby se u hranic jednotlivých kategorií výsledného hodnocení přibližovaly hodnotě 1 (plná příslušnost), což vychází z principu fuzzy logiky.



Obrázek 24: Funkce členství u výstupu subsystému Fondové metriky

Zdroj: Vlastní zpracování

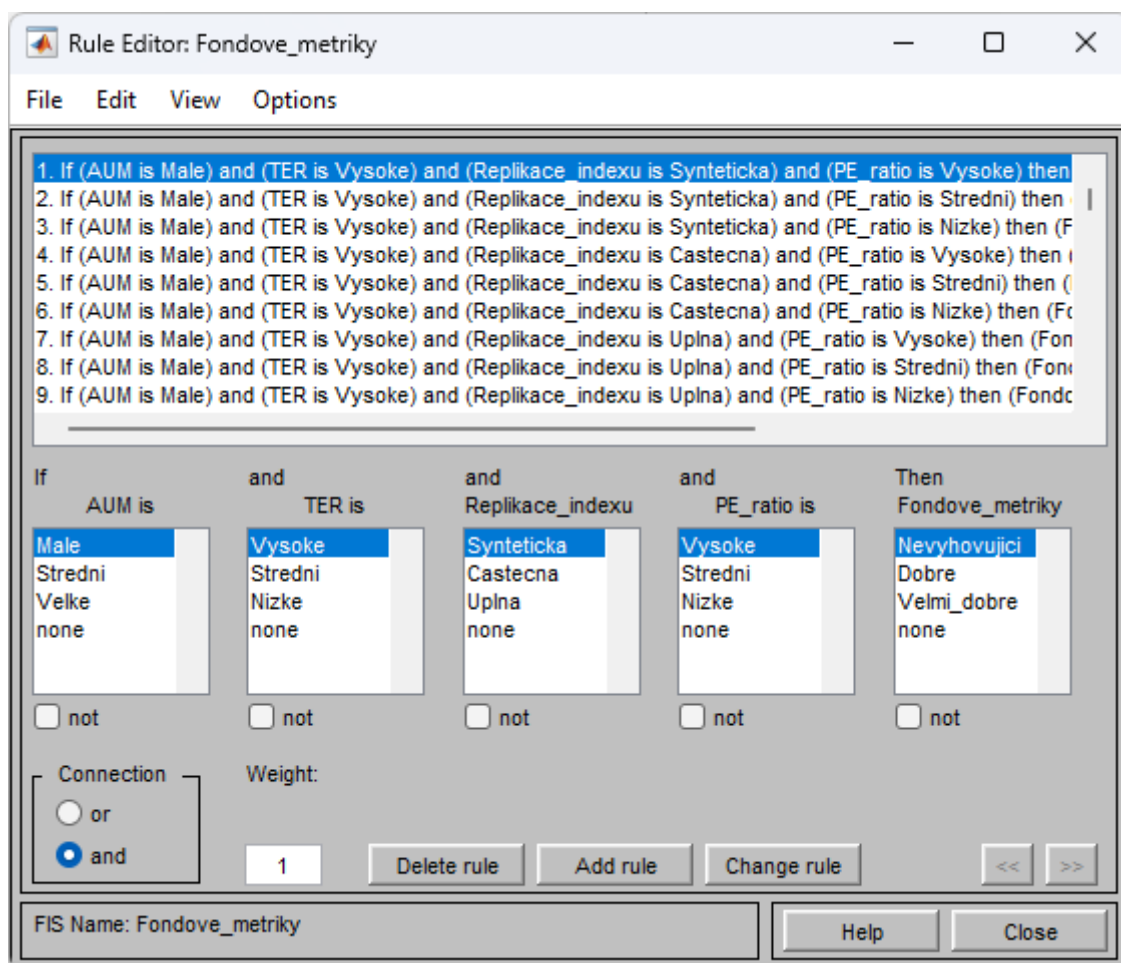
Rule Editor

Následuje jedna z nejvíce klíčových částí tvorby fuzzy modelu, čímž je tvorba jeho pravidel. K tomu slouží Rule Editor. Tady je důvod toho, proč byl model rozdělen do několika subsystémů. Jelikož by bylo potřeba vytvořit pravidla tak, aby obsáhla všechny možné kombinace jevů napříč všemi kritérii modelu. Bez rozdělení do bloků by bylo potřeba stanovit opravdu značné množství pravidel, což lze spočítat prostým součinem všech atributů (stavů) pro všechny kritéria modelu, což by bylo konkrétně $10\,935\,000$ pravidel (získáno výpočtem součinu $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 4 \times 3 \times 3 \times 5 \times 3 \times 5 \times 5 \times 2 = 10\,935\,000$), kdežto díky rozdělení do subsystémů, bude potřeba určit pouze 81 pravidel pro subsystém *Fondove_metriky*. Pro jednotlivé subsystémy bude tedy vytvořeno následující množství pravidel:

- *Fondove_metriky* – 81 pravidel,

- *Riziko* – 180 pravidel,
- *Trzni_charakteristiky* – 75 pravidel,
- *ESG* – 10 pravidel a
- *Vyhodnoceni ETF* – 81 pravidel.

Celkem tak fuzzy model obsahuje 427 pravidel. Níže je ukázka tvorby pravidel pomocí nástroje Rule Editor pro subsystém *Fondove_metriky*.



