

TEORIE EKONOMICKÝCH SYSTEMŮ

STUDIJNÍ OPORA PRO KOMBINOVANÉ STUDIUM

TEORIE EKONOMICKÝCH SYSTEMŮ

Ing. **Lukáš Pavlík**

PhDr. Mgr. **Zdeňka Krišová**, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Projekt EDULAM - „Zvýšení kvality vzdělávání na MVŠO s ohledem na potřeby trhu práce, digitalizaci a internacionalizaci“ (č. projektu CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_015/0002341) je spolufinancován Evropskou unií.

© Moravská vysoká škola Olomouc, o. p. s.

Autoři: Ing. Lukáš Pavlík

PhDr. Mgr. Zdeňka Krišová, Ph.D.

Oponent: Ing. Jiří Blahuta, Ph.D.

Olomouc 2018

ISBN: 978-80-7455-091-1

Obsah

Úvod	8
Základní pojmy z teorie systémů	9
1.1 Definice pojmu systém	10
1.2 Určení a vymezení systému na objekt	10
1.3 Struktura a dekompozice systému	12
1.4 Determinovanost, náhodnost a neurčitost systému	13
1.5 Organizace a řízení systémů	14
1.6 Statické a dynamické systémy	16
1.7 Kvalita, spolehlivost a stabilita systému	17
1.8 Systémy tvrdé a měkké	17
Informační systémy v prostředí podniku	19
2.1 Informační systém a jeho úloha v podnikovém prostředí	20
2.2 Základní funkce informačního systému	20
2.3 Prvky informačního systému	21
2.4 Obsah informačního systému	23
2.5 Základní funkce informačního systému podniku	24
2.6 Typy informačních systémů	25
Management bezpečnosti	28
3.1 Management bezpečnosti – definice	29
3.2 Manažerské přístupy k řízení bezpečnosti	29
3.3 Informační systém a jeho bezpečnost	30
3.3.1 Zranitelnost	31
3.3.2 Riziko	32
3.3.3 Bezpečnostní systém	32
3.3.4 Možnosti napadení IS	33
3.3.5 Zabezpečení IS	33
3.3.6 Bezpečnostní mechanismy	35

3.3.7	Lidský faktor	35
	Metody rozhodování	38
4.1	Rozhodovací proces	39
	Pokročilé metody manažerského rozhodování	48
5.1	Pokročilé metody manažerského rozhodování	49
5.1.1	Umělé neuronové sítě	51
5.1.2	Genetické algoritmy	52
	Informační management	55
6.1	Informační management – definice	56
6.1.1	Obsah informačního managementu	57
6.1.2	Zásady informačního managementu	58
6.1.3	Metody informačního managementu	59
6.1.4	Nástroje informačního managementu	59
6.1.5	Role a povinnosti informačního manažera	60
6.1.6	Informační strategie	62
	Cloudy, offshoring, outsourcing, hosting	66
7.1	Cloud computing	67
7.2	Offshoring	69
7.3	Outsourcing	70
7.4	Hosting	71
	Typické aplikace IS (ERP, CRM)	74
8.1	Enterprise Resource Planning (ERP)	75
8.1.1	ERP systém KARAT	77
8.1.2	ERP on-demand	78
8.2	Řízení vztahů se zákazníky (CRM)	79
8.2.1	Typy CRM	80
8.2.2	CRM systém Helios	82
	Znalostně orientované metody rozhodování	85
9.1	Přístup k řešení rozhodovacích problémů	86
9.1.1	Metody rozhodování	86

9.2	Znalostní systémy	87
9.2.1	Informace a znalosti	87
9.2.2	Znalosti a rozhodování	88
9.2.3	Znalostní inženýrství	89
	Expertní systémy pro podporu rozhodování manažerů, jejich základní principy	93
10.1	Význam expertních systémů	94
10.2	Struktura a typy expertních systémů	94
10.2.1	Pravděpodobnostní expertní systémy	96
10.2.2	Fuzzy logické expertní systémy	100
	Programové systémy pro podporu multikriteriálního rozhodování	109
11.1	Fuzzy logický systém MATLAB - Simulink, FuzzyToolbox	110
11.1.1	Membership Function Editor (Editor funkce příslušnosti)	111
11.1.2	Rule Editor (editor pravidel)	114
11.1.3	Rule Viewer Editor (simulační okno)	114
11.1.4	Surface Viewer Editor (dvojměrná funkce vstup-výstupních závislostí)	115
11.2	Fuzzy-logický systém LFLC 2000	116
11.2.1	General — obecné nastavení jazykového popisu	118
11.2.2	Input and output variables — Vstupní a výstupní proměnné	121
11.2.3	Rules — pravidla	125
11.2.4	Testování jazykového popisu	126
11.3	Pravděpodobnostní systém FEL EX EXPERT	127
11.3.1	Uvedení základních pojmů	128
11.3.2	Ukázka práce se systémem	131
	Příklady jednoduchých modelů pro podporu rozhodování, práce s nimi	141
12.1	Pravděpodobnostní jazykový model – Poskytování půjčky	142
12.1	Fuzzy logický jazykový model – Poskytování půjčky	145
12.1	Fuzzy logický jazykový model – Stanovení společenské odpovědnosti firmy	149
12.1.1	Implementace a simulace funkce expertního fuzzy modulu SOF	150
	Seznam literatury a použitých zdrojů	156

Seznam obrázků	158
Seznam tabulek	160

Úvod

Teorie ekonomických systémů vede studenty k pochopení problematiky informačních systémů v ekonomickém prostředí. Cílem je přiblížit studentům různé oblasti informatiky, které jsou dnes běžnou součástí podnikového prostředí, ve kterém se budoucí absolventi mohou pohybovat. Hlavní smysl předmětu je ve vytvoření znalostní platformy, která rozšíří dovedností v oblasti informačních systémů, manažerského rozhodování a modelování. Pochopení uvedených souvislostí přispěje také k širšímu pochopení problematiky informačních systémů v kontextu ekonomického prostředí.

Předmět Teorie ekonomických systémů objasňuje také základní vztahy mezi prvky systému, informacemi a prostředím. Dále jsou zde vysvětleny metody pokročilého manažerského rozhodování, programové prostředky pro pokročilé manažerské rozhodování, informatické služby a bezpečnostní management v informačním prostředí. Teorie ekonomických systémů také objasňuje vazby mezi informačním a ekonomickým prostředím ve vztahu k organizaci.

Seznámení se základními oblastmi informačních systémů v ekonomickém prostředí pomůže studentovi uvědomit si souvislosti reálného informačního prostředí v ekonomickém kontextu, na kterém je dnes založena velká část moderních organizací.

Kapitola 1

Základní pojmy z teorie systémů



Po prostudování kapitoly budete umět:

- definovat systém, jeho strukturu a prvky;
- charakterizovat determinovanost, náhodnost a neurčitost systému;
- rozlišovat tvrdé a měkké systémy.



Klíčová slova:

Systém, prvek, entita, struktura, vazba, determinovanost, náhodnost, neurčitost, subsystém, stabilita, spolehlivost.

1.1 Definice pojmu systém

Pojem systém lze definovat z mnoha různých pohledů. V literatuře můžeme najít mnoho definic tohoto pojmu. Mezi nejvýznamnější z nich lze zařadit následující:

Behavioristická definice: systémem nazýváme takový objekt, který vstupnímu procesu určitého typu, přiřazuje vstupní proces téhož nebo jiného typu.

Stavová definice: systémem nazýváme takový objekt, který má v každém časovém okamžiku na vstupu nějaký vstupní prvek a na výstupu nějaký prvek výstupní, každému takovému okamžiku odpovídá určitý vnitřní stav objektu a jsou dány jednoznačné závislosti.

Kompoziční definice: systémem nazýváme soubor nějakých prvků a vazeb mezi nimi.

Za systém můžeme považovat objekty živé a neživé, reálné i abstraktní, jako třeba:

- reálné objekty nebo projekty reálných objektů,
- procesy nebo komplexy procesů,
- problémy nebo komplexy problémů,
- soubor aktivit, vztahujících se k určitému objektu,
- skupinu orgánů vykonávající určitou funkci (nervová soustava),
- organizovanou skupinu nebo společenskou třídu. [1]

1.2 Určení a vymezení systému na objekt

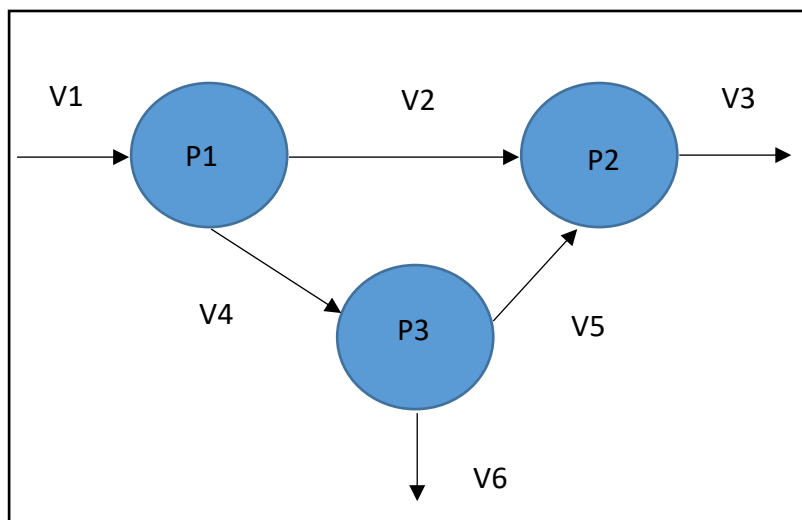
Pouhé označení určitého objektu jako systém nemá praktický význam. Pokud např. označíme určitý podnik jako systém, vyplývá z toho, že tento podnik považujeme za celek, který má určité vlastnosti, skládá se z určitých částí, mezi nimiž existují určité vazby apod. Pokud však uvedeme, které vlastnosti celku máme na mysli, které a jak vymezené části jeho celku a jaké jejich vazby budeme uvažovat, pak už nepracujeme s objektem, nýbrž se systémem, který jsme na tomto objektu definovali. Definování (vymezení) popisovaných systémů musí vždy sledovat nějaký účel, je vždy účelové. Přitom je nutné, aby definovaný systém reprezentoval (pro náš účel) dostatečně podrobně a věrně vlastnosti toho objektu, na němž byl definován. Z výroků o vlastnostech a chování na objektu definovaných systémů pak usuzujeme na vlastnosti a chování samotných objektů. [1]

V otázce vymezení systému na objektu má důležitý význam tzv. rozlišovací úroveň vymezení. Základní prvek systému je vždy definován s ohledem na určitou rozlišovací úroveň. Tak např. v systému řízení národní ekonomiky je prvkem odvětví, v systému řízení odvětví je pak prvkem podnik. Je zřejmé, že na jednom objektu můžeme definovat více systémů, podle našeho zájmu a účelu. Například na objektu výrobního podniku můžeme definovat systém zásobovací, systém údržby, systém skladovací apod. [1,2]

V závislosti na vymezeném počtu prvků a jejich vazeb označujeme systémy jako

- a. složité – s velkým počtem vazeb,
- b. rozlehlé (komplexní) – s velkým počtem prvků,
- c. neprůhledné – s množstvím komplikovaných a spletitých vazeb, v nichž se nelze orientovat bez použití speciálních postupů. [1,9]

Topologie jednoduchého systému se třemi prvky (P1 – P3) a šesti vazbami (V1 – V6) je uvedena na následujícím obrázku.



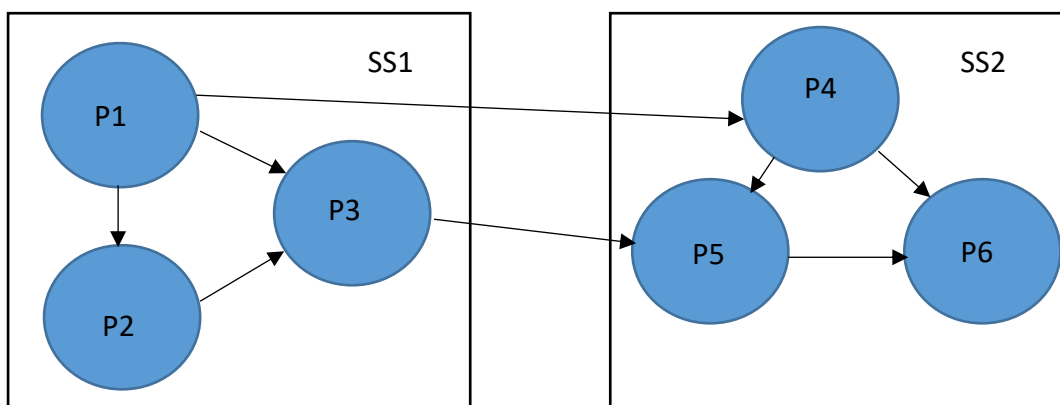
Obr. 1 Jednoduchá struktura systému, zdroj: [1]

1.3 Struktura a dekompozice systému

V souvislosti s pojmem systém je důležitým pojmem jeho struktury. Ta je reprezentována výčtem jeho prvků a jejich vazeb. Pokud jsou vazby označeny směrem toků, jde o strukturu orientovanou. Podle stupně znalosti o úplnosti počtu prvků systému a úplnosti počtu jejich vazeb rozeznáváme systémy zcela nestrukturované, částečně strukturované, dobře strukturované, případně úplně strukturované. [1]

Definice systému na objektu je spojena s pojmem dekompozice. Obvykle lze rozlišovat v již vymezeném systému jeho části, které tvoří z určitého hlediska uvnitř systému relativně samostatné celky. Takové části jsou nazývány subsystémy a procedura jejich definice je nazývána dekompozicí systému. Ta může vést často k velmi složitým strukturám. [1]

S



Obr. 2 Struktura systému a subsystému, zdroj: [1]

Monostrukturou rozumíme strukturu, v níž jsou sousední prvky spojeny pouze jedinou vazbou dané orientace.

Multistruktura je charakterizována větším počtem prvků a jejich paralelních vazeb různých typů a každý prvek může vykazovat několik typů transformace svých vstupních hodnot na hodnoty výstupní. [1]

Násobná struktura systému je typická vnitřním opakováním svých subsystémů. Je-li účelné integrovat více systémů do jednoho celku, mluvíme o tzv. multisystému. Příklad systému S se dvěma subsystémy SS1 a SS2 je uveden na Obr. 2. Pro různé typy struktur existuje celá řada názvů. Konglomerát je náhodným seskupením nespolupracujících prvků bez jakýchkoliv vazeb (chodci na náměstí). Soubor se skládá z podobných prvků, které svoji činnost koordinují (pěvecký sbor). [1]

Decentralizovaná organizace je systém skládající se z prvků provádějících podobnou činnost se společným významem. Činnost prvků je řízena jím samotným nebo jeho blízkým okolím. Centrální řízení je slabé nebo žádné (fotbalové mužstvo). [1]

Centralizovaná organizace je systémem, která se od předešlých liší způsobem řízení. Obsahuje řídicí prvky, které mohou nebo nemusí být podřízeny jiným řídicím prvkům (jednostupňové nebo více-stupňové řízení). [1]

Značná pozornost je věnována systémům a strukturám hierarchickým. Jsou typické tím, že jejich prvky můžeme uspořádat do několika (hierarchických) úrovní. Žádný z nich však nemůže patřit do více úrovní. Prvky, patřící do vyšší úrovně, jsou přitom nadřazeny prvkům, patřícím do úrovně nižší. Hierarchické systémy můžeme znázornit pomocí stromové struktury. [1]

Zvláštním případem systému je tzv. černá skříňka. Jde o systém, jehož strukturu buď vůbec neznáme, nebo ji můžeme zanedbat. Chování takové černé skříňky pak můžeme posuzovat pouze na základně informací o velikosti jejích vstupů a výstupů. Okolím systému nazýváme množinu prvků, které sice nejsou přímo prvky daného systému, avšak vykazují k němu významné vazby. Z hlediska systému a jeho vazeb na okolí pak rozeznáváme systémy otevřené (mají alespoň jednu vstupní a jednu výstupní vazbu na okolí) a systémy uzavřené (nemají vůči svému okolí žádné vazby). [1]

1.4 Determinovanost, náhodnost a neurčitost systému

Deterministický systém se vyznačuje vlastností, že výsledek transformace vstupních podnětů na výstup systému je vždy jednoznačně určen, nepodléhá žádným vnějším ani vnitřním vlivům na systém působícím. [1]

Náhodný (stochastický) systém vykazuje závislost svých vlastností na působení vnějších i vnitřních vlivů, které přitom nelze předem stanovit a zohlednit. K popisu jejich chování je nutno použít aparát matematické statistiky. Nazývají se také systémy s nejistotou. [1]

Neurčité systémy jsou takové, k jejichž popisu nemáme dostatek informací (znalostí), informace o jejich vlastnostech jsou neúplné a nepřesné. S ohledem na speciální metody jejich popisu se nazývají také fuzzy systémy. [1]

1.5 Organizace a řízení systémů

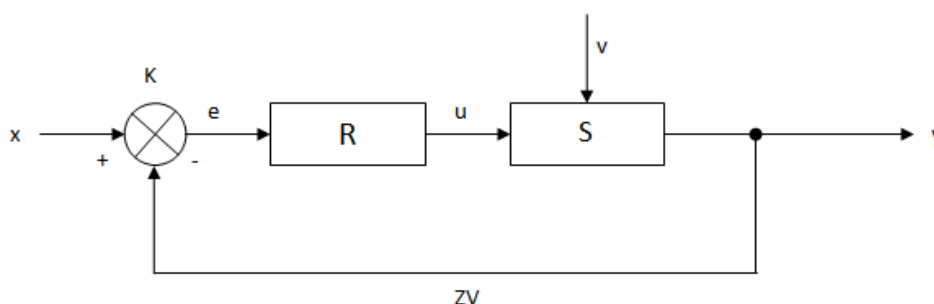
Další skupina pojmů souvisí s organizací, strukturou a řízením systémů. Organizací systému rozumíme způsob uspořádání jeho časové a funkční struktury. Úkolem organizace systému je realizace jeho požadovaného chování. Organizace systému je přitom popsána jeho:

- obsahem,
- strukturou,
- komunikací,
- rozhodovacím procesem. [1]

V naší souvislosti pozornost zasluhují systémy, vybavené zpětnou vazbou. Vazbou rozumíme spojení mezi sousedními prvky nebo jejich skupinami. Zpětná vazba je propojení mezi výstupem a vstupem (prvku, subsystému nebo celého systému), které má za následek závislost vstupu na výstupu. Může být pozitivní nebo negativní. Cílevědomé působení na systém je možno realizovat několika způsoby. [1,2]

Sledováním (monitorováním) systému rozumíme získávání informací o jeho okamžitém stavu bez současného působení na systém. Ovládání systému znamená cílevědomé působení na systém, avšak bez zpětné kontroly výsledku takového působení sledováním jeho výstupu. [1]

Regulací systému nazýváme cílevědomé působení na systém, avšak se sledováním výsledku takového působení zavedením zpětné vazby. Regulační systém je pak schopen (automaticky) udržovat působením zpětných vazeb velikost výstupu v požadovaných mezích. Topologie takového regulačního systému se zápornou zpětnou vazbou je uvedena na následujícím obrázku. [1]



Obr. 3 Regulační systém se zpětnou vazbou, zdroj: [1]

Na řízený subsystém, označený symbolem S , působí řídicí podněty u subsystému řízení R . Chování subsystému S je reprezentováno velikostí jeho výstupu y . Cílem regulace chování subsystému S je, aby velikost jeho výstupu byla za všech okolností (tedy i v případě, kdy na subsystém S působí náhodné poruchy v) rovna požadované hodnotě x . Ta je zadána jako požadavek ve formě vstupu pod-systému řízení R . [1]

Důležitou částí systému je výpočetní podsystém K , do něhož vstupuje informace o požadované velikosti výstupu x a prostřednictvím (záporné) zpětné vazby ZV informace o skutečné (okamžité) velikosti výstupu y . Výpočetní blok realizuje rozdíl obou hodnot

$$e = x - y$$

a vypočítává regulační odchylku e . Pokud je

$$e = 0$$

má hodnota y požadovanou velikost x a řídicí subsystém R nemusí provádět žádné korekce stavu S , tedy

$$u = 0.$$

Pokud se velikost výstupu y z jakéhokoliv důvodu (působením poruch v) odchýlí od požadované velikosti x , velikost regulační odchylky nabude hodnoty

$$e \neq 0$$

Nenulová hodnota e je transformována řídicím subsystémem R do nenulové hodnoty působení

$$u \neq 0$$

která je jako korekce chování subsystému S zavedena na jeho vstup. Korekce má takový smysl a velikost, aby bylo opět dosaženo (vyregulovaného) stavu

$$e = 0.$$

Uvedeným postupem je zajištěno, aby chování subsystému S bylo udržováno trvale na požadované úrovni, resp. s malými odchylkami v povolených mezích. Řídicí systém je systém s cílovým chováním, který působí na další systémy s cílem dosáhnout jejich požadované funkce, jejich cíle. [1]

Řídicí systémy v ekonomické oblasti jsou představovány jejich třemi základními typy:

- systémy strategického (vrcholového) řízení,
- systémy taktického řízení,
- systémy operativního řízení. [1]

Systémy strategického (vrcholového) řízení provádějí vymezení cílů objektů, vymezení cílů systému řízení na objektech, vypracování dlouhodobých perspektivních plánů a přijímání strategických (konceptních) rozhodnutí. Systémy taktického řízení stanoví cíle pro nižší úroveň systémů řízení operativního a kontrolují jejich plnění. V případě narušení nepředvídanými vlivy provádí změnu cílů. Systém operativního řízení zajišťuje vlastní řízení systému v souladu s operativními plány. Řízení v reálném čase je charakterizováno tím, že reakce na řídicí opatření jsou rychlejší než změny chování systému bez řízení. [1]

Integrovanými systémy řízení nazýváme takové systémy, které:

- zahrnují jako subsystemy systémy strategického, taktického i operativního řízení,
- zahrnují subsystemy, které jsou samy řídicími systémy nižší úrovně.

Velmi frekventovaným pojmem je informační systém, který má především tyto funkce a znaky:

- zahrnuje prostředky pro získání kvalitních informací o systému a jeho okolí,
- obsahuje prostředky pro zpracování těchto informací na potřebné úrovni,
- má paměť pro jejich uchování,
- včas vyhledá a ve vhodné formě předá potřebné informace na místo jejich využití,
- je dostatečně flexibilní s ohledem na požadované změny metod zpracování,
- je dostatečně spolehlivý s ohledem na poruchy či zkeslení (poškození) informací. [1]

1.6 Statické a dynamické systémy

U obecných systémů můžeme nalézt dva druhy jejich vlastností. Vlastnosti statické, které můžeme považovat za stálé, nezávislé na čase, a vlastnosti dynamické, které se s časem mění. Stejně tak i systémy rozdělujeme na statické a dynamické. Statický systém se vyznačuje časovou stálostí a neměnností své struktury, vazeb i transformačních funkcí svých prvků. Matematicky je lze popsat pomocí soustav obyčejných rovnic. [1]

Dynamický systém vykazuje časovou závislost (proměnlivost) svých vlastností, tedy i struktur, vazeb a transformačních funkcí. Matematicky jej lze popsat soustavou diferenciálních rovnic. Zvláštním typem statických systémů jsou systémy stacionární, jejichž vlastnosti se mohou měnit, nikoliv však v závislosti na čase. [1]

1.7 Kvalita, spolehlivost a stabilita systému

Kvalitu systému definujeme jako vzdálenost reálného chování systému od jeho chování ideálního nebo požadovaného (zadavatelem, zákazníkem). Mírou jsou nejrůznější kvalitativní ukazatele. Spolehlivost (náhodného) systému je dána pravděpodobností požadovaného chování. Pokud je tato pravděpodobnost rovna 1, jedná se o systém deterministický. Někdy se místo pravděpodobnosti používají pro hodnocení spolehlivosti různé kvalitativní ukazatele. Optimalita systému charakterizuje schopnost systému být nejlepším ze všech možných variant. Je vždy posuzována podle určitého hlediska jeho chování. [1]

Důležitým požadavkem je stabilita systému. Pokud je podmínka stability splněna, nemá systém tendenci zvětšovat jednorázovou, krátkodobým vlivem způsobenou, odchylku od žádoucího chování nebo nemá tendenci k rozkmitání nepřijatelné velikosti. [1]

Vlastnost adaptivity systému je založena na schopnosti systému automaticky upravovat svoje chování tak, aby odpovídalo změnám stavu okolí a bylo i ve změněných podmínkách dosaženo cíle. Tato vlastnost je často získána použitím procedury učení. [1]

1.8 Systémy tvrdé a měkké

V souvislosti s klasifikací systémů máme na mysli nikoliv vlastnost samotného systému, nýbrž způsob a formu jeho popisu. Systém označujeme za tvrdý, pokud je jeho chování možno dostatečně dobře popsat s využitím matematického (numerického) aparátu. Takovým popisem může být např. rovnice, nerovnost, logický výrok, soustava rovnic apod. Takto lze dostatečně adekvátně vytvořit popisy chování (modely) systémů jednodušších nebo v případech, kdy připustíme jistá zjednodušení a zanedbání pro daný účel nepodstatných aspektů chování. [1]

Je skutečností, že téměř všechny systémy, o kterých např. manažeři uvažují při svém rozhodování, jsou natolik složité, že není reálné uvažovat o jejich matematickém popisu. Takové, tzv. měkké systémy, popisujeme speciálními metodami využívajícími jazykových (slovních, verbálních) přístupů. Tyto popisy (jazykové modely) a práce s nimi jsou jednou z disciplín vědního oboru umělá inteligence. Učením systému rozumíme procesy, které vedou k účelné změně struktury, organizace nebo vlastností adaptivního systému, vyvolané opakovanými podněty z jeho okolí. [1]



Teorie systémů a její základní pojmy vytvářejí platformu pro pochopení základních pojmů, které lze dále využít v této oblasti. Determinovanost, náhodnost a neurčitost přispívají k pochopení chování systémů v různých podmínkách. Další z důležitých pojmů, jako jsou kvalita a spolehlivost, zase charakterizují požadavky na zajištění fungování systémů a řízení jejich činnosti. Systémy lze také rozdělit na tvrdé, které jsou velmi dobře popsitelné matematickými metodami. Oproti tomu měkké systémy mohou být velmi dobře charakterizovány pomocí speciálních metod z oboru umělé inteligence.



1. Definujte pojmy systém a rozlišovací úroveň vymezení.
2. Charakterizujte determinovanost, náhodnost a spolehlivost systému.
3. Jaký je rozdíl mezi statickými a dynamickými systémy?
4. Pomocí jakých metod jsou charakterizovány tvrdé a měkké systémy?



Literatura k tématu:

- [1] ČERNÝ, J. *Základy teorie systémů*. VŠE Praha, FM: 2001, ISBN 80-245-0231-3.
- [2] VLČEK, J. *Systémové inženýrství*. ČVUT Praha, 1999, ISBN 80-01-01905-5.

Kapitola 2

Informační systémy v prostředí podniku



Po prostudování kapitoly budete umět:

- charakterizovat informační systém a definovat jeho úlohu v podnikovém prostředí;
- popsat funkce informačního systému a jejich návaznost na dosahování cílů podniku,
- definovat typy informačních systémů.



Klíčová slova:

Informace, systém, prvek, funkce, hardware, software, orgware, peopleware, zdroj, podnik, typy informačních systémů.

2.1 Informační systém a jeho úloha v podnikovém prostředí

Informační systémy v podnikovém prostředí, je tvořen technickými prvky, kterým říkáme informační technologie (hardware a software), a které zajišťují požadovanou funkci pro sběr, přenos, uchování a zpracování dat. Jeho součástí jsou i lidé (uživatelé), kteří informace z tohoto IS používají. [3]

Informační systém podniku tedy nelze koupit nebo prodat, vždy nějaký v organizaci existuje a proto jej nelze od organizace nijak oddělit. Kde je sdílení a výměna informací, tam je i informační systém. Navíc, jeho nedílnou součástí jsou také lidé, protože jsou nositeli podstatné části informací. Software pro IS není vůbec nezbytný - informační systém mohou "technologicky" tvořit jen papírové dokumenty, šanony nebo třeba jen poznámky. Toto je samozřejmě vyjímečný příklad. [3]

Každá organizace potřebuje ke svému fungování informace. K tomu aby mohla přijímat objednávky od svých zákazníků, k tomu aby mohla vyplácet mzdy nebo platy svým lidem. K tomu všemu slouží informace. A informace je nutné sdílet, zpracovávat a uchovávat. A informace potřebujeme proto, aby přežila a aby mohla zvyšovat svoji konkurenceschopnost. Kdo má lepší informace, má větší předpoklady k vyšším ziskům či menším nákladům. [3]

Abychom s nimi zacházeli co nejlépe a měli k dispozici ty správné informace ve správný čas a na správném místě, potřebujeme odpovídající technologie (ne vždy si vystačíme s poznámkami) a to vše musíme integrovat do jednoho celku. To vše nazýváme jako podnikový informační systém. [3]

2.2 Základní funkce informačního systému

Základní účel informačního systému podniku je tedy uchování a poskytování informací (respektive dat) jeho uživatelům.

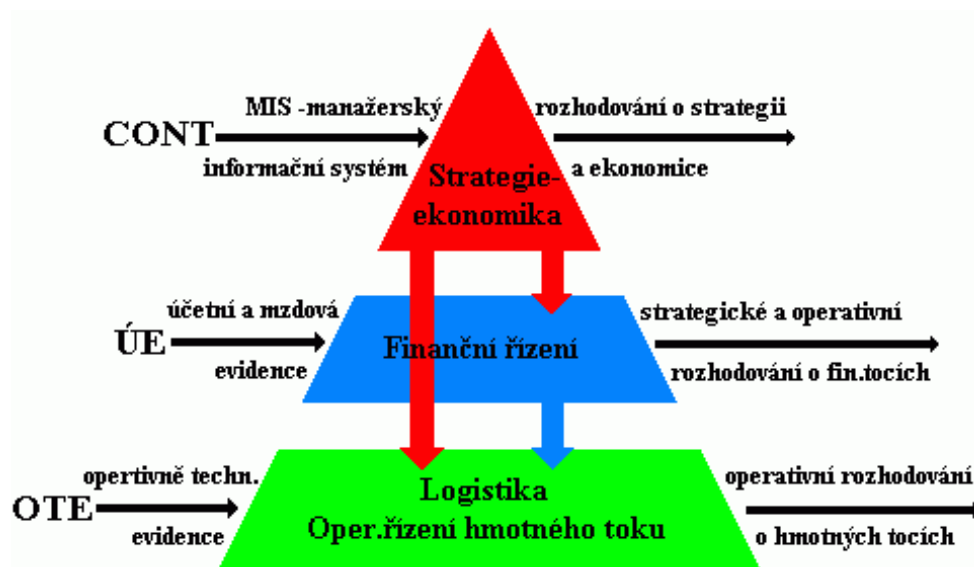
Přesněji řečeno, je to:

- sběr dat,
- uchování dat,
- přenos dat,
- zpracování dat,

- poskytování dat a informací. [3]

Kvalita dat a informací uvnitř je zcela podstatná a dává smysl existenci kterékoliv části systému. Pro představu, jako jednoduchý příklad informačního systému, si vezměme soustavu orientačních cedulí v nemocnici, které slouží k orientaci návštěvníků. Pokud budou informace na cedulích mylné, například když bude šipka směřovat opačným směrem, tak budou jeho uživatelé - návštěvníci nemocnice bloudit. Nekvalitní nebo špatná informace (nebo dokonce dezinformace - jako je záměrně otočená cedule opačným směrem) vede k tomu, že návštěvníci netuší, co mají dělat nebo to dělají špatně. Stejná situace je i s podnikovým informačním systémem. Kvalita informací v něm obsažená a jeho uživatelům poskytovaná, je zcela klíčová. [3]

Data vstupují do informačního systému ručním zadáváním jeho uživatelů nebo mohou být sbírána automaticky z různých čidel či jiných vstupních zařízení. Informační technologie zajistí další zpracování takových dat. Lidé použijí zpracovaná data jako informace při různých provozních i rozvojových procesech. [3]



Obr. 4 Schéma funkcí IS a jejich řízení, zdroj: [3]

2.3 Prvky informačního systému

V běžném hovoru, když se řekne informační systém podniku, tak se tím myslí zúženě jen technické prostředky a většinou ještě úžeji jen jako podnikové aplikace. Informační systém podniku ale není jen software ani informační technologie, ale tvoří jej všechny složky dohromady. Je to soubor všech jeho složek - informačních technologií, lidí i dat. Každá z nich je pro informační systém důležitá a bez

ní bychom o informačním systému jako celku mluvit nemohli (nebo si dokážete představit software bez dat či uživatelů?). [4]

Hlavními prvky informačního systému jsou:

1. hardware,
2. software,
3. peopleware,
4. orgware,
5. data.

Hardware

Hardwarem je označováno veškeré technické vybavení (hmotné nástroje), které je v organizaci používáno pro zpracování informací a dat. Technické vybavení, které zajišťuje fungování celého informačního systému, je zároveň klíčovým prvkem. Úroveň technického vybavení je stanovena předmětem podnikání, tzn., že firma, která provozuje malou kamennou prodejnu a internetový obchod, nemusí vlastnit výkonné technické prostředky. V případě, že firma nevyužívá outsourcing a má všechny hardware vlastní, používá server, což je výkonný počítač, který slouží pro centrální ukládání dat a pro další služby. Dále vlastní také velký počet osobních počítačů, klávesnic, myši, externích uložišť apod. [4]

Software

Software je veškeré nehmotné programové vybavení informačního systému organizace. Jedná se o programové prostředky, které firma využívá (balíky Microsoft Office, Autocad apod.) a také zde patří operační systémy (Microsoft, Linux apod.), které jsou v informačním systému organizace uložena. Dále je zde možné zahrnout algoritmy a metody, které jsou využívány pro zpracovávání informací a dat. Organizace mají podle svého oboru podnikání různě složitý software, od kterého se potom odvíjí požadavky na úroveň hardware, který ho používá. [4]

Peopleware

Peopleware označuje význam a úlohu lidského faktoru, v informačním systému a technickém vybavení firmy. Tato problematika je zařazena do struktury IS proto, že informační technika je obsluhována lidmi (programátory, ale i administrátory a uživateli), a proto je tato složka považována za třetí část, vztahující se k IS. Každý, kdo se podílí na konstruování a používání počítačových systémů, je označován jako peopleware. [4]

Orgware

V případě pojmu orgware se jedná o pravidla a nařízení, která jsou definována pro využívání, fungování a provozování IS. Patří sem také doporučené pracovní postupy, nařízení a povinnosti. Konkrétní pravidla pro využívání, fungování a provozování IS, jsou obsažena v informační strategii organizace. [4]

Data

Důležitou součástí informačního systému jsou také data, která tvoří jeho obsah a podstatu. Pojem data zahrnuje informace, které jsou k dispozici v digitální podobě a jsou určena k počítačovému zpracování. [4]

2.4 Obsah informačního systému

Obecně jde o všechny informace a data, která jsou potřebná k provozu a fungování firem. To se přirozeně liší v jednotlivých sektorech trhu, jiné informace potřebuje velká výrobní firma a jiné malá právní kancelář. Pokud ovšem vezmeme, v zásadě potřebuje většina firem nějak pokrýt následující oblasti, své procesy:

a) Řízení lidských zdrojů

- informace o lidech a jejich mzdách,

b) Řízení financí a ekonomika organizace

- účetní a další finanční informace,

c) Správa majetku

- informace o majetku, jeho stavu údržbě a podobně,

d) Logistika a doprava

- informace o pohybech zboží, dodacích lhůtách a podobně,

e) Prodej (informace o tom, co prodáváme)

- o výrobcích nebo službách, o našich zákaznících a dalších souvislostech,

f) Řízení výroby a poskytování služeb

- informace o stavu našich výrobků, výrobních potřebách, výrobní plány a podobně,

g) Řízení kvality a procesů

- informace o možnostech zlepšování a skutečném stavu,

h) Řízení projektů

- informace o projektech, jejich stavu či o jejich zákaznících,

i) Řízení rizik

- informace o možných hrozbách, které když neeliminujeme, bude nás to stát peníze,

j) Strategické řízení

- strategické plány, jejich vývoj a stav,

k) Řízení bezpečnosti

- informace o přístupových právech, kdo kam může a kdo kam nesmí,

l) Informatika a řízení IT

- informace o tom jaké máme aplikace, jaký máme hardware a jak to řídíme,

m) Řízení znalostí a kontinuita organizace

- různé nestrukturované informace důležité pro firmu a další. [4]

2.5 Základní funkce informačního systému podniku

Informační technologie zajišťují různou funkce. Od základů, kdy “pouze” uchovávají informace až po složité expertní systémy, které pomáhají plánovat. Software tedy může zajišťovat různou funkčnost, která se liší organizaci od organizace, podnik od podniku. Základní funkce každého informačního systému jsou zhruba následující:

- evidence a uchování informací (kmenová data, dokumenty a podobně),

- zpracování a uchování transakčních informací (stavy zásob, objednávky, zakázky a další typy dat o transakcích),
- komunikace a výměna informací (e-maily, instant messaging a podobně),
- poskytování informací pro řízení a rozhodování,
- plánování,
- simulace umožňuje předpovídání a simulace různých situací. [3]

2.6 Typy informačních systémů

Členění informačních systémů můžeme v odborné literatuře i praxi najít několik. Zde je uvedena tzv. informační pyramida, kterou můžete najít v mnoha organizacích. Tvoří ji:

- transakční systémy,
- informační systémy pro řízení,
- systémy pro podporu rozhodování,
- informační systémy pro vrcholové řízení,
- strategické informační systémy,
- prognostické systémy. [3]

1) Transakční systémy (TPS – Transaction Processing System)

Jedná se o pokračovatele klasických dávkových systémů, které měly za úkol mechanizovat konkrétní úlohy agendy, jako např. účetnictví, evidenci, skladové systémy apod. Převážná práce s daty je vykonávána ihned po jejich vložení. Velká část informačních systémů, které jsou běžnými uživateli využívány v každodenním životě, jsou právě tohoto typu. [4]

2) Informační systémy pro řízení (MIS – Management Information System)

Svůj původ mají v ekonomických a účetních systémech. Jejich hlavním úkolem je zpřístupnit různé součtové sestavy nebo přehledy (počty objednávek, zisk v jednotlivých měsících, přehledy o provozu dílen apod.). [3]

3) Systémy pro podporu rozhodování (DSS – Decision IS)

Jsou určitou nadstavbou pro MIS. Jejich posláním je umožnit různé analýzy, aby řídicí pracovníci mohli přijímat důležitá rozhodnutí. [3]

4) Informační systémy pro vrcholové řízení (EIS – Executive IS)

Jejich hlavním úkolem je poskytovat řídicím pracovníkům informace, které jsou nezbytné pro rozhodování na strategické úrovni, pro budoucnost a vývoj podniku a schopnost řešit tak úlohy diagnostického charakteru. [3]

5) Strategické informační systémy

Tento druh informačních systémů se snaží o zvýšení konkurenceschopnosti podniku. Jsou spojeny přímo s výrobkem nebo výrobou. V oblasti obchodu to může být např. elektronická pošta. [3]

6) Prognostické systémy

Tyto systémy jsou tvořeny nástroji, které dovolují provádět analýzu typu „co když“ a tím vytvářet prognózy. Patří sem např. expertní systémy (ES), které jsou často považovány za zvláštní druh informačních systémů. [3]



Informační systémy dnes tvoří významné aktivum v podnikovém prostředí, které přispívá k zajištění hlavních funkcí a chodu organizace. Obsahem informačního systému jsou nejen samotné informace a data, ale také technické prvky, softwarové nástroje nebo lidé. Všechny tyto části informačního systému tvoří jeho platformu a bez nich nebylo možné zajistit jeho fungování. V současných organizacích tvoří informační systém tzv. pyramida. Jedná se o hierarchickou strukturu informačních systémů, které navzájem na sebe navazují a mohou si tak předávat informace na různých úrovních řízení. Tato pyramida utváří podnikový informační systém jako celek, včetně jeho klíčových prvků.



1. Charakterizujte úlohu informačního systému v podnikovém prostředí a uveďte jeho funkce.
2. Popište prvky tvořící informační systém.
3. Vyjmenujte a definujte základní funkce informačního systému.



Literatura k tématu:

- [1] KLÍČOVÁ, Hana a Petr SODOMKA. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2. aktualizované rozšířené vydání. Brno: Computer Press, 2011, 491 s. ISBN 978-80-251-2878-7.
- [2] TVRDÍKOVÁ, Milena. *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy*. Praha: Grada, 2008, 173 s. ISBN 24762982.

Kapitola 3

Management bezpečnosti



Po prostudování kapitoly budete umět:

- charakterizovat bezpečnostní management, jeho funkce a úlohu v informačním prostředí organizace
- definovat manažerské přístupy k řízení bezpečnosti v IS,
- charakterizovat základní hrozby informačního systému podniku.



Klíčová slova:

Bezpečnost, management, řízení, riziko, hrozba, informační systém, analýza, újma, virus, opatření.

3.1 Management bezpečnosti – definice

Řízení bezpečnosti (nebo-li Security Management, někdy též Corporate Security) je oblast řízení, která řeší bezpečnost aktiv (zdrojů) v organizaci, tedy jak bezpečnost fyzickou tak bezpečnost kybernetického světa. Řízení bezpečnosti velmi úzce souvisí s řízením rizik a je zaměřeno na vytvoření či trvalé zajištění takových podmínek, která pomohou předcházet či snížit identifikovaná rizika, vyhnout se problémům a to zejména pomocí různých metod, procedur, standardů, směrnic a nástrojů. [5]

Řízení bezpečnosti je soustavná, opakující se sada navzájem provázaných činností, jejichž cílem je zajistit bezpečný provoz a zamezit bezpečnostním hrozbám a rizikům, jako jsou ohrožení či poškození života, zdraví, hmotných a nehmotných aktiv organizace apod. [5]

Řízení bezpečnosti se z velké části týká zajištění autorizovaného přístupu osob k aktivům organizace (zejména k financím, informacím, movitému i nemovitému majetku). S řízením bezpečnosti úzce souvisí řízení kontinuity činností organizace (Business Continuity Management). Jakkoliv je bezpečnost zpravidla zajišťována odbornými útvary a odborníky, primárně je součástí každodenní práce vedoucího zaměstnance a statutárního orgánu firmy. [5]

3.2 Manažerské přístupy k řízení bezpečnosti

Na všech úrovních řízení můžeme pozorovat různý přístup zodpovědných pracovníků k problematice bezpečnosti a ochrany před riziky. Tyto přístupy lze kategorizovat následujícím způsobem:

a) Legalistický přístup

Tento přístup lze charakterizovat výrokem "Vyhovíme požadavkům zákona a bezpečnostních předpisů, ale nic víc". Jinými slovy, organizace není ochotna učinit nic, co přesahuje nutné minimum, aby unikla postihu v podobě pokut ze strany příslušných orgánů. [6]

b) Sociálně-humanitární přístup

Podle tohoto přístupu jsou lidské zdroje považovány za důležité aktivum organizace a nezbytný prostředek k dosažení cílů organizace a jako takové musí být chráněny. [6]

c) Finančně-ekonomický přístup

Udržení vysoké úrovně bezpečnosti a ochrany před riziky vyžaduje investování odpovídající výše finančních zdrojů. Na druhé straně však všechny havárie, nehody, úrazy a choroby z povolání (respektive odstranění jejich následků) rovněž vyžadují určité náklady. Většina organizací dokáže samozřejmě velmi rychle finančně vyjádřit, kolik je stojí zlepšení úrovně bezpečnosti a ochrany zdraví v podobě bezpečnostních a ochranných prvků strojního zařízení, výchovou k bezpečné práci apod.