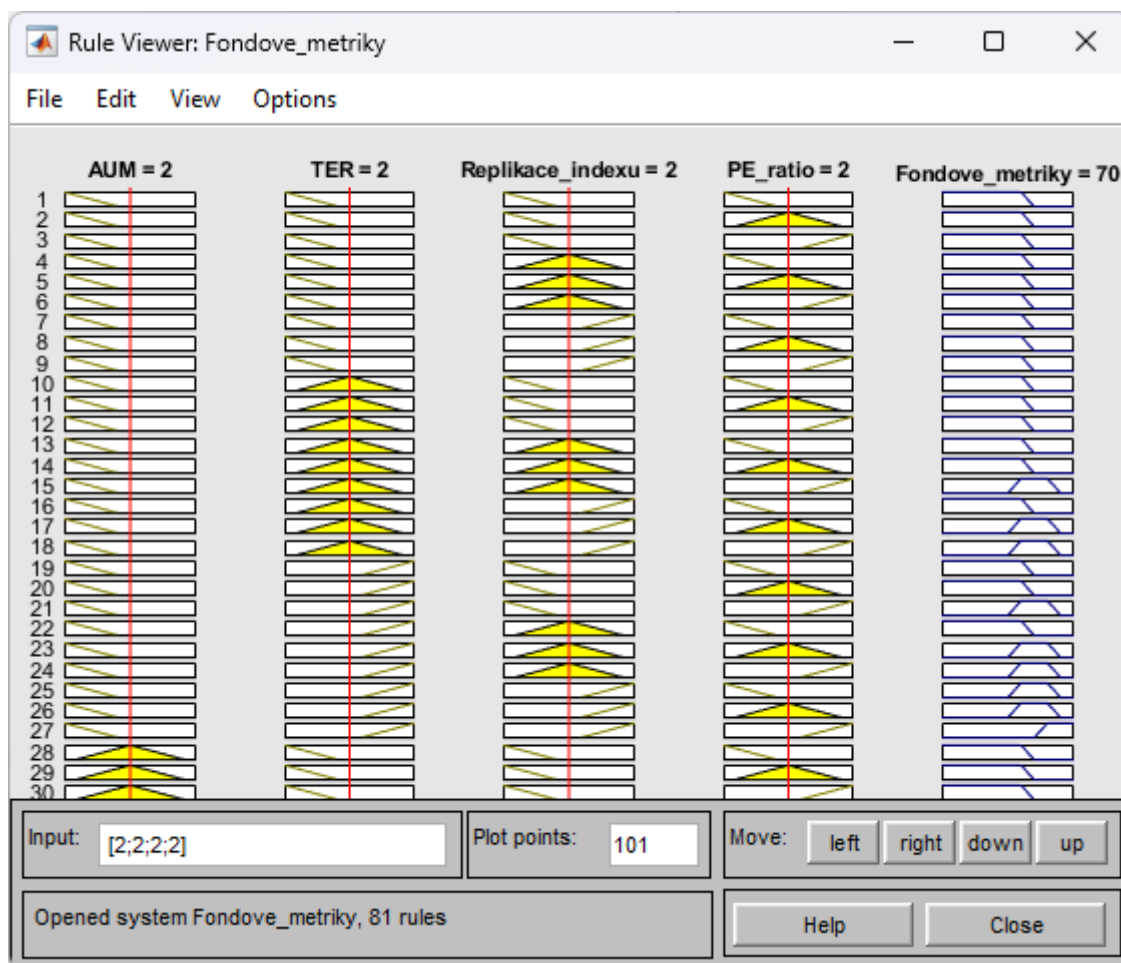
Obrázek 25: Tvorba pravidel pro subsystém Fondové metriky pomocí Rule Editor

Zdroj: Vlastní zpracování

Rule Viewer

Následně je vytvořená pravidla možné zobrazit i přes Rule Viewer, který vizuálně zobrazí to, jak pravidla ovlivňují výstup. Trojúhelníky se žlutou výplní značí pravidla pro vstupní proměnné (kritéria) a jejich hodnotu a modře označený sloupec pak představuje pravidla pro výstup daného subsystému včetně jeho hodnoty. Lze tak lépe odhadnout, jak dobře

jsou nastavena pravidla modelu, neboť je možné vidět, jak se mění výstupy při změnách vstupních hodnot.

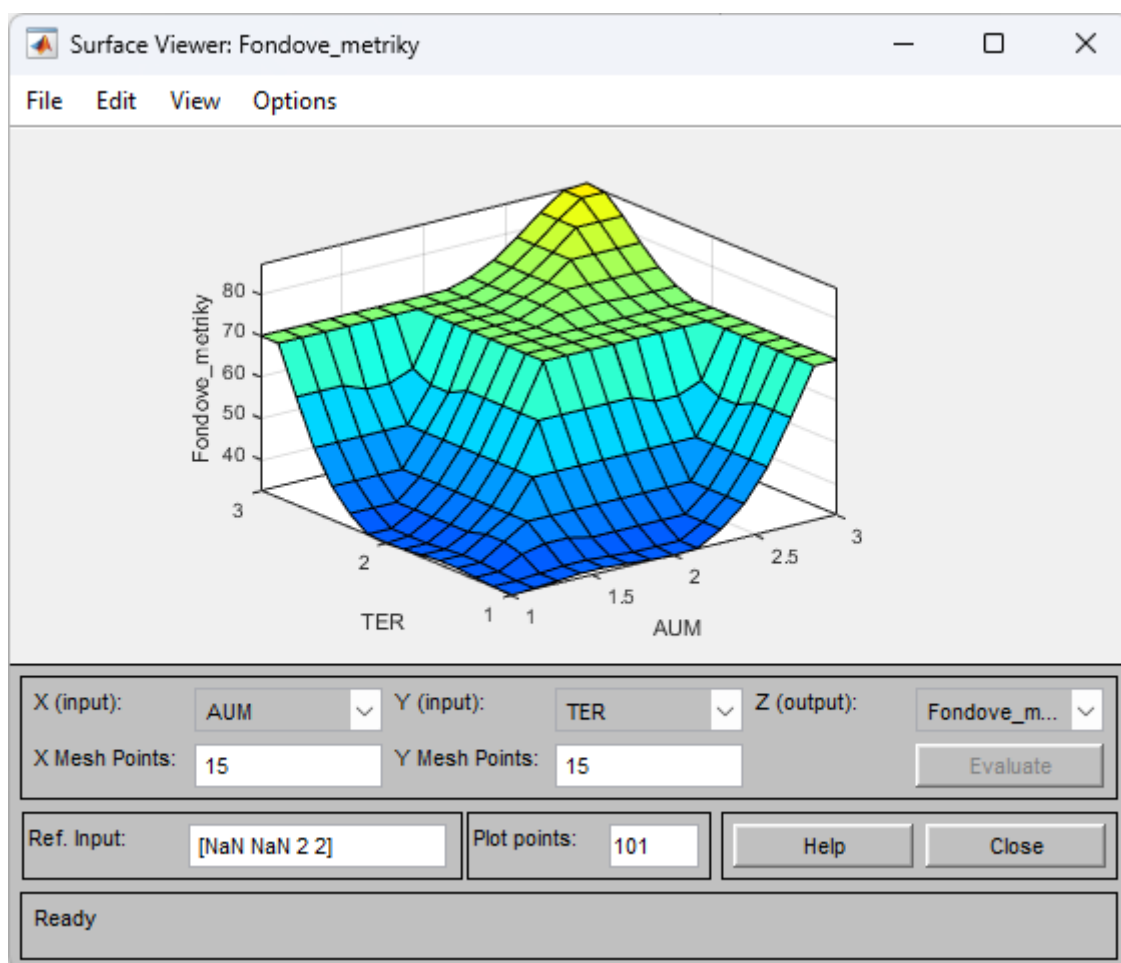


Obrázek 26: Vizualizace pravidel pomocí nástroje Rule Viewer

Zdroj: Vlastní zpracování

Surface viewer

Je další nástroj, jenž lze využít při práci s pravidly modelu. Slouží totiž ke 3D grafickému zobrazení (vizualizaci) vztahů mezi vstupními proměnnými a výstupními hodnotami, což může pomoci lépe pochopit složité vzorce vztahů v rámci modelu. Například na obrázku níže je zobrazen vztah hodnocení fondů na kritériích AUM a celkové nákladnosti TER.



Obrázek 27: Vizualizace skrze Surface Viewer

Zdroj: Vlastní zpracování

Stejný postup je následně zopakován pro všechny zbývající subsystémy *Riziko*, *Trzni_charaketristiky*, *ESG* a *Výhodnoceni ETF*.

FIS soubor

Výstupem všech těchto částí z aplikace Fuzzy Logic Designer je FIS soubor *Fondove_metriky.fis*, který obsahuje všechna již nastavená data (vstupy a výstupy, membership funkce, pravidla...). Rovněž pro úpravu parametrů je možné využít buď opět Fuzzy Logic Designer anebo právě přímo upravit parametry ve zmíněném FIS souboru.

```
[System]
Name='Fondove_metriky'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=4
NumOutputs=1
NumRules=81
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'
```

Obrázek 28: Část kódu FIS souboru subsystému Fondové metriky

Zdroj: Vlastní zpracování

3.2.2 M-soubor

Dalším krokem je všechny subsystémy spojit do jednoho funkčního celku tak, aby byl získán výsledný fuzzy model. K tomu bude využit M-soubor, který je v MATLABu určen pro zadávání scriptů. V rámci tohoto modelu půjde o soubor *Vyhodnoceni ETF.m*.

Použitý script se bude skládat ze čtyř dílčích částí. Nejprve budou načteny FIS soubory (načtení dat), poté budou uživatelem zadány vstupní hodnoty, následně proběhne vyhodnocení dat fuzzy modelem a dojde k zobrazení výsledků.