Zavedení samostatného sledování ztrát způsobených např. pracovními úrazy a chorobami z povolání velmi brzy odhalí skutečnou výši nákladů, které organizace doplácí na konto špatné činnosti na úseku BOZP a PO (bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární ochraně). Pokud se tyto náklady stanou součástí osobní zainteresovanosti jednotlivých vedoucích pracovníků, což často vede k okamžitému zlepšení celkové situace. [6]

d) Přístup z hlediska lidských faktorů

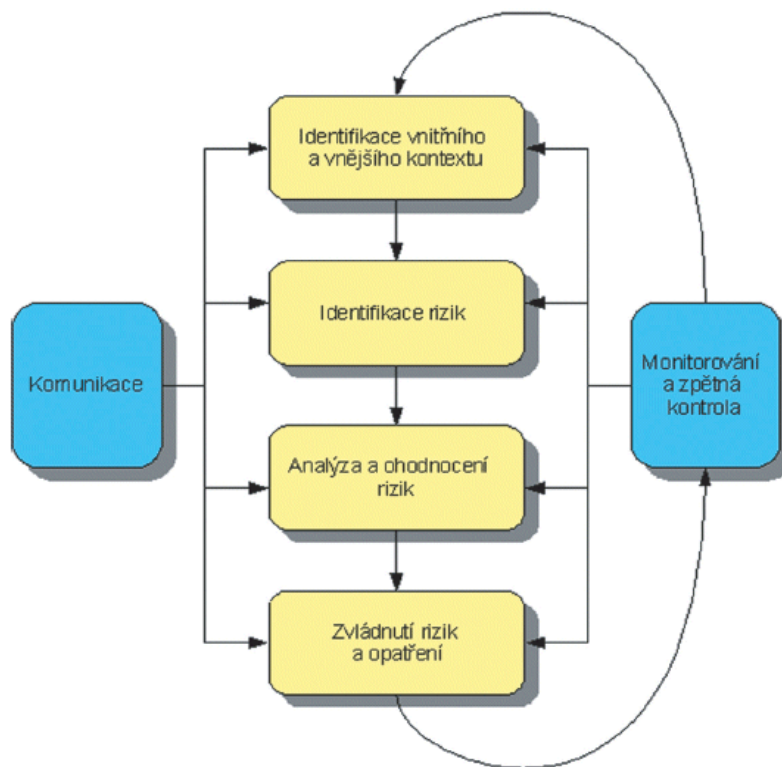
Přístup, který zdůrazňuje působení lidských faktorů na úroveň bezpečnosti a ochrany před riziky, se soustřeďuje na identifikaci těch charakteristických vlastností organizace, které pozitivně ovlivňují chování všech pracovníků a jejich postoj k otázkám bezpečnosti a ochrany před riziky. [6]

3.3 Informační systém a jeho bezpečnost

Zajistit bezpečné fungování informačního systému v organizaci se dnes stává jednou z hlavních priorit managementu. Pro zajištění odpovídající úrovně bezpečnosti podnikového informačního systému je nutné monitorovat několik skutečností:

- zranitelnost,
- rizika,
- možnosti napadení IS,
- zabezpečení IS,
- bezpečnostní mechanismy,
- lidský faktor.

Pro řízení bezpečnostních rizik IS v organizaci, je třeba provádět analýzu rizik. Její postup je vyjádřen na následujícím obrázku. [5]



Obr. 5 Postup analýzy rizik, zdroj: [5]

3.3.1 Zranitelnost

Zranitelnost informačních systémů představuje jejich obecnou vlastnost. Jedná se vlastně o zranitelná místa (zranitelné komponenty, prvky) těchto systémů jak z hlediska funkčnosti, tak i správnosti (přesněji, míry záruky za správnost). V této souvislosti je nutné poznamenat, že zranitelnost fyzického prostředí řady informačních systémů je dosud značná. Dále pak, že u celé řady firem a institucí je zcela podceňována zranitelnost organizačního prostředí, především pak personálních (lidských) prvků informačních systémů. Poněkud více pozornosti, ale stále ne dostačující, je věnováno logickému a komunikačnímu (WAN) prostředí. [5]

Prakticky to znamená, že informační technologie bývá nevhodně dislokována a neautorizovaný přístup do prostor jejího umístění bývá často snadný. Samostatnou kapitolou je "úroveň" služeb ochrany a ostrahy objektů. Využívání automatizovaných systémů kontroly vstupu a pohybu osob v objektech je ojedinělé, a snad jen systémy EZS (elektronická zabezpečovací signalizace) lze vidět v provozuschopném stavu v některých objektech. Velkým problémem zranitelnosti informačních systémů v praxi bývá nedokonalost jejich organizačních zázemí, tzn. dokumentování (formalizace) všech informačních toků a procedur, představované celou řadou směrnic a jiných písemných dokumentů. Lze také předpokládat, že jen nemnoho ze správců informačních systémů má k dispozici tzv.

havarijní plány, stejně tak, že jen málo firem a institucí má k dispozici kvalifikovaný bezpečnostní management. Specifickou oblastí při posuzování zranitelnosti organizačního prostředí je pak personální management. [5]

3.3.2 Riziko

Pravděpodobnost, že se uplatní některá z výše uvedených hrozeb nebo zranitelných míst informačních systémů je vyjádřena hodnotou informačního rizika. Teoretické odhady jsou potvrzovány praktickými zkušenostmi, ze kterých vyplývá, že nejpravděpodobnější riziko pramení z uplatnění hrozby - systém je dodán, instalován nebo používán způsobem, který není bezpečný. Přitom nejčastějšími příčinami tohoto rizika bývají chyby a nedbalost personálu spolu s nesprávnou manipulací. Je zajímavé, že již zmíněné aktuální případy uplatněné hrozby - autorizovaný uživatel se pokouší získat přístup k prostředkům, ke kterým nemá přístup povolen - zaujímají z pohledu dlouhodobých zahraničních statistik místo ve spodní části žebříčku četnosti. [6]

V našich podmínkách však bude situace poněkud odlišná, vzhledem k rozdílu mezi úrovní bezpečnostních systémů našich a zahraničních institucí. V této souvislosti je vhodné poznamenat, že za velký nedostatek řady informačních systémů je nutno považovat nedostatky v kvalitní formalizaci informačních procedur a toků. Například je naprosto nežádoucí, aby firemní programátor měl přístup do systému v provozu, nebo naopak, aby ladění programů byl prováděno na tzv. ostrých datech. Rovněž tak je nepřipustné, aby třeba informaci jisté klasifikační úrovně bylo možno neautorizovaně získat i tak, že jsou autorizovaně získány její jednotlivé části s nižší klasifikační úrovní. [6]

3.3.3 Bezpečnostní systém

Některé z firem a institucí již přišly na to, že nejefektivnějším a z dlouhodobého hlediska nejekonomičtějším způsobem řešení bezpečnosti (důvěryhodnosti) jejich informačních systémů, je odborně provedená výstavba bezpečnostního systému. Takovýto krok vyžaduje ze strany firemního managementu zájem o řešení informační bezpečnosti na straně jedné, na straně druhé přijetí dlouhodobého programu informační bezpečnosti. Realizace tohoto programu předpokládá v první fázi provedení bezpečnostní analýzy firemního informačního systému, na základě které by měla být vypracován dokument, který je nazýván bezpečnostní politika, a v případě potřeby vypracován bezpečnostní projekt. [6]

Výstavba konkrétního bezpečnostního systému se pak obvykle provádí buď na základě bezpečnostního projektu, nebo dle závěrů bezpečnostní analýzy. Na tomto místě je vhodné poznamenat, že v rámci firemních a institucionálních informačních systémů lze, vzhledem k odlišným a specifickým

vlastnostem, naprosto samostatně řešit informační bezpečnost zpracování dat a informační bezpečnost přenosu dat. Kvalitní ochrana informací a informačních systémů je nejen vizitkou firmy nebo instituce, ale i nezbytným předpokladem bezproblémových auditů prováděných například s cílem získat např. certifikát bezpečnosti dle ISO 27001. [6]

3.3.4 Možnosti napadení IS

V době stále se zvyšující komplexnosti operačních systémů i aplikačního programového vybavení dochází ke stále častějším objevům bezpečnostních děr (security holes) v těchto produktech. Různé skupiny, sdružující se převážně na internetu, těchto "děr" využívají a tvoří programy, které mohou kompromitovat informační systém. Tyto programy jsou pak volně dostupné pro všechny uživatele Internetu. To znamená, že pro narušení systému již nejsou potřebné žádné speciální znalosti a techniky - narušení může provést kdokoli, kdo si daný program zrovna "stáhne". Velmi alarmující jsou statistiky, které uvádějí, že až 90% realizovaných útoků na informační systém probíhá zevnitř organizace, to znamená, že je provádějí vlastní zaměstnanci. V současnosti existuje více než 800 různých způsobů, kterými lze napadnout zařízení, připojená do počítačové sítě. Tyto útoky se liší použitými prostředky a cíli. [5]

Útoky mohou způsobit následující škody:

- a. **nedostupnost služby** - tzv. DoS útoky (Denial of Service) - způsobí, že případná služba (http, ftp...), na kterou byl prováděn útok přestane být funkční - může dojít i k "zatuhnutí", případně restartu serveru apod.
- b. **neoprávněný přístup** - výsledkem útoku může být to, že útočník neoprávněně získá plný nebo částečný přístup k zařízení, a to mu následně umožní provádět neautorizované změny v konfiguraci, mazání nebo modifikaci souborů apod. Často bývá takto napadený server využíván jako základna pro provádění útoků na další zařízení.
- c. **získání důvěrných informací** - výsledkem útoku může být získání citlivých informací - např. seznam uživatelských jmen a hesel apod.
- d. **narušení funkce IS** – vlivem kybernetického útoku mohou být narušeny základní funkce IS, což může mít závažné dopady na organizaci a její strukturu. [5]

3.3.5 Zabezpečení IS

Pojmem zabezpečování IT označujeme proces dosažení a udržení důvěrnosti, integrity, dostupnosti, prokazatelnosti odpovědnosti, autenticity a spolehlivosti informací a služeb IT na přiměřené úrovni.

Bezpečnost IT použitých v organizaci se dosahuje především plněním manažerských funkcí, souvisejících s bezpečností IT jako integrální součástí plnění globálního plánu správy organizace. Mezi takové manažerské funkce typicky patří:

- určení cílů, strategií a politiky zabezpečení IT organizace,
- určení požadavků na zabezpečení IT organizace,
- identifikace a analýza rizik pro organizaci plynoucích z používání IT,
- identifikace a analýza hrozeb pro aktiva IT v rámci organizace,
- specifikace přiměřených bezpečnostních opatření eliminujících nebo snižujících rizika,
- detekování bezpečnostních incidentů a adekvátní reakce na ně,
- sledování implementace a bezpečnostních opatření. [5]

Mezi bezpečnostní nástroje lze také zařadit matici zranitelnosti, která je uvedena na následujícím obrázku.

Matice zranitelnosti

V zranitelnost	popis aktiva	databáze svr	databáze skladu	server	PC	OS	databáze	připojení svr	připojení PC
	A hodnota aktiva	5	5	4	2	3	3	5	4
	T pravděpodobnost								
popis hrozby									
ztráta dat	3	4	5						
selhání HW (svr)	1			2					
selhání HW (PC)	2				1				
selhání ASW	3				2				
selhání SQL	2						3		
selhání komunikace	4							3	2
Napadení sítě	5			5	2	2	4		
neúmyslný incident	4	3	5						
živelná pohroma	2							5	2

Řízení bezpečnosti informačních systémů veřejné správy

Obr. 6 Matice zranitelnosti, zdroj: [5]

3.3.6 Bezpečnostní mechanismy

Pro implementaci funkcí prosazujících bezpečnost se používají bezpečnostní mechanismy. Bezpečnostní mechanismus je logika nebo algoritmus, který hardwarově (technicky), softwarově (logicky), fyzicky nebo administrativně implementuje bezpečnostní funkci.

Rozpoznáváme (podle publikace [ITSEC]):

- slabé bezpečnostní mechanismy pro ochranu před amatéry, proti náhodným útokům, lze je narušit kvalifikovaným útokem, tj. útokem střední síly,
- bezpečnostní mechanismy střední síly pro ochranu před hackery, proti úmyslným útokům na IS s omezenými příležitostmi a možnostmi, hovoříme tedy o běžných útocích,
- silné bezpečnostní mechanismy ochrana před profesionály, ochrana proti útočníkům s vysokou úrovní znalostí, s velkými příležitostmi, s velkými prostředky, používajícími útoky vymykající se běžné praxi. [6]

Podle použité technologické základny rozeznáváme bezpečnostní mechanismy:

- softwarové bezpečnostní mechanismy (mnohdy označované jako logické bezpečnostní mechanismy) princip řízení přístupu v daném operačním systému, kryptografie – symetrická (s tajným klíčem), asymetrická (s veřejným a privátním klíčem), standardy pro návrh, kódování, testování, údržbu programů, ochranné nástroje v operačních systémech, např. ochrana paměti, ochrana souborů řízením přístupu, obecná ochrana objektů, tj. přístupové matice, přístupové seznamy, hesla, autentizace přístupu k terminálu, mechanismy určené pro autentizaci zpráv,
- hardwarové bezpečnostní mechanismy (mnohdy označované jako technické bezpečnostní mechanismy) šifrovače a autentizační a identifikační karty,
- fyzické bezpečnostní mechanismy stínění, trezory, zámky, protipožární ochrana, generátory náhradní energie, chráněná místa pro záložní kopie dat a programů,
- administrativní bezpečnostní mechanismy (výběr důvěryhodných osob, hesla, právní normy, zákony, vyhlášky, předpisy). [6]

3.3.7 Lidský faktor

Více než 90 % veškerých mimořádných událostí a narušení bezpečnosti informačního systému je způsobeno úmyslným (krádež, pomsta, zlomyslnost) i neúmyslným (nezkušenost, neznalost, nedbalost) jednáním člověka - zaměstnance společnosti. [6]

Závadová činnost takového člověka uvnitř firmy může oblasti informatiky a správy informačního systému společnosti může spočívat především v:

- modifikaci vlastních přístupových práv do IS,
- úpravě v centrálních a pobočkových databázích a příslušných auditních souborů,
- zneprístupnění dat dalším spolupracovníkům,
- přerušení datových okruhů,
- modifikaci přístupových práv ostatních uživatelů,
- změně konfigurace počítačů nebo komunikačních prostředků,
- nedodržování antivirové ochrany IS,
- neprovádění nebo pouze částečném zálohování dat,
- porušování pravidel platných pro tvorbu a používání přístupových hesel. [6]

Σ

Bezpečnost informačních systémů je v současném podnikovém prostředí vnímána jako jedna z priorit, kterou je třeba se v rámci managementu organizace zabývat. Informační systémy a jejich prvky jsou ohrožovány vystavovány novým druhům hrozeb, jejichž počet každým rokem narůstá. Tato skutečnost také vede k rozvíjení nových přístupů k řešení tohoto problému a předcházení tak vzniku nežádoucích situací. Pro informační systém a jeho bezpečnost zůstává stále nejzranitelnějším prvkem lidský faktor, který je zodpovědný za větší množství cílených útoků na IS organizace.

?

1. Definujte pojem „management bezpečnosti“. Jak významnou roli sehrává ve vztahu k IS organizace a proč?
2. Charakterizujte manažerské přístupy k řízení bezpečnosti.
3. Vyjmenujte některé druhy útoků na IS organizace a definujte možné dopady.
4. Definujte pojem „bezpečnostní mechanismus“ a uveďte příklad.



Literatura k tématu:

- [1] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy – Podnik v informační společnosti*. 3. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2012, 328 s. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [2] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2013, 354 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.

Kapitola 4

Metody rozhodování



Po prostudování kapitoly budete umět:

- charakterizovat proces rozhodování a umět jej aplikovat na řešení problémů,
- definovat základní prvky rozhodovacího procesu,
- popsat základní metody rozhodování.



Klíčová slova:

Rozhodování, proces, prvek, analýza, řešení, problém, management, cíl, kritérium, subjekt, znalosti.

4.1 Rozhodovací proces

S rostoucí složitostí a s rostoucí intenzitou působení stále většího počtu vnitřních a vnějších vlivů na organizace se každý manažer setkává s velkým množstvím problémů, které musí rychle a kvalifikovaně řešit. Rozhodování je činnost, která je s aktivitami manažera nerozlučně spjata. Považujeme-li organizaci za systém, pak lze v plné míře aplikovat zásady systémové vědy i na procesy řešení problémů – tedy rozhodování. V této kapitole budeme věnovat pozornost principům, přístupům a přehledům metod rozhodovacích procesů. Jejich detaily a aplikace budou náplní dalších specializovaných předmětů. [8]

Procesy rozhodování jsou permanentními aktivitami, kterými je naplněn běžný život každého z nás. I když je jejich charakter velmi rozmanitý, směřují vždy k nalezení řešení určité problémové situace určitého systému. Z tohoto hlediska je můžeme studovat z pohledu systémové vědy a definovat postup rozhodování, který využívá jejich principů. [8]

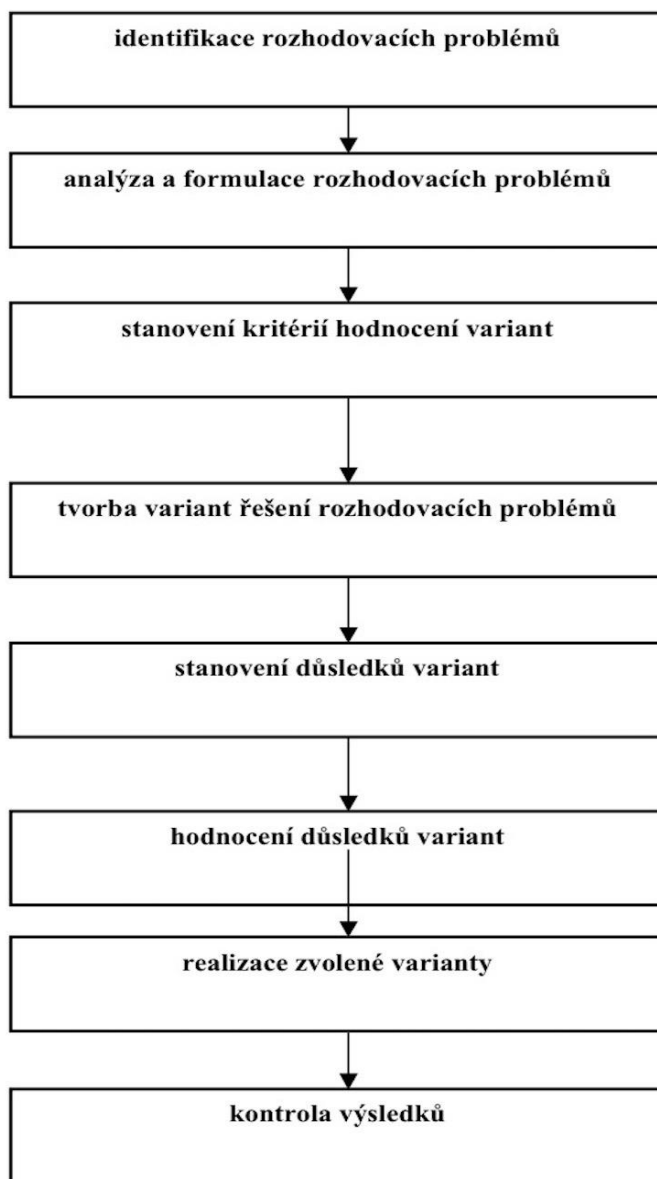
Charakteristickým rysem rozhodovacího problému je to, že pro jeho řešení se obvykle nabízí několik přípustných řešení (alternativ, variant) a je třeba se správně rozhodnout pro jednu z nich. Ke stanovení přípustných alternativ řešení musí být manažer vybaven vhodnými obecným postupem (algoritmem), který mu umožňuje tyto alternativy generovat. Přitom může jít o jeho vlastní myšlenkové postupy nebo specializovaný počítačový program (kvantitativní nebo kvalitativní model). Tento postup nazýváme obecným řešením problému. [8]

Jednotlivé alternativy jsou dále oceňovány a hodnoceny z hlediska kritérií až je vybráno řešení nejlepší. Toto řešení se nazývá partikulárním řešením problému. Nalezení nejlepší alternativy je obvykle prováděno pomocí specializovaných postupů, které představují řešení optimalizačního problému rozhodování. Optimální řešení se obvykle hledá s pomocí kvantitativních (nebo kvalitativních) výpočtů.

Vlastní rozhodovací proces obsahuje zpravidla pět základních etap:

1. identifikace a analýza problému, získávání informací, údajů a dat,
2. hledání variant možných řešení,
3. hodnocení variant a výběr vhodných variant,
4. test pro ověření efektivity vybraných řešení v praxi,
5. aplikace a hodnocení efektů vybraného řešení. [8]

Schéma rozhodovacího procesu je znázorněno na následujícím obrázku.



Obr. 7 Rozhodovací proces, zdroj: [8]

Manažer musí být schopen efektivně rozhodovat na základě logických úvah a důkladných kvantitativních analýz, doplněných závěry plynoucí z jeho vlastních zkušeností a intuice představující závěry analýzy kvalitativní. Každý manažerský problém musí být tedy zkoumán ze dvou pohledů – z hlediska kvalitativního a z hlediska kvantitativního. Manažer přijímá rozhodnutí na základě informací, které získává z procesů kvalitativní a kvantitativní analýzy. [8]

Základními prvky rozhodovacího procesu jsou:

Cíl rozhodování

Stav organizace, jež chceme dosáhnout. Cíle mohou být strategické taktické nebo operativní. Cíl může být jeden nebo současně může být stanoveno cílů více, které se mohou doplňovat nebo být dokonce v konfliktu. Forma jejich vyjádření může být číselná nebo slovní. [8]

Kritérium rozhodování

Může být kvantitativní nebo kvalitativní, výnosového nebo nákladového typu. Kritérium rozhodování hraje velkou roli jako účelová funkce rozhodovacích optimalizačních procedur. [8]

Subjekt a objekt rozhodování

Subjektem může být jednotlivec nebo tým. Objektem rozhodování je organizační jednotka, v jejíž rámci je zformulován daný problém, jsou stanoveny cíle, kterých se rozhodování týká. [8]

Varianty rozhodování

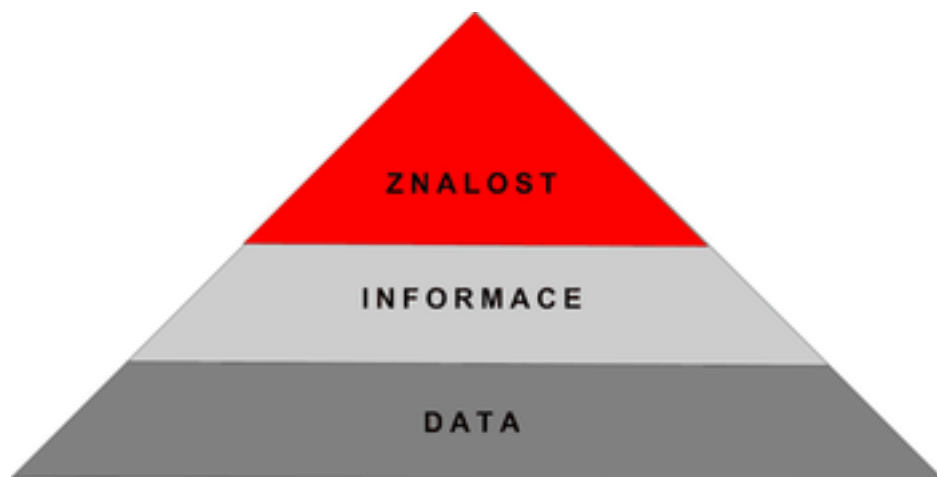
Představují možné způsoby jednání rozhodovatele, které mají vést ke splnění cílů. Varianty řešení mohou být v jednoduchých rozhodovacích úlohách evidentní, řešení složitých problémů vyžaduje vytvoření variant na základě procesů shromažďování a zpracování informací. [8]

Stav světa

Budoucí situace, které mohou ovlivnit efekty realizované varianty vzhledem k některým stanoveným kritériím. Přístup manažera k řešení rozhodovacích problémů musí být diferencovaný z hlediska podmínek pro rozhodování (rozhodování v podmínkách jistoty nebo nejistoty, rozhodování za rizika) a z hlediska stupně strukturovatelnosti problému (dobře či špatně strukturované problémy). [8]

Klíčové postavení v procesu rozhodování zaujímají **informace o objektu rozhodování**. Podstatná je skutečnost, že kvantitativní (číselné) informace mohou být špatně dostupné, neúplné nebo zatížené většími či menšími chybami. Naproti tomu informace kvalitativní (slovní) mohou být v mnohých případech dostupnější, správnější a pro rozhodovací proces mnohem užitečnější. [8]

V procesu rozhodování využíváme data, informace a znalosti. Pojem data je spojen s numerickými nebo alfanumerickými znaky, tvořícími řetězce. Informace jsou data, organizovaná takovým způsobem, že jsou pro příjemce srozumitelná a smysluplná. Znalosti pak můžeme definovat jako jasnou a zaručenou představu o věci nebo události (praktická zkušenost, dovednost, vědomost, poznání). Podle závislosti stupně abstrakce a množství můžeme nakreslit známý pyramidový graf. [8]



Obr. 8 Vztah mezi stupněm abstrakce a množstvím dat, informací a znalostí, zdroj: [8]

Pro proces rozhodování jsou také velmi důležité metody, které se k tomuto procesu mohou použít. Jejich aplikace závisí na podstatě rozhodovacího problému a na časových možnostech, které máme k dispozici.

Mezi nejznámější metody rozhodování lze zařadit:

- brainstorming,
- analýza dopadů,
- mentální mapy,
- paretovo pravidlo,
- SWOT analýza.

1) Brainstorming

Brainstorming je skupinová kreativní technika. Cílem je generování co nejvíce nápadů na dané téma. Poprvé s touto myšlenkou přišel v roce 1939 reklamní pracovník Alex Faickney Osborn, jako specifickou metodu ji pak rozpracoval v knize Applied Imagination (1953). Přestože se brainstorming zrodil v obchodě, jeho použití je prakticky neomezené. Používá se v celé řadě oblastí - od řešení problémů až po generování vysoce kreativních nápadů. Používá se v managementu, marketingu i při vědecké činnosti. [8]

Základní pravidla brainstormingu

Všeobecně je známo sedm základních zásad. Jejich cílem je eliminovat veškerá omezení a naopak stimulovat tvorbu nových myšlenek:

- a. **Příjemná atmosféra** - je důležité navodit tvůrčí klima a příjemné prostředí, správně naplánovat celou schůzku.
- b. **Soustředíme se na kvantitu** - čím více bude námětů, tím pravděpodobněji budou obsahovat kvalitní návrh řešení.
- c. **Žádná kritika** - žádná omezení neexistují, kritiku odkládáme na později, abychom nebrzdili toky myšlenek a námětů.
- d. **Jakékoliv nápady jsou vítány** - uvolněte fantazii, uvažujte mimo rámec zvyklostí, generujte náměty bez ohledu na jejich reálnost, logiku, rozumnost.
- e. **Kombinujeme a zlepšujeme již vzniklé nápady** - náměty vznikají vzájemnou spoluprací celého týmu.
- f. **Vzájemně se inspirujte** - vzájemné povzbuzování a stimulaci nových myšlenek a nápadů je důležitou součástí brainstormingu.
- g. **Všichni účastníci jsou si rovni** - vedoucího nápad není lepší než nápad juniora, cílem jsou jakékoliv nápady, které mohou další inspirovat nebo obohatit. [8]

2) Analýza dopadů

Analýza dopadů (BIA) je základem celého procesu řízení kontinuity činností organizace (Business Continuity Management, BCM). Sestává z technik a metod, pomocí kterých se hodnotí, jaké mohou být dopady na organizaci a na další zainteresované strany a co by mohlo způsobit narušení dodávek klíčových produktů nebo služeb organizace a jejich podpůrných kritických činností. Součástí BIA je stanovení minimálních úrovní zdrojů potřebných pro obnovení kritických činností ve stanovených časech a na stanovených úrovních. [8]

Při hodnocení dopadů na organizaci v případě narušení kritických činností se berou v úvahu spíše následky než příčiny. Dopady na organizaci a jejich vývoj v čase se posuzuje dle vhodných vodítek. Vybraná vodítka musí být vhodná pro danou organizaci; vodítka finanční instituce se budou lišit od vodítek orgánu státní správy. Vodítka pro hodnocení dopadů mohou být například finanční ztráta, dopad na dodávky služeb, poškození nebo ztráta pověsti, nesplnění zákonných nebo regulačních povinností, atd. [8]

Závěry z analýzy dopadů společně s hodnocením rizik narušení kritických činností organizace jsou základem pro strategie řízení kontinuity činností, které umožňují identifikovat různé varianty a způsoby obnovy kritických činností organizace v požadovaných časech v případě jejich narušení. Analýza

dopadů by měla být přezkoumávána v pravidelných intervalech nebo při podstatných změnách v organizaci a prostředí, v němž organizace působí. [8]

Kroky analýzy dopadů

V průběhu analýzy dopadů (BIA) by organizace ve stanoveném rozsahu měla:

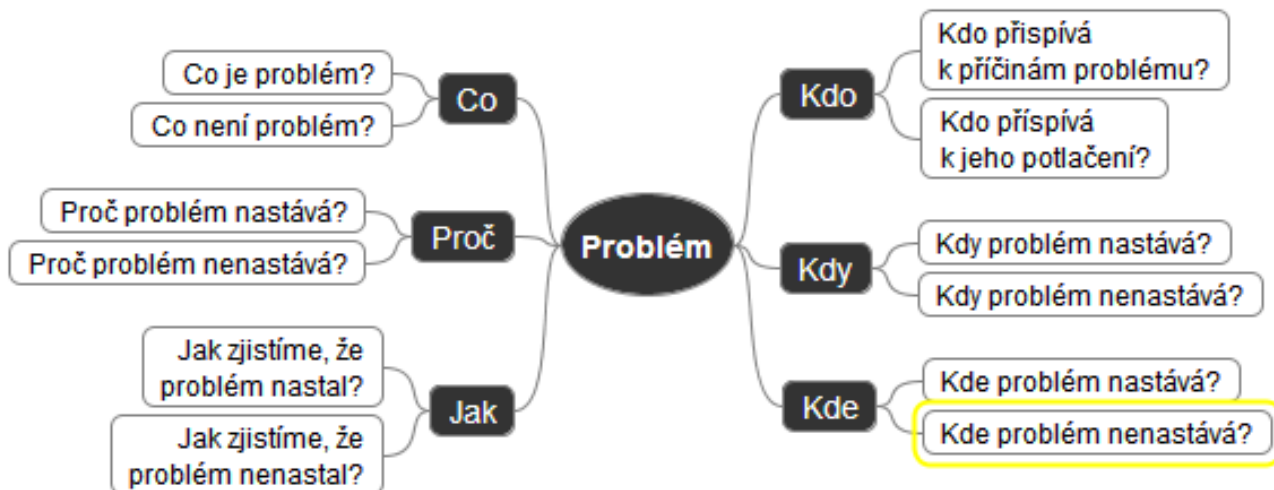
- identifikovat činnosti, které podporují dodávku jejích klíčových produktů a služeb;
- ohodnotit dopady, pokud dojde k narušení těchto činností, a vývoj těchto dopadů v čase;
- určit pro každou identifikovanou činnost maximální tolerovanou dobu narušení činnosti (Maximum Tolerable Period of Disruption, MTPD nebo také Maximum Tolerable Outage, MTO), po kterou jsou dopady pro organizaci ještě akceptovatelné, tj. po kterou ještě není života-schopnost organizace ohrožena v případě narušení dodávek produktů nebo služeb;
- identifikovat kritické činnosti a určit priority jejich obnovy na základě předchozích kroků určení dopadu a MTPD pro jednotlivé činnosti. Za kritické činnosti lze považovat činnosti s největšími dopady v nejkratších časech. Tyto činnosti by měly být obnoveny co nejdříve;
- pro každou kritickou činnost určit lhůtu její obnovy na požadovanou (částečnou nebo plnou) úroveň (Recovery Time Objective, RTO). Nastavení RTO je na rozhodnutí vedení organizace. Pro jeho stanovení je nutné zvážit s tím spojené náklady na obnovu. Optimální hodnotou RTO může být hodnota, kdy se finanční ztráta, způsobená narušením činnosti, rovná nákladům na její obnovu. Stanovená lhůta obnovy (RTO) kritické činnosti musí být menší její identifikovaná maximální tolerované době narušení (MTPD);
- určit minimální úroveň zdrojů potřebných k obnově každé kritické činnosti. Zdroje mohou například zahrnovat lidi, budovy, technologie, informace či dodávky služeb. [8]

3) Mentální mapy

Mentální mapy (Mind Maps) jsou vysoce účinnou analytickou technikou použitelnou zejména při řešení problémů, učení a osobním rozvoji. Jde o grafické zpracování řešeného problému nebo učební látky pomocí grafických nástrojů zahrnujících všechny podstatné aspekty a dimenze problému a jejich vzájemné vazby a souvislosti. Mapy jsou vytvářeny buď pomocí barevných tužek na papír, nebo pomocí počítače a speciálního software. [8]

Za otce mentálních map je obvykle považován Tony Buzan. Nicméně jejich principy vychází z mnoha poznatků neuropsychologie (specializace mozkových hemisfér, teorie dvojího kódování apod.) a tvarové a kognitivní psychologie (sémantické sítě, kognitivní mapy, mentální mapy a reprezentace apod.). [8]

Mentální mapy lze používat i při skupinovém řešení problémů formou brainstormingu. Tato rozhodovací technika je vysoce individuálním zpracováním určitého tématu či problému. Pokud je zpracována elektronicky, může ji upravovat, měnit a spolupracovat na ní více řešitelů. [8]



Obr. 9 Návodné otázky k vytvoření myšlenkové mapy, zdroj: [8]

4) Paretovo pravidlo

Paretovo pravidlo (někdy též Paretův princip nebo Pravidlo 80 / 20) je pojmenováno podle italského ekonoma a sociologa Vilfreda Pareta, který koncem 19. století zjistil, že v Itálii je 80 % bohatství v rukou 20 % lidí. Postupem doby se ukázalo, že uvedené pravidlo platí také v běžném životě lidí i organizaci. [7]

V případě Paretova pravidla se jedná o jednoduchou analytickou techniku, která pomáhá zjednodušit a zacílit řízení a rozhodování, například následovně:

- 80 % příjmů podniku pochází od 20 % zákazníků,
- 20 % možných příčin generuje 80 % problémových situací např. ve výrobě.
- 20 % výrobků generuje 80 % zisku. [7]

Obecně lze Paretovo pravidlo 80/20 vyjádřit následovně: 20 % příčin způsobuje 80 % výsledků. Díky Paretovu pravidlu se lze v mnoha případech rozhodování, řízení či plánování, soustředit především na kritických 20 %, které způsobují 80 % možných efektů efektu. Řízení je tak vykonávána s největším efektem. Paretovo pravidlo lze v praxi využít téměř ve všech oblastech - jakmile se ho naučíte používat nebo spíše vnímat věci kolem sebe s využitím Paretova pravidla, stává se velmi mocným pomocníkem při soustředění se na podstatné věci ovlivňující vaši efektivnost či rozhodování. [7]

5) SWOT analýza

SWOT analýza je univerzální analytická technika používaná pro zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňujících úspěšnost organizace nebo nějakého konkrétního záměru (například nového produktu či služby). Nejčastěji je SWOT analýza používána jako situační analýza v rámci strategického řízení a marketingu. Autorem SWOT analýzy je Albert Humphrey, který ji navrhl v šedesátých letech 20. století. SWOT je akronym z počátečních písmen anglických názvů jednotlivých faktorů:

- strengths - silné stránky,
- weaknesses - slabé stránky,
- opportunities – příležitosti,
- threats – hrozby.

Postup pro vytváření SWOT analýzy

Přestože princip SWOT analýzy se zdá být velmi jednoduchý, tak abyste dostali smysluplný výsledek, je třeba dodržovat základní pravidla. Nestačí jen vyplnit 4 kvadranty s prvním seznamem, který vás napadne. Bez správného postupu vám zůstane jen vyplněná tabulka. V praxi se můžete setkat s celou řadou různých postupů, jejich základní a společné rysy jsou tyto:

- zaměřte se na **klíčové a důležité věci**. Dlouhý seznam s řadou nepodstatných věcí pouze rozptýlí vaši pozornost. Důležité je slovo **klíčové faktory**,
 - zahrnujte pouze **fakta a objektivní faktory**, ne domněnky nebo spekulace. Pouze věci, které jsou nějak měřitelné nebo změřitelné dávají analýze důraz,
 - využijte týmovou spolupráci a názory ostatních. Důležitost a objektivnost vám potvrdí kolegové - jen ty věci, na kterých se **shodnete ve více lidech** a které mají váhu,
 - rozepište faktory do 4 SWOT kvadrantů,
 - **vyhodnoťte co s tím** a hledejte cesty jak využít vaší situace, případně jak ji zlepšit. K tomu použijte následující hodnocení mezi kvadranty - to je klíčem ke správnému stanovení SWOT analýzy, pomůže totiž stanovit strategii realizace dalších opatření.
 - případně zrevidujte faktory, pokud jste během hodnocení přišli na něco jiného než před ním.
- [8]



Obr. 10 SWOT analýza, zdroj [8]

Σ

Proces rozhodování uplatňujeme nejen v řešení manažerských úloh, ale také v každodenním životě při jakýchkoliv činnostech. Pro efektivní rozhodování je nutné znát prvky celého rozhodovacího procesu, ze kterých bychom měli vycházet. Všechny tyto prvky nám mohou pomoci navrhnout adekvátní varianty řešení, ze kterých potom můžeme vybrat tu nejvhodnější. Pro zefektivnění celého procesu rozhodování, bychom měli aplikovat také vhodnou metodu, která nám může pomoci rychleji vyřešit daný problém. Konkrétní rozhodovací metodu bychom měli volit s ohledem na podstatu daného problému.

?

1. Definujte proces rozhodování a popište rozhodovací proces.
2. Vyjmenujte prvky rozhodovacího procesu a uveďte jejich charakteristiku.
3. Vyjmenujte a charakterizujte tři metody rozhodování.

Literatura k tématu:

- [1] POKORNÝ Miroslav, LAVRINČÍK Jan, *Teorie systémů I*, Olomouc, 2009, ISBN 978-80-87240-09-0.
- [2] BLAŽEK, Ladislav. *Management Organizování, rozhodování, ovlivňování - 2.*, rozšířené vydání. Praha: Grada, 2014, 224 s. ISBN 978-80-247-4429-2.

Kapitola 5

Pokročilé metody manažerského rozhodování



Po prostudování kapitoly budete umět:

- charakterizovat podstatu metod pro pokročilé manažerské rozhodování,
- definovat a popsat základní metody pro pokročilé manažerské rozhodování,
- uvést využití a aplikaci metod pro pokročilé metody manažerského rozhodování.



Klíčová slova:

Metoda, algoritmus, proces, fuzzy logika, množina, síť, soustava, data, báze znalostí, pravidla, diagnostika.

5.1 Pokročilé metody manažerského rozhodování

Dlouholeté zkušenosti využívání výpočetní techniky ve všech oborech lidské činnosti vedou k závěru, že v mnohých případech dosahuje lepších řešení člověk – expert ve svém oboru – než počítačový systém vybavený sebesofistikovanějšími matematické programy. Platí to zvláště při řešení problémů složitých, komplexních systémů, pro něž je běžná existence velmi složitých vazeb, nedostatek kvalitních informací, obtížná měřitelnost dat a složitá, mnohdy nemožná matematická algoritmizovatelnost. [1]

Ptáme-li se po příčinách lidské úspěšnosti, musíme se zabývat intelektuálními procesy, pomocí nichž člověk ve svém mozku vyvozuje závěry. Nejde ani tak o elektrochemické mozkové děje, které nejsou dosud ani dokonale probádány. Jde spíše o přístupy lidského uvažování, které z daných faktů a požadavků vyvozuje rozhodnutí. [1]

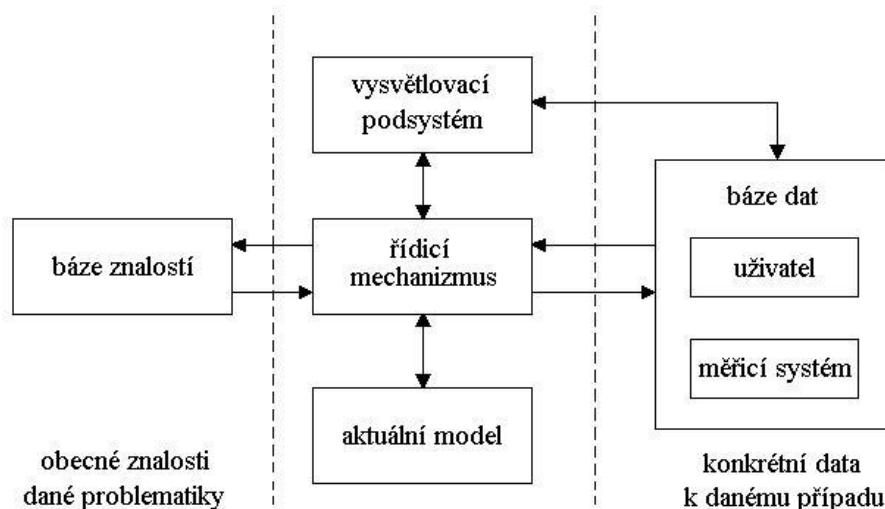
Odpověď na tuto otázku je možná překvapivá – mozkové vyvozovací procesy nejsou v žádném případě numerické, člověk při své uvažování nepracuje s číselnými daty a matematickými vztahy. Lidské úvahy jsou vedeny na úrovni slovních, jazykových pojmů a jejich vazeb v jazykových konstrukcích (věty přirozeného jazyka). Na rozdíl od číselných dat, která jsou přesná (precizní) jsou slovní pojmy nepřesné, vágně vymezené. Ukazuje se, že právě vysoká schopnost využití vágnosti jazykových pojmů je zdrojem vysoké efektivity a kvality lidského uvažování. [1]

Chceme-li vytvořit systémy (počítačové programy), které budou schopny řešit složité (rozhodovací) problémy stejně kvalitně jako člověk (expert v daném oboru), bude nezbytné vytvořit metody, které umožní reprezentaci vágních jazykových pojmů v počítači a vytvořit postupy, které operacemi nad těmito pojmy vyprodukují kvalitní závěry. Tento úkol je jedním z poslání vědního oboru Umělá inteligence. [1]

Jedním z nejrozšířenějších nástrojů umělé inteligence jsou expertní systémy (Pokorný, M., 2012). Expertní systémy jsou určeny pro podporu rozhodování při řešení složitých situací a jsou nejvýraznějším příkladem využití metod umělé inteligence v praxi. Jedná se o specializované počítačové programy, které simulují rozhodovací činnost expertů při řešení velmi složitých, úzce problémově zaměřených úloh (Kotek, 1983). Jsou založeny na myšlence převzetí znalostí od experta a jejich vhodné počítačové reprezentace, která by umožnila počítačovému programu využívat těchto znalostí zhruba stejným způsobem, jako jich využívá expert. Pro kvalitu rozhodování expertního systému mají zvláštní důležitost znalosti subjektivní.

Nejrozšířenějším typem expertních systémů jsou expertní systémy diagnostické. Jsou určeny pro efektivní interpretaci dat s cílem určit, která z hypotéz (z předem stanovené konečné množiny hypotéz) nejlépe koresponduje s aktuálními daty týkajícími se konkrétního řešeného případu. Typická architektura diagnostického expertního systému je uvedena na Obr. 11 (Pokorný, 2012).

Úlohou diagnostických expertních systémů je provádět efektivní interpretaci dat s cílem určit, která z hypotéz o chování zkoumané soustavy nejlépe koresponduje s reálnými daty. Řešení případu (problému) probíhá formou postupného ohodnocování a přehodnocování dílčích hypotéz v rámci pevně daného modelu řešeného problému, který je sestaven expertem.



Obr. 11 Blokové schéma diagnostického expertního systému; zdroj: [3]

Jádro takového systému (Obr. 11) tvoří **řídící (inferenční) mechanismus**, který operacemi nad bází znalostí na základě aktuálních dat (dotazu) upřesňuje (aktualizuje) obecný model a vyvozuje odpověď (závěr).

Báze znalostí představuje mentální model, který co nejpřesněji simuluje činnost člověka, odborníka v daném oboru. Je tvořena expertními znalostmi, které jsou formalizovány vhodnou reprezentací. Znalosti mohou být reprezentovány různým způsobem (např. pomocí matematické logiky, sémantické sítě, objektů, rámců či scénářů), nejčastěji však pomocí **rozhodovacích pravidel**. Hovoříme pak o **pravidlových systémech**.

Aktualizace modelu je provedena vstupem konkrétních dat k danému případu. Konkrétní data jsou reprezentována bází dat a mohou být získána jako jazykové hodnoty od uživatele (operátora), přímým měřením nebo kombinovaně.

Výsledkem činnosti diagnostického expertního systému je seznam ohodnocených závěrů - cílových hypotéz (diagnóz).

Uživatelsky významnou částí expertního systému je **vysvětlovací podsystém**. Ten poskytuje informace o konkrétním postupu, jímž bylo dosaženo závěru. Tak může uživatel sám posoudit kvalitu báze znalostí i inference a výsledek odvození případně dodatečně modifikovat.

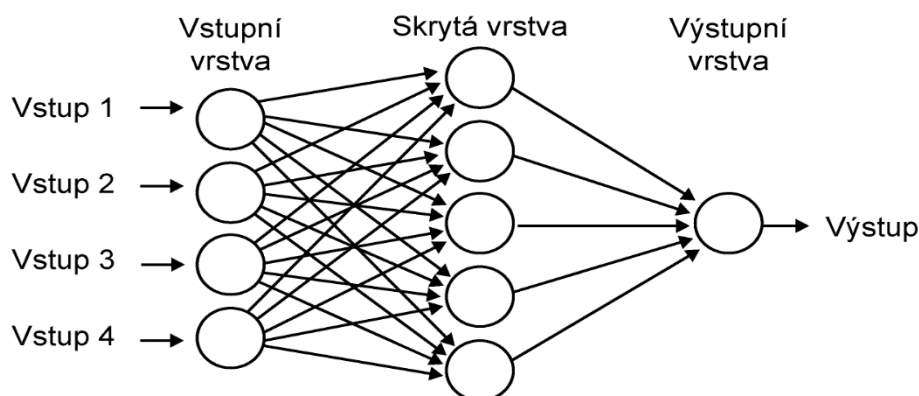
Počítačová reprezentace procedur lidského uvažování s využitím slovních pojmů je pouze jednou z oblastí, kterou se Umělá inteligence zabývá. Ve snaze využít a napodobit vysoce efektivní procesy, které probíhají v přírodě a vedou k dosud nenapodobitelným vlastnostem biologických organizmů, vznikly v rámci její působnosti další významné metody a prostředky, vedoucí mj. i ke zvýšení kvality a efektivity rozhodovacích systémů, a to umělé neuronové sítě a genetické algoritmy. [1]

Tyto metody, které považujeme za metody pokročilé, jsou východiskem mnoha praktických počítačových systémů, které jsou určeny k podpoře rozhodování zvláště v případech existence nejistoty, multikriteriality a vysoké komplexnosti. [1]

5.1.1 Umělé neuronové sítě

Jsou – již podle svého názvu – struktury, inspirované svými biologickými vzory. Jejich úkolem je simulovat a implementovat důležité funkce lidského mozku - schopnost adaptace a učení. Dále budeme hovořit o jejich nejrozšířenějším typu – o tzv. vícevrstvé neuronové síti. Taková síť je univerzálním aproximátorem – používá se pro vytvoření modelu systému s obecně m -vstupy a n -výstupy. Vytvoření abstraktního modelu takového systému konvenčními metodami je složitá procedura, která vyžaduje především dokonalé kvantitativní prozkoumání vlastností modelované soustavy (identifikaci soustavy). To je mnohdy procedura velmi časově náročná, složitá a nákladná. Neuronové sítě tuto proceduru nevyžadují. Jsou schopny automaticky adaptovat svoje parametry tak, aby jejich vlastnosti byly adekvátní vlastnostem studovaného objektu. Procedura adaptace (učení) neuronové sítě se provádí pomocí tzv. trénovací datové množiny. [1]

Na modelovanou soustavu jsou systematicky přiváděny hodnoty vstupní a současně jsou odměřovány odpovídající hodnoty výstupní. Množina takových vstup/výstupních hodnot je postupně předkládána neuronové síti, která průběžně upravuje svoje parametry tak, aby po se ukončení fáze učení chovala z hlediska vstup/výstupního stejně jako modelovaná soustava. Vícevrstvá neuronová síť je typickým příkladem modelu typu černá skříňka. Její architektura (topologie) je nakreslena na následujícím obrázku.



Obr. 12 Architektura vícevrstvé neuronové sítě, zdroj: [1]

Skládá se z vrstev neuronů (perceptrony), které jsou propojeny vazbami (synaptické vazby). První vrstva se nazývá vrstvou vstupní počet jejích neuronů je roven počtu vstupů modelované soustavy ($m = 3$). Poslední vrstvou je vrstva výstupní – počet jejích neuronů je roven počtu výstupů modelované soustavy ($n = 3$). Mezi vstupní a výstupní vrstvou se nacházejí vrstvy skryté. Neurony jednotlivých vrstev jsou propojeny vazbami – každý neuron předchozí vrstvy je propojen se všemi neurony vrstvy následující. [1]

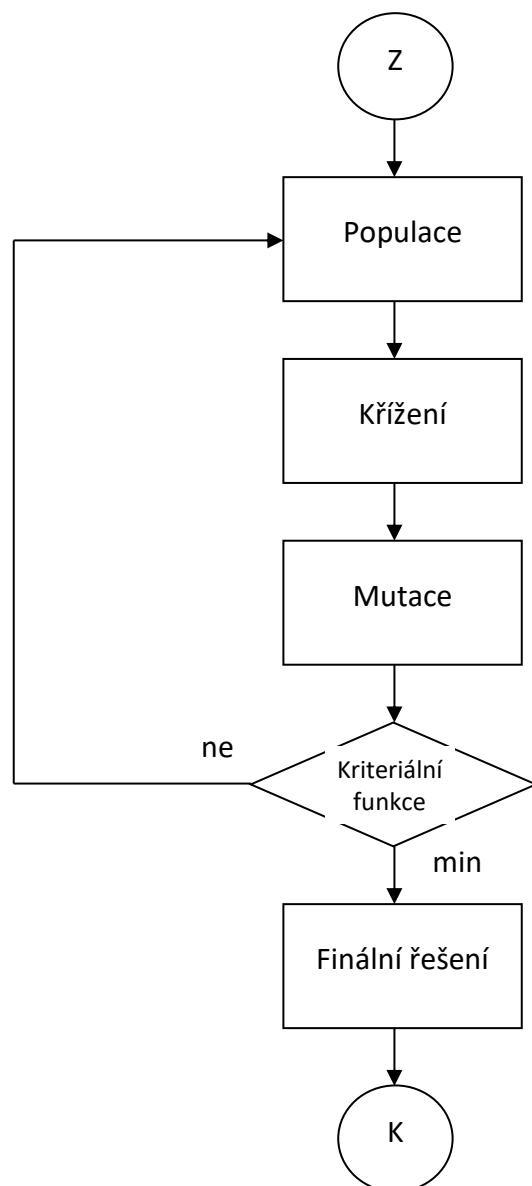
Jednotlivé neurony jsou realizovány jako sumátory svých vstupních signálů a nelineárním přenosem. Každá vazba je vybavena váhovým koeficientem $w \in \langle 0,1 \rangle$, kterým je násoben signál příslušné vazby. V průběhu učení (pomocí vzorů tréninkové datové množiny) se automaticky adaptují (mění) hodnoty vah vazeb tak, aby se po ukončení procesu učení neuronová síť chovala z hlediska vstupů a výstupů stejně jako soustava, na níž byly vstup/výstupní hodnoty naměřeny. Umělé neuronové sítě se používají k získání abstraktních modelů složitých soustav, jejichž modelování konvenčními matematickými metodami by bylo obtížné nebo vůbec nemožné. [1]

5.1.2 Genetické algoritmy

Jsou dalším nástrojem umělé inteligence, inspirovaným biologickými funkcemi. Jsou to velmi efektivní vyhledávací algoritmy, které slouží k vyhledání takových parametrů (nebo struktury) soustavy, které z hlediska určité kritériální funkce učiní její chování optimálním. Je to funkce, obdobná adaptaci živého organismu v přírodě mechanismy evoluce. [1]

V počátku výpočtu je vytvořena množina chromozomů (jedinců), zvaná populace. Tyto chromozomy jsou podrobeny operaci křížení, kdy ze dvou chromozomů (rodičovských) vznikají dva chromozomy nové (potomci). Nové chromozomy jsou ohodnoceny z hlediska míry splnění kritériální funkce (obvykle je hledáno její minimum). Nejlepší z nich jsou vybrány do nové populace a operace křížení se

opakuje. Kromě operace křížení je na vybrané chromozomy aplikována další evoluční procedura – mutace. Tak je zajištěno vygenerování chromozomu, jehož kritériální funkce svojí velikostí jít vyhovuje podmínkám optimalizace (je minimální) a procedura genetického algoritmu končí. Vývojový diagram zjednodušeného popisu genetického algoritmu je na Obr. 13. [1]



Obr. 13 Schéma genetického algoritmu, zdroj: [1]

Geny optimálního chromozomu představují velikost parametrů (prvky struktury) hledané optimální soustavy. V poslední době se uplatňují systémy, které integrují jednotlivé přístupy a dosahují lepších výsledků, než přístupy individuální (soft-computing). Existují tak systémy fuzzy-neuronové, fuzzy-genetické, neuro-genetické nebo fuzzy-neuro-genetické. [1]

Σ

Současné rozhodovací problémy vyžadují mnohem efektivnější a pokročilejší metody, které mohou pomoci s jejich řešením. Některé rozhodovací problémy vyžadují specifické přístupy, které jsou založeny na simulaci lidského myšlení a procesů, probíhajících v lidském mozku. Mezi tyto metody lze zařadit např. fuzzy modelování, které využívá specifických jazykových výrazů, které umožňují rozhodování v systémech, které nejsou zcela dobře definovatelné matematickým aparátem. Mezi další metody, které lze zařadit do tzv. umělé inteligenci, patří umělé neuronové sítě nebo genetické algoritmy.

?

1. Definujte podstatu pokročilých metod pro manažerské rozhodování.
2. Na jaké typy rozhodovacích problémů byste tyto metody aplikovaly?
3. Na jakém principu je založena metoda fuzzy logiky (modelování)?



Literatura k tématu:

- [3] POKORNÝ Miroslav, LAVRINČÍK Jan, *Teorie systémů I*, Olomouc, 2009, ISBN 978-80-87240-09-0.
- [4] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: CERM, 2008, 340 s. ISBN 9788072046058.
- [5] POKORNÝ, M., KRIŠOVÁ, Z. *Znalostní systémy*. Olomouc: MVŠO, 2016. 92 s. ISBN 978-80-7455-065-2.

Kapitola 6

Informační management



Po prostudování kapitoly budete umět:

- definovat informační management a jeho obsah,
- charakterizovat zásady, metody a nástroje informačního managementu,
- Vysvětlit roli informačního manažera v prostředí organizace,
- charakterizovat pojem „informační strategie“.



Klíčová slova:

Informační management, manažer, řízení, proces, strategie, cíl, metoda, analýza, informační technologie, nástroj.

6.1 Informační management – definice

S pojmem informační management se lze setkat v různých souvislostech, doposud ale není jednoznačně ustálen jeho význam. Za informační management lze chápat skupinu osob, která je zodpovědná za informační systém organizace. Dalším významem tohoto pojmu je proces výstavby a provozu informačních systémů organizace. Tento pohled se blíží pojetí informačního managementu v komerční sféře. V bezpečnostním prostředí se objevují další výklady pojmu informační management, např. že: „informační management je soubor popsanych způsobů získávání informací a jejich využívání včetně databází důležitých informací a prostředí tvořeného KIS“, ale také ve slovníku pojmů lze najít definici: „informační management - je to nepřetržité poskytování důležitých informací správné osobě ve správný čas v použitelné podobě za účelem zlepšení znalosti situace a rozhodovacího procesu“. Obsah posledních dvou definic informačního managementu spíše zdůrazňuje zajištění informační podpory, než procesy správného budování a provozu informačních systémů. [11]

Informační management v procesním pojetí zahrnuje procesy výstavby, správy a řízení informačního systému organizace. Informačním systémem se však nechápe pouze počítačově orientovaný informační systém, realizující hlavní činnosti organizace, ale i další subsystémy zajišťující v organizaci informační podporu řízení. Dalším příkladem je systém zveřejňování důležitých informací zaměstnancům organizace, zpravidla realizovaný prostřednictvím úřední desky. Informační management má v tomto pojetí za úkol systemizovat a zajišťovat všechny důležité informační činnosti a procesy, které zabezpečují řízení a chod v organizaci. Nezahrnuje pouze činnost počítačově orientovaných informačních systémů, ale i činnosti realizované tradičním způsobem. [11]

Obsah informačního managementu netvoří pouze procesy výstavby a provozu počítačově orientovaných informačních systémů, ale i vydávání různých metodik, směrnic, předpisů, algoritmů a dalších interních normativních aktů, obsahujících pravidla a způsoby práce s informacemi. Součástí informačního managementu je i specifikace informační kultury, tedy pravidel práce s informacemi, aby např. nedocházelo k informačnímu přetěžování zaměstnanců plošným rozesláním e-mailů, nebo se v kancelářích například nevršily papírové dokumenty. V současné době se ve většině organizací završuje etapa informatizace, proto je hlavní pozornost informačního managementu zaměřena na procesy zavádění a provozu informačních systémů. V dalším období se očekává větší důraz na operační aspekty informačních systémů, na jejich lepší využití pro podporu řízení a zejména na restrukturalizaci bezpečnostních činností založených na využití potenciálu informačních a komunikačních technologií. [11]

Informační management je manažerský obor, který systémově rozvíjí poznatky o účelném využití informačních procesů, technologií a specialistů k informační podpoře chodu organizace. Současný

informační management využívá nejnovějších informačních a komunikačních technologií, projektuje a implementuje informační systémy na podporu manažerských funkcí a rolí, poskytuje informační služby subjektům organizace a zejména vedoucím pracovníkům – manažerům na všech úrovních řízení. Informační management je zaměřen na aplikaci informačních a komunikačních technologií v informačních systémech a v komunikačních a informačních službách. Současný informační management má ve firmě (organizaci) delegovány kompetence k zjišťování potřeb a volbě efektivního způsobu informatizace, na kterých se podílí. [11]

Informační management je také chápán jako nepřetržité poskytování důležitých informací správné osobě ve správný čas v použitelné podobě za účelem zlepšení znalosti situace a rozhodovacího procesu. Informační management zahrnuje procesy správy a řízení informačního systému organizace. Je souhrnem koncepčních, plánovacích, řídicích a kontrolních činností, zaměřených na výstavbu a provoz informačního systému organizace. Informačním systémem se v širším pojetí rozumí jak počítačově orientovaný informační systém, tak systém využívající tradiční informačních a komunikačních technologií. Důležitým aspektem informačního managementu je využití možností informačních a komunikačních technologií k zajištění informační podpory řízení. Součástí informačního managementu je zpracování dokumentů, nezbytných pro realizaci výstavby a provozu informačního systému organizace. [11]

6.1.1 **Obsah informačního managementu**

Informační management respektuje a využívá nejnovější poznatky managementu jako takového a tvůrčím způsobem je uplatňuje v oblasti informačního systému organizace. Informační management zahrnuje procesy správy a řízení informačního systému organizace. Je souhrnem koncepčních, plánovacích, řídicích a kontrolních činností, zaměřených na výstavbu a provoz informačního systému organizace. Důležitým aspektem informačního managementu je využití možností informačních a komunikačních technologií k zajištění informační podpory řízení. Součástí informačního managementu je zpracování dokumentů, nezbytných pro realizaci výstavby a provozu informačního systému organizace. [11]

Má-li být v organizaci informační systém vyvážený a odpovídající jejím potřebám, měly by v organizaci probíhat procesy informačního managementu. Za realizaci informačního managementu by měl zodpovídat informační manažer, podporovaný činností svého týmu pracovníků. Informační manažer je schopen vnímat potřeby organizace komplexně, dokáže provést popis a formulaci procesů, zorganizovat jejich návaznost a optimalizovat informační podporu. Vlivem jeho úsilí dochází k zlepšení činnosti informačního systému, zkvalitnění informační podpory a v konečném důsledku i zefektiv-

nění činnosti organizace. Je třeba zdůraznit, že pro organizaci není informační systém cílem ale nástrojem k dosažení jejích cílů. Informační manažer by měl mít na paměti, že informační systém se výrazným způsobem dotýká struktury a způsobu řízení organizace. [11]

Důležitou součástí informačního managementu je oblast zkoumání informačních potřeb uživatelů. Specifikace cíle, uvědomění si toho, co v organizaci potřebujeme z hlediska informací, to vše nám umožňuje lépe rozpracovat předmětnou oblast, navrhnout a upřesnit funkčnost informačního systému i zajistit jeho realizaci. Obdobný názor zastává i Tvrdíková³, když uvádí: „Vysoké investice do moderních informačních systémů a informačních technologií nejsou automatickou zárukou jejich efektivnosti. Zavádění informačních systémů a informačních technologií bez jasného cíle a bez cílevědomého vytváření podmínek pro jejich rozvoj a efektivní užívání nemá smysl“. Výsledkem tvůrčích činností v oblasti informatiky může být i inovativní řešení, umožňující dosáhnout výsledné informační podpory nebo i činnosti organizace s podstatně nižšími náklady a lidskými zdroji. [11]

6.1.2 Zásady informačního managementu

Při realizaci procesů informačního managementu je vhodné respektovat určité zásady, které vychází ze složitosti výstavby informačních systémů a současně potřeb informační podpory velení a řízení. Zásadou se přitom rozumí určitý princip, nebo myšlenka či nepochybné východisko, ověřené praxí, jehož uplatnění umožní dosáhnout efektivního a optimálního výsledku. Uplatnění zásad probíhá v celém životním cyklu informačních systémů. Mezi základní zásady informačního managementu patří komplexnost, efektivnost, trvalost a přiměřenost. [11]

- **Zásada komplexnosti** - umožňuje vidět organizaci v komplexu, jako jednotu cílové funkce organizace, procesů a informačních potřeb pracovníků a informačního systému jako nástroje realizace informační podpory.
- **Zásada efektivnosti** - zajišťuje, že náklady na informační systém odpovídají výsledné informační podpoře.
- **Zásada trvalosti** - evokuje v informačním managementu trvalý zájem o zlepšení činnosti informačního systému.
- **Zásada přiměřenosti** - umožňuje zajistit, aby byla v organizaci přiměřená informační podpora. [11]

6.1.3 Metody informačního managementu

V rámci životního cyklu informačních systémů jsou řídicími a výkonnými pracovníky informačního managementu používány k dosažení cílů určité metody práce, které umožňují efektivní výkon činnosti. Mezi základní metody informačního managementu lze zařadit analýzu, syntézu, metodu systémového přístupu, metodu projektového řízení, optimalizace, auditu a operativního řízení. Dále uvedené metody patří mezi hlavní metody informačního managementu, netvoří však jejich úplný výčet. [12]

1. **Metoda analýzy** - představuje v obecném slova smyslu myšlenkový postup, rozkládající vymezený celek na jeho části.
2. **Metoda syntézy** - představuje metodu spočívající v skládání, spojování, slučování částí do organického celku. Představuje opak analýzy.
3. **Metoda systémového přístupu** - podporuje řešení problému systémovým pohledem, umožňujícím vidět výsledný systém jako jednotu prvků a vazeb mezi nimi.
4. **Metoda projektového přístupu** - umožňuje přistupovat k přípravě a návrhu informačního systému jako k projektu, se všemi nezbytnými zásadami a přístupy.
5. **Metoda optimalizace** - představuje proces hledání nejvhodnější konfigurace či nejvhodnějšího postupu vzhledem k zadaným kritériím.
6. **Audit** - je metoda umožňující prověření či zhodnocení stavu a jeho srovnání se stavem požadovaným.
7. **Metoda optimálního řízení** - je založena na trvalém monitorování stavu informačního systému a odstranění nedostatků jeho činnosti. [12]

6.1.4 Nástroje informačního managementu

Systém řízení informačního systému – je základním nástrojem informačního managementu. Určuje systém, kompetence, odpovědnosti, činnost orgánů informačního managementu v zajištění výstavby a provozu informačního systému. [12]

- a) **Systém řízení bezpečnosti informací** – jedná se o část celého systému řízení, která je založená na přístupu k bezpečnostním rizikům, k ustavení, implementování, provozování, monitorování, přezkoumávání, spravování a zlepšování bezpečnosti informací. Zahrnuje organizační strukturu, politiky, plánovací činnosti, odpovědnosti, praktiky, postupy, procesy a zdroje.
- b) **Informační strategie** – Informační strategie představuje koncepční dokument, vyjadřující vizi, plán a rámec budování, provozu a využití informačního systému dané organizace.

- c) **Předpis** - reprezentuje interní normativní akt organizace, jehož cílem je specifikace pravidel a způsobů realizace typických, organizací plněných úkolů. Předpis obsahuje obecný návod na řešení problému. Jeho platnost nebývá časově omezena.
- d) **Směrnice** - představuje dokument, upřesňující na základě obecně platné legislativy a předpisů, jak realizovat určitou činnost v předmětné oblasti. Směrnice je více konkrétní, zpracovává se za účelem regulace v dané organizaci. Platnost směrnice může být časově omezena na určité období.
- e) **Provozní dokumenty** - jsou dokumenty provozního, konfiguračního a uživatelského charakteru, obsahující konkrétní údaje nezbytné k zajištění informační podpory.
- f) **Zpráva auditu** - představuje nástroj obsahující informace o hodnocení konkrétní předmětné oblasti informačního systému. Na základě hodnocení jsou přijímána opatření k nápravě stavu. V delším časovém horizontu může sloužit řada hodnotících zpráv k hlubším analýzám a prognózám činnosti a vývoje informačního systému.
- g) **Softwarové produkty** - představují nástroje, umožňující informačnímu managementu podporu jejich činností. Pomáhají vést přehledy o použitých hardwarových a softwarových prostředcích informačního systému.
- h) **Školení zaměstnanců** - obsahuje konkrétní teoretické a praktické informace o určení, službách, architektuře a softwarových aplikacích informačního systému. Umožňuje uživateli získat konceptuální obraz možností a způsobů využití informačního systému k informační podpoře jeho činnosti.
- i) **Nácvik** - procvičení a sladění společného kolektivního využití informačního systému k zajištění cílové funkce organizace. Zpravidla se jedná o nácvik určité činnosti organizace. [12]

6.1.5 Role a povinnosti informačního manažera

Úkolem informačního manažera je odpovídat za řízení provozu i rozvoje informatiky v organizaci a sladit cíle organizace informačními a komunikačními technologiemi. Jeho odpovědností je plánování rozvoje informačních a komunikačních technologií, sledování trendů a provádění nákladových analýz informačních a komunikačních technologií, řízení bezpečnosti a rizik v oblasti informatiky a celkové vyvažování informačního managementu organizace. [12]

Podobně jako u ostatních manažerů, je manažerským úkolem informačního manažera plánovat, vést, organizovat, rozhodovat a kontrolovat lidi, procesy a informace v oblasti informatiky. Informační manažer může delegovat část svých pravomocí a odpovědností na další vrcholové manažery či manažery nižších úrovní. [12]

Pro informačního manažera platí, že stejně jako jakýkoliv jiný manažer musí splňovat odpovídající úroveň manažerských dovedností a může vystupovat ve více manažerských rolích. Pro popis rozsahu

odpovědností a kompetencí informačního manažera se používá model CIO Wheel, který byl popsán v rámci zákona Clinger-Cohen Act v roce 1996, a který popisuje kompetence informačního manažera v deseti oblastech:

- a) **Policy** - politika, pravidla,
- b) **Strategic planning** - strategické plánování,
- c) **Performance & Result based** - výkonnost a orientace na výsledky,
- d) **Process Improvement** - zlepšování procesů,
- e) **Capital Planning & Investment** - investiční plánování,
- f) **Leadership management** - vedení lidí,
- g) **Technology Assessment** - hodnocení technologií (ICT),
- h) **Security** – bezpečnost,
- i) **Architectures** – architektura,
- j) **Acquisition** - nákup a získávání zdrojů. [12]

Velice důležitou věcí informačního manažera, na kterou se v dnešní době snižování výdajů zapo- míná, je možnost informačního manažera disponovat patřičným finančním fondem na údržbu a roz- voj informačního systému a informačních a komunikačních technologií. [11]

Informační manažeři musejí být obeznámeni s nejrůznějšími druhy rizik. S riziky uvnitř vlastního IT úseku, s riziky, která ohrožují organizaci jako celek, s riziky spojenými s používáním technologií a s ri- ziky strategickými. Ze jmenovaných kategorií patří k nejvíce zanedbávaným rizikům poslední (rizika strategická). Informačnímu manažerovi často brání v naplňování jejich poslání nedostatečná souhra mezi úsekem IT a organizací jako celkem⁶. Informační manažer se navíc musí v dnešní době vyro- návát se současnými trendy outsourcingu, které na jedné straně rozšiřují okruh povinností, ale zá- roveň na straně druhé omezují možnosti spojené s výkonem kontroly a dohledu. Jejich pozice se od dřívější doby zásadně změnila také s rozšířením využívání počítačů jednotlivými koncovými uživateli, které je spojeno se zvýšenými riziky. [11]

Hlavní role informačního manažera:

- vytvářet vizi IS/IT a prosazovat ji,
- poznávat podnik a zejména jeho trhy a zákazníky,
- získávat důvěru v útvar pro IS/IT,
- pečovat o informační gramotnost pracovníků,
- dbát na systémovou vyspělost IS/IT v podniku,
- rozvíjet informační infrastrukturu. [11]

Jaké že má povinnosti informační manažer? Informační manažer musí mít přesně specifikovány své povinnosti a pravomoci na jednotlivých úrovních řízení, neboť i řízení informačního systému se uskutečňuje, stejně jako řízení ostatních aktivit ve třech rovinách - operativní, taktické a strategické. Činnost informačního manažera se týká všech tří úrovní, přičemž v rovině operativního a taktického řízení jeho činnost spíše monitorovací a kontrolní, zatímco na úrovni strategického řízení jsou kladeny vysoké požadavky na jeho kvalifikaci, aktivitu a tvůrčí schopnosti. [11]

Hlavní povinnosti informačního manažera na úrovni strategického řízení:

- příprava informační strategie,
- výběr dodavatelů a nákup informačních systémů a technologií,
- řízení financí informačních systémů a technologií. [11]

Hlavní povinnosti informačního manažera na úrovni taktického řízení:

- dodržování legislativy,
- ochrana dat. [11]

Hlavní povinnosti informačního manažera na úrovni operativního řízení:

- zajištění provozu,
- zajištění školení a podpory zaměstnancům,
- zajištění bezpečnosti provozu. [11]

6.1.6 Informační strategie

Pojmem Informační strategie se obvykle označuje koncepční dokument, jehož obsahem je soubor doporučení, která v rámci organizace definují informační potřeby a způsob jejich zabezpečení v souladu s celkovou podnikatelskou strategií firmy tak, aby její realizací byly v organizaci vytvořeny podmínky pro úspěšné podnikání v konkurenčním prostředí. Informačními potřebami jsou pak míněny všechny aspekty související s automatizací procesů, zpracováním, vyhodnocováním, oběhem a výměnou dat a dokumentů, a to za účelem podpory podnikání, rozhodování a řízení společnosti. Cílem Informační strategie je tedy záměr optimalizovat podporu globálních cílů organizace, a to za pomoci moderních prostředků informačních a komunikačních technologií. [11]

Úkolem Informační strategie je stanovit vizi, cíle a hodnoty budoucího informačního systému a informačních technologií organizace, nelézt cestu k realizaci a pomoci řídit přechod od současného

k cílovému stavu informačních a komunikačních technologií. Informační strategie úzce souvisí s cíli firmy, které sleduje. Jako cíle můžeme chápat budoucí žádoucí stavy, kterých má být dosaženo. [11]

Informační strategie představuje koncepční dokument, vyjadřující vizi, plán a rámec budování, provozu a využití informačního systému dané organizace. Informační strategie vychází a navazuje na globální strategii organizace. V globální strategii, jako nadřazeném dokumentu, se promyšleným způsobem, s perspektivou, vyjadřuje cílová funkce organizace, účel, výstup, produkce. Podnikatelské subjekty pak výrobní program, poskytované služby apod. Dále tvoří její obsah priority rozvoje, organizační struktura, plán modernizace, financování, personalistika atd. Globální strategie vymezuje celkový koncept úspěšného fungování organizace. [11]

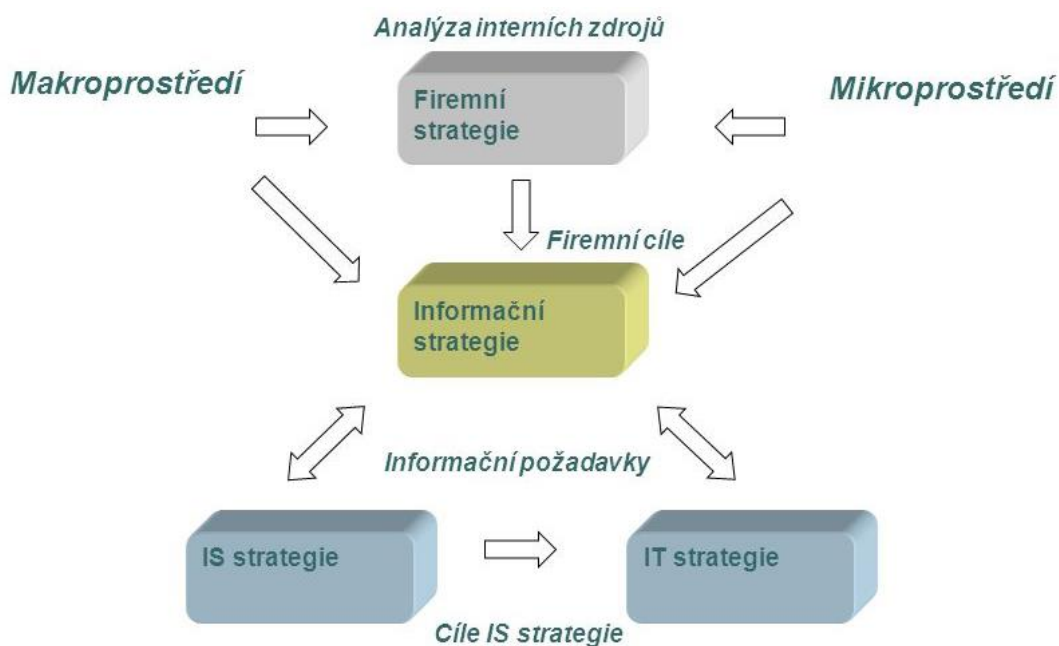
Informační strategie je hlavním nástrojem strategického řízení IS/IT. Je jednou z dílčích strategií, které navazují na globální strategii organizace a představuje dlouhodobou orientaci organizace v oblasti informačních zdrojů, služeb a technologií. Jejím cílem je optimální podpora cílů organizace a organizačních procesů pomocí informačních technologií, v souladu s požadavky uživatelů a rychle se rozvíjejícími informačními technologiemi. [11]

Cílem dokumentu je stanovení globální strategie v oblasti informačních a komunikačních technologií, které se mají stát výkonným nástrojem pro podporu dosahování strategických cílů organizace. Informační strategie je rovněž základním nástrojem systémové integrace. [11]

Důležitou součástí dokumentu je SWOT analýza, jejíž výsledky jsou využity při určení kritických oblastí.

Dokument Informační strategie má obvykle následující strukturu:

- a. Úvod.
- b. Zdroje a východiska.
- c. Legislativní rámec a požadavky na IS.
- d. Výchozí stav – analýza stavu IS.
- e. Cílový stav.
- f. Transformace do cílového stavu (navrhnout postup, jak dosáhnout cílového stavu ze současných podmínek).
- g. Závěr. [11]



Obr. 14 Schéma informační strategie, zdroj: [11]

Σ

Pojem informační management nabývá v kontextu informačního prostředí důležitého významu. Řízení informačního systému v organizaci je velmi komplexní činností, ke které je nutné přistupovat s velkou zodpovědností. Informačním managementem je možné označit skupinu osob (informační manažeři), které se řídí předem specifikovanými postupy (informační strategie), určenými pro rozvoj ICT v organizaci. Každá z těchto osob musí splňovat požadavky na manažera v kombinaci s odborností na oblast informačních a komunikačních technologií. K zajištění rozvoje informačního systému v prostředí organizace pomáhá informační strategie, ve které jsou definovány základní cíle a vize k rozvoji IT struktury.

?

1. Definujte pojem „informační management“ a zdůrazněte jeho význam v současném prostředí organizace.
2. Vymenujte a charakterizujte metody informačního managementu.
3. Kdo je informační manažer a jaká je jeho funkce?
4. Jaký je význam informační strategie pro řízení organizace?



Literatura k tématu:

- [1] DOUCEK, Petr; NEDOMOVÁ, Lea; NOVÁK, Luděk; SVATÁ, Vlasta. *Řízení bezpečnosti informací*. Druhé přepracované vydání, Praha: Professional Publishing, 2011, ISBN 978-80-7431-050-8.
- [2] SODOMKA, Petr. *Informační systémy v podnikové praxi*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2006. 352 s. ISBN: 80-251-1200-4.

Kapitola 7

Cloudy, offshoring, outsourcing, hosting



Po prostudování kapitoly budete umět:

- charakterizovat cloud computing a popsat základné rozdělení cloudů,
- definovat offshoring a outsourcing,
- vysvětlit pojem hosting a uvést jeho výhody a nevýhody



Klíčová slova:

Cloud, služba, server, poskytovatel, outsourcing, zdroj, offshoring, hosting, internet, síť, aplikace, data.

7.1 Cloud computing

Cloud Computing (nebo také Cloud Computing) je využívání software nebo hardware formou služeb a prostřednictvím internetu a v současnosti představuje jeden z nejdůležitějších trendů v IT, na který přecházejí i největší poskytovatelé podnikového software. Z pohledu zákazníka se díky cloud computingu nemusíme starat o své servery a s tím spojené záležitosti, ale to co potřebujeme (software, diskový prostor - úložiště, atd.) nakoupíme formou služby. Poskytovatel se pak postará o případné složení této služby z více dílčích služeb - například aplikací (software), výpočetního výkonu, datových úložišť, infrastruktury - z více (mrak-cloud) dílčích poskytovatelů. [13]

Termín „Cloud (v anglickém překladu „mrak“), se začal objevovat v druhé polovině devadesátých let minulého století. První služba Cloud Computingu – Amazon Web Services (AWS) – vznikla v roce 2002, protože společnosti Amazon nevyhovovalo, že využívá přibližně jen 10 % kapacity svých serverů a zbylá kapacita leží nryvužita pro případy nárazového využití, například v období před vánoci, kdy je nápor zákazníků mnohonásobně vyšší než ve zbytku roku. Amazon tedy začal nevyužitou kapacitu prodávat. První komerční služba – Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) – pak byla spuštěna v roce 2006. Teprve později se k trendu Cloud Computingu začaly přidávat další významné IT společnosti. [13]

Před nástupem cloudu bylo zavedeno tvrzení, že firma, která potřebovala pro své podnikání nějaký druh podnikové aplikace, musela zároveň s touto aplikací pořídit a udržovat infrastrukturu - servery a lidi, kteří je museli udržovat. Pro začínající firmy to bylo finančně náročné, často úplně nedostupné. Díky cloudovým službám (a také díky možnosti aplikace pronajímat) se startupům, začínajícím nebo rostoucím firmám otevírají obrovské možnosti. Říká se “Cloud jako enabler” jako něco, co umožňuje rychle postavit business. Firmy tak mohou využívat nejen e-malové služby, úložiště dokumentů, spolupracovat v týmu, řídit úkoly, ale také fakturovat, vést účetnictví, informace o svých lidech, smlouvách o zákaznících a mnoho dalšího aniž by museli vynakládat velké investice. [13]

Základní principy a myšlenky tohoto přístupu jsou však mnohem starší a jako uživatelé se s nimi běžně setkáváme již mnohem delší dobu, aniž bychom to vnímali. Například používání klasického e-mailu či využívání různých hostingových služeb, kdy využíváme placených či bezúplatných služeb, lze svým způsobem označit jako Cloud Computing. V těchto případech jsou data, aplikace a infrastruktura „v mraku“ – jako uživatelé nevíme, kde se fyzicky nachází.

Cloud Computing se však od standardních hostingových, e-mailových či jiných služeb odlišuje zejména ve třech věcech:

1. Cloud computing je škálovatelný - to znamená, že změny rozsahu nebo parametrů si může zákazník sám určovat - například navýšení výkonu, navýšení úložní kapacity atd.
2. Cloud computing je samoobslužný - zákazník si většinu věcí objednává a řídí sám (self-service)
3. Primárním cílem je redukce nákladů na provoz svého informačního systému (cloud computing tedy přináší provozní úspory), minimálně v tom, že firma nemusí mít vlastní odborníky
4. Podstatnou vlastností cloudu je, že uživatel neví a obvykle ani nepotřebuje vědět, kde jsou fyzicky umístěna data ani samotný software. [13]

Cloud může být na úrovni aplikací pro uživatele - na úrovni software (tzv. SaaS), na úrovni pronájmu nějaké platformy (Paas) nebo se může jednat dokonce o pronajatý hardware (tzv. IaaS). Může se jednat dokonce o kombinaci všeho výše uvedeného. Poskytovatelé tedy mluví o třech základních úrovních služeb cloud computingu.

- a. **IaaS (Infrastructure as a Service)** - infrastrukturní služby, poskytnutí hardware.
- b. **PaaS (Platform as a Service)** - platformní služby, poskytnutí platformy.
- c. **SaaS (Software as a Service)** - aplikační služby, poskytnutí software či aplikací.