Po spuštění skriptu je uživatel vyzván, aby v příkazovém okně zadal údaje o jednotlivých parametrech pomocí čísel. Každý možný stav představuje v parametru jedno číslo, přičemž pokud uživatel zadá číslo mimo stanovený rozsah, tak na to bude upozorněn a zároveň bude vyzván k tomu, aby napsal správné číslo v rámci definovaného rozsahu. Po doplnění všech hodnot se zobrazí výsledné hodnocení fondu.

```
>> Vyhodnoceni ETF
Zadejte hodnotu pro AUM (Nizké - 1, Střední - 2, Velké - 3): 3
Zadejte hodnotu pro TER (Vysoké - 1, Střední - 2, Nizké - 3): 3
Zadejte hodnotu pro replikaci indexu (Syntetická - 1, Částečná fyzická - 2, Úplná fyzická - 3): 3
Zadejte hodnotu pro P/E_ratio (Vysoké - 1, Střední - 2, Nizké - 3): 1
Zadejte hodnotu pro riziko (Vysoké - 1, Nadprůměrné - 2, Průměrné - 3, Podprůměrné - 4, Nizké - 5): 3
Zadejte hodnotu pro Sharpe ratio (Nizké - 1, Střední - 2, Vysoké - 3, Velmi vysoké - 4): 4
Zadejte hodnotu pro volatilitu (Vysoká - 1, Střední - 2, Nizká - 3): 2
Zadejte hodnotu pro parametr Beta (Nizká - 1, Střední - 2, Vysoká - 3): 2
Zadejte hodnotu pro Tržní kapitalizaci (Velmi malá - 1, Malá - 2, Střední - 3, Velká - 4, Velmi velká - 5): 4
Zadejte hodnotu pro Sektorovou diverzifikaci (Malá - 1, Střední - 2, Velká - 3): 3
Zadejte hodnotu pro Geografické rozdělení (Hraniční trhy - 1, Sekundární rozvíjející se trhy - 2, Pokročilé rozvíjející se trhy - 3)
Zadejte hodnotu pro parametr ESG Risk Rating (Vážné - 1, Vysoké - 2, Střední - 3, Nizké - 4, Zanedbatelné - 5): 4
Zadejte hodnotu pro parametr Low Carbon (Ne - 1, Ano - 2): 2
90.0488
Vyhovující investice
```

Obrázek 29: Vyhodnocení prvního fondu pomocí M-souboru

Zdroj: Vlastní zpracování

Takto byly postupně vyhodnoceny všechny uvažované fondy a jednotlivé výsledky lze vidět v tabulce uvedené níže.

Tabulka 21: Souhrnné hodnocení ETF v MATLABu

Zdroj: Vlastní zpracování

Název fondu	Celkové hodnocení	Slovní hodnocení
iShares ESG Aware MSCI USA ETF	90,0488	Vyhovující investice
Vanguard ESG U.S. Stock ETF	90,0488	Vyhovující investice
iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF	29,8182	Investice nedoporučena
Vanguard ESG International Stock ETF	70	Zvážit investici
iShares Global Clean Energy ETF	29,8182	Investice nedoporučena

3.3 Porovnání výsledků daných modelů

V rámci práce se vytvořily dva modely, kdy oba modely pracují s jinými algoritmy a fungují na odlišných principech toho, jak se vypočítává hodnocení. Do obou modelů však vstupují stejná kritéria a atributy, které mají nastavené totožné váhy v rámci rozhodovacího modelu.

Tabulka 22: Porovnání slovního hodnocení fondů mezi modely

Zdroj: Vlastní zpracování

	Excel	MATLAB
Název fondu	Slovní doporučení	Slovní doporučení
iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU)	Zvážit investici	Vyhovující investice
Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV)	Vyhovující investice	Vyhovující investice
iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF (ESGD)	Nevyhovuje	Nevyhovuje
Vanguard ESG International Stock ETF (VSGX)	Zvážit investici	Zvážit investici
iShares Global Clean Energy ETF (ICLN)	Nevyhovuje	Nevyhovuje

Z výsledků je vidět, že jsou výsledky celkem podobné, ovšem s jedním rozdílem. Tím je fond iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU), který si v MATLAB modelu přilepšil a dostal se do kategorie „Vyhovující investice“ oproti modelu v Excelu, kde dosáhl hodnocení „Zvážit investici“.

Vzhledem k odlišným principům fungování obou modelů a tím i jejich vyhodnocování, tak byl drobný rozdíl ve výsledcích očekávaný. Nicméně odchylky mohou být způsobeny několika důvody, přičemž tím hlavním je právě odlišný způsob fungování modelů. Rozhodovací model vytvořený v programu Excel je totiž založen na bodovacím principu, kdy jsou jednotlivým atributům kritérií přiřazeny konkrétní bodové hodnoty a váhy. Jde o deterministický přístup, který s přesně definovanými významy jednotlivých atributů, přičemž každý atribut má předem stanovenou důležitost vyjádřenou vahou. Výsledné hodnocení je tedy přímo závislé na numerickém ohodnocení jednotlivých stavů kritérií. Naopak fuzzy model v programu MATLAB využívá princip fuzzy logiky, který je založen na znalostní bázi tvořené soustavou fuzzy pravidel typu If–Then. V tomto případě nejsou jednotlivým atributům explicitně přiřazovány bodové váhy jako v Excelu, ale jejich význam je vyjádřen prostřednictvím pravidel a funkcí příslušnosti. Hodnocení tak nevychází pouze z bodů, ale z komplexního posouzení vzájemných vztahů mezi vstupními proměnnými. Fuzzy model navíc umožňuje pracovat s neurčitostí a částečnou příslušností hodnot k jednotlivým kategoriím, což lépe odpovídá reálným situacím při investičním rozhodování. Rozdílný princip vyhodnocování se tedy následně projevil i ve výsledcích obou modelů. Zatímco rozhodovací model v Excelu zvýhodnil atributy s vyšší bodovou vahou, fuzzy model v MATLABu zohledňuje především kombinace jednotlivých kritérií, které jsou definované znalostní bází. To znamená, že i méně významný atribut může v určité kombinaci pravidel výrazně ovlivnit konečné hodnocení fondu. Výsledné odchylky mezi modely jsou tedy důsledkem skutečnosti, že každý model pracuje s odlišnou metodikou hodnocení a jiným způsobem interpretace vstupních dat.