Zákazníkovi je to celkem jedno, který z těchto tří pojmů se ho týká (nejčastěji je to ale právě SaaS), pro něj je podstatné co dostane. Jsou to různé cloudové podnikové aplikace nebo například zálohování. V drtivé většině má zákazník k dispozici nějakou webovou stránku, speciální klientskou nebo mobilní aplikaci, pomocí které své cloudové služby obsluhuje. [13]

Cloudy lze rozdělit na:

1. **Privátní cloud** - je taková situace, kdy organizace má své služby izolované od ostatních, kdy je vyhrazený pouze pro jednu organizaci. Má tedy znatelně vyšší míru bezpečnosti. Většinou platí, že privátní cloud je bezpečnější než "klasický" provoz IT ve firmě. [13]
2. **Hybridní cloud** - je zčásti založen na základech privátního cloudu, který je obohacený o možnosti využívání veřejného cloudu. Jednoduchý příklad je zálohování dat do cloudového úložiště mimo firmu. [13]

Výhodou hybridního řešení je lepší optimalizace využití ICT infrastruktury, možnost škálování výkonu a odolnost vůči výpadku IS, takže dochází k optimalizaci investic do IT a ke zvyšování bezpečnosti IT služeb. Cloud computing má z pohledu zákazníka celou řadu výhod ale též nedostatků a rizik. [13]

7.2 Offshoring

Zatímco outsourcingem se rozumí převedení činnosti na třetí stranu, offshoring znamená přesun výroby do zahraničí bez ohledu na to, zda výrobu provádí jiná firma nebo jde pouze o přestěhování vlastní továrny. Offshoring je obecně přesun resp. vyčlenění nějaké aktivity nebo aktivit v rámci jedné společnosti do jiné země. V kontextu těchto činností je nezbytné provést analýzu rizik, která by posuzovala hrozby jednotlivých prostředí (demografické, kulturní, sociální, legislativní, politické a ekonomické faktory). Obdobně je důležité pokusit se odhadnout možný vývoj v následujících letech. Dalším vaším požadavkem by měla být kvalitní infrastruktura, protože výpočetní středisko je energeticky poměrně náročná záležitost, především co do dodávky elektrické energie a vody, která se dost často používá k chlazení. Jde o to, že nižší náklady tam jsou nyní, ale za pár let tomu tak být nemusí a investice tak může být zmařena. Zde lze počítat s vysokou pravděpodobností návratnosti investice. Je ale otázka, jak dlouho se tyto země na těchto pozicích udrží. [13,14]

V případě offshoringu mohou nastat dvě situace:

- a. **Offshore In-House Sourcing** - domácí společnosti přesouvají své aktivity na své organizační jednotky v zahraničí nebo na subjekty pod částečnou či plnou kontrolou, které se nacházejí na území jiného státu. Tento typ offshoringu můžeme ztotožnit s přímou zahraniční investicí. Ta je v České republice definována devizovým zákonem jako takové vynaložení peněžních prostředků nebo jiných penězi ocenitelných majetkových práv a jiných majetkových hodnot, jehož účelem je založení, nabytí nebo rozšíření trvalých ekonomických vztahů investujícího tuzemce nebo tuzemců jako osob jednajících ve shodě na podnikání v zahraničí nebo investujícího cizozemce nebo cizozemců jako osob jednajících ve shodě na podnikání v tuzemsku. [13,14]
- b. **Offshore Outsourcing** - jak již ze samotného názvu vyplývá, jedná se o outsourcing a offshoring zároveň. Je to situace, kdy společnost přesune své výrobní procesy či podnikatelské aktivity nebo jejich část na jinou, specializovanou, společnost na území jiného státu, která není nijak propojena se zadavatelskou společností. Často se tyto dva výrazy ale slučují, a pod pojmem offshoring je míněno offshoring i offshore outsourcing. Tato forma offshoringu je označována jako „offshoring v širším slova smyslu“. [13,14]

7.3 Outsourcing

Outsourcing lze volně přeložit jako vyčleňování nebo externí zajištění. V praxi jde o vyčlenění služeb, procesů nebo zdrojů (zejména ICT či infrastruktury) a činností mimo organizaci formou dlouhodobého smluvního vztahu. Někdy se tímto pojmem označuje samotný proces vyčlenění, někdy se pojem používá pro označení formy zajištění služeb, procesů a činností. Vyčleněné služby, procesy a činnosti jsou zajišťovány externím dodavatelem (poskytovatelem). Přestože se outsourcing může týkat dílčích procesů nebo zdrojů, je obvykle využíván pro nějakou ucelenější, širší oblast. Outsourcovaná služba, proces nebo činnost je řízena na základě SLA (Service Level Agreement - dohoda o úrovni poskytovaných služeb). Proto je v praxi nejvíce pojem outsourcing spojován se službou. [14]

Business Process Outsourcing (BPO) byl pojem, který se používal pro vyčlenění celých procesů nebo procesních bloků, zejména podpůrných. Smlouva s externím dodavatelem je však zpravidla formou služby, proto se v praxi používá pouze zjednodušený výraz outsourcing. [14]

Outsourcing v ICT má různou podobu od ASP, SaaS až po Cloud Computing. Více v článku, který je věnovaný řízení služeb v ICT. [14]

K externímu zajištění mohou vést různé důvody, které se mohou různě kombinovat, například:

- nižší náklady, kterých dokáže dosáhnout a garantovat jen poskytovatel služby,
- přenesení rizik na poskytovatele,
- vyšší kvalita nabízených služeb ze strany poskytovatele,
- nedostatek vlastních lidských zdrojů,
- nedostatek investičních prostředků v danou chvíli,
- lepší územní pokrytí poskytovatele,
- malé zkušenosti v novém regionu,
- větší zkušenosti dodavatele s konkrétní oblastí nebo technologií,
- krátký časový horizont využití konkrétní technologie nebo znalosti a je tedy lepší volit na omezenou dobu poskytovatele,
- potřeba specializované technologie, na kterou nemá organizace zkušené lidské zdroje nebo kterou nedokáže plně kapacitně vytížit. [14]

Opakem outsourcingu je insourcing. Volba výhodnosti externího nebo interního zajištění služeb je součástí řízení služeb, je možné použít různé techniky rozhodování.

Formou outsourcingu lze zajistit cokoliv, co je výhodné pro organizaci, co lze smluvně zajistit a kde lze určit KPI (klíčové ukazatele výkonnosti), na základě kterých probíhá hodnocení práce poskytovatele. Outsourcing vede ke specializaci poskytovatelů služeb. Příklady oborů, kde lze outsourcing v praxi využívat, jsou:

- c. finanční řízení a ekonomika firmy,
- d. facility management,
- e. informatika a řízení ICT (Informatics),
- f. logistika a doprava. [14]

7.4 Hosting

Webhosting je pronájem prostoru pro webové stránky na cizím serveru. Pronajímatel serveru bývá označován jako poskytovatel webhostingu (webového prostoru). Díky webhostingu si můžete své webové stránky umístit na internet, aniž byste museli mít vlastní server. Ceny za webhosting se pohybují od pár desítek korun až po několik tisíc korun za měsíc. Existuje i bezplatná varianta, tzv. freehosting. Freehosting obvykle nezahrnuje žádné záruky ohledně funkčnosti, má omezenou technickou podporu. Často je s freehostingem spojeno umísťování reklamy na stránkách. [13]

Poskytovatelé většinou u webhostingu nabízí skriptovací technologie PHP, ASP, ASP.NET, JSP aj., z databází jsou nabízeny především MySQL, PostgreSQL a MS SQL. Stránky na server se kopírují převážně protokolem FTP. Webhosting je pouze samotné umístění stránek na serveru poskytovatele. Aby se uživatelé internetu ke stránkám dostali, je potřeba mít zaregistrovanou doménu (např. s názvem společnosti). Alternativně lze u některých firem zdarma využít domény 3. řádu, například vasejmeno.poskytovatel.cz. [13]

Součástí webhostingových služeb jsou většinou také e-mailové schránky s antispamovými a antivirovými filtry, stahování pošty do poštovního klienta protokolem POP3, odesílání pošty protokolem SMTP. [13]

Samozřejmostí také bývá technická podpora pro zákazníky, tedy možnost v případě technických problémů či dotazů kontaktovat poskytovatele prostřednictvím telefonu, e-mailu, ICQ, Skype aj. Někde bývá technická podpora omezena na pracovní dny, u solidních firem bývá podpora nonstop. Hlavní nevýhodou webhostingu je to, že jeden server poskytovatele sdílí často stovky či dokonce tisíce

webhostingových zákazníků. Můžete se tedy stát, že v případě poruchy či přetížení jednoho webu jsou významně ovlivněny či dokonce znefunkčnĚny i všechny ostatní na stejnĚm serveru. VĚhodou je naopak nĚzká cena – zĚkaznĚk webhostingu zaplatĚ pouze zlomek toho, kolik by ho stĚl provoz vlastnĚho serveru. [13]

Typy hostingu

- a) **SdĚlenĚy webhosting** – zĚkladnĚ typ webhostingu, kde uĚivatel provozuje jednu domĚnu 2. řĚdu.
- b) **Multihosting** – hosting vĚtšĚho poćtu domĚn. Jeho oblĚba vzrostla zejmĚna kvĚli lidem s nĚkolika menšĚmi webovĚmi strĚnkami nebo microsites.
- c) **VirtuĚlnĚ server** – virtualizovanĚ stroj, kterĚ nabĚzĚ velkou konfigurovatelnost a vĚtšĚ vĚkon. PomĚr vĚkonu a ceny však nenĚ kvĚli vĚtšĚ reĚii tak dobrĚy jako u pĚdchozĚch řešĚnĚ. Je vhodnĚ zejmĚna pro uĚivatele se znalostĚ Linuxu a pro hosting jinĚch neĚ webovĚch sluĚeb. ćasto vyuĚĚvanou formou virtuĚlnĚho serveru je virtuĚlnĚ privĚtnĚ server.
- d) **Managed server** – poskytovatel pronajme zĚkaznĚkovi vlastnĚ server, o kterĚ se zĚroveň starĚ jeho technĚckĚ podpora. Jedno z finanćnĚ nejnĚroćnĚjšĚch řešĚnĚ.
- e) **DedikovanĚ server** – podnĚjem serveru, kterĚ spravuje sĚm zĚkaznĚk. NehrozĚ tak nestabilita ći pĚtĚiĚenĚ serverŮ zpŮsobenĚ aplikacemi jinĚho zĚkaznĚka. DŮležitou vlastnostĚ dedikovanĚho serveru je vlastnĚ unikĚtnĚ IP adresa.[1]
- f) **Serverhousing** – umĚstĚnĚ vlastnĚho stroje do telehousu poskytovatele.
- g) **CloudHosting** – V dnešnĚ době se takĚ rozjel novĚ CloudHosting, kterĚ zĚkaznĚkovi nabĚzĚ moĚnost uloĚit si osobnĚ data na svŮj vyhrazenĚy prostor na disku, u kvalitnĚch hostingŮ i bez pĚĚstupu tĚetĚ strany.

Mezi dalšĚ novĚ formy hostovanĚ rozsĚhlĚch aplikacĚ se řĚdĚ napĚříklad CRM, Exchange a dalšĚ sluĚby formou SaaS. [13]



Pro efektivnĚ řešĚnĚ informatickĚch a podnikovĚch procesŮ je ŹadoucĚ vyuĚĚvat sdĚlenĚch sluĚeb, kterĚ jsou nabĚzeny jinĚmi subjekty. Mezi takovĚ sluĚby lze zařĚdit cloud computing, kterĚ umoĚňuje vyuĚĚvat kapacitu vzdĚlenĚch serverŮ pro potĚby organizace. Toto řešĚnĚ mĚ ale takĚ svĚ bezpečnostnĚ ŮskalĚ, kterĚ je tĚeba brĚt v potaz. Mezi dalšĚ sluĚby lze zařĚdit offshoring, kterĚ spoćívĚ v pĚsunu vĚroby do zahranićĚ nebo outsourcing, kterĚ je zamĚřen zase na pĚsunu ćinnostĚ podniku na nĚkoho jinĚho. Pro soućasnĚ organizace je moĚnĚ vyuĚĚvat prostĚednictvĚm nĚjmu jinĚy prostor na cizĚm serveru, coĚ mŮĚe pĚispĚt ke snĚiĚenĚ nĚkladŮ na chod organizace.



1. Charakterizujte pojem cloud computinga a uveďte jeho rozdělení.
2. Vysvětlete rozdíl mezi offshoringem a outsourcingem.
3. Definujte web hosting a uveďte jeho typy.



Literatura k tématu:

- [1] RITTINGHOUSE, J. W., & RANSOME, J. F. (2010). *Cloud Computing - Implementation, Management and Security*. CRC Press
- [2] DVOŘÁČEK, Jiří a Ladislav TYLL. *Outsourcing a offshoring podnikatelských činností*. Praha: C. H. Beck, 2010, 208 s. ISBN 978-80-7400-010-2.

Kapitola 8

Typické aplikace IS (ERP, CRM)



Po prostudování kapitoly budete umět:

- charakterizovat ERP a jeho roli v řízení podniku,
- vysvětlit princip a účel používání systému SAP,
- definovat CRM a jeho aplikaci v podnikovém prostředí.



Klíčová slova:

Podnik, řízení, plánování, zákazníci, účetnictví, analýza, ekonomika, informační systém, data, cíle, procesy.

8.1 Enterprise Resource Planning (ERP)

ERP je zkratka pro *Enterprise Resource Planning* neboli podnikové plánování zdrojů. Tento termín vymyslela a poprvé také použila společnost Gartner Group v roce 1990 jako označení pro rozšíření systémů MRP (Material Requirements Planning) a CIM (Computer Aided Manufacturing), které sloužily a stále ještě slouží ve výrobních podnicích pro plánování a automatizaci chodu výroby. Pro podnikové informační systémy se tak ustálilo označení ERP. [15]

ERP představuje informační systém, který integruje a automatizuje velké množství procesů souvisejících s produkčními činnostmi podniku (výrobu, logistiku, distribuci, správu majetku, prodej, fakturaci a účetnictví). Pracuje obvykle s jednotnou databází. Základem je často program pro zpracování účetnictví, který může být napojen na určitá jednoduchá řešení (sklady, CRM – Customer Relationship Management) V praxi se setkáme s komplexními ERP řešeními (all-in-one) i specializovanými systémy (Best-of-breed). [15]

ERP se zavádí s cílem zefektivnit a zrychlit podnikové procesy, centralizovat a vyčistit dat, snížit chybavost, optimalizovat pracovní toky dokumentů (workflow), dosáhnout dlouhodobých úspor v investicích do informačních systémů a hardwaru, zvýšit bezpečnost dat, urychlit generování výstupů pro vedení firmy (zaměstnanci nemusejí připravovat podklady), zajistit podporu pro vedení účetnictví podle mezinárodních standardů. V konečném důsledku tudíž zvyšují flexibilitu, takže i konkurenceschopnost svého podniku. [15,16]

Prvním hlavním přínosem ERP systému ve firmě je standardizace procesů. Standardizace procesů přináší zastupitelnost pracovníků – z pohledu ERP systému je totiž naprosto jedno, jestli kdo daný proces provádí. Pokud mají pracovníci stejná oprávnění a pracovní zařazení, systém jim sám řekne, co kde mají vyplnit. Standardizace procesů přináší eliminaci nestandardních řešení – jde o důsledně vyžadované využívání správně naimplementovaného ERP systému. Pomůže eliminovat chyby v administrativě i pohlídat správné vyplňování požadovaných položek s minimalizací ex post dodatků. Na počátku fungování systému většinou pravděpodobně klesne produktivita práce a i některé další ukazatele se zhorší. Následně ale dochází ke zrychlení procesů a k jejich přesnější diagnostice. Výhodou je, že seznam osob (potažmo pracovních pozic) k delegování pravomocí stačí nastavit jednou a pro příště se už vše provede plně automaticky. Velkou výhodou ERP systému je přesná a okamžitá evidence dat. Navíc ERP systém lze napojit na docházkový systém (tj. systém evidující přístup a pohyb po areálu firmy), na jednotlivé stroje aj. Jednou z nejhlavnějších výhod ERP systémů je automatizované zpracování dat. [15]

ERP systém vytváří prostředí vhodné pro skutečné strategické řízení společnosti, které by jinak bylo časově náročné. Jsou k dispozici přesná a úplná data o současnosti a minulosti, a proto lze reálně začít s určitou pravděpodobností predikovat vývoj. ERP systémy se naprosto běžně propojují s ERP

systemy v jiných firmách obvykle prostřednictvím standardizovaného XML rozhraní anebo prostřednictvím webového rozhraní – zákazníci, dodavatelé, aktuální informace o dodávkách (obrázek 15). Je třeba ovšem zajistit, aby pracovníci do systému zadávali správná data ve správný čas. [15]



Source: <http://incarnateict.com/2017/09/25/the-modern-approach-to-choosing-an-erp-system/>

Obr. 15 Struktura ERP systému, zdroj: [15]

Koncepci ERP systémů lze demonstrovat na základě funkcionality jeho dílčích modulů a nástrojů:

- a. Aplikační moduly zajišťují funkcionalitu v jednotlivých oblastech řízení podniku, např. v řízení prodeje, výroby apod.
- b. Dokumentační moduly obsahují uživatelskou on-line dokumentaci k jednotlivým funkcím a zobrazovaným polím na obrazovce.
- c. Technologické a správní moduly slouží pro nastavení profilů a přístupových práv uživatelů k datům a funkcím ERP podle jejich rolí a pro evidenci a analýzy provedených operací.
- d. Implementační moduly využívané k přípravě a nasazení ERP v daném podnikovém prostředí, například k definování a optimalizaci podnikových procesů.
- e. Nástroje sloužící k úpravám softwaru podle konkrétních požadavků podniku (tzv. kustomizace softwaru).
- f. Vlastní vývojové prostředí (integrované vlastní programovací prostředky nebo jazyky).
- g. Moduly zajišťující rozhraní k základnímu softwaru, tedy k databázovým a operačním systémům, případně i k dalším aplikacím a technologiím. [15]

Kastomizace (individuální úprava softwaru na míru zákazníka) systému se provádí pomocí tzv. mashupů (mixů různých produktů). Mashups může být snadno vytvořen kombinací transakčních systémů ERP/CRM/SFA a novějších technologií jako jsou služby SOA (Service Oriented Architecture), RSS (Really Simple Syndication) služeb. [15]

Složité problémy řešíme rozkladem, v případě ERP pomocí rozložení systému do sady modulů. Klíčovým je zde však vždy řízení financí. Všechny účetní jednotky, které vedou účetnictví v plném rozsahu, musí vést tyto čtyři účetní knihy: deník, hlavní knihu, knihu analytických účtů a knihu podrozvahových účtů. Účetní jednotky, které vedou účetnictví ve zjednodušeném rozsahu, nemusí vést knihu analytických účtů a knihu podrozvahových účtů. V rámci systémů ERP lze vést navíc řízení pohledávek (např. zpracování zálohových plateb), řízení závazků (např. platební kalendáře), řízení vztahu k bankám (např. vyhodnocení vkladů, plateb, směnek, bankovních zůstatků), správu dlouhodobého majetku, nákladové účetnictví (např. plánování nákladů podle využití kapacit) atd. Obchodní procesy lze sledovat pomocí klíčových výkonnostních indikátorů (KPI) na intranetovém portálu. Informace je vhodné exportovat do tabulkového procesoru pro další analýzu. [15,16]

8.1.1 ERP systém KARAT

KARAT je komplexní ERP podnikový informační systém, který využívá technologii klient/server. Je určen zejména pro řízení středních a velkých výrobních a obchodních společností a také organizací podnikajících v sektoru služeb, které mají v úmyslu skloubit účetní software, ekonomický software, skladový software a obchodní software do komplexního řešení na míru. Předností IS KARAT je podpora více platforem (MS, LINUX, UNIX a MS SQL, SYBASE, aj.) a jeho jedinečná architektura umožňující rychlou realizaci specifických úprav dle potřeb uživatele. [17]

Podnikový informační systém KARAT Express je určen rostoucí malé nebo menší firmě s omezenými investicemi na pořízení informačního systému, která se rozhodla investovat do plnohodnotného informačního systému, schopného růstu spolu s ní. IS Karat Express řeší účetnictví a výkazy, finance, majetek, personalistiku a mzdy, skladové hospodářství, nákup a prodej, marketing a obchod a základní manažerské řízení a rozhodování. Ve standardní licenci jsou zahrnuty následující moduly: Správce, Organizace, Účetnictví, Evidence a Výkazy DPH, Saldokonto, Účetní výkazy, Faktury přijaté, Příkazy k úhradě, Fakturace, Banka, Pokladna, Majetek, Personalistika, Mzdy, Skladové jádro, Odbyt, Ceníky, Objednávky a CRM. [17]

Podnikový informační systém KARAT Advance je určen menší nebo středně velké firmě, která se rozhodla investovat do informačního systému schopného respektovat její zavedené procesy a přizpůsobit se jí. Od produktu lze očekávat snadnou modifikovatelnost v souladu s tím, jak se mění procesy ve firmě a tedy za každých okolností podporuje její aktivity, růst a efektivitu podnikání. Pro

vlastní podnikání nepotřebuje vytvoření speciálního firemního modulu a je schopna své procesy pokrýt moduly nabízenými. Navíc od verze Express, řeší verze Advance plánování a řízení výroby, servis a půjčování, partnerská řešení, avšak nenabízí řešení pro obchod a marketing. Produktová řada zahrnuje:

- a. možnost práce až 30 současně pracujících uživatelů,
- b. možnost vlastními silami upravovat design sestav a obrazovek,
- c. možnost modifikovat vlastními silami tiskové sestavy a reporty dle vlastních potřeb a požadavků,
- d. možnost jednoduchého a výhodného přechodu na vyšší produkt v případě potřeby specializovaných řešení. [17]

Podnikový informační systém KARAT Enterprise je určen větší nebo velké firmě, která se rozhodla investovat do informačního systému schopného respektovat její zavedené procesy a přizpůsobit se jí v každém ohledu. Výkonnost řešení je vhodná pro firmy s rozsáhlými procesy, velkou dynamičností prostředí a nutností se přizpůsobovat. Provádění rychlých a častých úprav i většího charakteru je možné vlastními silami a k tomuto účelu musí mít firma specializované IT oddělení nebo IT pracovníky. Oproti verzi Advance nabízí verze Enterprise řešení pro obchod a marketing. [17]

8.1.2 ERP on-demand

Oproti klasickému softwarovému řešení jsou některé ERP systémy dodávány formou implementace softwaru do počítačového systému podniku. Těchto systémů je na trhu široká řada, a to v podobě opensourceových řešení jako OpenERP a Adempiere nebo jako komplexní řešení jako SAP a Microsoft Dynamics. [17]

SAP je ERP systém, který na trhu výrazně dominuje. Je založen na platformě SAP NetWeaver a je nabízen v předefinovaných balících vhodných pro různá odvětví průmyslu. Základem je verze označovaná SAP R/3 obsahující základní moduly pro řízení modulu. Dalšími rozšiřujícími komponentami jsou:

- mySAP ERP Financial – řízení financí,
- mySAP HCM – řízení lidských zdrojů,
- mySAP CRM – management vztahů se zákazníky,
- mySAP SCM – využití pro Supply chain management,
- mySAP SRM – management vztahů s dodavateli,

- mySAP PLM – využívaný při vývoji produktů. [17]

Microsoft Dynamics je populární ERP systém, jehož hlavní výhodou je kompatibilita s ostatním softwarem od společnosti Microsoft a jeho snadné ovládání a známé uživatelské prostředí, které je založeno na Microsoft Outlook. Je k dostání v několika verzích zaměřených na konkrétní procesy:

- Dynamics CRM – pro komunikaci s obchodními partnery,
- Dynamics NAV – využití pro Supply chain management,
- Dynamics AX – využití v obchodním oddělení. [17]

8.2 Řízení vztahů se zákazníky (CRM)

Řízení vztahů se zákazníky (Customer Relationship Management – CRM) je zákaznický orientovaný management, podnikatelským přístupem, který se vyznačuje aktivní tvorbou a udržováním dlouhodobě prospěšných vztahů se zákazníky. Zjednodušeně je CRM někdy považován za databázovou technologii podporovaný proces shromažďování, zpracování a využití informací o zákaznících firmy. Umožňuje tak poznat, pochopit a předvídat potřeby, přání a nákupní zvyklosti zákazníků a podporuje oboustrannou komunikaci mezi firmou a jejími zákazníky. Jde o programová řešení, která umožňují shromažďovat, třídit a zpracovávat údaje o zákaznících, především jejich kontakty, probíhající obchodní procesy a dosahované tržby. CRM systémy tak pomáhají sledovat a vyhodnocovat veškeré obchodní aktivity v rámci celé společnosti. Součástí CRM systémů proto bývají nejrůznější statistiky. Cílem CRM je především zlepšit cílení služeb, lépe porozumět zákazníkům a identifikovat jejich konkrétní potřeby. [17]

To umožňuje budovat dlouhodobě prospěšné vztahy se zákazníky a tím vytěžit z jednoho zákazníka větší zisk. Protože stávající zákazníci jsou pro firmu nejhodnotnější, vyplatí se pomocí CRM systémů zajistit si jejich věrnost a důkladně o ně pečovat. Z výše uvedeného je zřejmé, že CRM systém není pouhým software, jde o dlouhodobou strategii na poli komunikace, marketingu, obchodu a servisu. Současně hned v začátku CRM iniciativy je nutné zohlednit fakt, že CRM primárně představuje metodiku přetvořenou do celopodnikové strategie, kterou se aplikuje sada „zákaznických“ procesů, jejichž cílem je udělat vztah se zákazníkem ziskovým. Tyto vztahy však musí být prospěšné pro zákazníka i pro firmu (tzv. situace dvou vítězů), což vylučuje neetické chování k zákazníkům. Obvykle CRM systémy pomáhají především uchovávat informace o zákazníkovi a také o:

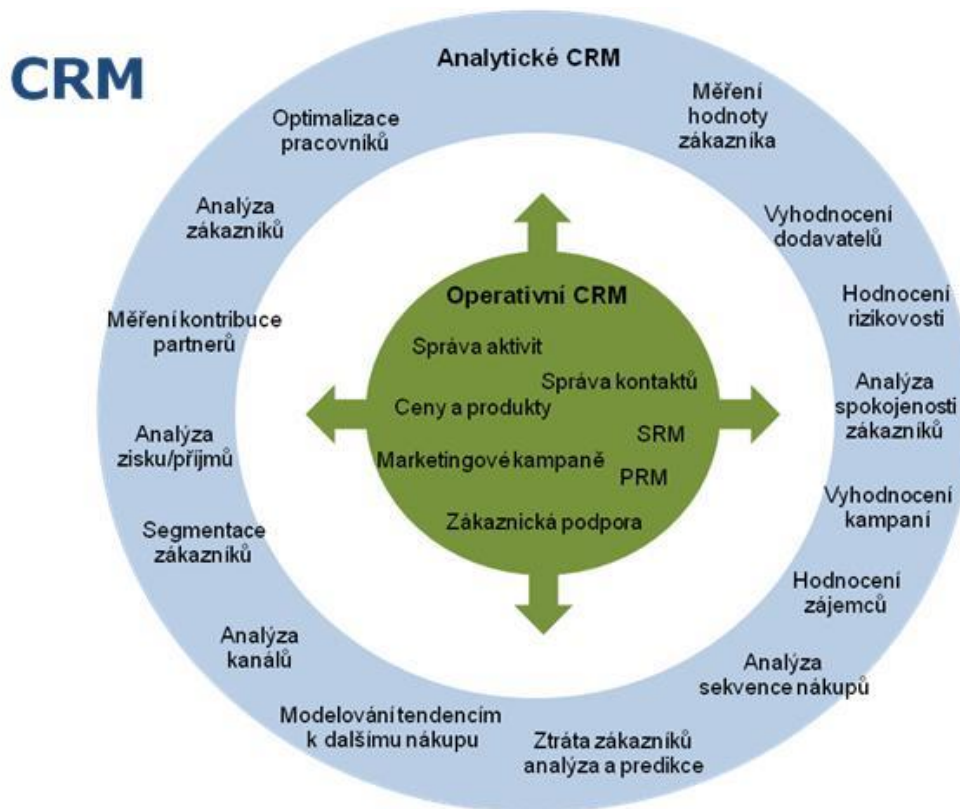
- jejich obchodech, zakázkách a aktivitách, tedy jejich loajalitě,

- chování zákazníků,
- obchodních interakcích (schůzkách, emailové komunikaci, sociální komunikaci),
- plnění závazků, obchodní historii,
- stavu smluv,
- historii transakcí nebo zakázek,
- efektivnosti prodejních kanálů. [17]

8.2.1 Typy CRM

CRM systémy obvykle obsahují tři základní oblasti:

1. Podpora procesů prodeje, marketingu a zákaznických služeb, tzv. „front office“ - nazývá se někdy jako operativní CRM.
2. Analýza dat o chování zákazníků, například analýza marketingových kampaní, hledání nových prodejních příležitostí, predikce chování zákazníků - nazývá se někdy jako analytické CRM.
3. Komunikace se zákazníkem prostřednictvím různých komunikačních kanálů, optimalizace této komunikace, sdílení informací o zákazníkovi uvnitř společnosti - nazývá se jako kolaborativní CRM. [17]



Obr. 16 Schéma řízení CRM, zdroj: [17]

Operativní CRM je především podporou business procesů zahrnující prodej, marketing a služby. Všechna komunikace se zákazníkem je sledována a uchována v databázi a v případě potřeby je efektivně poskytnuta uživatelům. Jedním z hlavních přínosů pro zákazníka i pro společnost je díky sledování historie možnost komunikace s rozdílnými osobami a pomocí různých kontaktních kanálů. [17]

Analytické CRM analyzuje zákaznická data k dosažení rozdílných cílů:

- a. Optimalizace efektivity marketingových kampaní a jejich vyhodnocování.
- b. Hledání potenciálních prodejních kanálů, cross-selling, up-selling, udržení zákazníka atd.
- c. Analýza chování zákazníků – tvorba cen, vývoj nových výrobků.
- d. Podpora pro rozhodování – předpovídání a analyzování zákaznické rentability atd. [17]

Kolaborativní CRM zahrnuje speciální funkcionalitu, která umožňuje komunikaci společnosti a jeho zákazníků prostřednictvím různorodých kanálů za účelem dosažení vyšší kvality interakce se zákazníky. Jedná se například o poskytnutí informací o specifických zákaznických požadavcích či dotazů na nové služby z technické podpory prodeje marketingu. V cílovém CRM konceptu významnou roli mají informační technologie, které vystupují především jako podpora a automatizace celého CRM procesu, který standardně začíná získáním znalostí o klientech a pokračuje detailní analýzou jejich potřeb a vzorů chování. [17]

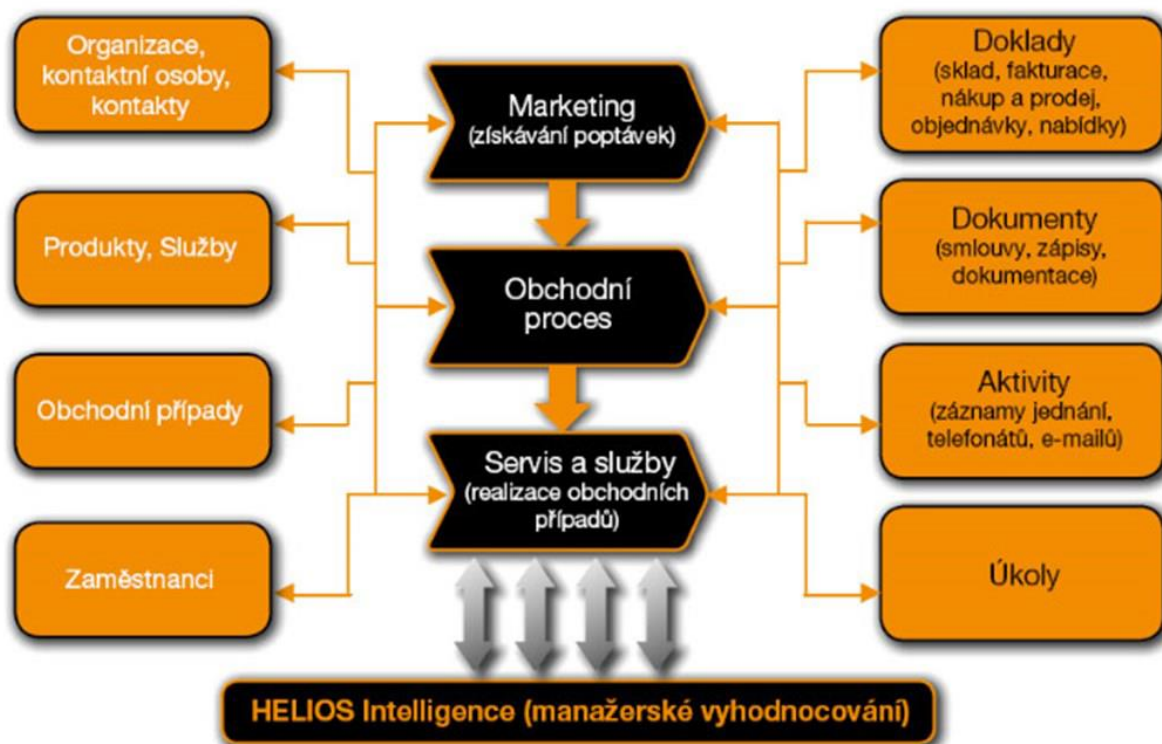
8.2.2 CRM systém Helios

Podnikové informační systémy HELIOS vyvinuté Asseco Solutions pokrývají potřeby organizací všech velikostí a oblastí i institucí veřejné správy. ERP systém je doplněn o celou řadu služeb a partnerských programů.

ERP systém HELIOS je oceňován pro pokročilou technologii a vysokou funkčnost, která je dána perfektní znalostí domácího trhu. Pokrývá potřeby širokého spektra organizací a lze jej přizpůsobit potřebám uživatelů dle jejich rolí a funkcí, které v dané organizaci zastávají.

Význam CRM systému nabízeného firmou Helios (Obr. 17) lze spatřit zejména v:

- identifikaci potenciálních zákazníků,
- možnosti získávat, třídit a využívat informace o zákaznících,
- poskytování přehledu nad všemi interakcemi mezi firmou a klientem,
- řízení obchodních zástupců,
- posílení vztahů s obchodními partnery,
- integrovaném řešení nástrojů komunikace přes e-mail, telefon, SMS, provázanost s MS Outlook, MS Word i Excel. [17]



Obr. 17 Schéma funkcí a vazeb CRM systému Helios, zdroj: [17]

CRM pro řízení servisu a služeb nabízí:

- realizaci obchodních případů,
- evidenci požadavků (dispečink),
- členění servisních zásahů,
- vyřízení reklamací,
- rozdělování úkolů mezi servisní techniky,
- plánování pravidelných revizí a kontrol,
- sledování nákladů na servisní zásahy,
- vyhodnocení prodeje náhradních dílů a služeb. [17]

CRM pro řízení marketingu nabízí:

- identifikaci potenciálu trhu,
- tvorbu marketingového plánu,
- plánování, řízení a vyhodnocování marketingových kampaní,
- získávání, třídění a využívání informací o zákaznících s cílem zvýšit efektivitu péče o ně,
- sledování marketingových aktivit u zákazníků,
- sledování prodejnosti produktů dle jednotlivých dimenzí (střediska, regiony, zakázky, zaměstnanci). [17]

CRM pro řízení obchodních procesů nabízí:

- sledování obchodních příležitostí,
- evidenci aktivit,
- plánování obchodních zakázek,
- vyhodnocování obchodních příležitostí,
- aktivity obchodníků,
- rozpracovanost v měsících. [17]



Podnikové prostředí je velmi složitým mechanismem, v němž probíhá velké množství procesů. Řízení těchto procesů a zajištění všech správných funkcí k dosahování vytyčených cílů podniku, se tak stává složitým problémem. Řešení může poskytnout implementace ERP systému, jehož hlavní funkcí je snadnější, přehlednější a efektivnější řízení organizace. Mezi tyto systémy lze zařadit např. IS Karat, který je nejrozšířenějším produktem tohoto typu na trhu. Další z oblastí, která je předmětem managementu podniku, je řízení vztahů se zákazníky (CRM). Tento typ informačních systémů může pomoci s řízením marketingu, třídění zákazníků a jejich preferencí, vyhodnocování business příležitostí apod.



1. K čemu slouží řízení podnikových zdrojů (ERP) a jaký je jejich přínos?
2. Uveďte příklad ERP systému a jeho charakteristiku.
3. Definujte pojem CRM a uveďte jeho hlavní funkce.



Literatura k tématu:

- [1] GÁLA, L., POUR, J., ŠEDIVÁ, Z. *Podniková informatika*. 2. přepracované a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 80-247-2615-1.
- [2] TVRDÍKOVÁ, M. *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2728-8.

Kapitola 9

Znalostně orientované metody rozhodování



Po prostudování kapitoly budete umět:

- stručně charakterizovat základní metody řešení rozhodovacích problémů;
- vysvětlit význam znalostních systémů,
- popsat úlohu znalostního inženýrství.



Klíčová slova:

Metody rozhodování, znalosti, znalosti objektivní, znalosti subjektivní, znalostní systémy, znalostní inženýrství, systémové inženýrství.

9.1 Přístup k řešení rozhodovacích problémů

K řešení rozhodovacích procesů je třeba přistupovat promyšleně, systematicky a racionálně. Na řešení mnohých problémů je možno se připravit předem – i havarijní a jinak mimořádné situace lze často předvídat. Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, je třeba shromáždit informace, provést analýzy, posoudit rizika a jejich příčiny, rozhodnout o přístupech k řešení, vytvořit varianty řešení, vyhodnotit jejich vlastnosti, racionalizovat rozhodovací proces využitím výpočetní techniky a vybrat řešení optimální.

Metody se v zásadě dělí na:

- empirické (zkušenosti, intuice)
- exaktní (statistiky, analýzy, simulace, dynamický program)
- heuristické – syntéza intuitivního a exaktního rozhodování (fuzzy). [2]

9.1.1 Metody rozhodování

Metody rozhodování spolu s počítačovými modely usnadňují manažerům proces rozhodování. Jak již bylo uvedeno výše, můžeme je rozdělit na metody kvantitativní (numerické) a kvalitativní (jazykové, slovní). Jinak lze dělit na metody, vhodné při rozhodování *za podmínek jistoty* a ty, které jsou vhodné pro podporu rozhodování *v podmínkách nejistoty a rizika*. Jmenujme alespoň nejdůležitější z nich [2]:

- *Kognitivní mapy* - zobrazují strukturu prvků či rizikových faktorů rozhodovacího problému se znázorněním jejich vzájemných vztahů.
- *Metody stanovení vah kritérií* - číselně vyjadřují důležitost kritérií rozhodování (metoda blokovácí, klasifikační párového srovnávání, metoda Saatyho).
- *Metody vícekritériálního hodnocení variant* - určují pořadí výhodnosti hodnocených variant podle stanovených kritérií za podmínek jistoty (metoda lineárních dílčích funkcí utility, metoda bazické varianty, metoda Saatyho).
- *Metody statistické* - podávají informace o stupni náhodnosti dat pro rozhodování resp. určují platnost vyslovených hypotéz (metoda střední hodnoty, rozptylu, směrodatné odchylky, variačního koeficientu, metoda hodnocení statistických hypotéz). V této souvislosti hrají důležitou roli

pravidla rozhodování, která určují v podmínkách nejistoty a rizika pořadí výhodnosti vyhodnocených variant podle stanovených kritérií (pravidlo očekávané utility, očekávané hodnoty a rozptylu, maxima, minimax, pravidlo Laplaceovo, Hurwiczovo a Savageovo).

- *Rozhodovací matice* - srovnává důsledky rizikových variant vzhledem ke zvolenému kritériu hodnocení daného rozhodovacího pravidla.
- *Pravděpodobnostní strom* - zobrazuje posloupnost časově uspořádaných rizikových činností a stanoví velikost rizika.
- *Rozhodovací strom*, zobrazuje posloupnost rozhodnutí a následných rizikových situací se záznamem výsledných hodnot rozhodovacího kritéria na základě zvoleného rozhodovacího pravidla.
- Je třeba si uvědomit, že uvedené metody pomáhají hlavně při hledání přijatelných řešení – konečné rozhodnutí a odpovědnost za výběr finální varianty leží vždy na manažerovi. Příklady použití uvedených metod lze nalézt v [2].

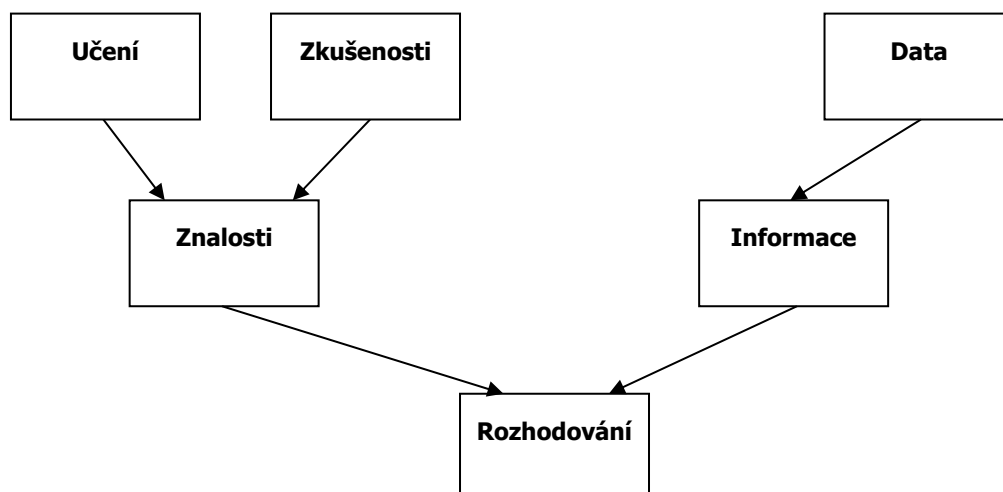
9.2 Znalostní systémy

9.2.1 Informace a znalosti

Jak vyplynulo z minulých kapitol, neustále se zrychlující frekvence změn uvnitř i v okolí organizace vyžaduje reagovat na změny v co nejkratším čase rozhodnutími, které eliminují jejich nepříznivý dopad. Rozhodnutí přitom nelze provádět bez mj. kvalitních a vhodných informací. [18]

Rostoucí výkon a kvalita informačních technologií a informačních systémů jsou zdrojem růstu množství informací, které jsou při řešení složitých rozhodovacích problémů manažerům k dispozici. I když jsou relevantní informace podmínkou pro správné rozhodování, nejsou podmínkou jedinou. Dalšími podklady, podmiňujícími výkon manažerů, jsou v naší souvislosti jejich znalosti.

V kapitole 4 jsme znalosti definovali jako jasnou a zaručenou představu o věci nebo události, nejčastěji ve formě praktických expertních zkušeností, dovedností, vědomostí a poznání. Roli znalostí v procesu rozhodování můžeme znázornit podle Obr. 18.



Obr. 18 Role informací a znalostí v procesu rozhodování; zdroj: [1]

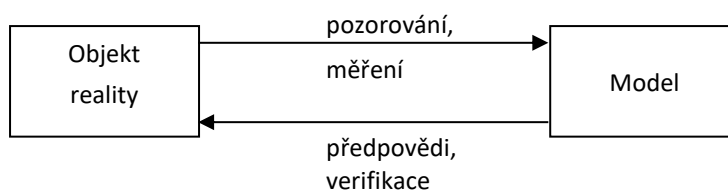
9.2.2 Znalosti a rozhodování

Z Obr. 9.1 je patrné, že v procesu rozhodování musíme uplatnit jak informace, tak i znalosti. Role informací spočívá v tom, že díky jim se dovídáme o nových a konkrétních faktech a skutečnostech, které jsou pro rozhodování nezbytné. Důležitost znalostí pak spočívá v tom, že teprve na jejich základě můžeme informacím přiřadit určitý význam. Aby informace splnily svoji roli, je nezbytné mít potřebné znalosti pro jejich vlastní interpretaci.

Mezi znalostmi a informacemi můžeme nalézt vztah komplementarity. Ten je dán tím, že znalosti se formulují na základě informací, které získáváme procesem vnímání. Znalosti je přitom potřeba neustále modifikovat a aktualizovat, aby odrážely současnou realitu.

Znalosti z určité problémové oblasti je možno považovat za *mentální model*, který v naší mysli tuto oblast (realitu) reprezentuje (takové znalosti lze pak využít i k popisu chování reálného objektu formou jazykových popisů). Charakteristiky objektů vnímáme pomocí pozorování a měření. Proces modelování znalosti o určité realitě probíhá buď podvědomě, nebo na základě systematické činnosti. V prvním případě můžeme hovořit o expertních zkušenostech (*subjektivní znalosti*), ve druhém pak o procesu teoretického učení (*objektivní, obecné znalosti*).

Zkušenosti jsou základem daleko detailnějších a kvalitnějších modelů, než jaké lze získat a v paměti uchovat teoretickým učením. Mentální modely můžeme využít k myšlenkovému popisu vlastností i myšlenkové predikci chování objektu. Můžeme provádět *simulace v procesu myšlení*. Manažer, který je vybaven takovým mentálním aparátem, může mnohem lépe předpovídat vliv jednotlivých alternativ rozhodnutí na vlastní objekt a tím s mnohem větší pravděpodobností pak vybrat alternativu optimální (Obr. 19).



Obr. 19 Mentální modelování; zdroj: [1]

Schopnost vytvářet a používat mentální modely (podmíněné znalostmi) činí manažera mnohem kompetentnějšího ve smyslu správné reakce na problémové situace, které přinášejí nutnost efektivního a rychlého rozhodování.

Znalosti manažerů (know-how) představují významný potenciál, který je možno považovat a zdroj zvýšení jejich výkonu. Otázkou je systematické využívání takového zdroje – jeho řízení, správa a využívání takovým způsobem, aby přispíval k rychlejšímu a kvalitnějšímu řešení manažerských úloh. Tímto problémem se zabývá odvětví systémové vědy - *management (správa) znalostí*.

Za zdroje znalostí můžeme považovat vlastní znalosti pracovníků, znalosti v informačních systémech nebo dokumentech (obchodní postupy, vyřešené manažerské úlohy, chybová hlášení, organizační pravidla apod.) a znalosti, jejichž zdrojem jsou samotné procesy v organizaci probíhající. Cílem správy znalostí je dosažení integrace jejich zdrojů do uceleného systému znalostí. Pro integraci jsou využívány *znalostní systémy*.

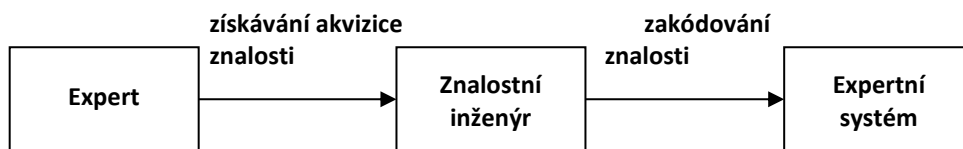
Znalostní systémy představují nástroje pro práci se znalostmi. Vytváření, údržba a provozování znalostních systémů vyžaduje použití projekčních postupů, které jsou středem zájmu tzv. *znalostního inženýrství*.

9.2.3 Znalostní inženýrství

Slovo inženýrství pochází z latinského výrazu *ingenare*, který znamená *vytvářet, tvořit*. Inženýrství je obecně chápáno jako praktické použití vědeckých poznatků pro řešení reálných problémů. Je to aplikace teorie na problémy reálného světa. Základním rysem inženýrských úloh je hledání optima řešení při respektování často protichůdných požadavků za daných omezujících podmínek.

Základ znalostního inženýrství byl položen v 60. letech minulého století, kdy odborníci, zabývající se vědním oborem umělá inteligence, zjistili, že znalosti představují základ efektivního řešení jakýchkoliv úloh. Byly položeny základy řešení problémů počítačové reprezentace znalostí a jejich efektivního strojového využívání. [3]

Původně bylo znalostní inženýrství orientováno především na oblast expertních systémů jako počítačových nástrojů na podporu rozhodování (viz kap. 5). V užším pojetí se jednalo o interakci mezi expertem a bází znalostí. Úkolem znalostního inženýra byla na jedné straně podpora experta v extrakci a strukturování jeho znalostí, na druhé straně volba a použití vhodné metody pro zakódování znalostí v bázi prázdných expertních systémů (Obr. 20).



Obr. 20 Výchozí chápání role znalostního inženýra; zdroj: [1]

Současné chápání role znalostního inženýra v organizaci je poněkud širší. Jeho základním úkolem je vytvoření *infrastruktury znalostí*, která správu a efektivní využívání znalostí umožní. Znalostní infrastrukturou přitom rozumíme množinu znalostních procesů, které zajistí znalostní podporu ekonomických a manažerských procesů a množinu znalostních systémů, které fungování znalostních procesů umožní. Množina znalostních procesů musí respektovat integraci všech zdrojů, v nichž se znalosti nacházejí a jejich propojení s místy, kde by znalosti měly být využity.

Znalostní infrastruktura je sama o sobě systémem a proto je třeba při její výstavbě a použití využívat poznatků teorie systémů a systémové vědy. Pro její vlastní vytvoření je tedy třeba nejprve analyzovat podmínky, v nichž by měla znalostní infrastruktura existovat a řešit problém, jak v těchto podmínkách zajistit dosažení vytčených cílů. Dalším krokem pak bude vlastní projektování znalostních systémů. Tyto činnosti jsou středem zájmu oboru systémového inženýrství.

Systémové inženýrství poskytuje jednak obecné metody zkoumání a projektování systémů tak, aby bylo možno poznat strukturu a chování systému, jednak obecné metody pro úpravu struktury a chování systému v souladu s našimi cíly a záměry. Tyto obecné metody jsou i v oblasti znalostního inženýrství plně využívány. [19]

Ze systémového hlediska je třeba definovat prvky a vazby znalostní infrastruktury jako systému. V organizaci můžeme za takové prvky považovat:

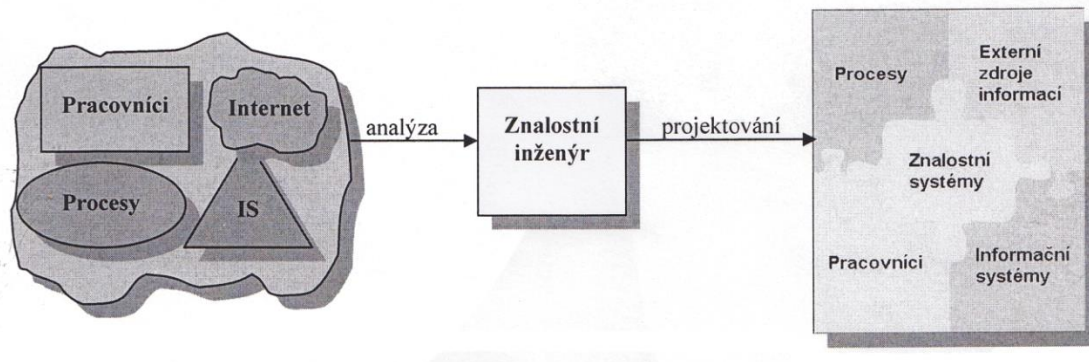
- pracovníky organizace,
- procesy v organizaci probíhající,
- disponibilní informační systémy v organizaci,
- disponibilní externí zdroje znalostí (Internet),

- disponibilní znalostní systémy.

Základními vazbami znalostní infrastruktury pak jsou:

- tvorba znalostí,
- uchování znalostí,
- využití znalostí.

Současně chápanou roli znalostního inženýra v procesu tvorby znalostní infrastruktury znázorňuje Obr. 21.



Obr. 21 Role znalostního inženýra; zdroj:[1]

V levé části obrázku je organizace bez znalostní infrastruktury. Neexistují vlastní znalostní systémy. Znalosti jsou pouze v hlavách pracovníků nebo jsou skryty v informačních systémech. Organizace využívá internet pouze sporadicky. V pravé části obrázku je pak organizace vybavená znalostní infrastrukturou, která vznikla projekční činností zaměřenou na sdílení a využívání znalostí. Jednotlivé zdroje jsou integrovány prostřednictvím znalostních systémů do jednoho celku. Využití externích zdrojů znalostí a internetu je systematické.

Uplatnění znalostních technologií prostřednictvím znalostního inženýrství a vybudování managementu znalostí přináší komerčním organizacím novou konkurenční výhodu a tím přispívají k lepší hospodářské prosperitě. [1]



Metody rozhodování spolu s počítačovými modely usnadňují manažerům proces rozhodování. Tyto lze dělit na metody, vhodné při rozhodování za podmínek jistoty a ty, které jsou vhodné pro podporu rozhodování v podmínkách nejistoty a rizika. Rostoucí výkon a kvalita informačních technologií a informačních systémů jsou zdrojem růstu

množství informací, které jsou při řešení složitých rozhodovacích problémů manažerům k dispozici. Dalšími podklady, podmiňujícími výkon manažerů, jsou v naší souvislosti jejich znalosti. Pro kvalitní řešení manažerských úloh je nutné systematicky využívat různé zdroje znalostí, tyto zdroje správně řídit, spravovat a integrovat získané znalosti do uceleného systému znalostí. To je úkolem znalostních systémů – nástrojů pro práci se znalostmi. Vytváření, údržba a provozování znalostních systémů vyžaduje použití projekčních postupů, které jsou středem zájmu znalostního inženýrství.



1. Stručně popište alespoň pět různých metod rozhodování, které může manažer při své práci využít.
2. Uveďte rozdíl mezi objektivními a subjektivními znalostmi. Uveďte příklady různých typů znalostí.
3. Vysvětlete roli znalostního inženýra v procesu tvorby znalostní infrastruktury.



Literatura k tématu:

- [1] POKORNÝ Miroslav, LAVRINČÍK Jan, *Teorie systémů I*, Olomouc, 2009, ISBN 978-80-87240-09-0.
- [2] HRŮZOVÁ, H. a kol. *Manažerské rozhodování – cvičebnice s řešenými příklady*. VŠE Praha, 2004, ISBN 80-245-0486-3.
- [3] VLČEK, J. *Znalostní inženýrství*. Neural Network World, ČVUT & AV Praha, 2003, ISBN 80-903298-0-2.



Kapitola 10

Expertní systémy pro podporu rozhodování manažerů, jejich základní principy



Po prostudování kapitoly budete umět:

- popsat rozdíl mezi pravděpodobnostními a fuzzy logickými expertními systémy
- stručně charakterizovat vyvozovací algoritmus pravděpodobnostního expertního systému
- vysvětlit inferenční mechanismus fuzzy modelů Mamdani.



Klíčová slova:

Expertní systém, báze znalostí, inferenční mechanismus, subjektivní pravděpodobnost, fuzzy množinová matematika, fuzzy jazyková logika, fuzzy číslo.

10.1 Význam expertních systémů

Již v kap. 5 jsme se zmínili o nenumerickém znalostním modelování, které je jednou z významných oblastí vědního oboru Umělá inteligence. Tato vědní disciplína se zabývá metodami a prostředky, které dosahují při řešení složitých problémů stejně kvalitních výsledků, jako inteligentní člověk. Pro umělou inteligenci jako vědní disciplínu je specifické to, že jde spíše o soubor metod, teoretických přístupů a specializovaných počítačových programů, který sjednocuje úsilí o strojové řešení (strojovou podporu řešení) složitých problémů.

Jedním z nejrozšířenějších nástrojů umělé inteligence jsou expertní systémy. Expertní systémy jsou určeny pro podporu rozhodování při řešení složitých situací a jsou nejvýraznějším příkladem využití metod umělé inteligence v praxi.

V kap. 5 jsme definovali expertní systémy jako specializované počítačové programy, které simulují rozhodovací činnost expertů při řešení velmi složitých, úzce problémově zaměřených úloh [zdroje 20]. Využívají znalostí, převzatých od experta a používají procedury, které je využívají při řešení konkrétního problému obdobně jako člověk-expert. Pro kvalitu rozhodování expertního systému mají zvláštní důležitost specifické až heuristické znalosti, které expert získává praxí. Také jsme řekli, že nejrozšířenějším typem expertních systémů jsou expertní systémy diagnostické. Jsou určeny pro efektivní interpretaci dat s cílem určit, která z hypotéz (z předem stanovené konečné množiny hypotéz) nejlépe koresponduje s aktuálními daty týkajícími se konkrétního řešeného případu. Řešení případu (problému) probíhá formou postupného ohodnocování a přehodnocování dílčích hypotéz v rámci pevně daného modelu řešeného problému, který je sestaven expertem. [1]

10.2 Struktura a typy expertních systémů

Zopakujme, že jádro takového systému tvoří řídicí (inferenční) mechanismus, který operacemi nad bází znalostí na základě aktuálních dat (dotazu) upřesňuje (aktualizuje) obecný model a vyvozuje odpověď (závěr). Báze znalostí představuje mentální model, který co nejpřesněji simuluje činnost člověka, odborníka v daném oboru. Je tvořena expertními znalostmi, které jsou formalizovány vhodnou reprezentací. Znalosti mohou být reprezentovány různým způsobem, nejčastěji však pomocí rozhodovacích pravidel. Hovoříme pak o pravidlových systémech.

Aktualizace modelu je provedena vstupem konkrétních dat k danému případu. Konkrétní data jsou reprezentována bází dat a mohou být získána jako jazykové hodnoty od uživatele (operátora), přímým měřením nebo kombinovaně.

Aktuální model je velmi často vytvořen aktualizací hodnot jistot (vah, subjektivních pravděpodobností apod.) poznatků, zahrnutých v bázi znalostí. Na počátku mají jednotlivé poznatky z báze znalostí přiřazeny (expertem) apriorní hodnoty jistot a v průběhu procesu odvozování jsou tyto hodnoty měněny (to ostatně odpovídá i naší představě o modelu řešení. Na počátku, kdy o konkrétním případě není nic známo, odpovídá model pouze představám o podobných případech. Jakmile jsou získána konkrétní data o řešeném případě, jsou tyto představy modifikovány tak, aby konkrétnímu případu odpovídaly).

Báze znalostí má v pravidlových systémech podobu jazykového pravidlového modelu, který simuluje myšlení experta. Zkušenost ukazuje, že jakoukoliv lidskou znalost lze vyjádřit pomocí jazykových pravidel typu **JESTLIŽE-PAK** (anglicky **IF-THEN**). Tato pravidla mohou mít například takovéto tvary [2]:

IF předpoklad THEN závěr

IF situace THEN akce

IF podmínka THEN závěr AND akce

IF podmínka THEN důsledek1 ELSE důsledek2

Část pravidla za IF (levá strana pravidla) se nazývá **antecedent**, podmínková část, nebo také část vzorů. Tato část může být tvořena kombinací tvrzení (výroků) a jejich logickými vztahy pomocí operátorů AND, OR. Část pravidla za THEN (pravá strana pravidla) se nazývá **konsekvant** a může také obsahovat několik akcí nebo závěrů. V důsledkové části se může vyskytnout spojka AND.

Jak již bylo řečeno, základní částí expertního systému je kromě báze znalostí také **řídící (inferenční) mechanismus**. Inferenční mechanismus provádí operace nad bází znalostí na základě aktuálních dat (dotazu) a upřesňuje (aktualizuje) tak obecný model a vyvozuje odpověď (závěr). Určuje tedy strategii využívání znalostí uložených v bázi znalostí. Důležitou schopností inferenčního mechanismu je **zpracování neurčitosti**. Neurčitost v systému má mnohé příčiny. Ať už je to nepřesnost měřících přístrojů, nebo vágní jazyková formulace, případně subjektivní dojem experta. Neurčitost bývá v expertních systémech vyjadřována různými způsoby:

- mohou to být různé váhy, míry, stupně důvěry aj. nazývané a formulované **subjektivní pravděpodobnosti**. Tyto numerické parametry jsou přiřazeny jednotlivým tvrzením nebo pravidlům. Číselný interval těchto parametrů je obvykle $\langle 0;1 \rangle$ nebo $\langle -1;1 \rangle$ (viz systémy MYCIN, PROSPECTOR).
- je-li k reprezentaci znalostí využito přirozeného jazyka, pak je neurčitost dána stupněm vágnosti použitých jazykových termů (velmi vysoký, asi ano, téměř atd.). K formalizaci vágních pojmů se využívá **fuzzy množinové matematiky**, inferenční mechanismy pak využívají principů **fuzzy jazykové logiky**.

Neurčitost lze také rozdělit na neurčitost v bázi znalostí a neurčitost v bázi dat. Je zřejmé, že oba druhy neurčitosti spolu souvisí. Jestliže pravidlo odvozuje z předpokladů závěr poznamenaný neurčitostí a ten se následně ukládá do báze dat, tak v bázi dat musí být tato neurčitost zohledněna. Důsledek pravidla totiž může být předpokladem pravidla dalšího a tak může docházet k šíření neurčitosti v posloupnosti interpretace pravidel. V tomto smyslu mluvíme o **aproximativní inferenci** (vyvozování).

10.2.1 Pravděpodobnostní expertní systémy

Mezi celosvětově úspěšné pravděpodobnostní expertní systémy patří systém MYCIN (resp. EMYCIN) a PROSPECTOR.

Systém MYCIN se často řadí mezi tzv. klasické expertní systémy. Jde o systém využívaný v oblasti medicíny, konkrétně se používal k sestavení prvotní lékařské diagnózy, která byla mnohem rychlejší, než podrobné laboratorní testy.

Systém PROSPECTOR byl využit ke geologickým průzkumům při hledání nalezišť nerostů. Měl za úkol rozhodnout na základě získaných geologických údajů, zda na daném území provádět nákladné vrty. Při prvním testování tohoto systému se podařilo odhalit ložisko molybdenu v hodnotě sta milionu dolarů. Technika zpracování neurčitosti v systému PROSPECTOR vychází z Bayesovského přístupu a jeho mírně modifikovaný řídicí mechanismus je použit v programu FEL-EXPERT [zdroje 21].

Metody zpracování informací použité u systémů MYCIN, resp. PROSPECTOR, byly v průběhu 80. let 20. století využity v tzv. prázdných expertních systémech EMYCIN. Oba systémy MYCIN i PROSPECTOR byly vyvinuty v průběhu první poloviny 70. let 20. století a měly velký význam pro oblast umělé inteligence. Jejich metody a způsob zpracování neurčitosti se dodnes používají v různých modifikacích i v moderních expertních systémech.

Popišme nyní zpracování neurčitosti v systému PROSPECTOR (resp. v programu FEL-EXPERT, příp. FEL EX Expert).

Vyvozovací mechanismus v systému Prospektor

V pravděpodobnostních expertních systémech budeme reprezentovat znalosti pomocí pravidel tvaru IF E THEN H , kde E je evidence (předpoklad) a H je hypotéza (závěr). Předpokládáme-li, že E nabývá pouze logických hodnot a je pravdivá, pak dle klasického Bayesova vztahu [2] platí:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) * P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

kde $P(E|H)$ je podmíněná pravděpodobnost platnosti E při splnění H , $P(E)$ a $P(H)$ jsou apriorní pravděpodobnosti předpokladu E resp. hypotézy H .

Podobně pro negaci H platí:

$$P(\text{not } H|E) = \frac{P(E|\text{not } H) * P(\text{not } H)}{P(E)} \quad (2)$$

Dělením rovnic (1) a (2) dostaneme výraz

$$\frac{P(H|E)}{P(\text{not } H|E)} = \frac{P(E|H)}{P(E|\text{not } H)} * \frac{P(H)}{P(\text{not } H)} \quad (3)$$

Systém Prospector definuje kritéria naděje nebo pravděpodobnostní šance $O(H)$ a $O(H|E)$ takto:

$$O(H) = \frac{P(H)}{P(\text{not } H)} = \frac{P(H)}{1 - P(H)} \quad (4)$$

$$O(H|E) = \frac{P(H|E)}{P(\text{not } H|E)} = \frac{P(H|E)}{1 - P(H|E)} \quad (5)$$

$O(H)$ je apriorní pravděpodobnostní šance a $O(H|E)$ je šance aposteriorní.

Dále zavedeme tzv. míru postačitelnosti L ve tvaru:

$$L = \frac{P(E|H)}{P(E|\text{not } H)} \quad (6)$$

Z uvedených vztahů plyne

$$O(H|E) = L * O(H) \quad (7)$$

Rovnice (7) je poměrným tvarem Bayesova vztahu a definuje výpočet aposteriorní šance $O(H|E)$ jako součin apriorní šance a míry postačitelnosti za předpokladu, že E je pravdivá. Míra postačitelnosti L je kvantitativní ocenění pravidla a zadává ji expert.

Pravděpodobnost lze vždy vypočítat ze šance O dle vztahu

$$P = \frac{O}{O + 1} \quad (8)$$

Předpokládejme nyní, že chceme vypočítat $O(H|\text{not } E)$. Analogicky odvodíme vztah

$$O(H|E) = \hat{L} * O(H|E) \quad (9)$$

kde \hat{L} je míra nezbytnosti,

$$\hat{L} = \frac{P(\text{not } E|H)}{P(\text{not } E|\text{not } H)} \quad (10)$$

Míra nezbytnosti \hat{L} musí být také zadána expertem.

Rovnice (9) udává, jak aktualizovat šanci $O(H)$, jestliže E není pravdivá.

$$L = \frac{P(H|E)}{1 - P(H|E)} * \frac{1 - P(H)}{P(H)} \quad (11)$$

Pravidlo $E \Rightarrow H$ v popisovaném modelu lze chápat jako dvojpravidlo

IF ⟨předpoklad E ⟩ THEN ⟨závěr H ⟩ WITH ⟨váha L ⟩ ELSE ⟨závěr H ⟩ WITH ⟨váha \hat{L} ⟩

a lze je tedy zapsat ve formě dvou samostatných pravidel

IF ⟨předpoklad E ⟩ THEN ⟨závěr H ⟩ WITH ⟨váha L ⟩

IF ⟨předpoklad $\text{not } E$ ⟩ THEN ⟨závěr H ⟩ WITH ⟨váha \hat{L} ⟩

Předpokládejme nyní, že nepřičítáme evidenci E logickou hodnotu pravda nebo nepravda, ale může pouze například říci, že E je pravda na 70 %. Toto tvrzení interpretujeme jako $P(E|E') = 0,7$, kde E' představuje relevantní pozorování. Nyní potřebujeme nalézt vztah pro určení $P(H|E')$. Teoreticky platí

$$\begin{aligned} P(H|E') &= P(H, E|E') + P(H, \text{not } E|E') = \\ &= P(H|E, E') * P(E|E') + P(H|\text{not } E, E') * P(\text{not } E|E') \end{aligned} \quad (12)$$

Vyděme z oprávněného předpokladu: víme-li, že E je pravda nebo nepravda, pozorování E' nepřináší další informace o H . Potom můžeme psát (12) ve tvaru

$$\begin{aligned} P(H|E') &= P(H|E) * P(E|E') + P(H|\text{not } E) * P(\text{not } E|E') = \\ &= P(H|\text{not } (E)) + [P(H|E) - P(H|\text{not } E)] * P(E|E') \end{aligned} \quad (13)$$

Hodnoty $P(H|E)$ a $P(H|\text{not } E)$ lze vypočítat z L a \hat{L} nebo je zadává expert přímo stejně jako hodnoty $P(E)$ a $P(H)$. Rovnice (13) představuje lineární závislost mezi $P(H|E')$ a $P(E|E')$ a lze ji znázornit přímkou. Tato přímka je však pře určena a systém pravděpodobnostních měř se stává nekonzistentním.

K odstranění tohoto rozporu se přijímají různá řešení, která znamenají odklon do konvenčního bayesovského přístupu. Systém Prospector používá po částech lineární aproximace upravené funkce a toto řešení bývá použito i u dalších systémů, využívajících pravděpodobnostního principu (např. FEL-EXPERT). Pro výpočet $P(H|E')$ se v případě lineární aproximace používá vztahů:

$$P(H|E') = P(H) + \frac{P(H|E) - P(H)}{1 - P(E)} * (P(E|E') - P(E)) \quad (14)$$

$$P(H|E') = P(H|\text{not } E) + \frac{P(H) - P(H|\text{not } E)}{P(E)} * P(E|E') \quad (15)$$

Rovnice (14) platí v případě, že zadané $P(E|E') > P(E)$, rovnice (15) v případě, že zadané $P(E|E') < P(E)$. Uvedené vztahy jsou platné pouze tehdy, když $P(H|E) > P(H) > P(H|\text{not } E)$.

Nyní řešme otázku, jak postupovat v případě, že platnost stejného závěru H je ovlivněna několika předpoklady E_1, E_2, \dots, E_n . Systém Prospector aktualizuje pravděpodobnostní šance podle následujících vztahů:

$$O = (H|E_1, E_2, \dots, E_n) = L_1 * L_2 * \dots * L_n * O(H) \quad (16)$$

$$O = (H|\text{not } E_1, \text{not } E_2, \dots, \text{not } E_n) = \hat{L}_1 * \hat{L}_2 * \dots * \hat{L}_n * O(H) \quad (17)$$

Vztahy (16) a (17) platí v případě, že jednotlivé evidence nabývají logických hodnot – pravda, nepravda. Abychom mohli připustit neurčitost jednotlivých předpokladů definujeme nejprve tzv. efektivní váhu pravidla:

$$\bar{L}_i = \frac{O(H|E'_i)}{O(H)} \quad (18)$$

Výslednou pravděpodobnostní šanci můžeme zapsat jako

$$O(H|E'_1, E'_2, \dots, E'_n) = \bar{L}'_1 * \bar{L}'_2 * \bar{L}'_n * O(H) \quad (19)$$

Expert tedy zadává ke každému pravidlu buď dvojici měř L a \hat{L} , nebo dvojici subjektivních pravděpodobností $P(H|E)$ a $P(H|\text{not } E)$ a dále pak apriorní pravděpodobnosti $P(E)$ a $P(H)$. Z báze dat získáme konkrétní hodnoty $P(E|E'_i)$. Tím je pravděpodobnost $P(H|E'_1, E'_2, \dots, E'_n)$ plně určena [2].

Pro výpočet pravděpodobnostního ohodnocení logické kombinace dílčích výroků se v prospektorovském modelu používá vztahů, převzatých z teorie fuzzy množin [2]

$$P(E_1 \& E_2) = \min\{P(E_1), P(E_2)\}$$

$$P(E_1 \vee E_2) = \max\{P(E_1), P(E_2)\}$$

$$P(\text{not } E) = 1 - P(E) \quad (20)$$

Aplikaci uvedené metody naleznete v kap.. 12. Zde je uvedena ukázka návrhu pravděpodobnostního expertního systému v prostředí FEL EX Expert.

10.2.2 Fuzzy logické expertní systémy

Již jsme řekli, jádrem expertní systémů je báze znalostí, v níž jsou uloženy formalizované expertní znalosti problémové oblasti, v níž má expertní systém poskytovat podporu při rozhodování. Fuzzy expertní systémy používají pro formalizaci znalostí známých IF-THEN pravidel ve formě

IF (předpoklad, antecedent) THEN (důsledek, konsekvent)

Antecedenty i konsekventy pravidel jsou vágní fuzzy výroky - jejich pravdivostní hodnota leží v intervalu $(0;1)$.

Struktura fuzzy výroků obsahuje jazykové proměnné, jejich jazykové hodnoty a fuzzy logické spojky. Typickou formou je výraz

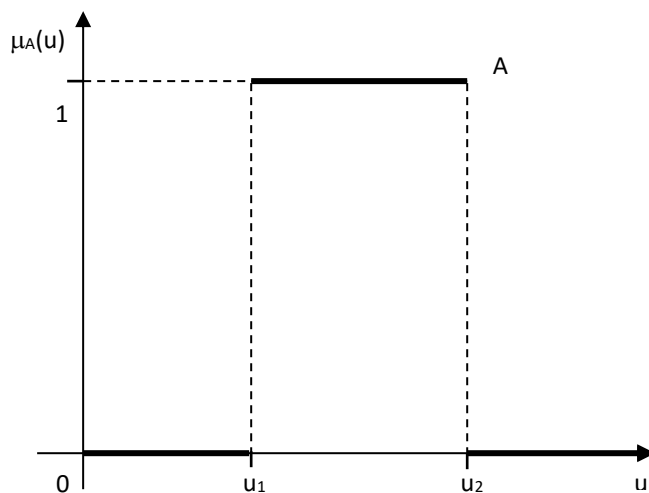
$(X \text{ is } A)$

kde X je jazyková proměnná a A je její příslušná jazyková hodnota. Vágnost jazykových hodnot je formalizována fuzzy množinami [3]. Fuzzy množina A v univerzu U je definována jako dvojice

$$A = (U, \mu_A),$$

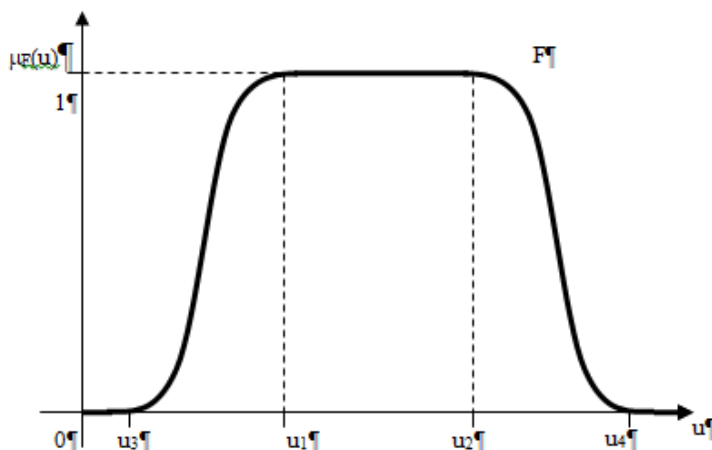
kde U je neprázdná klasická množina objektů x a μ_A je **funkce příslušnosti (charakteristická funkce)** definující stupeň příslušnosti prvku x do množiny A [3]. Interval hodnot stupně příslušnosti μ může být zvolen libovolně, obvykle je však $0 \leq \mu \leq 1$. Stupeň jistoty 0 znamená, že prvek nepatří do dané množiny a 1, že prvek patří do dané množiny. Tedy na rozdíl od klasických množin, je fuzzy množina definovaná nejen prvky této množiny, ale i stupněm příslušnosti prvku k dané množině.

V praxi je fuzzy množina F prvků u ztotožněna s její funkcí příslušnosti $\mu_F(u)$. Při popisu grafického průběhu funkce příslušnosti $\mu_F(u)$ vyjdeme nejprve z průběhu funkce příslušnosti $\mu_A(u)$ obyčejné množiny A , nakresleného na Obr. 22.



Obr. 22 Funkce příslušnosti obyčejné množiny; zdroj: [1]

Prvky $u \in U$ z uzavřeného intervalu $\langle u_1, u_2 \rangle$ do množiny A zcela jistě patří, ostatní prvky univerza do množiny A zcela jistě nepatří.

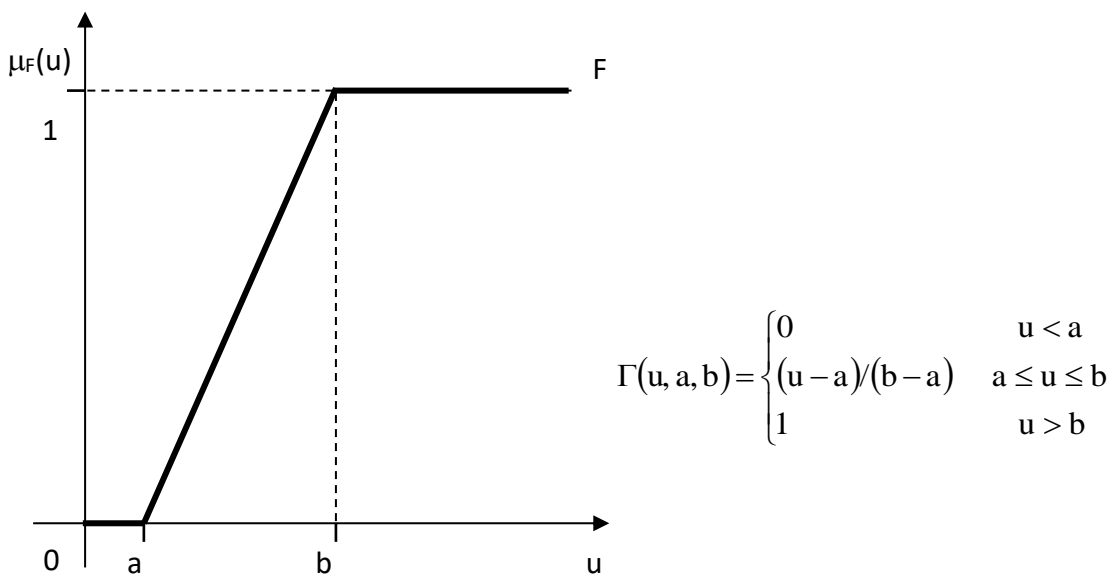


Obr. 23 Funkce příslušnosti fuzzy množiny; zdroj: [1]

Na Obr. 23. je nakreslena funkce příslušnosti fuzzy množiny F , definované opět na univerzu U . Prvky $\langle u_1, u_2 \rangle$ opět do fuzzy množiny F zcela jistě patří, prvky u z intervalu $(-\infty, u_3)$ a prvky u z intervalu $\langle u_4, \infty \rangle$ do fuzzy množiny F zcela jistě nepatří.

Prvkům u z intervalů (u_3, u_1) a (u_2, u_4) je funkcí $\mu_F(u)$ přiřazena hodnota jejich příslušnosti do fuzzy množiny F reálným číslem z intervalu $(0, 1)$ a vyjadřuje tedy jejich **příslušení částečné**.

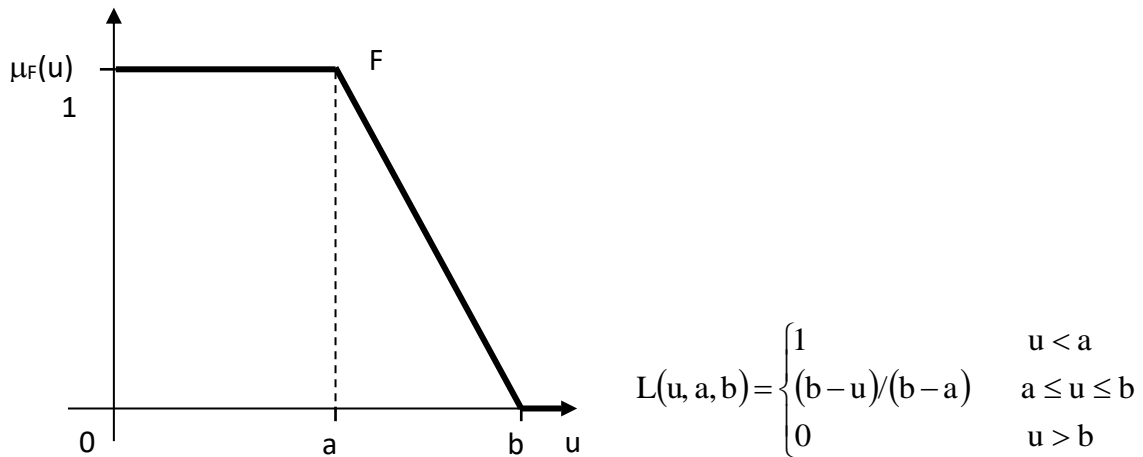
Praktické použití fuzzy množin vyžaduje analytické vyjádření funkce $\mu_F(u)$. V praxi používáme nejčastěji jejich aproximaci lomenými přímkami. Příklady takových aproximací a jejich analytické odpovídající aproximaci jsou uvedeny na Obr. 24 až Obr. 10.6. Funkce příslušnosti jsou parametrizovány jejich čtyřmi body zlomu, tedy hodnotami $[a, b, c, d]$.



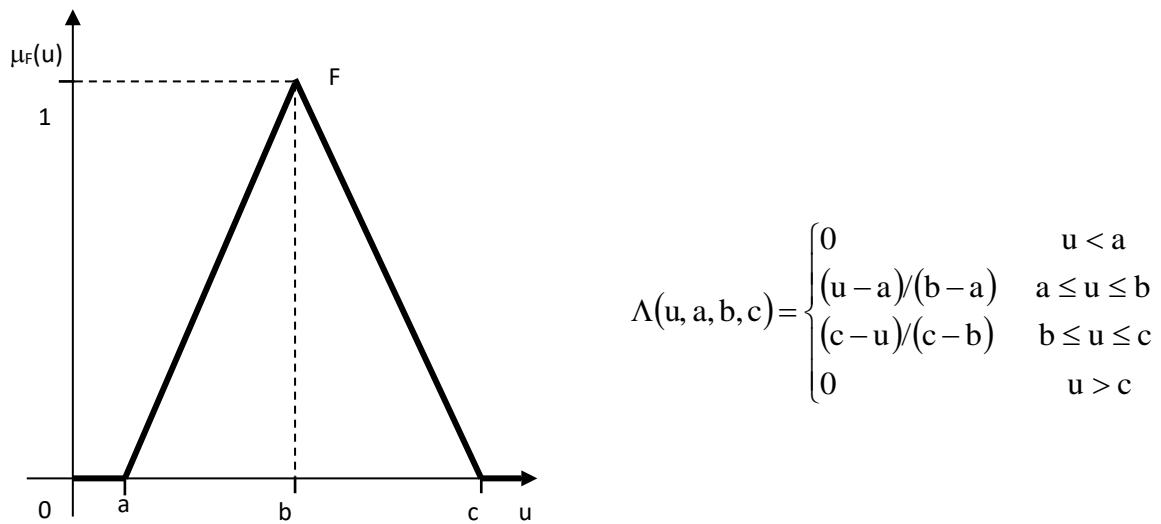
Obr. 24 Aproximace typu S; zdroj: [1]

Případ fuzzy množiny, jejíž funkce příslušnosti má trojúhelníkový tvar (Obr. 27.), má zvláštní důležitost. Taková fuzzy množina totiž formalizuje ne zcela přesné, tzv. **fuzzy číslo**, v daném případě reprezentované jazykovým výrazem „asi b“. Fuzzy čísla (vedle čísel obyčejných, ostrých – zde „přesně b“) mají velký praktický význam.

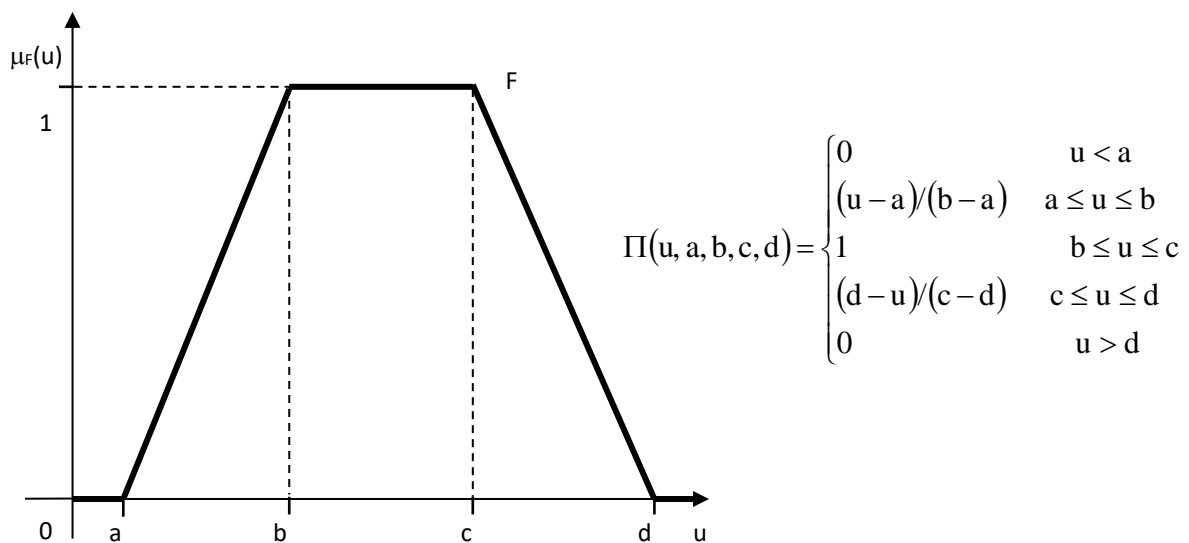
Pojem fuzzy množiny je zobecněním pojmu klasické množiny, neboť klasickou množinu A lze definovat stejným způsobem s tím, že $\mu_A: U \rightarrow \{0;1\}$. Hodnoty charakteristické funkce klasické (ostré) množiny jsou buď 1, když objekt patří do množiny nebo 0, když objekt nepatří do množiny. Fuzzy množinu A definovanou na univerzu X nazýváme **normální**, pokud má výšku 1, neboli $\exists x \in X, \mu_A(x) = 1$.



Obr. 25 Aproximace typu Z; zdroj: [1]



Obr. 26 Aproximace typu trojúhelník; zdroj: [1]



Obr. 27 Aproximace typu lichoběžník; zdroj: [1]

Uvědomíme si, že ostré číslo můžeme rovněž reprezentovat fuzzy množinou (normální fuzzy množina definovaná na jediném prvku univerza). Takovou fuzzy množinu pak nazýváme **singleton**. Singletonem je fuzzy množina, odpovídající obyčejnému ostrému číslu.

Uvažujme nyní dvě ostré množiny A a B definované na univerzu U , popsané svými funkcemi příslušnosti. Základní operace jejich průniku $A \cap B$, sjednocení $A \cup B$ a unární operaci doplňku A' můžeme vyjádřit vztahy [zdroje 22]:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (21)$$

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

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Fuzzy množinová matematika připouští pro fuzzy množinové operace fuzzy průniku, fuzzy sjednocení a fuzzy doplňku tytéž vztahy, které jsou uvedeny v (21). Významné a pro fuzzy množinovou matematiku typické však je, že uvedené základní fuzzy množinové operace můžeme definovat i jinak, variantně.

Můžeme tedy definovat třídy operací fuzzy průniku, fuzzy sjednocení či fuzzy doplňku, které splňují určité podmínky (axiomy) a lze je definovat obecněji. Třída operací, které splňují podmínky fuzzy průniku, se nazývá třída operací **triangulární t-normy**, třída operací splňující podmínky fuzzy sjednocení se nazývá třídou operací **triangulární s-normy**.