Na základě modelů tak vychází jako nejlepší fond pro investici Vanguard ESG U.S. Stock ETF, případně ještě fond iShares ESG Aware MSCI USA ETF. Jedná se o velké stabilní fondy s vyhovujícím hodnocením v oblasti ESG, tudíž představují vhodnou investiční příležitost pro drobného začínajícího investora se zaměřením na ESG. Ostatní fondy jsou buď rizikovější, nákladnější nebo nedosahují dostatečného skóre v oblasti ESG. Finální verdikt tedy zní tak, že investorovi je doporučeno investovat zejména do fondu Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV).

3.4 Přínosy navrhovaných řešení

Navrhované modely v prostředí MS Excel a MATLAB mohou pomoci při řešení rozhodovacího dilema při výběru burzovně obchodovaných fondů se zaměřením na ESG a to především, díky možnosti jejich vzájemného porovnání, čímž můžou být odhaleny nedostatky fondů v rámci stanovených kritérií, které by měly odpovídat preferencím uvažovaného drobného investora, jenž chce mít expozici na největší akciový trh se značnou diverzifikací a likviditou, ale zároveň nechce být vystaven velkému riziku a bere přitom v potaz právě i kritéria spojená s udržitelností a rámcem ESG.

Modely jsou zamýšleny pro pasivní indexové investování, tudíž jsou určeny především pro investory s delším časovým horizontem. Vytvořené modely neslouží ke komplexnímu vytvoření investičního portfolia, jelikož jsou zaměřeny na investice na americkém trhu, a to především z důvodu celkové velikosti a současnému fundamentu. Je kladen důraz na nízkou rizikovost investice, z čehož vychází, že jsou preferovány spíše větší firmy, ovšem současně je kladen důraz i právě na dlouhodobou udržitelnost.

Hlavním přínosem modelů je jejich využití pro výběr fondu, který splňuje většinu definovaných kritérií. Modely tak pomáhají především v situacích, kdy si uživatel není jistý, zda se vybraný fond hodí pro investici.

Modely slouží pouze k podpoře v rozhodování a jsou určeny především pro individuální investory s nižší znalostí kapitálových trhů. Z toho důvodu byla vybrána především taková kritéria, jež lze považovat za základní a dobře srozumitelná, což by mělo umožnit uživatelům modelu relativně snadno získat hodnocení konkrétního ESG ETF.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit model na principu fuzzy logiky pro podporu při rozhodování o výběru vhodného ESG ETF fondu. Za tímto účelem byl vytvořen jeden rozhodovací model a jeden fuzzy model v odlišných prostředích. I když se liší v procesu analýzy hodnotících kritérií, tak i přes to měly stejný cíl – pomoci modelovému drobnému investorovi, jehož preference souvisí s ESG rámcem, s rozhodnutím o investici do vhodného ESG ETF fondu.

V první části práce byly uvedeny teoretická východiska. Především zde byla představena problematika fuzzy logiky a její princip, obecný postup při tvorbě fuzzy modelů, seznámení s finančními trhy, kde byly řešeny zejména burzovně obchodovatelné fondy (ETF), a v neposlední řadě popis konceptu ESG a jeho využití v oblasti investic.

V navazující části byla provedena analýza aktuálního stavu a vývoje trhu s ETF v poslední době. Pro tuto práci byl vybrán americký akciový trh, jelikož jde o největší akciový trh na světě. Došlo k definování kritérií, podle kterých byly v modelech hodnoceny uvažované fondy, které zde byly rovněž uvedeny. Zohledněny jsou jak finanční ukazatele fondů jako například míra rizika, volatilita nebo nákladovost, tak i kritéria související s ESG charakteristikami jednotlivých fondů. Díky tomu bylo možné vytvořit komplexnější pohled na hodnocené ETF fondy a lépe zachytit preferenci investora, který při investování sleduje nejen finanční výnos, ale také principy odpovědného investování.

Poté přišla na řadu praktická část práce, kde byly vytvořeny jednotlivé modely v programových prostředích MS Excel a MathWorks MATLAB. V obou modelech byla využita totožná vstupní data. Dle stanovených kritérií došlo k vyhodnocení údajů fondů a byla určena jejich vhodnost pro zamýšlenou investici. Na konci práce byly výsledky obou modelů vzájemně porovnány a byl uveden přínos řešení. Fuzzy logika představuje vhodný nástroj pro práci s neurčitostí a subjektivním hodnocením, tudíž je vhodná právě pro použití v oblasti investování, kde se tzv. fuzzy pojmy běžně vyskytují.