Fuzzy konjunkce (t-norma) je binární operace $\wedge: \langle 0;1 \rangle \rightarrow \langle 0;1 \rangle$, splňující následující axiomy pro všechna $\alpha, \beta, \gamma \in \langle 0;1 \rangle$:

$$\begin{aligned} \alpha \wedge \beta &= \beta \wedge \alpha && \text{(komutativita)} \\ \alpha \wedge (\beta \wedge \gamma) &= (\alpha \wedge \beta) \wedge \gamma && \text{(asociativita)} \quad (22) \\ \beta \leq \gamma &\Rightarrow \alpha \wedge \beta \leq \alpha \wedge \gamma && \text{(monotonie)} \\ \alpha \wedge 1 &= \alpha && \text{(okrajová podmínka)} \end{aligned}$$

Fuzzy konjunkci můžeme realizovat různým způsobem, např.:

Standartní fuzzy konjunkce (min, **Gödelova**): $\alpha \underset{S}{\wedge} \beta = \min(\alpha, \beta)$

Lukasiewiczova fuzzy konjunkce: $\alpha \underset{L}{\wedge} \beta = \max(0, \alpha + \beta - 1)$ (8.26)

Součinnová fuzzy konjunkce (produktová, **Larsenova**): $\alpha \underset{P}{\wedge} \beta = \alpha \cdot \beta$

Fuzzy disjunkce (s-norma) je binární operace $\vee: \langle 0;1 \rangle^2 \rightarrow \langle 0;1 \rangle$, splňující následující axiomy pro všechna $\alpha, \beta, \gamma \in \langle 0;1 \rangle$:

$\alpha \vee \beta = \beta \vee \alpha$	(komutativita)
$\alpha \vee (\beta \vee \gamma) = (\alpha \vee \beta) \vee \gamma$	(asociativita) (8.27)
$B \leq \gamma \Rightarrow \alpha \vee \beta \leq \alpha \vee \gamma$	(monotonie)
$\alpha \vee 0 = \alpha$	(okrajová podmínka)

Fuzzy disjunkci můžeme realizovat různým způsobem, např.:

Standartní fuzzy disjunkce (max, Gödelova):	$\alpha \overset{S}{\vee} \beta = \max(\alpha, \beta)$
Lukasiewiczova fuzzy disjunkce:	$\alpha \overset{L}{\vee} \beta = \min(1, \alpha + \beta)$ (8.28)
Součinnová fuzzy disjunkce (produktová, Larsenova):	$\alpha \overset{P}{\vee} \beta = \alpha + \beta - \alpha \cdot \beta$

Vraťme se nyní k rozhodovacím pravidlům báze znalostí a zaměříme se na složené fuzzy výroky. Uvažujme dva fuzzy výroky p : (X is A) a q : (Y is B), kde A, B jsou fuzzy množiny definované na jednom univerzu U . Takové výroky nazýváme atomické. Atomické výroky mohou být spolu spojovány fuzzy logickými spojkami AND, OR, NOT a mohou tak tvořit fuzzy výroky složené. Těmto spojkám odpovídá konjunkce, disjunkce resp. negace fuzzy množin, jak bylo uvedeno výše [3].

Jestliže p a q jsou atomické fuzzy výroky p : (X is A) a q : (Y is B), kde A, B jsou fuzzy množiny definované na jednom univerzu U , potom význam složeného výroku (X is A) and (Y is B) je dán konjunkcí fuzzy množin $A \cap B$, kde fuzzy konjunkce může být interpretována jakoukoliv t-normou.

Jestliže p a q jsou atomické fuzzy výroky p : (X is A) a q : (Y is B), kde A, B jsou fuzzy množiny definované na jednom univerzu U , potom význam složeného výroku (X is A) or (Y is B) je dán disjunkcí fuzzy množin $A \cup B$, kde fuzzy disjunkce může být interpretována jakoukoliv s-normou.

Negace atomického výroku (X is A) je výrok (X is not A) a je dána doplňkem A' fuzzy množiny A . Všimněme si nyní důležitého fuzzy logického funktoru THEN, spojujícího v pravidle

IF (*fuzzy výrok – atomický nebo složený*) THEN (*fuzzy výrok – atomický nebo složený*)

antecedent a konsekvent. Spojku THEN interpretujeme jako implikaci (přesněji implikační funkci). Pravidlo IF-THEN tak vyjadřuje kauzální vztah mezi výroky v antecedentu a konsekventu. Tento kauzální vztah představuje relaci mezi jazykovými proměnnými v antecedentu a konsekventu. Takovou relaci je možno v našem případě vyjádřit ve tvaru fuzzy relace. V případě fuzzy IF-THEN pravidla je tato relace reprezentována **fuzzy implikací**.

Narozdíl od klasické logiky není interpretace fuzzy implikace (podobně jako tomu bylo v případě fuzzy konjunkce, fuzzy disjunkce a fuzzy negace) jednoznačná. Zaměříme se na tři nejčastěji používané typy implikací:

Standartní fuzzy implikace (min, **Mamdani**): $\alpha \overset{S}{\Rightarrow} \beta = \min(\alpha, \beta)$

Lukasiewiczova fuzzy implikace: $\alpha \overset{L}{\Rightarrow} \beta = \min(1, 1 - \alpha + \beta)$ (8.29)

Součinnová fuzzy implikace (produktová, **Larsenova**): $\alpha \overset{P}{\Rightarrow} \beta = \alpha \cdot \beta$,

kde α, β jsou pravdivostní hodnoty výroků a platí $\alpha, \beta \in \langle 0; 1 \rangle$ [3].

Nyní budeme uvažovat, že báze expertního systému je složena z pravidel typu Mamdani spojených fuzzy logickým operátorem OR (interpretovaným jako max), fuzzy logické operátory mezi dílčími fuzzy výroky antecedentů pravidel AND (interpretovány jako min) a fuzzy implikace THEN mezi antecedenty a konsekventy pravidel je interpretována jako min (takový model se označuje jako model **CCD – Conjunction-Conjunction-Disjunction**. Popíšme nyní inferenční mechanismus tohoto modelu.

Inferenční mechanismus fuzzy modelů Mamdani

Uvažujme pravidlo

IF $X = A$ THEN $Y = B$,

kde A a B jsou fuzzy množiny obvykle reprezentující nějaké slovní hodnoty.

Inference v pravidlových systémech je založena na použití pravidla **modus ponens**. Ve fuzzy systémech se pracuje se zobecněným pravidlem **fuzzy modus ponens**:

předpoklad: $X = A'$

podmínka: IF $X = A$ THEN $Y = B$

závěr: $Y = B'$

Nechť $A' = (U, \mu_{A'})$. Pak fuzzy množina $B' = (V, \mu_{B'})$ může být určena takto:

$$\mu_{B'}(y) = \max_{x \in U} \min\{\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)\},$$

kde univerzum U je konečná množina. Jedná se vlastně o kompozici unární relace A' a binární relace R . Proto tento způsob usuzování označuje názvem **kompoziční pravidlo usuzování**.

Uvažujme nyní kompoziční pravidlo

$$B^0(y) = R \circ A(x_j^0)$$

kde $B^0(y)$ je vyvozená (výstupní, globální) hodnota z modelu R , R je Mamdaniho pravidlový fuzzy model, o je fuzzy relace *kompozice* a $A(x_j^0)$ je vektor aktuálních hodnot vstupních proměnných (dotaz), $j = 1, \dots, n$. Tvar r -tého pravidla Mamdaniho fuzzy modelu je:

$$IF [x_1 \text{ is } A_r(x_1) \text{ and } x_2 \text{ is } A_r(x_2) \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_r(x_n)] THEN [y \text{ is } B_r(y)]$$

Pravdivostní hodnota j -tého dílčího fuzzy tvrzení o velikosti j -té vstupní proměnné x_j v r -tém pravidle

$$\mu_{r,j} = \max \{ \min_{x_j} [A(x_j^0), A_r(x_j)] = Cons [A(x_j^0), A_r(x_j)] \}$$

kde *Cons* je fuzzy relace *konzistence*.

Pravdivostní hodnota antecedentu r -tého pravidla je vypočtena jako fuzzy konjunkce jednotlivých fuzzy tvrzení v antecedentu pravidla, interpretovaného jako Gödelova konjunkce (minimum), tedy

$$\mu_r = \min_j \{ \mu_{r,j} \} = \min_j \{ Cons [A(x_j^0), A_r(x_j)] \}$$

Vyvozená (výstupní, dílčí) hodnota z r -tého pravidla fuzzy modelu R je vypočtena s použitím fuzzy implikační funkce *THEN* interpretované jako Mamdaniho implikační funkce (minimum)

$$B_r^0(y) = \min_y \{ \mu_r, B_r(y) \} = \min_y \{ \min_j \{ Cons [A(x_j^0), A_r(x_j)], B_r(y) \} \}$$

Vyvozená (výstupní, globální) hodnota z modelu fuzzy modelu R je vypočtena za předpokladu fuzzy disjunktivního spojení jednotlivých pravidel modelu, kdy fuzzy disjunkce je interpretována jako Gödelova disjunkce (maximum)

$$B^0(y) = \max_y \{ B_r^0(y) \} = \max_y \{ \min_y \{ \min_j \{ Cons [A(x_j^0), A_r(x_j)], B_r(y) \} \} \} \quad [3]$$

Aplikace uvedené metody naleznete v kap. 12. Zde jsou uvedeny praktické ukázky návrhu fuzzy-logického expertního systému v prostředích Fuzzy Toolbox (program Matlab) a v prostředí LFLC (Linguistic Fuzzy Logic Controller).



V této kapitole jsme představili expertní systémy, které dokáží pracovat s neurčitostí. Neurčitost může být vyjádřena různými způsoby. Mohou to být různě formulované subjektivní pravděpodobnosti (různé váhy, míry, stupně důvěry aj.), hovoříme pak o pravděpodobnostních expertních systémech. Je-li k reprezentaci znalostí využito přirozeného jazyka, pak je neurčitost dána stupněm vágnosti použitých jazykových

termů. K formalizaci vágních pojmů se využívá fuzzy množinové matematiky, inferenční mechanismy pak využívají principů fuzzy jazykové logiky. V tomto případě se jedná o fuzzy logické expertní systémy.

Podrobně jsme se věnovali vyvozovacímu mechanismu systému Prospektor, který prakticky využívá systém FEL-EXPERT resp. FEL EX Expert (tento systém bude popsán v následující kapitole a představen v příkladu (viz kap. 12)).

Pro pochopení využití fuzzy množin v metodách reprezentace znalostí a řídicích mechanismů je důležité seznámení s fuzzy množinovými operacemi, které mají ve srovnání s operacemi klasických množin některá specifika. Kapitola podává vysvětlení definice fuzzy operací t-normy a s-normy, které mají velký význam pro dosažení kvality přibližného usuzování ve fuzzy expertních systémech.



1. Popište dva základní typy expertních systémů. Vysvětlete rozdíl mezi nimi.
2. Uveďte alespoň pět příkladů využití expertních systémů v praxi.
3. Vysvětlete rozdíl mezi množinovými operacemi a fuzzy operacemi.



Literatura k tématu:

- [1] POKORNÝ, M., KRIŠOVÁ, Z. *Znalostní systémy*. Olomouc: MVŠO, 2016. 92 s. ISBN 978-80-7455-065-2.
- [2] DVOŘÁK, J.: *Expertní systémy*. Bro: VUT, Fakulta strojního inženýrství, 2004.
- [3] POKORNÝ, M., SROVNAL, V. *Systémy s umělou inteligencí*. 1. vyd. Ostrava: VŠB, 2012. 214 s.

Kapitola 11

Programové systémy pro podporu multikriteriálního rozhodování



Po prostudování kapitoly budete umět:

- vyjmenovat programové systémy pro podporu rozhodování;
- vysvětlit rozdíl mezi fuzzy logickými systémy Matlab – Fuzzy Toolbox a LFLC 2000;
- stručně charakterizovat princip práce se systémem FEL EX Expert.



Klíčová slova:

Matlab, Fuzzy Toolbox, LFLC 200, FEL Ex Expert, Mamdaniho modely, inferenční síť, konzultace, taxonomie.

V této kapitole si představíme programové systémy, které umožňují rychlou tvorbu expertních systémů, včetně jejich grafických výstupů, odladění a simulací.

11.1 Fuzzy logický systém MATLAB - Simulink, FuzzyToolbox

Fuzzy Toolbox je sbírka funkcí, postavených na programovém systému MATLAB, který poskytuje nástroje pro vytvoření a editaci závěrů fuzzy systému. Můžeme také integrovat naše fuzzy systémy do prostředí Simulinku. Dokonce můžeme vytvořit nezávislý program v jazyce C který bude volán fuzzy systémem vytvořeným v MATLABu. Tento toolbox se hodně opírá o grafické uživatelské rozhraní (GUI), které nám umožňuje uskutečnit danou úlohu, i když úlohu můžeme naprosto celou zpracovat, pokud tomu dáváme přednost, i z příkazové řádky. Fuzzy Toolbox poskytuje tři skupiny nástrojů:

- funkce příkazové řádky,
- grafické, interaktivní nástroje,
- Simulink bloky a vzory.

První skupina nástrojů je tvořena funkcemi, které můžeme volat z příkazové řádky, nebo z našich vlastních aplikací. Mnoho z těchto funkcí jsou MATLABovské M-soubory, řada MATLABovských příkazů provádí specializované algoritmy fuzzy logiky. Můžeme si prohlédnout MATLABovské kódy pro tyto funkce použitím příkazu: *type funkce_jméno*

Můžeme změnit způsob práce z libovolnou funkcí toolboxu zkopírováním a přejmenováním na modifikovaný m-soubor. Můžeme také rozšířit toolbox přidáním námi modifikovaného m-souboru.

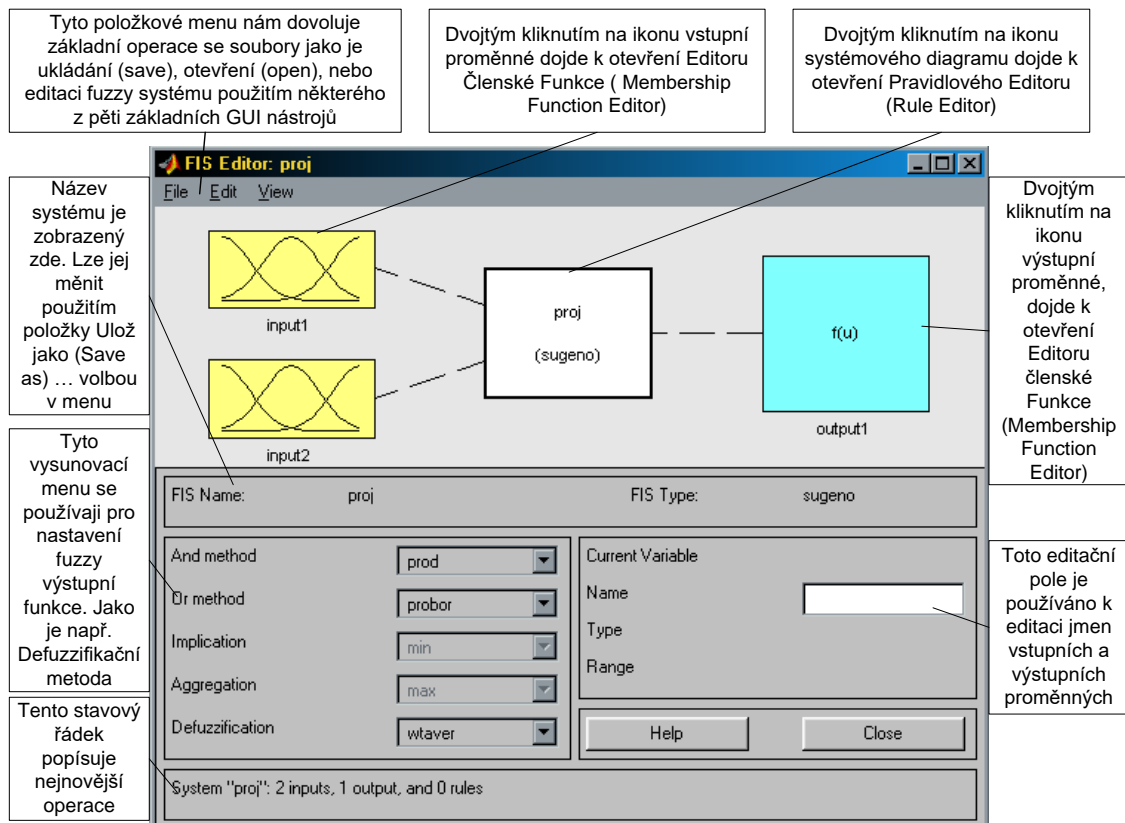
Toolbox poskytuje několik interaktivních nástrojů, které dovolují zpřístupnění mnoha funkcí přes grafické uživatelské prostředí (GUI). Zároveň, GUI – základní nástroje poskytují prostředí pro fuzzy dedukci návrhu systému, analýzu, a implementaci.

Třetí kategorie nástrojů je sestavená z bloků pro použití se Simulinkem. Je vysloveně určený pro velkou rychlost fuzzy logické dedukce v prostředí Simulink.

Pro vstoupení do fuzzy toolboxu pro modely Mamdani a Sugeno, stačí jen napsat do příkazového řádku *fuzzy* a objeví se grafické okno tzv. FIS editor. Z menu File vybereme položku New Sugeno FIS, protože automaticky je FIS Editor nastaven pro Mamdaniho modely. V tomto editoru si můžeme definovat počet vstupů a výstupů (které se okamžitě graficky projeví do blokového modelu). Přidání

vstupu nebo výstupu se realizuje v Edit menu výběrem položky Add input nebo Add output. Fuzzy Logic Toolbox nemá limit pro počet vstupů. Nicméně počet vstupů může být omezen dostupnou pamětí ve vašem stroji. Taky si zde můžeme zvolit typ AND nebo OR metody nebo také typ defuzzifikace, Obr. 28.

V tomto editoru můžeme ukládat i načítat data ve formátu fis. Pro názornost jsem zobrazil soubor „proj.fis“, který je typu Sugeno. Ve FIS editoru můžeme pracovat ještě s Mamadaniho fuzzy modely.



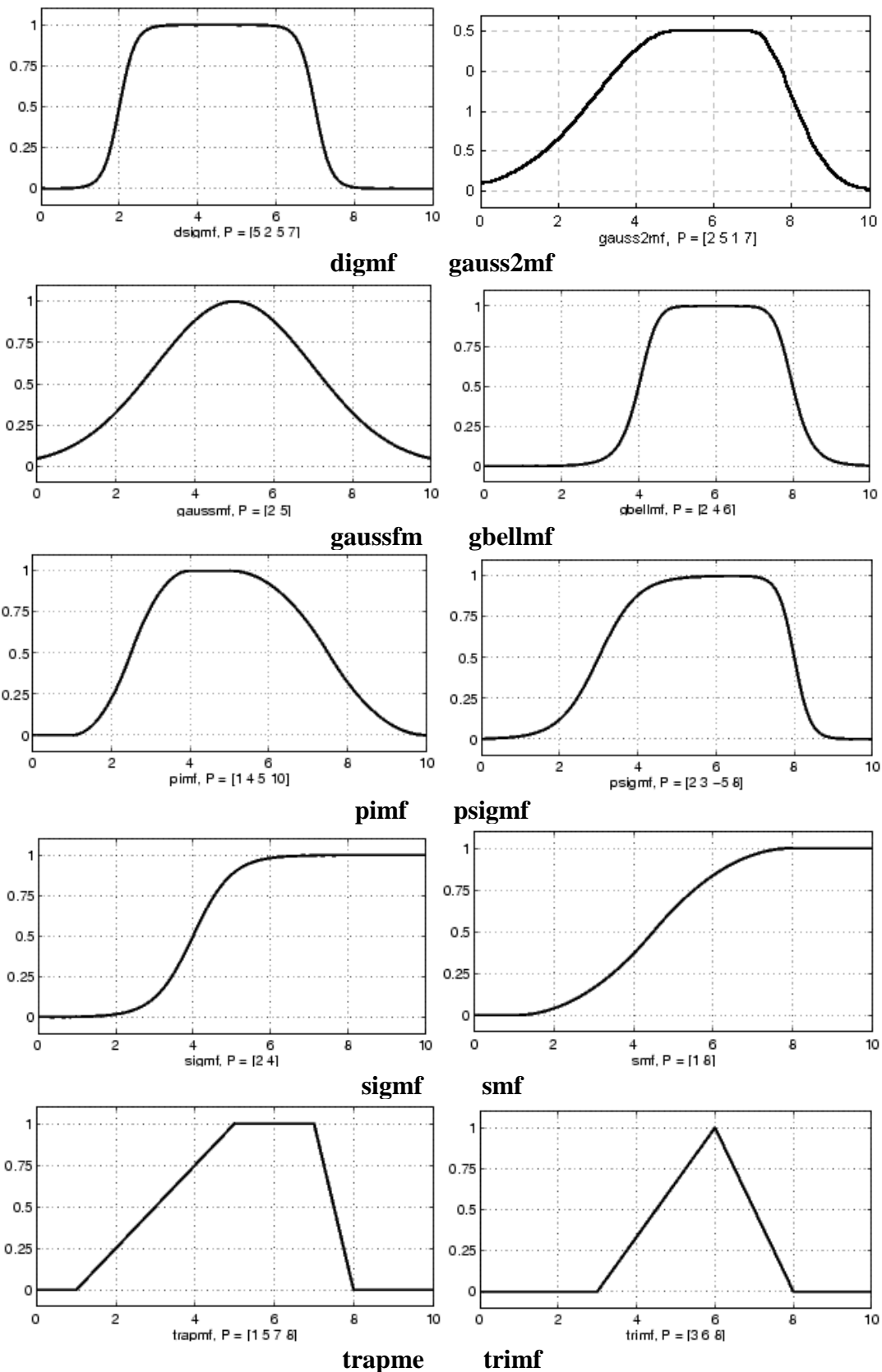
Obr. 28 Okno FIS Editoru; zdroj: [1]

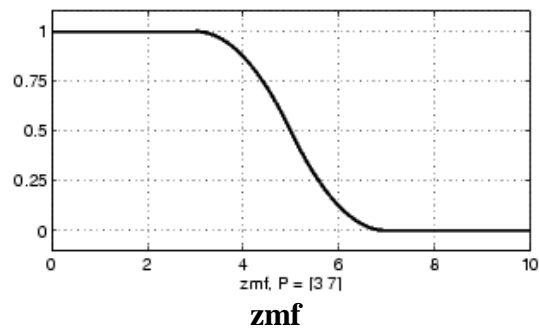
V menu FIS Editoru z položky View můžeme dále přejít do nového grafického okna – Editoru Členské Funkce (Membership Function Editor).

11.1.1 Membership Function Editor (Editor funkce příslušnosti)

Tento editor je nástroj sloužící k zobrazení a editování všech funkcí příslušnosti, které jsou přidružené ke všem vstupním a výstupním proměnným pro kompletní fuzzy výstupní systém.

Toto se provádí v Menu Edit položkou Add mfs. Po kliknutí na tuto položku se nám objeví grafické okno, v kterém si vybereme počet funkcí příslušnosti (Numer MFs) od jedné do devíti a určíme si typ funkce příslušnosti. Všechny typy jsou níže uvedeny a zobrazeny v grafické podobě, Obr. 29.

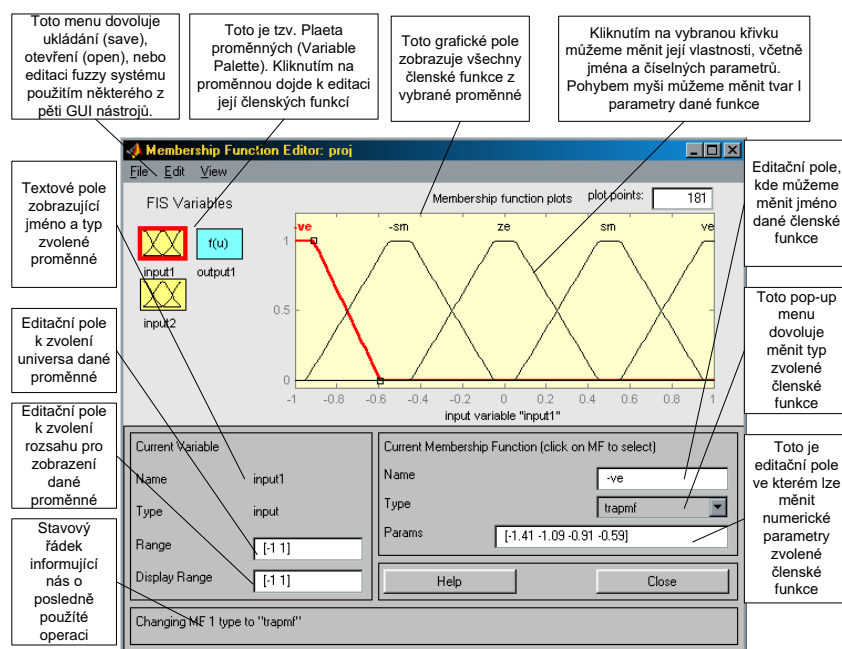




Obr. 29 Typy funkcí příslušnosti; zdroj: [1]

V grafu funkce příslušnosti (Membership function plot) jsou zobrazeny funkce příslušnosti s proměnnými. S těmito funkcemi příslušnosti lze manipulovat dvěma způsoby. Za prvé, můžeme použít myš k výběru jednotlivých funkcí příslušnosti spojených s danou hodnotou proměnné a posouvat, dle potřeby, danou funkci příslušnosti v grafu ze strany na stranu. Tímto se ovlivní matematický popis hodnot proměnné spojené s danou funkcí příslušnosti. Vybraná funkce příslušnosti může být také rozšířena nebo zúžena posunutím čtverečků na funkci příslušnosti označujících body zlomu. Pod tímto grafem jsou informace o jménu, typu a aktuálních parametrech funkce příslušnosti. Parametry v tomto textovém poli lze měnit v rámci rozsahu univerza. Můžeme zde pomocí pop-up menu Type měnit také typ funkcí příslušnosti. V textovém poli Name měníme jména jednotlivých funkcí příslušnosti.

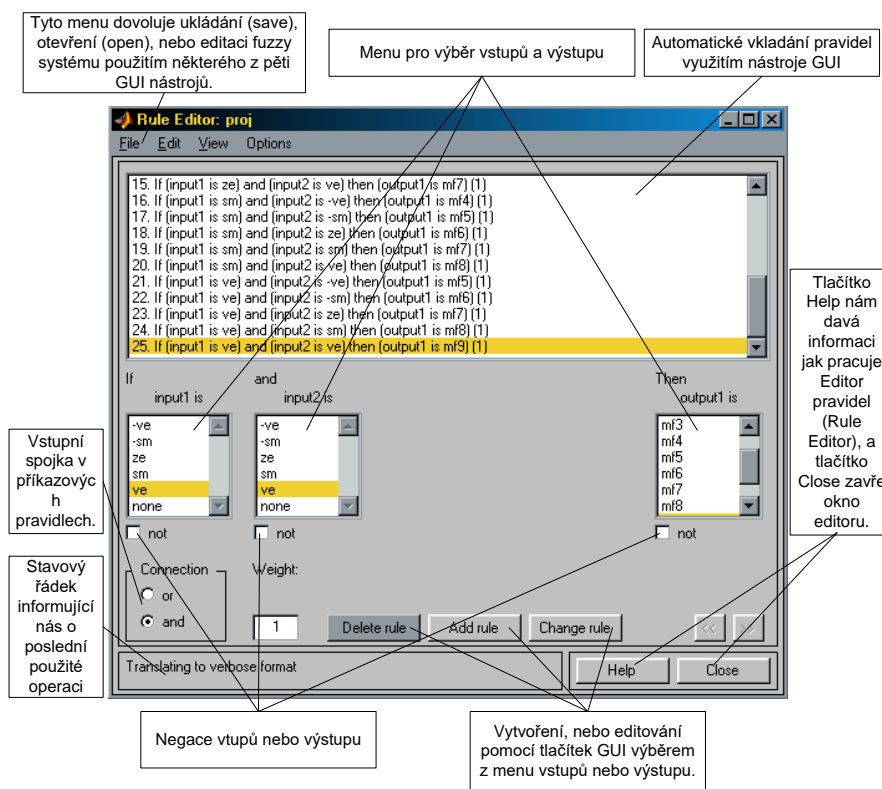
Kliknutím na ikonu zobrazující výstup definujeme v podstatě počet pravidel (jde o konsekventní část) a ta může být dvojího druhu: konstantní (budou se zobrazovat jen koeficienty $a_{10} - a_{n0}$) nebo lineární (všechny koeficienty) Obr.30.



Obr. 30 Okno Membership Function Editor; zdroj: [1]

11.1.2 Rule Editor (editor pravidel)

Je určen k zadávání pravidel, které ovlivňují chování modelu. Zadávání pravidel je velmi jednoduché a intuitivní Obr. 31. V oknech jednotlivých vstupů a výstupu jsou obsaženy názvy jejich lingvistických hodnot. Postačí jen kliknout na +určitou lingvistickou hodnotu vstupů a výstupu a následného použití tlačítka „Add rule“ máme pravidlo hotové. Můžeme si zde zvolit, o jakou logickou spojku v daném pravidle jde (and, or – realizováno pomocí radio-button), váhu pravidla (tato hodnota je vždy zobrazována na konci pravidla v závorkách – standardně nastavená na hodnotu jedna) nebo negaci vstupů či výstupu v pravidle. Pravidla mohou být změněna, vymazána nebo taky přidána podle volby stisku tlačítka.

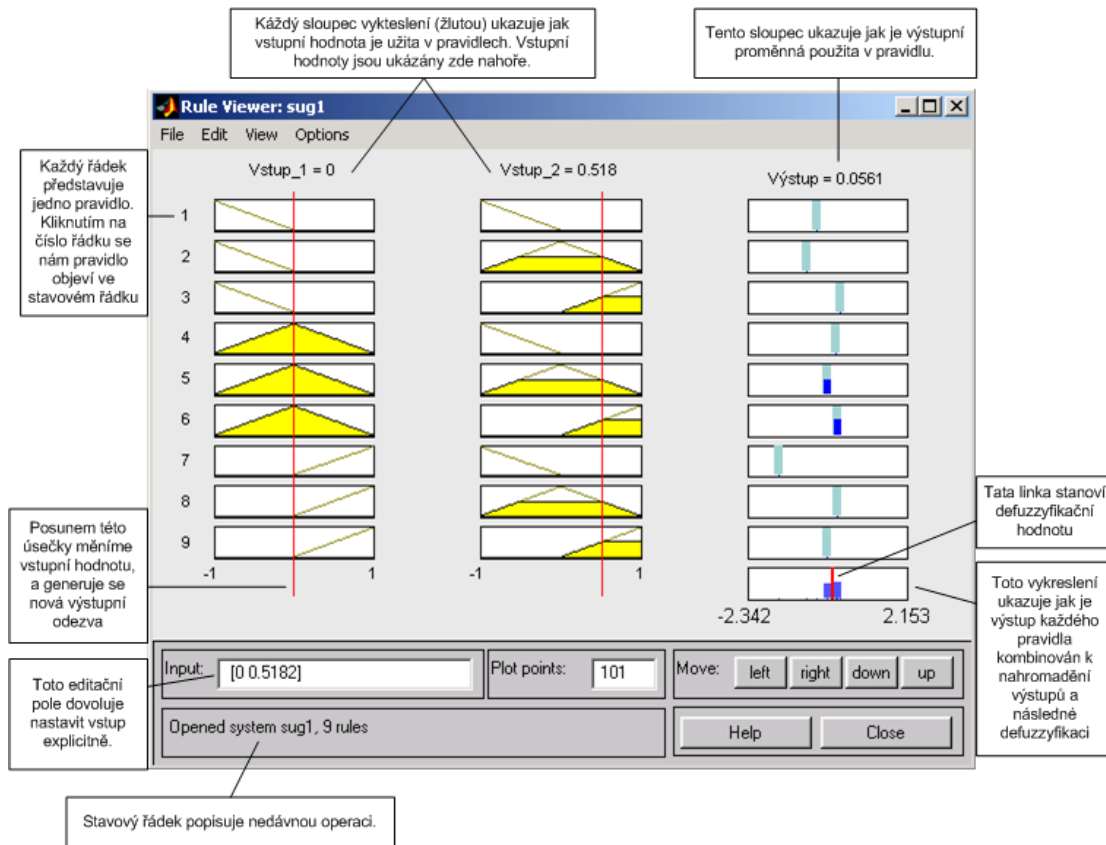


Obr. 31 Okno Rule Editor; zdroj: [1]

11.1.3 Rule Viewer Editor (simulační okno)

Tento editor slouží ke grafickému zobrazení pravidel a k výpočtu výstupních parametrů Obr. 32. V podstatě jde o celou cestu k fuzzy výstupnímu procesu. Jednotlivé řádky představují přesnou posloupnost pravidel, jak byla nadefinována v „Rule Editoru“. Zadávání vstupních parametrů pro výpočet se opět dá provádět dvojím způsobem. Buď v editačním řádku nazvaném „Imput“ nebo

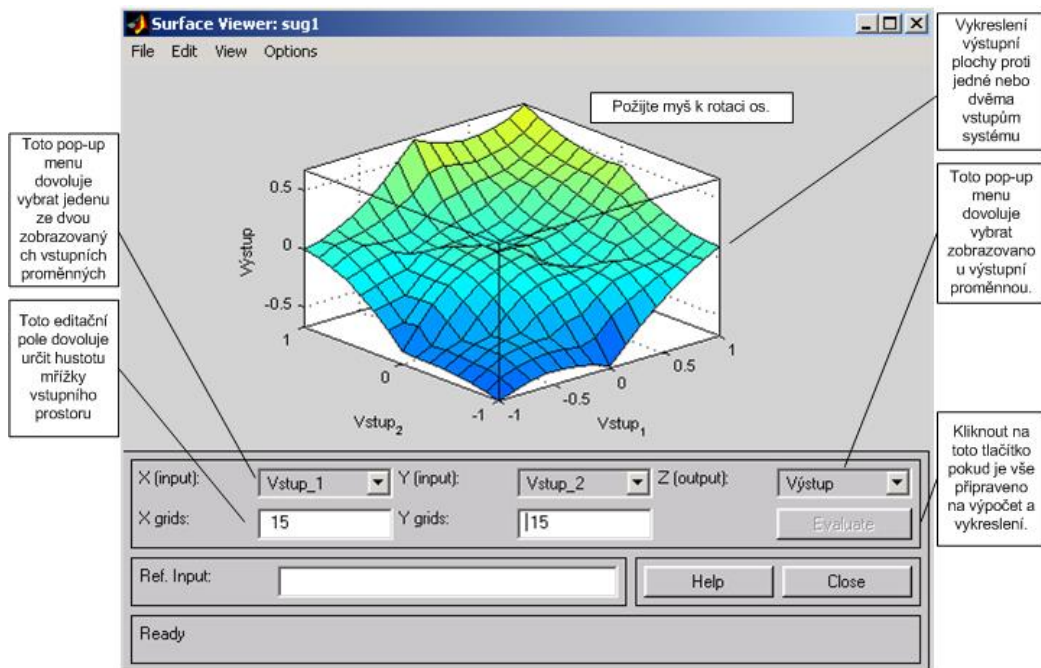
v grafu. To se provádí kliknutím myši na vertikální čáru, kterou si pohybem myši nastavíme na požadovanou úroveň. Poté dojde k výpočtu výstupní proměnné a ke grafickému znázornění dané vstupní hodnoty na jednotlivé „mfs“ v jednotlivých vstupních proměnných.



Obr. 32 Simulační okno; zdroj: [1]

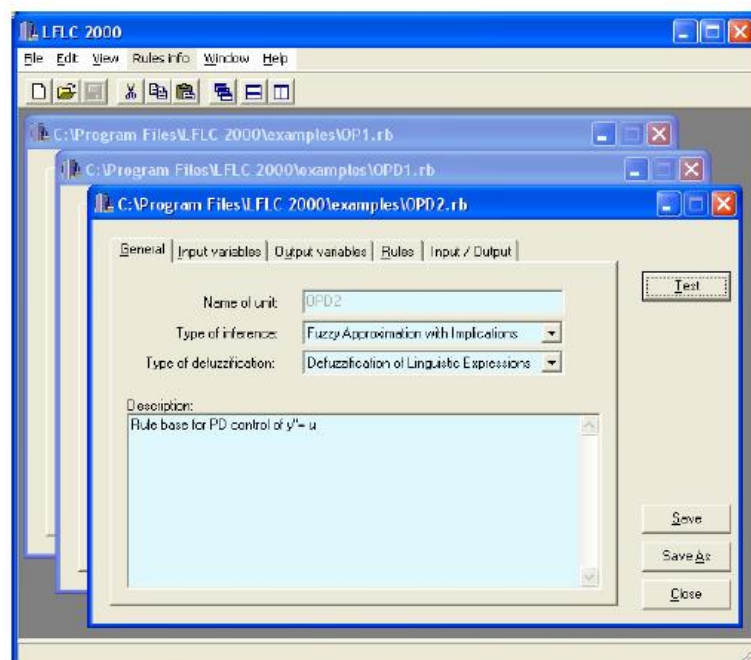
11.1.4 Surface Viewer Editor (dvojrzměrná funkce vstup-výstupních závislostí)

Je určen pro vykreslení 3D grafu, kde osu „x“ a „y“ tvoří vstupy a ose „z“ je přiřazena výstupní proměnná. Je velmi užitečný pro případ dvou a více vstupů, kde můžeme dostávat velmi rozličný trojrozměrný pohled na data, protože můžeme ovlivňovat, který vstup bude odpovídat které ose (toto je realizováno pomocí pop-up menu). Kliknutím myši na graf a následným pohybem můžeme s grafem rotovat na všechny strany Obr. 33.



Obr. 33 Surface Viewer Editor; zdroj: [1]

11.2 Fuzzy-logický systém LFLC 2000



Obr. 34 Úvodní obrazovka LFLC 2000; zdroj: [2]

LFLC 2000 (Linguistic Fuzzy Logic Controller) je specializovaný software, jenž je založen na principech teorie fuzzy logiky a umožňuje odvozovat závěry na základě nepřesného popisu určité situace pomocí jazykově formulovaných fuzzy IF-THEN (JESTLIŽE-PAK) pravidel. Charakteristické pro tento software je to, že umožňuje pracovat se skutečnými jazykově definovanými pravidly, které tvoří jazykový popis procesu, rozhodovací nebo klasifikační situace. Uživatel tedy může pracovat pouze s výrazy přirozeného jazyka, aniž by byl nucen uvažovat o způsobu, jak je definovat. Počítač se chová jakoby partner, rozumějící přirozenému jazyku svého uživatele. Systém umožňuje realizovat jak fuzzy orientované expertní systémy, tak fuzzy regulátory.

Otevření nebo vytvoření nového jazykového popisu

Vyberte si jednu z následujících možností:

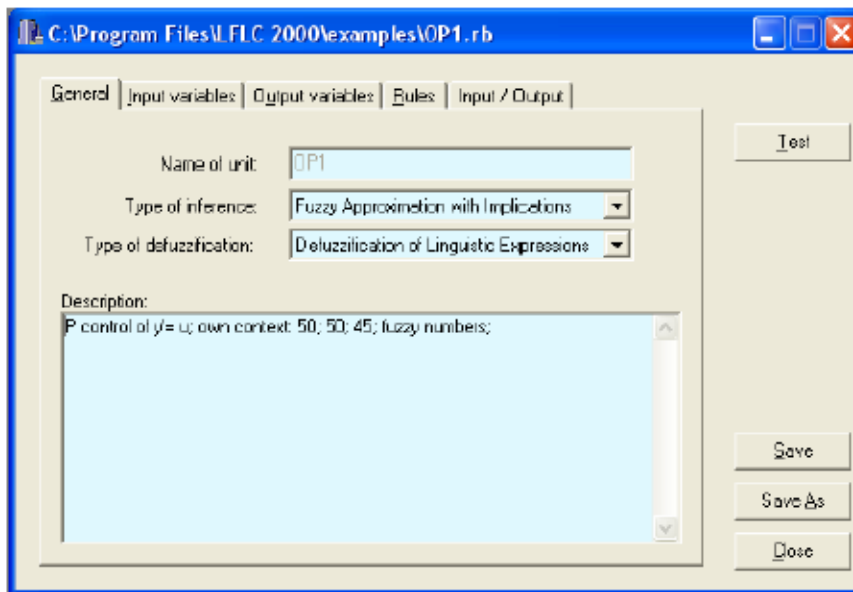
File › *Open* nebo stlačte **Ctrl-O**

File › *New* nebo stlačte **Ctrl-N**

a vyberte soubor (jehož přípona je * .rb). Následně se otevře okno, zobrazující úplné informace o jazykovém popisu, jenž je v tomto souboru uložen. Okno má následující tab-záložky:

- *General* obecné charakteristiky jazykového popisu.
- *Input variables* vstupní proměnné.
- *Output variables* výstupní proměnná.
- *Rules* jazykově formulovaná pravidla.
- *Input/Output* záložka pro určení jazykového popisu z dat modelu

11.2.1 General — obecné nastavení jazykového popisu



Obr. 35 Okno General v LFLC 2000; zdroj: [2]

Na této záložce (Obr. 35) se nastavují následné obecné charakteristiky jazykového popisu.

- Name of unit — název jednotky

Specifikuje jméno jazykového popisu. Toto jméno je identické se jménem souboru, ve kterém je popis uložen.

- Type of inference — typ inference

Zadáním typu inference určíme způsob interpretace IF-THEN pravidel a zároveň i metodu přibližné dedukce. Máme k dispozici následující možnosti:

1. *Logical deduction* — logická dedukce. V tomto případě je jazykový popis přeložen na množinu logických implikací ve tvaru:

$$A_{1, x_1, \dots, x_n} \Rightarrow B_{1Y},$$

$$A_{m, x_1, \dots, x_n} \Rightarrow B_{mY},$$

kde A_{j, x_1, \dots, x_n} , B_{jY} jsou formální fuzzy reprezentace (můžeme na ně nahlížet jako na speciální formule) odpovídající jazykovým výrazům. Zadané vstupní hodnoty x_1, \dots, x_n se následně transformují na nejvhodnější formuli, například na A_{k, x_1, \dots, x_n} . Tuto formuli lze chápat jako percepci zadané hodnoty. Pak se provede odvození pomocí pravidla Modus Ponens ve tvaru

$$\frac{A_{k,x_1\dots x_n}, A_{k,x_1\dots x_n} \Rightarrow B_{m,Y}}{B_{m,Y}},$$

jehož výsledkem je formule $B_{m,Y}$. Ta se transformuje na fuzzy množinu $B_m \subset V$. Tuto fuzzy množinu nakonec defuzzifikujeme, abychom získali výstupní hodnotu y_0 . Logická dedukce by se měla používat především s evaluačními jazykovými výrazy a jednou z defuzifikačních metod DEE nebo SDEE.