Na závěr je však důležité připomenout, že ani jeden z modelů není vytvořený tak, aby poskytoval komplexní investiční řešení, ale aby pouze pomohl s výběrem konkrétního fondu, ovšem konečné rozhodnutí o investici by i nadále zůstalo na investorovi.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JURA, Pavel. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno: Akademické nakladatelství VUTUM, 2003. ISBN 80-214-2261-0.
- [2] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-798-7.
- [3] SIVANANDAM, S. N.; SUMATHI, S. a DEEPA, S. N. *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. ISBN 978-3-540-35780-3.
- [4] ŠKRABÁNEK, Pavel. *Teorie fuzzy množin a její aplikace*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-875-6.
- [5] NOVÁK, Vilém. *Fuzzy množiny a jejich aplikace*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1986. ISBN 80-030-0325-3.
- [6] *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management*. 2nd Edition. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte., 2007. ISBN 981-270-649-6.
- [7] JURA, Pavel. *Fuzzy logika v modelování a řízení dynamických systémů : současný stav, perspektivy a výuka = Fuzzy logic in modelling and control of dynamic systems : state of the art, perspective and education : teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Technická kybernetika*. Brno: VUTUM, 2005. ISBN 80-214-3019-2.
- [8] DOSTÁL, Petr. *Advanced decision making in business and public services*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-747-5.
- [9] DOSTÁL, Petr; RAIS, Karel a SOJKA, Zdeněk. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1338-1.
- [10] MCNEILL, F. Martin a THRO, Ellen. *Fuzzy logic: a practical approach*. Boston: AP Professional, 1994. ISBN 01-248-5965-8.
- [11] HANSELMAN, Duane C. a LITTLEFIELD, Bruce. *Mastering MATLAB*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson, 2012. ISBN 978-0-13-601330-3.
- [12] HUMUSOFT, S.R.O. *MATLAB® Jazyk pro technické výpočty*. Online. HUMUSOFT, S.R.O. HUMUSOFT – Technické výpočty, simulace, modelování

- fyzikálních úloh a pracovní stanice. 2026. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/MATLAB/details/>. [cit. 2026-03-31].
- [13] THE MATHWORKS, INC. *MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox – User's Guide*. Online. The MathWorks, Inc. (c)1995-2025. 2025. Dostupné z: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy_ug.pdf [cit. 2026-03-31]
- [14] VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 3. vydání. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2019. ISBN 978-80-7598-212-4.
- [15] REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy: Učebnice s programem na generování cvičných testů*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5871-8.
- [16] FERRI, Richard. *The ETF Book*. USA: John Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-53746-6.
- [17] MISHKIN, Frederic S. a EAKINS, Stanley G. *Financial markets and institutions*. 7th ed. Boston: Prentice Hall, 2012. ISBN 978-0-13-213683-9.
- [18] ANDERSON, Seth C.; BORN, Jeffery A. a SCHNUSENBERG, Oliver. *Closed-end funds, exchange-traded funds, and hedge funds: origins, functions, and literature*. Innovations in financial markets and institutions. New York (NY): Springer, 2010. ISBN 978-1-4419-0167-5.
- [19] DIRECT FONDEE, A.S. *Co to jsou ETF, proč by Vás měla zajímat a co o nich musíte vědět?* Online. 2025. Dostupné z: <https://www.fondee.cz/blog/co-to-jsou-etf-proc-by-vas-mela-zajimat-a-co-o-nich-musite-vedet#jake-jsou-druhy-etf>. [cit. 2026-03-30].
- [20] TŮMA, Aleš. *Průvodce úspěšného investora: vše, co potřebujete vědět o fonděch*. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-5133-7.
- [21] BRITISH BUSINESS BANK, PLC. *What is ESG? A guide for businesses*. Online. BRITISH BUSINESS BANK, PLC. Discover British Business Bank. 2026. Dostupné z: <https://www.british-business-bank.co.uk/business-guidance/guidance-articles/sustainability/what-is-esg-a-guide-for-smaller-businesses>. [cit. 2026-04-11].

- [22] IBM, INC. *What is environmental, social and governance (ESG)?* Online. IBM. 2026. Dostupné z: <https://www.ibm.com/think/topics/environmental-social-and-governance>. [cit. 2026-04-09].
- [23] BENSON, Alana, O'SHEA, Arielle (ed.). *ESG for Beginners: Environmental, Social and Governance Investing*. Online. Nerdwallet. 2025, 2025-12-26. Dostupné z: <https://www.nerdwallet.com/investing/learn/esg-investing>. [cit. 2026-04-09].
- [24] INVESTOPEDIA, LLC. *Environmental, Social, and Governance (ESG) Investing: What It Is & How It Works*. Online. Investopedia, LLC. 1999, 2025-12-29. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/e/environmental-social-and-governance-esg-criteria.asp>. [cit. 2026-04-10].
- [25] TRACKINSIGHT. *What are ESG ETFs?* Online. Trackinsight – Empowering ETF investors. Dostupné z: <https://www.trackinsight.com/en/education/what-are-esg-etfs>. [cit. 2026-04-09].
- [26] CHARLES SCHWAB & CO., INC. *Environmental, Social, and Governance (ESG) ETFs*. Online. Charles Schwab. 2026. Dostupné z: <https://www.schwab.com/etfs/types/socially-responsible-etfs>. [cit. 2026-04-09].
- [27] ETF STREAM, LTD. *ESG ETFs: Understanding the different approaches*. Online. ETF News, Trends, Analysis, Opinions – ETF Stream. 2024. Dostupné z: <https://www.etfstream.com/articles/esg-etfs-understanding-the-different-approaches>. [cit. 2026-04-11].
- [28] MORNINGSTAR, INC. *ESG Funds: 2025 Closes With Continued Outflows Amid Persistent Headwinds*. Online. MORNINGSTAR, INC. Morningstar - Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/sustainable-investing/esg-funds-2025-closes-with-continued-outflows-amid-persistent-headwinds>. [cit. 2026-04-17].
- [29] HARTMAN, Ondřej. *Začínáme na burze: jak uspět při obchodování na finančních trzích: akcie, komodity, forex, kryptoměny, akciové indexy a ETF*. Přepřacované a rozšířené vydání. V Brně: BizBooks, 2023. ISBN 978-80-265-1135-9.

- [30] FINRA.ORG. *Market Cap Explained*. Online. FINRA.ORG. A vibrant market is at its best when it works for everyone. 2022. Dostupné z: <https://www.finra.org/investors/insights/market-cap>. [cit. 2026-04-22].
- [31] FINEX MEDIA S.R.O. *Tržní kapitalizace “market capitalisation” – Co je to, jak ji spočítat a proč je pro investora důležitá?* Online. FINEX MEDIA S.R.O. Finex.cz - Pomáháme dělat chytrá finanční rozhodnutí. 2025. Dostupné z: <https://finex.cz/trzni-kapitalizace/>. [cit. 2026-04-22].
- [32] MSCI, INC. *The Global Industry Classification Standard (GICS®)*. Online. MSCI INC. Bringing clarity to investment decisions. 2026. Dostupné z: <https://www.msci.com/indexes/index-resources/gics>. [cit. 2026-04-27].
- [33] RANA, Joti. *Equity Country Classification*. Online. FTSE Russell – Your index partner for a changing world. 2026. Dostupné z: <https://www.lseg.com/en/ftse-russell/equity-country-classification>. [cit. 2026-04-28].
- [34] MORNINGSTAR, INC. *Investing Terms and Definitions – Morningstar Risk Rating*. Online. MORNINGSTAR, INC. Morningstar – Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/investing-terms/morningstar-risk-rating>. [cit. 2026-04-28].
- [35] MORNINGSTAR, INC. *The ESG Risk Ratings for Funds Methodology Version 4.0*. Online. MORNINGSTAR, INC. Morningstar – Empowering Investor Success. 2025. Dostupné z: https://www.morningstar.com/content/dam/marketing/shared/research/methodology/744156_Morningstar_Sustainability_Rating_for_Funds_Methodology.pdf. [cit. 2026-04-28].
- [36] BLACKROCK, INC. *iShares ESG Aware MSCI USA ETF*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.ishares.com/us/literature/fact-sheet/esgu-ishares-esg-aware-msci-usa-etf-fund-fact-sheet-en-us.pdf>. [cit. 2026-04-18].
- [37] MORNINGSTAR, INC. *iShares ESG Aware MSCI USA ETF – ETF Stock Quote*. Online. Morningstar – Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/etfs/xnas/esgu/quote>. [cit. 2026-04-28].

- [38] YAHOO FINANCE. *IShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU) Interactive Stock Chart*. Online. Yahoo Finance – Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News. 2026. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/quote/ESGU/chart>. [cit. 2026-04-29].
- [39] THE VANGUARD GROUP, INC. *ESGV – Vanguard ESG U.S. Stock ETF*. Online. THE VANGUARD GROUP, INC. Vanguard: Helping you reach your investing goals. 2026. Dostupné z: <https://investor.vanguard.com/investment-products/etfs/profile/esgv>. [cit. 2026-04-29].
- [40] MORNINGSTAR, INC. *ESGV – Vanguard ESG US Stock ETF – ETF Stock Quote*. Online. Morningstar – Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/etfs/bats/esgv/quote>. [cit. 2026-04-29].
- [41] YAHOO FINANCE. *Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV) Interactive Stock Chart*. Online. Yahoo Finance – Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News. 2026. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/quote/ESGV/chart>. [cit. 2026-04-29].
- [42] BLACKROCK, INC. *iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF*. Online. 2026. Dostupné z: <https://www.ishares.com/us/literature/fact-sheet/esgd-ishares-esg-aware-msci-eafe-etf-fund-fact-sheet-en-us.pdf>. [cit. 2026-04-29].
- [43] MORNINGSTAR, INC. *ESGD – iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF – ETF Stock Quote*. Online. Morningstar – Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/etfs/xnas/esgd/quote>. [cit. 2026-04-30].
- [44] YAHOO FINANCE. *IShares ESG Aware MSCI EAFE ETF (ESGD) Interactive Stock Chart*. Online. Yahoo Finance – Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News. 2026. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/quote/ESGD/chart>. [cit. 2026-04-30].
- [45] THE VANGUARD GROUP, INC. *VSGX – Vanguard ESG International Stock ETF*. Online. THE VANGUARD GROUP, INC. Vanguard: Helping you reach your investing goals. 2026. Dostupné z: <https://investor.vanguard.com/investment-products/etfs/profile/vsgx>. [cit. 2026-04-30].