2. *Fuzzy approximation with conjunctions* — fuzzy aproximace s konjunkcemi Toto je velmi známá Mamdani-Assilianova metoda. Antecedent každého pravidla je zadán jako fuzzy množina $A_1 \times \dots \times A_n \subset U_1 \times \dots \times U_n$ a konsekvent jako fuzzy množina $B \subset V$.

Disjunktivní normální forma příslušná k jazykovému popisu je transformována na fuzzy relaci

$$R = R_1 \cup \dots \cup R_m,$$

kde každé R_j je fuzzy relace získaná z A_{j1}, \dots, A_{jn} a $B_j, j = 1, \dots, m$ pomocí formule

$$R_j(x_1, \dots, x_n, y) = A_{j1}(x_1) \wedge \dots \wedge A_{jn}(x_n) \wedge B_j(y)$$

jelikož fuzzy IF-THEN pravidla charakterizují nějakou funkční závislost a tedy mohou být, chápány jako konjunkce.

3. *Fuzzy approximation with implications* — fuzzy aproximace s implikacemi

U této metody jsou pravidla interpretována jako logické implikace, avšak jejím cílem je aproximace funkce. Antecedent každého pravidla je určen fuzzy množinou $A \subset U$ a konsekvent fuzzy množinou $B \subset V$. Konjunktivní normální forma přiřazená jazykovému popisu se transformuje na fuzzy relaci

$$R = R_1 \cap \dots \cap R_m,$$

kde každé R_j je fuzzy relací získanou z A_{j1}, \dots, A_{jn} a $B_j, j = 1, \dots, m$ pomocí formule

$$R_j(x, y) = (A_{j1}(x_1) \wedge \dots \wedge A_{jn}(x_n)) \rightarrow B_j(y)$$

kde \rightarrow je *Lukasiewiczova implikace* (vypočítaná pomocí formule

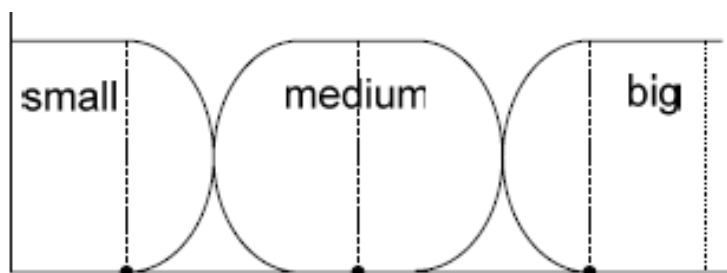
$$a \rightarrow b = \min(1, 1 - a + b), \quad a, b \in [0,1]).$$

- Defuzzication — defuzzifikace

Určuje způsob defuzzifikace fuzzy množiny, tj. výsledku přibližné dedukce. Máme k dispozici následující defuzifikační metody:

1. *Simple defuzzification of Evaluating Expressions (SDEE)* – — jednoduchá defuzzifikace evaluačních výrazů

Tato metoda je založena na předpokladu, že fuzzy množiny interpretující evaluační jazykové výrazy jsou ve tvaru S-křivek. Defuzzifikační metoda závisí na konkrétním typu fuzzy množiny. Defuzzifikovanou hodnotou je okraj jádra fuzzy množiny, pokud odpovídá fuzzy množině typu „small“ (malý) nebo „big“ (velký) a těžiště fuzzy množiny,



Obr. 36 Defuzzifikace evaluačních výrazů; zdroj: [2]

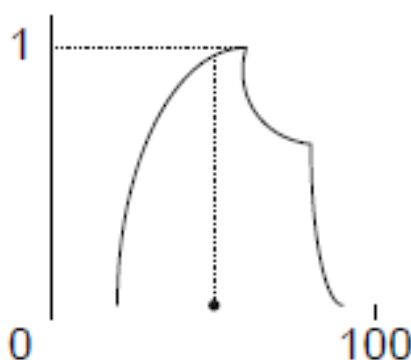
2. *Defuzzification of Evaluating Expressions (DEE)* – defuzzifikace evaluačních výrazů

Metoda je modifikací metody SDEE; hodnota defuzzifikace se určí v okolí okraje jádra S-fuzzy množiny.

3. *Center of Gravity Method (COG)* – metoda těžiště. Je to klasická metoda daná formulí

$$DEF(A) = \frac{\sum_{x_i \in U} A(x_i)x_i}{\sum_{x_i \in U} A(x_i)} .$$

Výsledek je znázorněn na obrázku Obr. 37.



Obr. 37 Metoda těžiště; zdroj: [2]

4. *Modified Center of Gravity Method (MCOG)* – modifikovaná metoda těžiště Je modifikací předcházející metody, v níž se bere v úvahu pouze horní část fuzzy množiny.

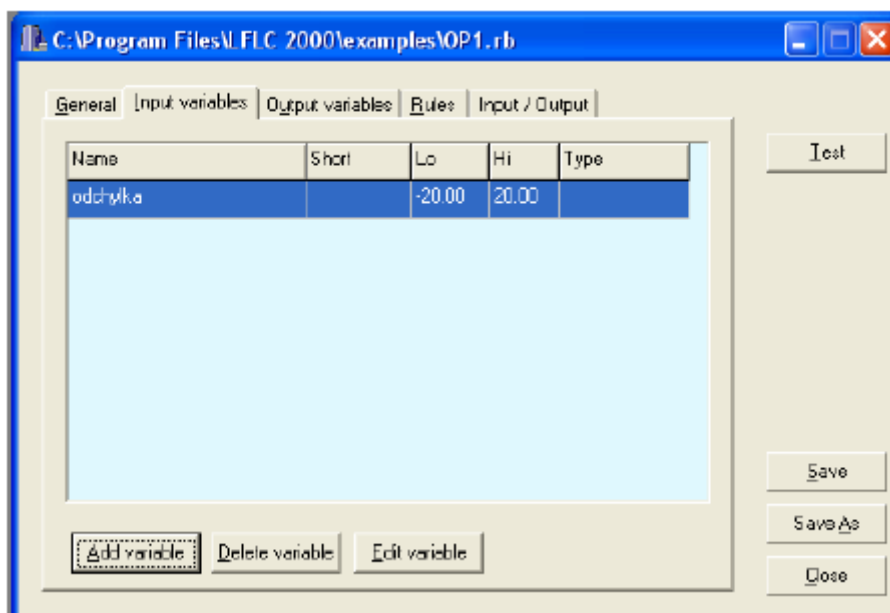
5. *Mean of Maxima Method (MOM)* — metoda středu *maxim* Toto je další klasická metoda, která vezme za hodnotu defuzzifikace průměr ze všech hodnot, s maximálním stupněm příslušností.
6. *Smooth Defuzzification of Linguistic Expression (SDLE* — *hladká* defuzzifikace evaluačních výrazu) Metoda vychází z teorie Hladké logické dedukce, která aplikuje Fuzzy transformaci (F-transformaci) na výstupy obdržené užitím Logické dedukce. Připomeňme, že výsledkem logické dedukce je po částech spojitá funkce. Nicméně, průběh výstupu z SDLE je hladký a spojitý, což je zaručeno vlastnostmi F-transformace.

- Description — popis

V tomto okně si uživatel může zapsat poznámky k jazykovému popisu.

11.2.2 Input and output variables — Vstupní a výstupní proměnné

Tato záložka (Obr. 38) je určena k zadání proměnných použitých v jazykovém popisu. Ty jsou rozděleny na *input variables* (vstupní proměnné), což jsou proměnné vyskytující se v antecedentu IF-THEN pravidel, a *output variable* (výstupní proměnná) vyskytující se v konsekventu. Každá proměnná je charakterizovaná následujícími atributy.



Obr. 38 Vstupní a výstupní proměnné v LFLC 2000; zdroj: [2]

- *Name* (Jméno) proměnné. Kromě celého jména je také možno definovat jeho zkratku, která se pak používá v záhlaví IF-THEN pravidel.
- *Upper* (horní) a *Lower* (dolní) ohraničení — specifikace intervalu (univerza), na kterém jsou definovány fuzzy množiny interpretující jazykové výrazy. Pokud používáme evaluační jazykové výrazy, hovoříme o jazykovém kontextu, protože tato ohraničení znamenají nejmenší a největší uvažovanou hodnotu v daném kontextu. Poznamenejme, že ve fuzzy regulaci se používá jiný název - scaling. Při zadání kontextu máme dvě možnosti. Buďto specifikujeme symetrický interval $[-u, u]$, kde u je nějaké reálné číslo, nebo stanovíme nějaký interval $[u_1, u_2]$, přičemž u_1, u_2 jsou reálná čísla splňující podmínku $u_1, u_2 \geq 0$. Symetrický interval se používá především ve fuzzy regulaci.
- *Discretization* (diskretizace univerza). Tento atribut určuje počet bodů univerza, v nichž se vypočítávají funkce příslušnosti. Čím je toto číslo vyšší, tím je výpočet přesnější, avšak na úkor výpočetní složitosti. Jestliže je specifikován symetrický kontext, potom diskretizace musí být liché číslo, abychom měli k dispozici přesný střed.

Předchozí atributy lze specifikovat, pro každou proměnnou stlačením tlačítka **EDIT Variable** nebo **Add variable**. Označenou proměnnou můžeme smazat stlačením tlačítka **Delete variable**

Toto okno také umožňuje editovat výrazy použitelné pro všechny proměnné ve fuzzy IF-THEN pravidlech. Stisknutím **Edit expressions** aktivujeme editaci pravidel.

Připomeňme, že proměnné ve fuzzy logice jsou jazykové. To znamená, že každá proměnná má hodnoty, které jsou obecně jazykové výrazy jako „malý“, „velmi velký“, „zhruba střední“ atd. V software LFLC 2000 je možno používat evaluační jazykové výrazy definované předem a také výrazy zadané uživatelem. Nastavení evaluačních jazykových výrazů je v souladu s jazykovou analýzou a psychologickým výzkumem. Mohou však být modifikovány, pokud je to třeba. Jinou možností je zadání vlastních uživatelských výrazů. V tomto případě je na uživateli, aby si sám nastavil tvary funkcí příslušnosti a přiřadil jim jména.

Editování výrazů

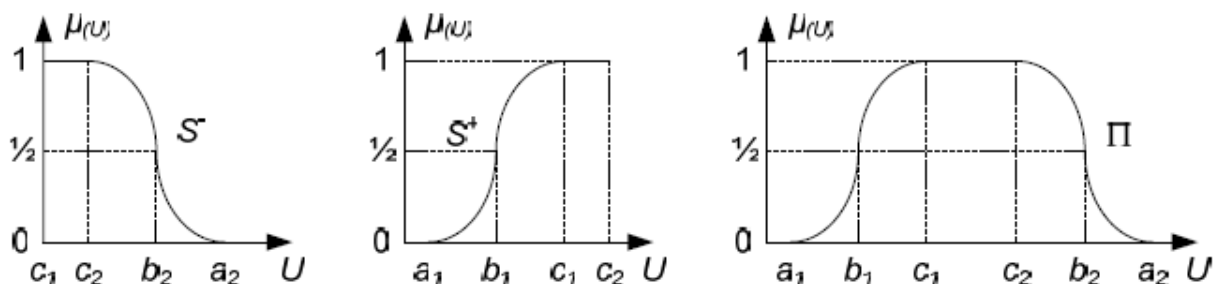
Stlačením **Edit expressions** se otevře okno pro editaci jazykových výrazů používaných k charakterizaci hodnot dané proměnné. Obsahuje dvě tab-záložky.

User — uživatelské

Zde zadáváme tvary funkcí příslušnosti jazykových výrazů definovaných výrazů. Tyto tvary jsou obecně dány funkcí [2]

$$F(x, a_1, b_1, c_1, c_2, b_2, a_2) = \begin{cases} 0, & x \leq a_1 \text{ nebo } x \geq a_2 \\ \frac{1}{2} \left(\frac{x - a_1}{b_1 - a_1} \right)^2, & a_1 < x < b_1 \\ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{c_1 - x}{c_1 - b_1} \right)^2, & b_1 \leq x < c_1 \\ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{x - c_2}{b_2 - c_2} \right)^2, & c_2 < x < b_2 \\ \frac{1}{2} \left(\frac{a_2 - x}{a_2 - b_2} \right)^2, & b_2 \leq x < a_2 \\ 1, & c_1 \leq x \leq c_2 \end{cases},$$

Pomocí této funkce je možné vytvářet tři standardní typy funkcí příslušnosti většinou uvažované v teorii fuzzy množin, a to S^+ , S^- a Π . První dva typy jsou speciálními případy třetího. Pokud nastavíme $a_1 = b_1 = c_1$, dostaneme fuzzy množinu typu S^- . Nastavením $c_2 = b_2 = a_2$ získáme S^+ fuzzy množinu typu. Všechny tři fuzzy množiny jsou základem pro vyjádření významu standardních jazykových výrazů a jsou zobrazeny na následujícím obrázku Obr. 39.



Obr. 39 Standardní typy funkcí příslušnosti; zdroj: [2]

K nastavení některé z předchozích možností je nutno stlačit jedno z tlačítek **Add Quadratic**,

Add Trapezeoid, **Add Trangular**. Tvar fuzzy množin lze nastavit buďto graficky, přesunutím libovolného parametru (malého čtverečku na křivce) pomocí myši, nebo explicitně v následujících sloupcích:

Left support	a_1
Left Equilibrium	b_1
Left Kernel	c_1
Right Kernel	c_2

Right Equilibrium	b_2
Right support	a_2

Již existující fuzzy množiny je možné kopírovat, užitím kláves **Ctrl-C** a **Ctrl-V**. K tomu je třeba označit myší číslo fuzzy množiny na levé straně tabulky, což označí všechny její parametry. Následným stlačením **Ctrl-C** přemístíme parametry do clipboardu. Stlačením **Ctrl-V** docílíme překopírování výrazu. Parametry fuzzy množin lze kopírovat také z jedné proměnné do druhé. To můžeme provést dvěma způsoby:

Označte jednu nebo více fuzzy množin (pomocí klávesy **Shift**), stlačte **Ctrl-C**, přejdete na jinou proměnnou a stlačte **Ctrl -V**.

Všechny fuzzy množiny se automaticky kopírují z proměnné specifikované v nabídce "*Copy from variable*", která se zobrazí po stlačení tlačítka **Add variable**. Již vytvořené fuzzy množiny mohou být smazány tlačítkem **Delete**.

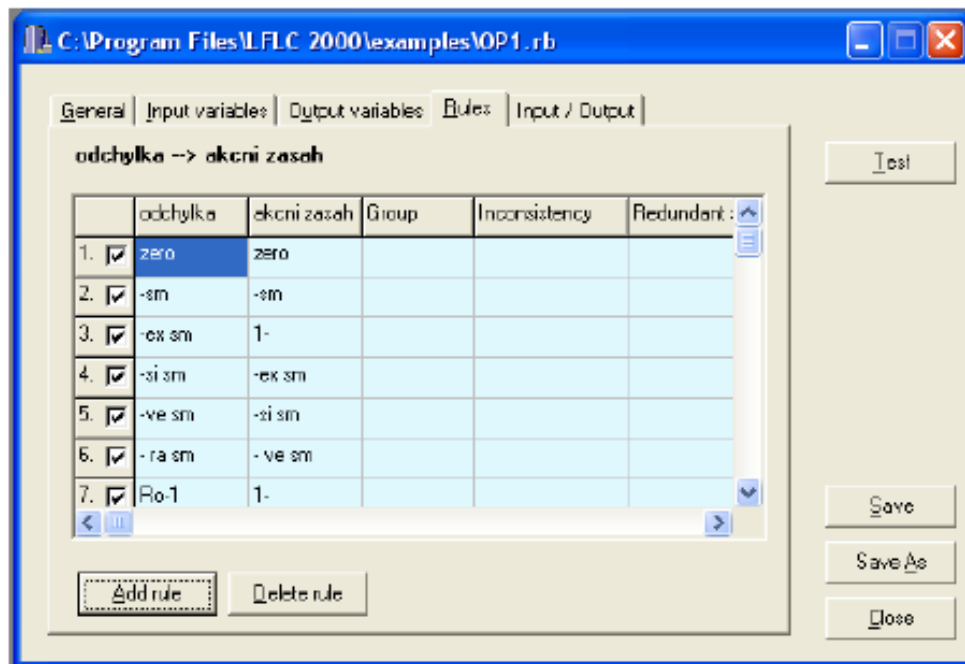
Zajímavou možností, rozšířenou především ve fuzzy regulaci, je speciální funkce **Add Uniform**. Výsledkem je vytvoření n -trojúhelníkových fuzzy množin (n - zadává uživatel), které rovnoměrně pokryjí univerzum. Typický počet fuzzy množin je 7. Fuzzy množinám se pak při symetrickém kontextu většinou přiřadí názvy *negative big* (NB), *negative medium* (NM), *negative small* (NS), *zero* (ZE), *positive small* (PS), *positive medium* (PM) a *positive big* (PB).

Aktivní fuzzy množina je zobrazena červeně a lze ji měnit výše popsáním způsobem. Další fuzzy množiny jsou zobrazeny šedě, aby bylo viditelné rozvržení všech možných hodnot.

Standard

Tato tab-záložka slouží k zobrazení významu standardních jazykových výrazů, které jsou modelovány pomocí standardních funkcí příslušnosti. Zatím je není možné modifikovat.

11.2.3 Rules — pravidla



Obr. 40 Okno pro tvorbu pravidel; zdroj: [2]

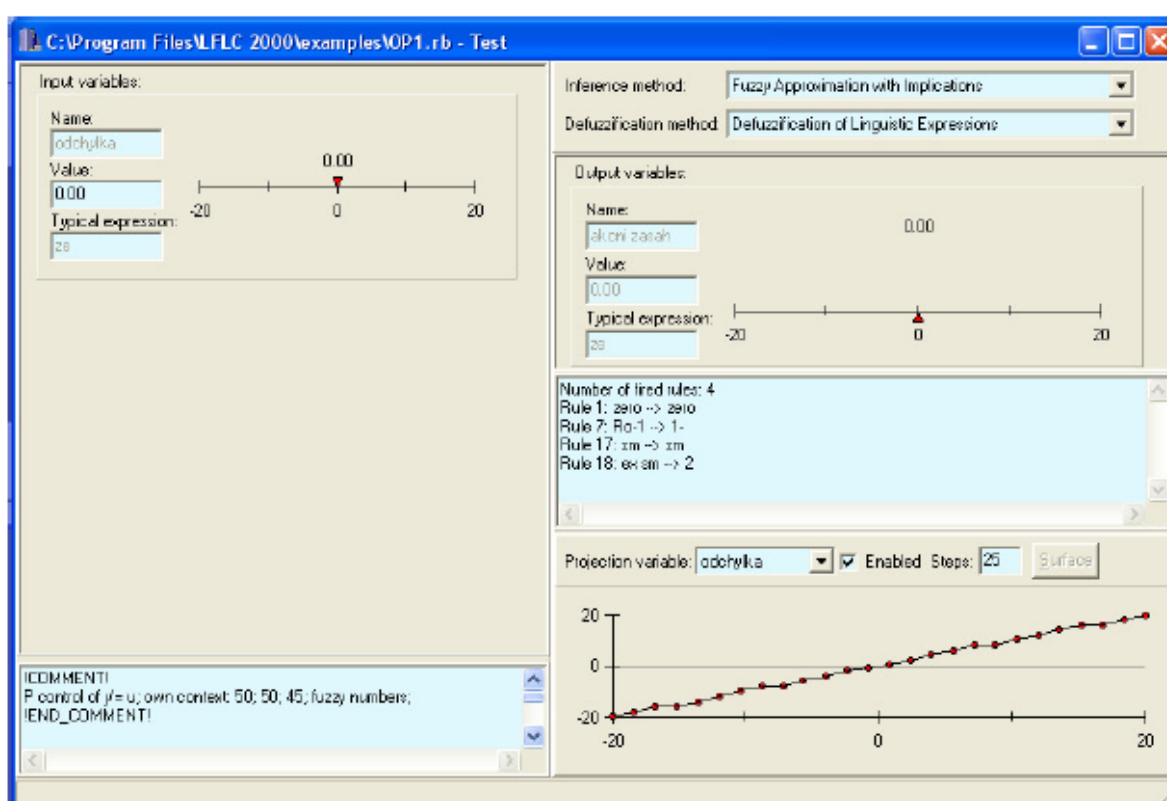
Tato záložka umožňuje editovat fuzzy IF-THEN pravidla vytvářející jazykový popis. Záložka je rozdělena do následujících sloupců:

- *Number of the rule* – na začátku každého řádku zobrazujícího pravidlo je zaškrťovací okénko společně s jeho pořadovým číslem. Slouží k aktivaci/deaktivaci daného pravidla. Jestliže je pravidlo neaktivní, není smazáno, ale nepoužívá se při inferenci. To umožňuje provádět různé experimenty, při nichž sledujeme vliv určitých pravidel na výsledek inference bez nutnosti jejich smazání.
- Dále pak následují sloupce pro každou *nezávislou* (antecedent) a *závislou* (konsekvent) proměnnou, v nichž se pomocí výrazu přirozeného jazyka vytvářejí jednotlivá pravidla tvořící celý jazykový popis (viz editování pravidel).
- *Group* – tento sloupec obsahuje informaci o přítomnosti shodných pravidlech (pokud existují).
- *Inconsistency* – informuje o inkonzistenci pravidel tj. o pravidlech, která mají stejný antecedent ale odlišný konsekvent.
- *Redundancy* – dále jsou k dispozici dva sloupce (pro antecedent a konsekvent), kde může uživatel zjistit, zda je pravidlo přebytečné či nikoli.

Editování pravidel

Předchozí výrazy mohou být použity kdekoli ve fuzzy IF-THEN pravidlech. Uživatel má k dispozici dvě možnosti zadání výrazu v pravidlech. Muže různě vepsat zkratky výrazu do odpovídajících řádků záložky **Rules**. Muže si také zobrazit všechny výrazy a modifikátory tak, že z podmenu **View** hlavního menu zvolí odpovídající možnost. Výrazy pak vkládá jednoduchým stisknutím levého tlačítka myši na příslušné položky těchto menu.

11.2.4 Testování jazykového popisu



Obr. 41 Testovací okno v programu LFLC 2000; zdroj: [2]

Tato funkce umožňuje testovat chování vytvořeného jazykového popisu. Aktivuje se tlačítkem Test. Testovací okno je rozděleno na čtyři části.

Levá horní část

Zde se nastavuje vstup pro každou definovanou nezávislou proměnnou, a to následujícími způsoby:

- vstupní hodnota se nastavuje graficky na vodorovné čáře definované pro každou antecedentovou proměnnou. Požadované hodnoty dosáhneme posunem malého červeného trojúhelníku podél čáry na odpovídající pozici.
- konkrétní hodnotu každé proměnné zadáme explicitně ve vstupním políčku. Této možnosti většinou využíváme v případě, kdy nelze graficky nastavit dostatečně přesnou hodnotu.

Ke každé dané hodnotě se zobrazuje typický evaluační jazykový výraz, tj. jazykový výraz, který nejlépe charakterizuje danou hodnotu v daném jazykovém kontextu.

Levá dolní část

Tato část je určena k zobrazení komentáře příslušejícího zpracovávanému jazykovému popisu.

Pravá horní část

Zde se zobrazuje výsledek inference v závislosti na zvolené inferenční a defuzzifikační metodě. Přesněji řečeno, je zde zobrazen tvar výsledné fuzzy množiny s označenou defuzzifikovanou hodnotou, typickým evaluačním výrazem a všemi pravidly použitými v inferenci. Je možné experimentovat s různými druhy inference a defuzzifikace a sledovat jejich vliv na změnu výsledné křivky.

Pravá dolní část

Zde se zobrazují výsledky inference pro všechny možné hodnoty zvolené nezávislé proměnné.

Pokud používáme více než jednu nezávislou proměnnou, dostaneme dvourozměrnou projekci funkce g vytvořené jazykovým popisem (viz odstavec Typ inference) pro všechny hodnoty zvolené proměnné a zafixované hodnoty ostatních proměnných. Proměnná, vůči které se projekce počítá, se zadává volbou v rolovacím menu *Projection variable*. Protože samozřejmě nemůžeme vypočítat výsledky pro všechny možné hodnoty, musíme určit počet ekvidistantních uzlů z množiny všech hodnot zadané proměnné. Učiníme tak zadáním počtu uzlu v políčku *Enabled steps*.

11.3 Pravděpodobnostní systém FEL EX EXPERT

V této kapitole si představíme pravděpodobnostní expertní systém FEL EX Expert, který je novou verzí programu FEL Expert. Práce se systémem FEL EX Expert je obdobná jako s programem FEL-EXPERT. Zaměřuje se tedy především na uživatelské rozhraní. Od čtenáře se předpokládá základní povědomí o diagnostických expertních systémech.

11.3.1 Uvedení základních pojmů

V této kapitole jsou stručně popsány pojmy, které budou dále používány. V následujícím textu se používá pojem pravděpodobnost, mělo by však zůstat na zřeteli, že se obecně nejedná o pravděpodobnost definovanou matematicky například dle frekvence výskytu ve všech možných případech, ale o subjektivní pravděpodobnost. Z těchto důvodů bývá tato pravděpodobnost také nazývána pseudopravděpodobnost.

Inferenční síť

Základem pro reprezentaci báze znalostí expertního systému jsou pravidla ve tvaru

if předpoklad E then závěr H with pravděpodobnost $P(H|E)$

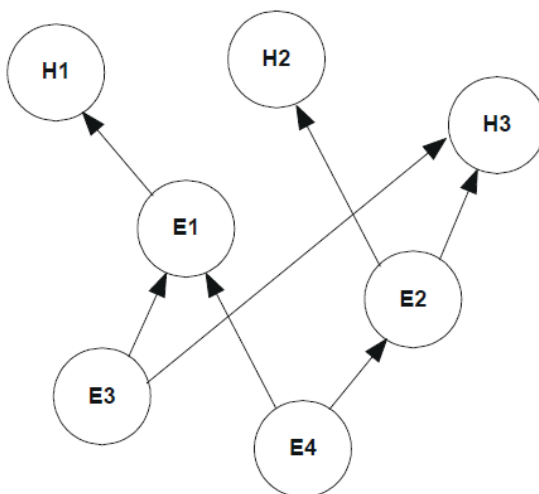
else závěr H with pravděpodobnost $P(H|not E)$

Pravidlo lze vyjádřit graficky:



Obr. 42 Grafické vyjádření jednoho pravidla; zdroj: [3]

Soubor těchto pravidel tvoří orientovaný graf, kde vrcholy jsou tvrzení (E , H) a hrany ohodnocené pravděpodobnostmi) tvoří pravidla. Tento graf se nazývá inferenční síť.



Obr. 43 Příklad inferenční sítě složené z více pravidel; zdroj: [3]

Základní inferenční síť doplňují logické kombinace výroků ve tvarech *not E*, *E1 and E2*, *E1 or E2* (dílčích předpokladů může být více). Rozlišuje se tedy mezi dvěma typy uzlů – bayesovský uzel a logický uzel.

Bayesovský uzel reprezentuje tvrzení, jehož pravděpodobnost se dá vyhodnotit dle Bayesova vztahu. Má danou apriorní pravděpodobnost. Aposteriorní pravděpodobnost (po pozorování) se buď spočítá z pozorovaných předpokladů, nebo se získá přímým pozorováním.

Logický uzel reprezentuje tvrzení, jehož pravděpodobnost se dá vyhodnotit dle logické kombinace předpokladů. Pravděpodobnost tvrzení se vyhodnocuje pomocí vztahů převzatých z fuzzy logiky.

Uzly (tvrzení) se také dají rozdělit dle své polohy v inferenční síti na vrcholové, listové a mezilehlé. Vrcholové uzly jsou uzly, z nichž nevede žádná orientovaná hrana. Vrcholové uzly reprezentují vrcholové hypotézy. Listové uzly jsou uzly, do nichž nevede žádná orientovaná hrana, reprezentují tedy tvrzení, která musí být ověřena pozorováním. Ostatní uzly jsou mezilehlé. Ty reprezentují mezilehlá (dílčí) tvrzení.

Každý uzel může být navíc dotazovatelný (listový uzel musí být dotazovatelný) nebo může reprezentovat cílovou hypotézu.

Konzultace

Konzultace je proces, při kterém se systém snaží zjistit platnost cílových hypotéz. Systém při konzultaci vybírá nejpravděpodobnější cílovou hypotézu a snaží se jí dokázat nebo vyvrátit. Hledá tvrzení, které by mohlo k tomuto nejvíce přispět (pomocí takzvané skórovací funkce), dokud nedojde k dotazovatelnému uzlu. Na jím reprezentované tvrzení se dotáže a poté zpětně od něj šíří získanou informaci v inferenční síti a upravuje tak aktuální model. Tento proces se opakuje, dokud není hypotéza kompletně vyšetřena. Konzultace končí v okamžiku vyšetření všech cílových hypotéz.

Vazby

Vyšetřování se dá ovlivnit tzv. vazbami (linky). Prioritní (nepodmíněná) vazba určuje, že některý uzel se musí vyšetřit před vyšetřením jiného uzlu. Je tedy dána dvěma uzly a orientovanou vazbou mezi nimi.

Kontextová (podmíněná) vazba je dána dvěma uzly a rozsahem pravděpodobností. Pokud je pravděpodobnost vázajícího uzlu v daném rozsahu, systém položí dotaz na vázaný uzel (bez dalších omezení). Pokud pravděpodobnost vázajícího uzlu leží mimo daný rozsah, snaží se systém nejprve splnit kontext, tzn. vyšetřuje vázající uzel. Pokud se podaří splnit kontext (pravděpodobnost vázajícího uzlu je v daném rozsahu), systém se ptá na vázaný uzel. Pokud se kontext nepodaří splnit, systém se již v průběhu konzultace na vázaný uzel neptá.

Taxonomie

Taxonomie umožňují dále strukturovat znalosti uložené v inferenční síti. Taxonomie má tvar stromového grafu, kde jednotlivé uzly jsou taxonomické třídy. Třídy jsou ohodnoceny seznamem uzlů, které do dané třídy patří (seznam může být prázdný). Podtřídy dané třídy jsou třídy směrem k listům stromu, nadtřídy jsou třídy směrem ke kořenu stromu. Taxonomie jsou významné, zejména pokud máme inferenční síť s mnoha uzly a cílovými hypotézami.

Taxonomie určují hierarchii tvrzení (uzlů). Pokud máme nějaké doplňující informace o charakteru konzultovaného problému, lze pomocí taxonomií zúžit pozornost na podmnožinu cílových hypotéz. Také lze ovlivnit množství zodpovědaných dotazů, pokud je nějaká informace získaná z okolního světa jednoznačná (pravděpodobnost 0/1).

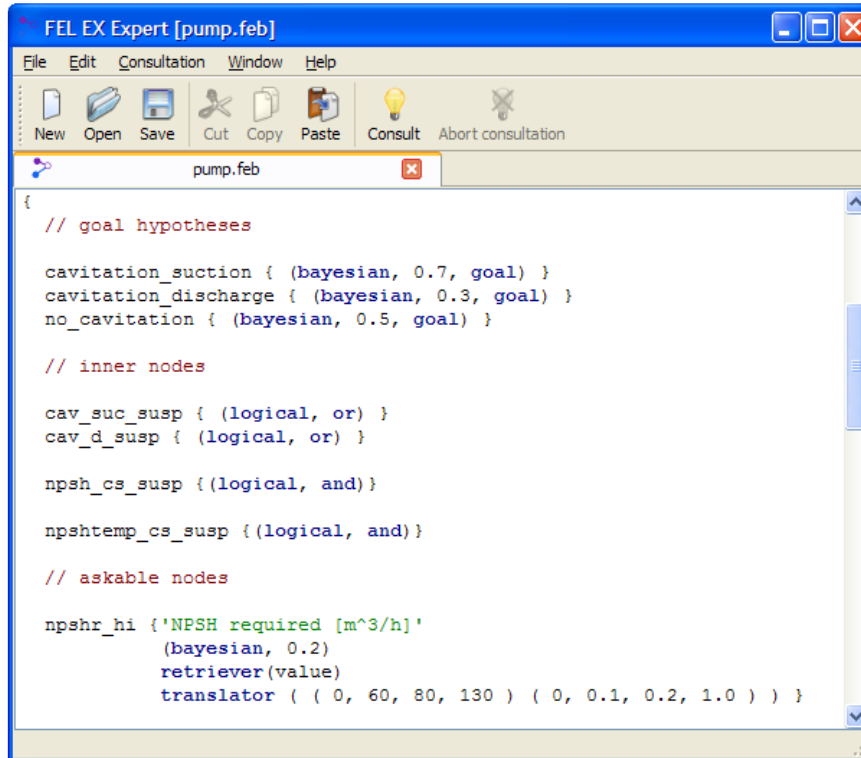
První typ taxonomie, dotazovatelný (hypothesis), udává hierarchii cílových hypotéz. Pokud je vybrána některá třída této taxonomie, vyšetřují se pouze cílové hypotézy spadající do této třídy a podtříd (určí se jako sjednocení hypotéz v třídě a podtřídách). Pokud takových taxonomií existuje více, vyšetřuje se průnik všech hypotéz spadajících do zvolených tříd taxonomií.

Další tři typy taxonomií jsou podobné. Všechny určují možnost šíření další informace po kategorickém výsledku vyšetření nějakého uzlu. Opět je určen strom taxonomií, přičemž každá třída může obsahovat libovolné uzly. U prvního typu, šíření kladné odpovědi (hidden yes), dochází k šíření kategorické odpovědi ano směrem k nadtřídám (tj. pokud něco určitě platí pro nějakou třídu, pak to platí i pro jejich nadtřídy¹). Naopak u druhého typu, šíření záporné odpovědi (hidden no), dochází k šíření kategorické odpovědi ne směrem k podtřídám (pokud něco neplatí pro třídu, pak to neplatí i pro její podtřídy²). Poslední typ je kombinací předchozích dvou, dochází zde k šíření kladné kategorické odpovědi směrem k nadtřídám a záporné kategorické odpovědi směrem k podtřídám.

Taxonomické stromy musí být konzistentní s inferenční sítí (systém provádí test konzistence a na případnou nekonzistenci upozorní).

11.3.2 Ukázka práce se systémem

Po spuštění expertního systému otevřeme (nebo vytvoříme) znalostní bázi.



```

FEL EX Expert [pump.feb]
File Edit Consultation Window Help
New Open Save Cut Copy Paste Consult Abort consultation
pump.feb
{
// goal hypotheses
cavitation_suction { (bayesian, 0.7, goal) }
cavitation_discharge { (bayesian, 0.3, goal) }
no_cavitation { (bayesian, 0.5, goal) }

// inner nodes
cav_suc_susp { (logical, or) }
cav_d_susp { (logical, or) }

npshtemp_cs_susp {(logical, and)}
npshtemp_cs_susp {(logical, and)}

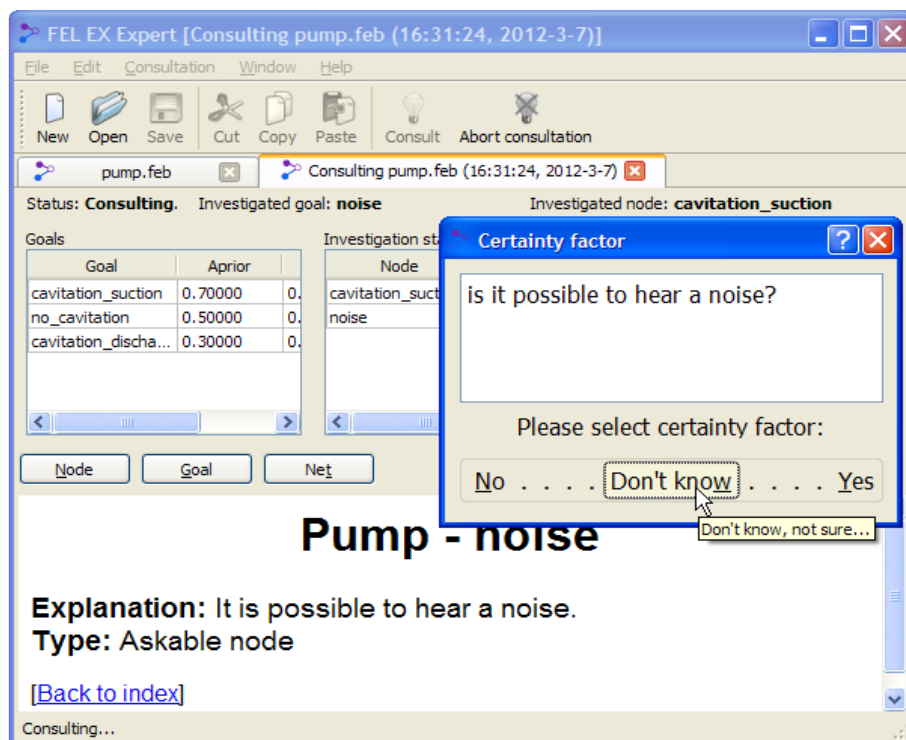
// askable nodes
npshtemp_hi {'NPSH required [m^3/h]'
(bayesian, 0.2)
retriever(value)
translator ( ( 0, 60, 80, 130 ) ( 0, 0.1, 0.2, 1.0 ) ) }

```

Obr. 44 Znalostní báze v programu FEL EX Expert; zdroj: [3]

Systém se nás ptá na dotazovatelné uzly, přitom na pozadí ukazuje nápovědu a aktuální stav pravděpodobností v inferenční síti. Po skončení konzultace systém ukáže cílové hypotézy uspořádané dle jejich pravděpodobností. V nápovědě vidíme vložený obrázek popisující diagnostikovaný systém.

Bázi znalostí můžeme upravovat, když chceme provést konzultaci, stiskneme *Consult*.



Obr. 45 Konzultace v programu FEL EX Expert; zdroj: [3]

Získávání dat

Při konzultaci je třeba získávat data z okolního světa. Tato data mohou být v nejrůznější podobě, je však třeba vždy zajistit jejich převedení na pravděpodobnost, která se použije pro inferenci.

Obecný popis

Systém používá tzv. získávače dat (retriever) a překladače dat (translator). Každý dotazovatelný uzel má přiřazen tyto objekty.

V okamžiku, kdy je třeba se dotázat na dané tvrzení, uvede se do chodu získávač dat, který získá z okolí (uživatel, databáze, měřící karta, externí program...). Každý uzel může mít takovýchto získávačů uvedeno více, pokud selže první (např. při chybě připojení k databázi), volá se další. Pokud i poslední získávač selže, inferenze se ukončí chybou. Získávače se dají sloučit dle typu dat (číslo, interval, a cokoliv jiného), kterým odpoví. Jeden uzel musí mít všechny získávače kompatibilní vzhledem k typu dat.

Překladač je určen typem dat a tedy typem získávače. Obdrží získaná data a přeloží je na pravděpodobnost, která se použije pro inferenci. Překladač je pouze jeden pro každý uzel.

Podobně je třeba získat z prostředí informace o taxonomiích. Ve stávajícím systému je získávač pro taxonomie pouze jeden a nelze ho tedy volit.

Implementované metody

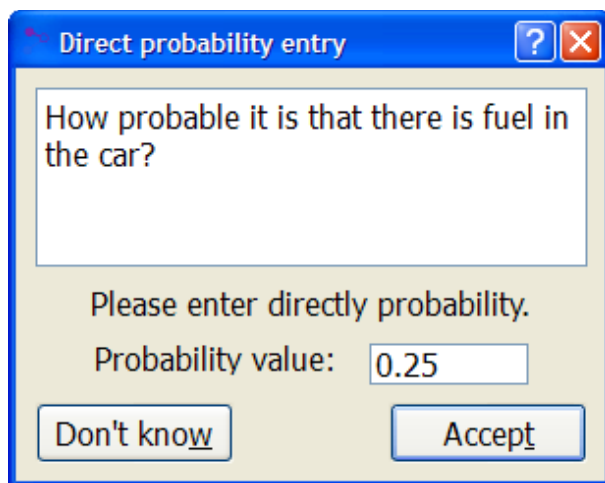
Získávače a překladače se dají vytvářet dle požadavků aplikace³. Zde stručně popíšeme metody získávání a překladu dat, které jsou dostupné v systému FEL EX Expert bez dalších úprav. Vždy je popsán vstup z prostředí Windows a vstup z databáze. Lze též uvést získávač, který vždy odpoví hodnotu „nevím“. Ten lze použít například jako poslední možnost, pokud nechceme ukončit inferenci chybou při chybě předchozích získávačů.

Názvy získávačů jsou vždy ve tvaru <vstup><typ>, kde <vstup> udává, odkud se bude hodnota získávat (např. win pro uživatele ve Windows, db pro databázi) a <typ> udává typ hodnoty (typ uzlu, např. prob pro pravděpodobnost, cf pro činitel jistoty apod.).

Pravděpodobnost

Od uživatele se získá přímo hodnota pravděpodobnosti tvrzení, překlad je zde triviální. Při použití databáze musí být vstupem číselná hodnota pravděpodobnosti. Pokud je hodnota v databázi NULL nebo ?, uvažuje se vstup “nevím”, tj. kopíruje se apriorní pravděpodobnost. Při jiné hodnotě (např. nečíselné) nastává chyba.

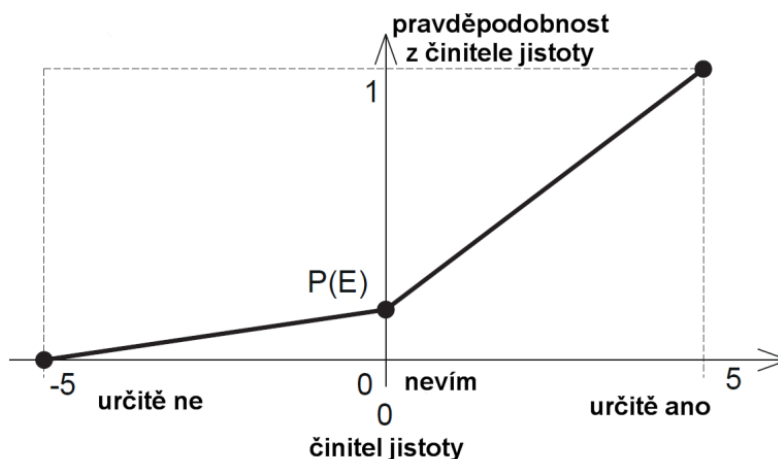
Získávač pro pravděpodobnost získanou od uživatele ve Windows se jmenuje winprob, získávač pro databázi se jmenuje dbprob, získávač „nevím“ má název dnprob.