- [46] MORNINGSTAR, INC. *VSGX – Vanguard ESG International Stock ETF – ETF Stock Quote*. Online. Morningstar – Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/etfs/bats/vsgx/quote>. [cit. 2026-04-30].
- [47] YAHOO FINANCE. *Vanguard ESG International Stock ETF (VSGX) Interactive Stock Chart*. Online. Yahoo Finance – Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News. 2026. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/quote/VSGX/chart>. [cit. 2026-04-30].
- [48] BLACKROCK, INC. *iShares Global Clean Energy ETF*. Online. 2026. Dostupné z: <https://www.ishares.com/us/literature/fact-sheet/icln-ishares-global-clean-energy-etf-fund-fact-sheet-en-us.pdf>. [cit. 2026-04-30].
- [49] MORNINGSTAR, INC. *ICLN – iShares Global Clean Energy ETF – ETF Stock Quote*. Online. Morningstar – Empowering Investor Success. 2026. Dostupné z: <https://www.morningstar.com/etfs/xnas/icln/quote>. [cit. 2026-04-30].
- [50] YAHOO FINANCE. *iShares Global Clean Energy ETF (ICLN) Interactive Stock Chart*. Online. Yahoo Finance – Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News. 2026. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/quote/ICLN/chart>. [cit. 2026-04-30].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Princip fuzzy systému	14
Obrázek 2: Ostrá a neostrá (fuzzy) hranice mezi množinami.....	15
Obrázek 3: Funkce příslušnosti teploty v místnosti.....	15
Obrázek 4: Znárodnění fuzzy množiny s α -řezem	16
Obrázek 5: Nosič spojitě fuzzy množiny A	16
Obrázek 6: Jádno (nucleus) spojitě fuzzy množiny A	17
Obrázek 7: Fuzzy singleton A.....	17
Obrázek 8: Výška spojitě fuzzy množiny A	17
Obrázek 9: Konvexní fuzzy množina A.....	18
Obrázek 10: Nekonvexní fuzzy množina A	18
Obrázek 11: Operace mezi fuzzy množinami	19
Obrázek 12: Proces tvorby fuzzy systému.....	20
Obrázek 13: Tvary členských funkcí typu Λ , π , Z a S.....	20
Obrázek 14: Struktura fuzzy systému	21
Obrázek 15: Fuzzy Logic Designer (FIS editor)	26
Obrázek 16: Membership Function editor (MF editor)	27
Obrázek 17: Rule editor.....	28
Obrázek 18: Rule viewer	28
Obrázek 19: Surface viewer.....	29
Obrázek 20: Členění finančního trhu.....	32
Obrázek 21: Rozdělení do subsystémů	67
Obrázek 22: Subsystém Fondové metriky ve Fuzzy Logic Designer.....	68
Obrázek 23: Nastavení funkce členství pro kritérium AUM skrze MF Editor.....	69
Obrázek 24: Funkce členství u výstupu subsystému Fondové metriky	70
Obrázek 25: Tvorba pravidel pro subsystém Fondové metriky pomocí Rule Editor	71
Obrázek 26: Vizualizace pravidel pomocí nástroje Rule Viewer	72
Obrázek 27: Vizualizace skrze Surface Viewer	73
Obrázek 28: Část kódu FIS souboru subsystému Fondové metriky	74
Obrázek 29: Vyhodnocení prvního fondu pomocí M-souboru	74

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Příklad transformační matice – Slovní popis	22
Tabulka 2: Příklad transformační matice – Číselné hodnoty	23
Tabulka 3: Příklad stavové matice	23
Tabulka 4: Příklad retransformační matice	24
Tabulka 5: Kategorie ESG rizika dle ukazatele Morningstar ESG Risk Rating.....	51
Tabulka 6: Výchozí matice – část 1	57
Tabulka 7: Výchozí matice – část 2	57
Tabulka 8: Výchozí matice – část 3	58
Tabulka 9: Transformační matice – Slovní popis – část 1	58
Tabulka 10: Transformační matice – Slovní popis – část 2	58
Tabulka 11: Transformační matice – Slovní popis – část 3	59
Tabulka 12: Transformační matice – Číselné hodnoty – část 1	59
Tabulka 13: Transformační matice – Číselné hodnoty – část 2	60
Tabulka 14: Transformační matice – Číselné hodnoty – část 3	60
Tabulka 15: Retransformační matice	61
Tabulka 16: Stavová matice fondu iShares ESG Aware MSCI USA ETF – část 1	62
Tabulka 17: Stavová matice fondu iShares ESG Aware MSCI USA ETF – část 2	62
Tabulka 18: Stavová matice fondu iShares ESG Aware MSCI USA ETF – část 3	63
Tabulka 19: Výsledné hodnocení prvního fondu v MS Excel	64
Tabulka 20: Souhrnné hodnocení fondů v MS Excel	64
Tabulka 21: Souhrnné hodnocení ETF v MATLABu.....	75
Tabulka 22: Porovnání slovního hodnocení fondů mezi modely.....	75

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Roční Fund Flows globálního fondu pro udržitelnost.....	42
Graf 2: Roční objem aktiv globálních fondů zaměřených na udržitelnost	43
Graf 3: Vývoj ceny iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU) za poslední rok.....	52
Graf 4: Vývoj ceny Vanguard ESG U.S. Stock ETF (ESGV) za poslední rok.....	53
Graf 5: Vývoj ceny iShares ESG Aware MSCI EAFE ETF (ESGD) za poslední rok....	54
Graf 6: Vývoj ceny Vanguard ESG International Stock ETF (VSGX) za poslední rok .	55
Graf 7: Vývoj ceny iShares Global Clean Energy ETF (ICLN) za poslední rok.....	56
Graf 8: Souhrnné hodnocení fondů v MS Excel.....	64