Obr. 46 Vstup pravděpodobnosti; zdroj: [3]

Činitel jistoty

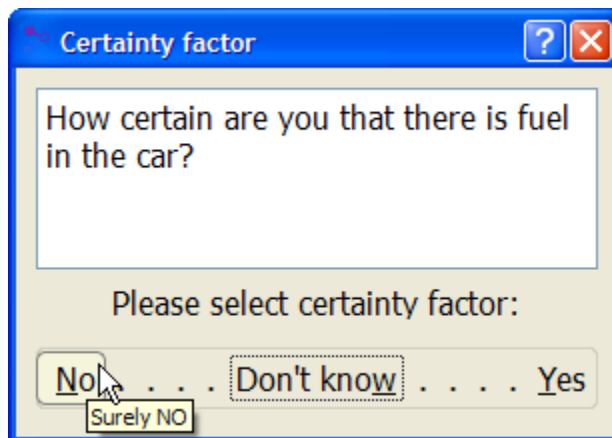
Uživatel může odpovědět *ano/ne/nevím* a případně pomocí dalšího jemnějšího rozlišení mezi těmito hodnotami. Hodnota *ano* se přeloží jako pravděpodobnost 1, hodnota *ne* jako 0, hodnota *nevím* jako apriorní pravděpodobnost tvrzení. Zbylé hodnoty se určí lineární interpolací, jak je ilustrováno na následujícím obrázku.



Obr. 47 Vstup činitele jistoty; zdroj: [3]

Při vstupu z databáze se číselné hodnoty uvažují jako činitele jistoty od -5 do 5. Hodnota *NULL* nebo ? znamená „nevím“, hodnoty *y* a *Y* znamenají Yes (činitel jistoty 5), hodnoty *n* a *N* znamenají No (činitel jistoty -5).

Názvy získávačů jsou postupně (s významem jako výše) *wincf*, *dbcf*, *dncf* (*cf* = *certainty factor*).

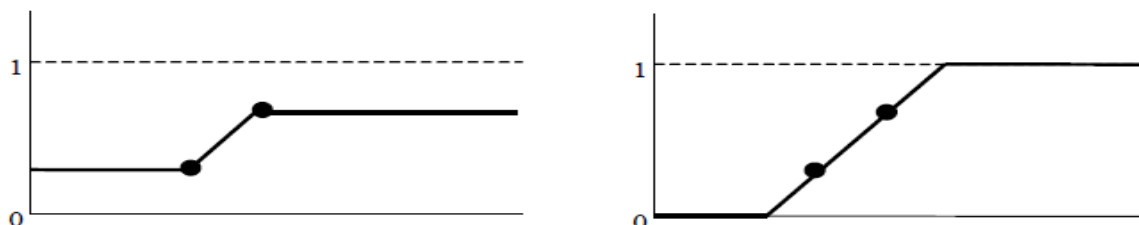


Obr. 48 Vstup činitele jistoty v programu FEL EX Expert; zdroj: [3]

Hodnota

Zde uživatel odpovídá konkrétní numerickou hodnotou pozorované veličiny. Expert zadá významné body a jejich odpovídající pravděpodobnosti. Hodnota od uživatele se na pravděpodobnost přepočítá interpolací (příp. extrapolací) mezi body zadanými expertem. K dispozici jsou dva druhy tohoto

uzlu, které se liší pouze v počítání pravděpodobnosti mimo zadané meze. Jeden (*winvalue* případně *wins*) počítá hodnoty mimo meze jako hodnoty mezí, druhý (*winvaluex*) provádí lineární extrapolaci dle krajních dvou bodů až do hodnoty 0 nebo 1 (viz obrázek).



Obr. 49 Porovnání přepočtu pravděpodobnosti (*wins* a *winsx*); zdroj: [3]

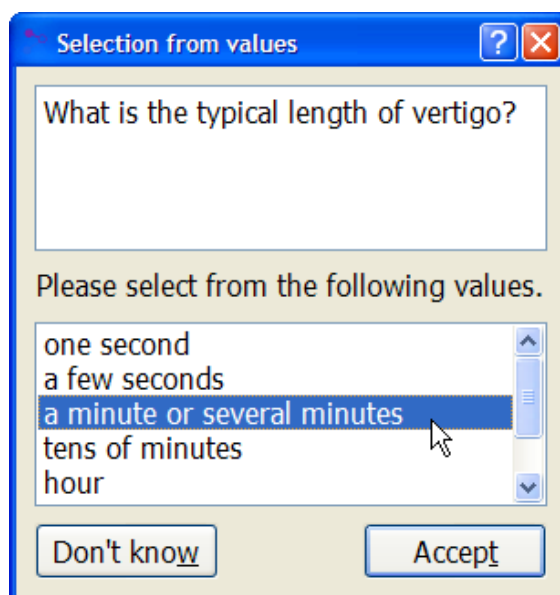
Při použití vstupu z databáze se načítá číselná hodnota, ? opět znamená „nevím“.

Názvy získávačů jsou postupně *winvalue* (*wins*), *dbvalue* (*db*) a *dnvalue* (*dn*) pro první typ a *winvaluex* (*winsx*), *dbvaluex* (*dbsx*) a *dnvaluex* (*dnsx*) pro druhý typ.

Uživatel odpovídá výběrem z nabídnutých možností. Expert zadává možnosti a odpovídající subjektivní pravděpodobnosti, dle kterých se vyhodnotí odpovědi uživatele. V databázi je tato odpověď uložena buď jako pořadové číslo volby (1, 2, 3, ...) nebo jako písmeno volby (a, b, c, ...). Názvy získávačů jsou postupně *winchoice*, *dbchoice*, *dnchoice*.

The image shows a standard Windows-style dialog box titled "Numerical value". It has a question mark icon and a close button (X) in the top right corner. The main text inside the dialog asks "What is the temperature? (°C)". Below this text is a large empty text area. Underneath that, it says "Please enter numerical value." followed by the text "Numerical value:" and a small text input field containing the number "35". At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Don't know" on the left and "Accept" on the right.

Obr. 50 Vstup přesné hodnoty; zdroj: [3]



Obr. 51 Výběr z možností; zdroj: [3]

Práce se systémem

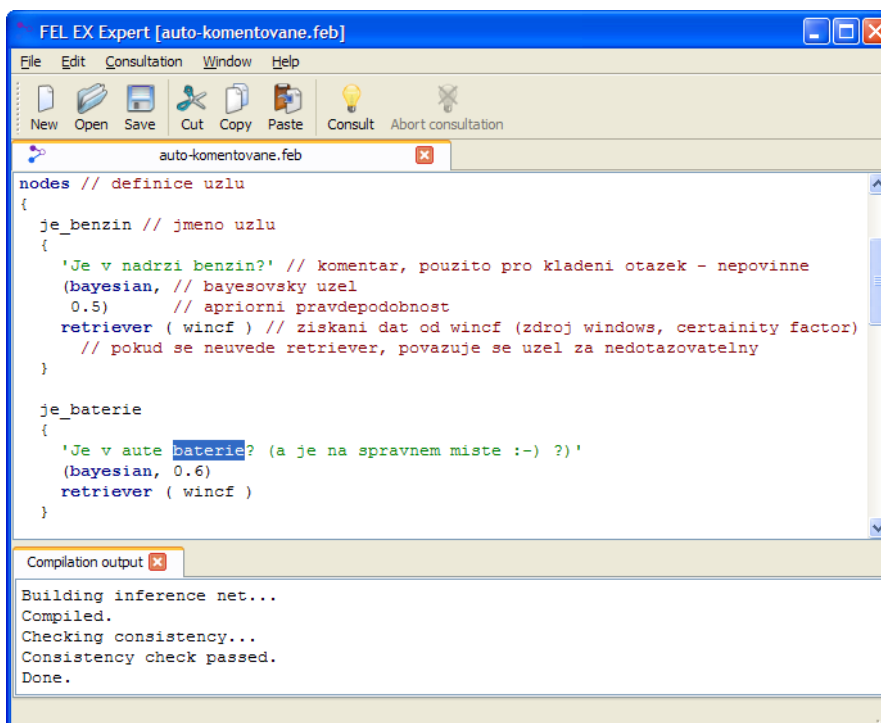
V této kapitole je popsána práce se systémem z hlediska uživatele, tj. vytváření báze znalostí, vytváření inferenční sítě a konzultace.

Obecné informace

V systému lze mít najednou otevřeno více bází znalostí nebo více konzultačních oken (v jednom okamžiku může být spuštěna pouze jedna konzultace). Bázi znalostí lze otevřít pomocí položky menu `File->Open`, novou bázi znalostí lze vytvořit pomocí `File->New`. Rozložení oken lze spravovat pomocí menu `Window`.

Editor báze znalostí

Po otevření báze znalostí se vytvoří okno s editorem. Pro editaci lze použít standardní prostředky systému Microsoft Windows. Používané příkazy jsou dostupné z menu `Edit`. Tvar báze znalostí je popsán výše.



Obr. 52 Editor báze znalostí; zdroj: [3]

Vytvoření inferenční sítě

Inferenční síť se vytvoří pomocí `Consultation->Build inference net`. Po zvolení se otevře informační okno, ve kterém lze nalézt informace o úspěšnosti překladu textového tvaru báze znalostí do vnitřní reprezentace inferenční sítě.

Pokud nebyl překlad úspěšný, vypíše se příčina chyby a kurzor v editačním okně je přemístěn za místo této chyby. Po úspěšném překladu lze spustit konzultaci.

Konzultace

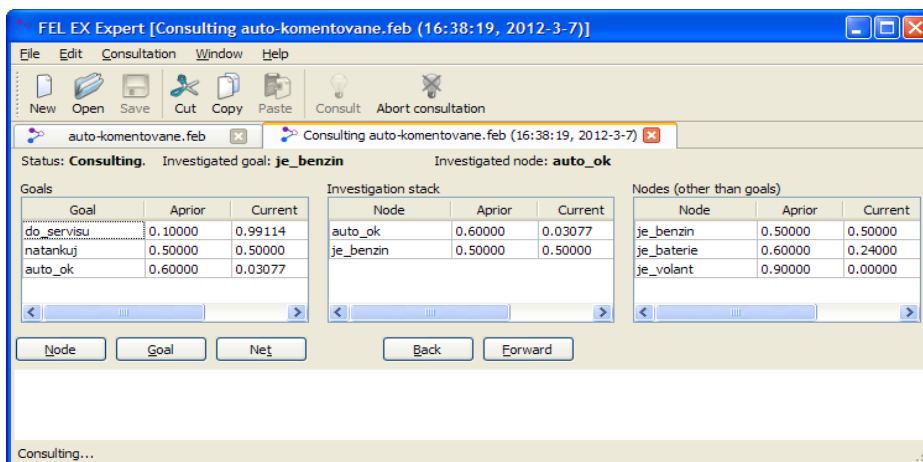
Konzultace se spustí pomocí `Consultation->Consult`. Pokud je již vytvořená (přeložená) inferenční síť a nedošlo ke změně báze znalostí, použije se tato síť pro konzultaci. Jinak se nejprve automaticky spustí vytvoření inferenční sítě. Konzultaci je možné mít spuštěnou pouze jednu v rámci celé aplikace.

Pokud je vytvořena síť, otevře se konzultační okno a začne konzultace. Pokud jsou definovány dotazovatelné taxonomie, zeptá se systém nejprve na ně. Poté jsou vyšetřovány jednotlivá dotazovatelná tvrzení. Konzultaci lze přerušit pomocí `Consultation->Abort consultation`.

Během konzultace se zobrazují informace o jejím průběhu. Je zobrazen celkový status, vyšetřovaný uzel a vyšetřovaná cílová hypotéza. Dále jsou zobrazeny uspořádané cílové hypotézy („Goals“),

všechny uzly sítě bez cílových hypotéz („Nodes“) a průběh, jak se došlo k dotazovanému uzlu („Investigation stack“).

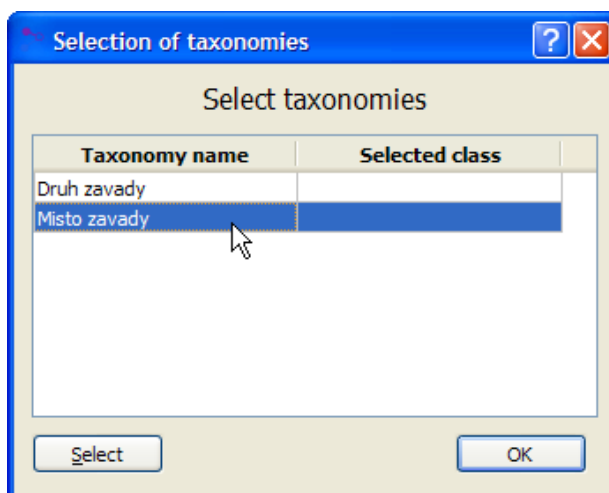
Po skončení konzultace se ohlásí nejpravděpodobnější cílová hypotéza a zůstane zobrazen stav sítě včetně uspořádaných cílových hypotéz. Dále lze opět spouštět konzultaci nad stejnou inferenční sítí pomocí `Consultation->Consult`.



Obr. 53 Informace zobrazované během konzultace; zdroj: [3]

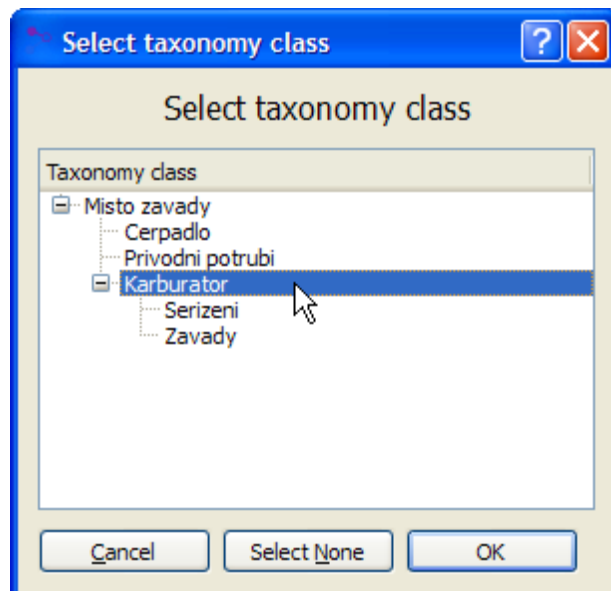
Vstup taxonomie

Pokud jsou definovány dotazovatelné taxonomie, objeví se před vlastní konzultací výzva k volbě taxonomií.



Obr. 54 Výběr taxonomie; zdroj: [3]

Po vybrání taxonomie (tlačítkem `Select` nebo dvojkliknutím myši) lze vybrat konkrétní taxonomickou třídu, která se pak ukáže vpravo od dané taxonomie.



Obr. 55 Výběr taxonomické třídy; zdroj: [3]

Třidu lze vybrat vybráním myši a tlačítkem `OK` nebo dvojkliknutím myši. Tlačítko `Select None` způsobí zrušení výběru této taxonomie.



V této kapitole jsme představili programové systémy pro práci s expertními systémy.

Fuzzy Toolbox je sbírka funkcí, postavených na programovém systému MATLAB, který poskytuje nástroje pro vytvoření a editaci závěrů fuzzy systému. Můžeme také integrovat naše fuzzy systémy do prostředí Simulinku. Tento toolbox se hodně opírá o grafické uživatelské rozhraní (GUI), které nám umožňuje uskutečnit danou úlohu.

LFLC 2000 (Linguistic Fuzzy Logic Controller) je specializovaný software, jenž je založen na principech teorie fuzzy logiky a umožňuje odvozovat závěry na základě nepřesného popisu určité situace pomocí jazykově formulovaných fuzzy IF-THEN (JESTLIŽE-PAK) pravidel. Systém umožňuje realizovat jak fuzzy orientované expertní systémy, tak fuzzy regulátory.

Pravděpodobnostní expertní systém FEL EX Expert je novou verzí programu FEL-Expert. FEL EX Expert nabízí grafické uživatelské rozhraní pro vývoj znalostní báze,

včetně možnosti odladění znalostní báze pomocí sledování průběhu konzultace a sledování aktualizací pravděpodobností v inferenční síti.



1. Na internetu vyhledejte další příklady softwaru, který umožňuje práci s expertními systémy.
2. Popište základní rozdíly mezi systémy MATLAB, Fuzzy Toolbox a LFLC 2000.
3. Vysvětlete pojmy inferenční síť, konzultace a taxonomie v programu FEL EX Expert.



Literatura k tématu:

- [1] POKORNÝ, M., KRIŠOVÁ, Z. *Znalostní systémy*. Olomouc: MVŠO, 2016. 92 s. ISBN 978-80-7455-065-2.
- [2] *LFLC – Linguistic Fuzzy Logic Controller*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Ústav pro výzkum a aplikace fuzzy modelování, 2003.
- [3] *FEL EX Expert 1.0: Uživatelská a systémová dokumentace*. Praha: Certicon, 2012.

Kapitola 12

Příklady jednoduchých modelů pro podporu rozhodování, práce s nimi



Po prostudování kapitoly budete umět:

- navrhnout jednoduchý expertní systém,
- provést testování a ladění báze znalostí systému,
- prakticky pracovat s programy MATLAB, Fuzzy Toolbox, LFLC 2000 a FEL EX Expert.



Klíčová slova:

Bayesovský uzel, apriorní pravděpodobnost, aposteriorní pravděpodobnost, jazykový model.

Nyní si teorii kap. 10 a 11 ukážeme prakticky. Naučíme se pracovat s programovými systémy pro podporu rozhodování (kap. 11) a vytvoříme jednoduché jazykové modely založené na fuzzy logických a pravděpodobnostních přístupech (kap. 10).

12.1 Pravděpodobností jazykový model – Poskytování půjčky

Uvažujme jednoduchý model závislosti výše poskytnuté půjčky PŮJČKA (hypotéza) na finančním rozdílu příjmů a výdajů v rodině – jazyková proměnná ROZDÍL (první evidence), věku žadatele půjčky – jazyková proměnná VĚK (druhá evidence) a doby splatnosti půjčky – jazyková proměnná DOBA (třetí evidence). Sestavme fragment modelu – několik pravidel, která se vyjadřují k situaci, kdy půjčka bude vysoká (jazyková proměnná VYSOKA_PUJČKA).

Tento fragment modelu můžeme formalizovat grafem inferenční sítě (Obr. 12.1).

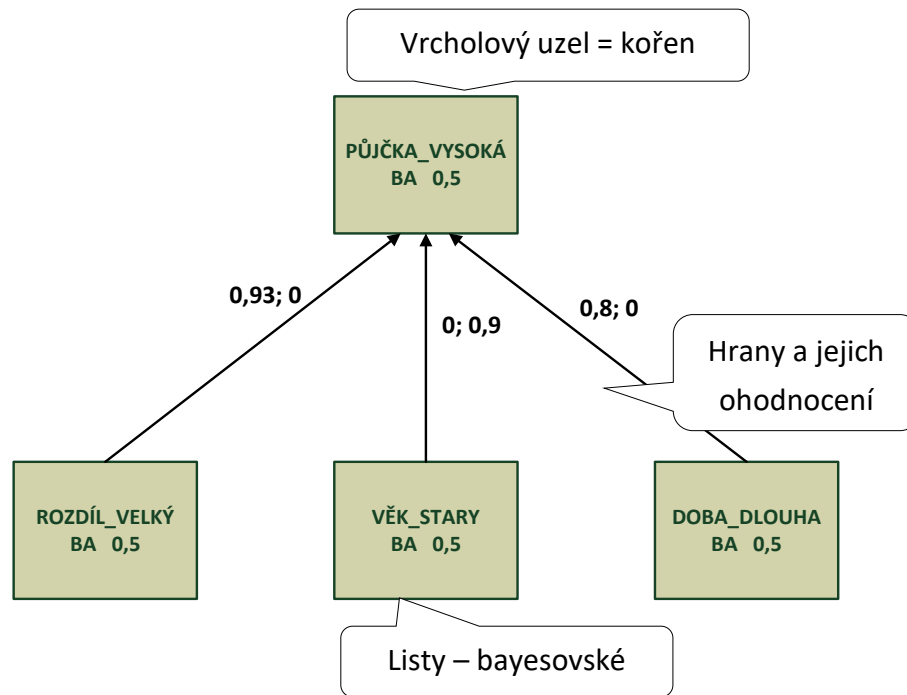
V modelu jsou základem pro reprezentaci báze znalostí pravidla ve tvaru:

$$IF \langle \text{předpoklad } E \rangle THEN \langle \text{závěr } H \rangle WITH \langle \text{pravděpodobnost } P(H|E) \rangle$$

$$ELSE \langle \text{závěr } H \rangle WITH \langle \text{pravděpodobnost } P(H|not E) \rangle$$

Soubor těchto pravidel tvoří orientovaný graf, kde vrcholy jsou tvrzení (E, H) a hrany ohodnocené pravděpodobnostmi tvoří pravidla. Tento graf slouží k reprezentaci znalostí zpracovávaných během inferenčního procesu a nazývá se **inferenční síť**. Ta tvrzení, která vždy reprezentují předpoklady, jsou listy v grafu (vstupní proměnné). Naopak závěry mají pozici kořenů grafu (vrcholové uzly – výstupní proměnné). Ostatní tvrzení jsou tvrzení mezilehlá a mohou představovat jak dílčí závěry, tak předpoklady. Všechny uzly v síti (evidence i hypotézy) mají danou apriorní pravděpodobnost (bayesovské uzly). Bayesovský uzel reprezentuje tvrzení, jehož pravděpodobnost se dá vyhodnotit dle Bayesova vztahu. Aposteriorní pravděpodobnost se určí z pozorovaných předpokladů nebo se získá přímým pozorováním.

Bayesovské uzly = vstupní proměnné.



Obr. 56 Graf inferenční sítě pro jazykový model poskytnuté půjčky; zdroj: vlastní zpracování

Pozn: V některých modelech mohou být využity i logické uzly, které představují dílčí tvrzení či předpoklady. Logický uzel reprezentuje tvrzení, jehož pravděpodobnost se dá vyhodnotit dle logické kombinace předpokladů. Pravděpodobnost tvrzení se vyhodnocuje pomocí vztahů převzatých z fuzzy logiky (rovnice 20, kap. 10).

Současně uvedeme i ohodnocení pravidel (dle prospektorovského modelu) a apriorní pravděpodobnosti.

IF $\langle E_1$: Rozdíl je velký

THEN $\langle H$: Půjčka je vysoká

WITH $\langle P(H | E_1) = 0,93; P(H | \text{not } E_1) = 0 \rangle$

IF $\langle E_2$: Věk je starý

THEN $\langle H$: Půjčka je vysoká

WITH $\langle P(H | E_2) = 0; P(H | \text{not } E_2) = 0,9 \rangle$

IF $\langle E_3$: Doba je dlouhá

THEN $\langle H$: Půjčka je vysoká

WITH $\langle P(H | E_3) = 0,8; P(H | \text{not } E_3) = 0 \rangle$

Apriorní pravděpodobnosti byly zvoleny následovně:

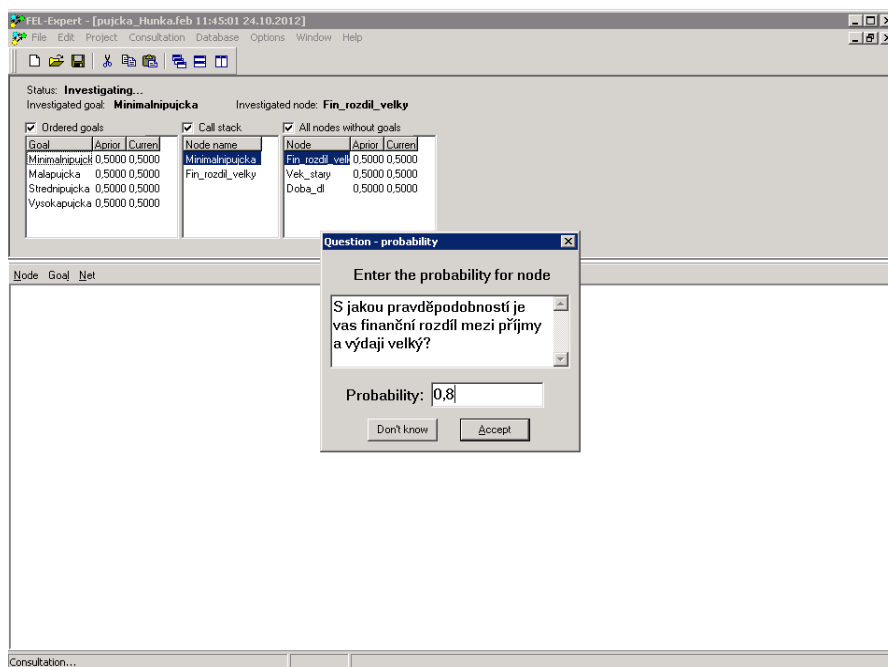
$$P(E_1) = 0,5; P(E_2) = 0,5; P(E_3) = 0,5; P(E_4) = 0,5 \text{ a } P(H) = 0,5.$$

Uživatel postupně zadává odpovědi do systému FEL EX Expert:

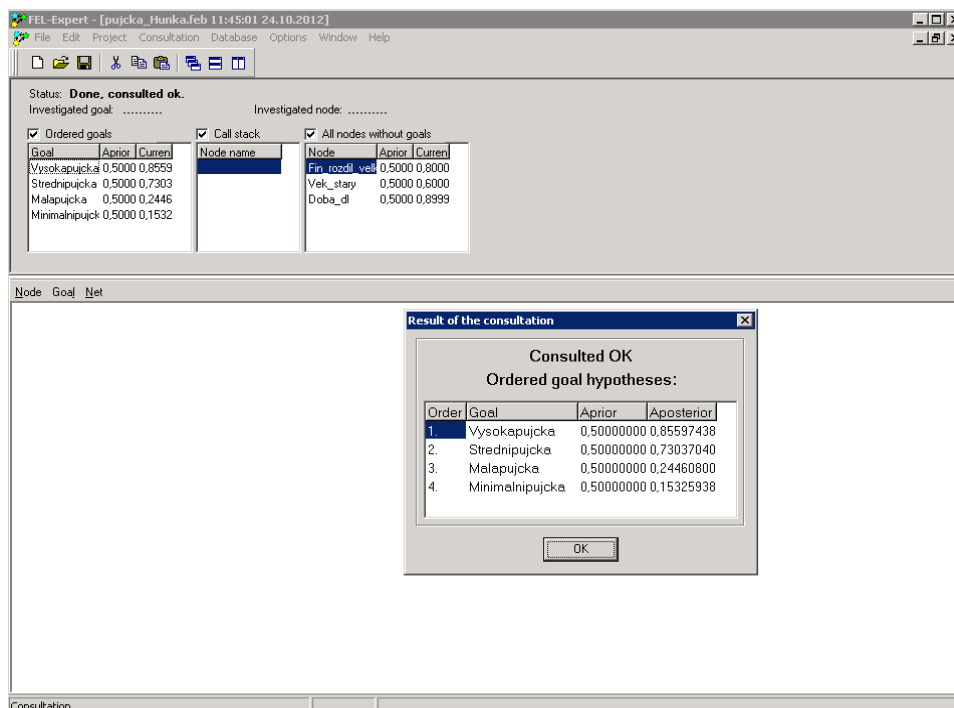
$$P(E_1 | E'_1) = 0,8$$

$$P(E_2 | E'_2) = 0,6$$

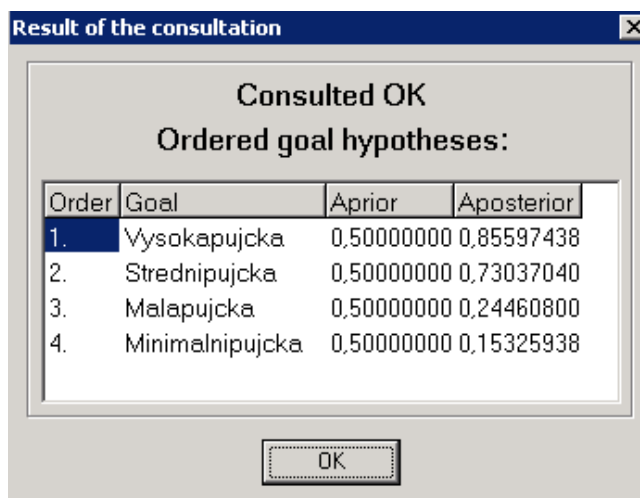
$$P(E_3 | E'_3) = 0,9$$



Obr. 57 Zadávání vstupních číselných hodnot pravděpodobnosti; zdroj: vlastní zpracování



Obr. 58 Nejpravděpodobnější cílové hypotézy; zdroj: vlastní zpracování



The screenshot shows a window titled "Result of the consultation" with a close button in the top right corner. The main content area displays "Consulted OK" and "Ordered goal hypotheses:". Below this is a table with four columns: "Order", "Goal", "Aprior", and "Aposterior". The first row is highlighted in blue.

Order	Goal	Aprior	Aposterior
1.	Vysokapujcka	0,50000000	0,85597438
2.	Strednipujcka	0,50000000	0,73037040
3.	Malapujcka	0,50000000	0,24460800
4.	Minimalnipujcka	0,50000000	0,15325938

An "OK" button is located at the bottom center of the window.

Obr. 59 Detail cílových hypotéz; zdroj: vlastní zpracování

Závěr: Systém FEL EX Expert stanovil důvěru v platnost hypotézy přiznání vysoké půjčky v konkrétní situaci a hodnota cílové hypotézy je 0,86.

12.1 Fuzzy logický jazykový model – Poskytování půjčky

Vytvořme nyní fuzzy logický jazykový model v systému MATLAB, Toolbox.

Uvažujme stejný jazykový model závislosti výše poskytnuté půjčky, který bude založen na fuzzy logických přístupech. Model PŮJČKA se 3 vstupními jazykovými proměnnými (ROZDÍL, tj. rozdíl příjmů a výdajů domácnosti, VĚK, tj. věk žadatele o půjčku, DOBA, tj. doba splatnosti půjčky) a jednou jazykovou proměnnou výstupní – PŮJČKA (tj. výše poskytnuté půjčky) obsahuje následující univerza a jazykové hodnoty.

Tab. 1 Návrh proměnných fuzzy logického modelu; zdroj: vlastní zpracování

VSTUPNÍ JAZYKOVÉ PROMĚNNÉ		
<i>Název proměnné</i>	<i>Rozsah hodnot</i>	<i>Jazykové hodnoty</i>
ROZDÍL (v Kč)	[2000 - 25000]	Maly
		Stredni
		Velky
VĚK (v letech)	[18 - 80]	Mlady
		Stredni
		Starsi
DOBA (v letech)	[2 - 12]	Kratka
		Stredni
		Dlouha
VSTUPNÍ JAZYKOVÁ PROMĚNNÁ		
<i>Název proměnné</i>	<i>Rozsah hodnot</i>	<i>Jazykové hodnoty</i>
PŮJČKA (v Kč)	[2 000 – 50 000]	Minimalni
		Mala
		Stredni
		Vysoka

Implementace modelu je provedena v prostředí Fuzzy ToolBoxu balíku matematických programů MATLAB. Tento program je vybaven možností interaktivní editace jazykových proměnných, jejich jazykových hodnot jakož i inferenčním fuzzy-logickým mechanismem s možností nastavení všech jeho parametrů. Fuzzy ToolBox umožňuje ladění modelu i jeho interaktivní simulaci.

Jazykové hodnoty vstupních proměnných i výstupní proměnné fuzzy-expertního systému jsou v počítači reprezentovány fuzzy množinami.

Tab. 2 Fuzzifikace vstupních proměnných a výstupní proměnné; zdroj: vlastní zpracování

ROZDÍL (v Kč)				
Maly	2000	2000	4000	7000
Stredni	4000	7000	11000	14000
Velky	11000	14000	25000	25000

DOBA (v letech)

Kratka	2	2	2	7
Stredni	2	7	7	12
Dlouha	7	12	12	12

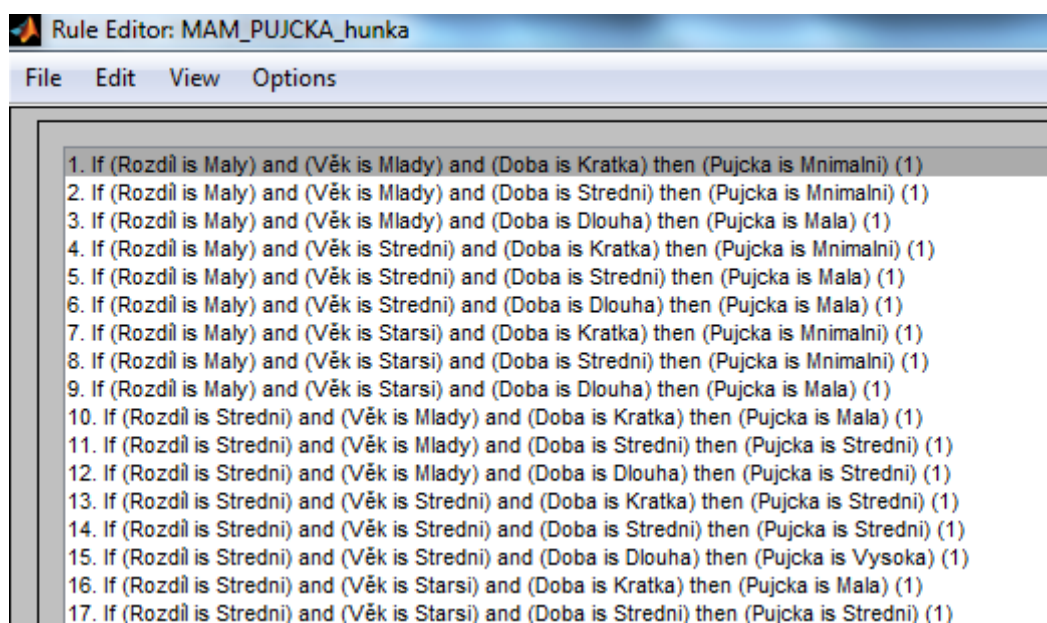
VĚK (v letech)

Mlady	18	18	24	30
Stredni	24	30	45	55
Starsi	45	55	80	80

PŮJČKA (v Kč)

Minimalni	2000	2000	3000	5000
Mala	3000	5000	8000	12000
Stredni	8000	12000	28000	35000
Vysoka	28000	35000	50000	50000

Pravidlová báze znalostí typu MAMDANI, formalizující mentální model pro poskytnutí půjčky má 27 pravidel, jejichž podmínkové části představují všechny kombinace jazykových hodnot vstupních proměnných. Jednotlivé kombinace byly expertně ohodnoceny přiřazením příslušných jazykových hodnot výstupní proměnné PŮJČKA.



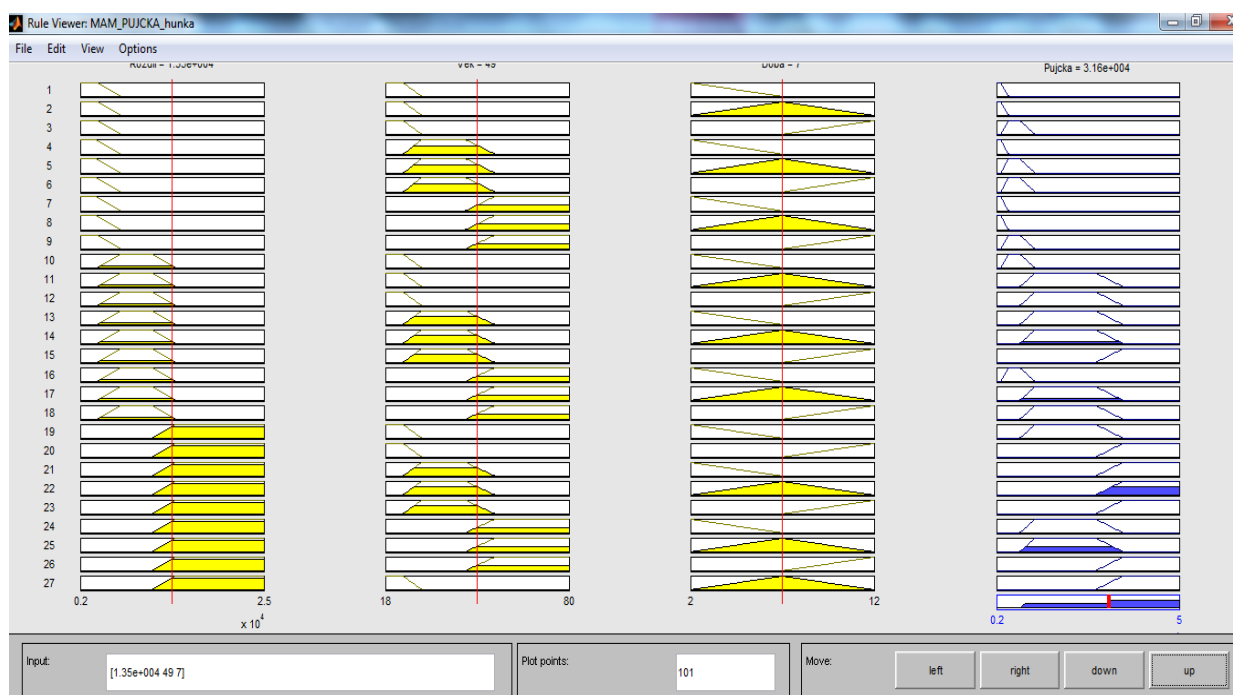
Obr. 60 Fragment jazykových pravidel fuzzy-expertního systému v systému MATLAB; zdroj: vlastní zpracování

Simulační výpočty provádíme tak, že jako vstupy modelu zadáváme číselné hodnoty vstupních proměnných a model vyvozuje odpovídající hodnotu výše PŮJČKY. Číselné velikosti hodnot vstupních proměnných při simulacích jsem volila tak, abych ověřila správnost výpočtů v pravděpodobnostně orientovaných expertních systémech. Tvar vyvozené výstupní fuzzy množiny je v pravém sloupci dole (viz Obr. 60). Současně je červenou čarou uvedena poloha souřadnice těžiště plochy její funkce příslušnosti jako číselná defuzifikovaná (ostrá) výstupní hodnota.

Pro ověření správnosti vyvozené hypotézy VYSOKÁ PŮJČKA v pravděpodobnostních systémech byly zvoleny tyto vstupní hodnoty:

ROZDÍL	VĚK	DOBA
13 000 Kč	52 let	11 roků

Jazykově lze vstupní hodnoty popsat následovně: ROZDÍL mezi příjmy a výdaji je spíše velký, VĚK žadatele je spíše starší a DOBA splatnosti půjčky je spíše dlouhá.



Obr. 61 Simulační interaktivní okno výše půjčky v systému MATLAB; zdroj: vlastní zpracování

Závěr: Výsledná výše PŮJČKY – 33 000 Kč se dá interpretovat jako PŮJČKA **spíše VYSOKÁ**.

12.1 Fuzzy logický jazykový model – Stanovení společenské odpovědnosti firmy

Nyní si prakticky ukážeme práci v systému LFLC 2000. Vytvořme fuzzy logický jazykový, který bude hodnotit společenskou odpovědnost firmy (SOF).

Fuzzy model stanovení společenské odpovědnosti firmy zahrnuje čtyři vstupní jazykové proměnné:

- UPZ - Úroveň péče o zaměstnance
- UEJ - Úroveň ekologického jednání
- UDV - Úroveň dodavatelsko-odběratelských vztahů
- UPR - Úroveň dodržování zákonných povinností

s identickými jazykovými hodnotami

Nízká – NIZ, Střední – STR, Vysoká - VYS

Výstupní proměnná fuzzy modelu

- CSR - Společenská odpovědnost firmy

s jazykovými hodnotami

Žádná – NUL, Nízká – NIZ, Uspokojiv – USP, Dobrá – DOB, Zvýšená – ZVY, Vysoká - VYS

Jazykový model je představován souborem 81 pravidel typu IF-THEN. Fragment jeho pěti pravidel je uveden v Tab. 3

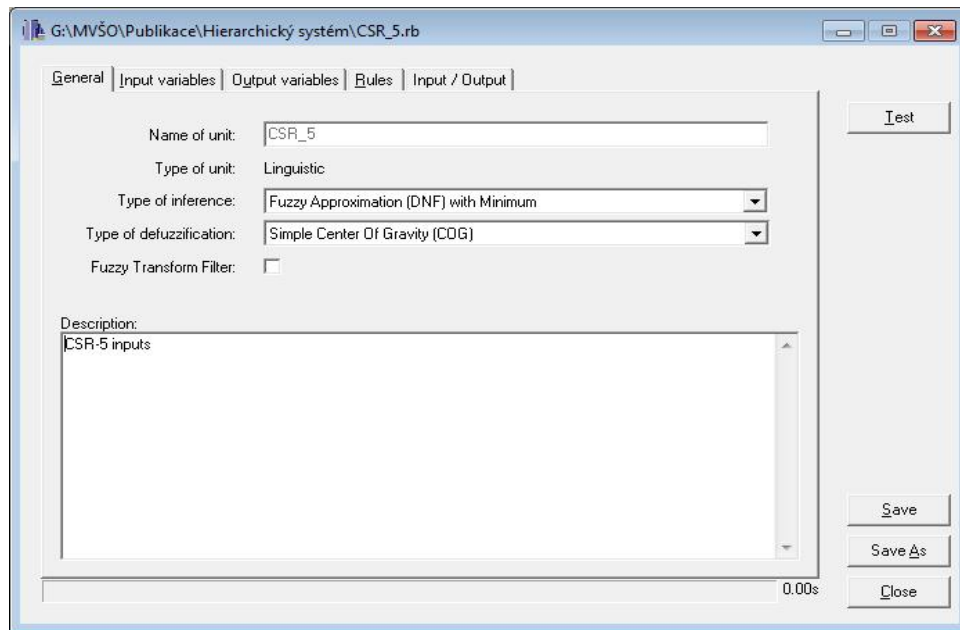
Tab. 3 Fragment pravidel jazykového modelu báze znalostí SOF; zdroj: vlastní zpracování

<p>IF (UPZ is) and (UEJ is) and (UDV is) and (UPR is) THEN (SOF is)</p> <p>or</p> <p>IF (UPZ is) and (UEJ is) and (UDV is) and (UPR is) THEN (SOF is)</p> <p>or</p> <p>IF (UPZ is) and (UEJ is) and (UDV is) and (UPR is) THEN (SOF is)</p> <p>or</p> <p>IF (UPZ is) and (UEJ is) and (UDV is) and (UPR is) THEN (SOF is</p> <p>or</p> <p>IF (UPZ is) and (UEJ is) and (UDV is) and (UPR is) THEN (SOF is)</p> <p>or</p>

Počítačová formalizace jazykového fuzzy modelu je realizována ve vývojovém prostředí prázdného expertního systému a je uvedena v následující kapitole.

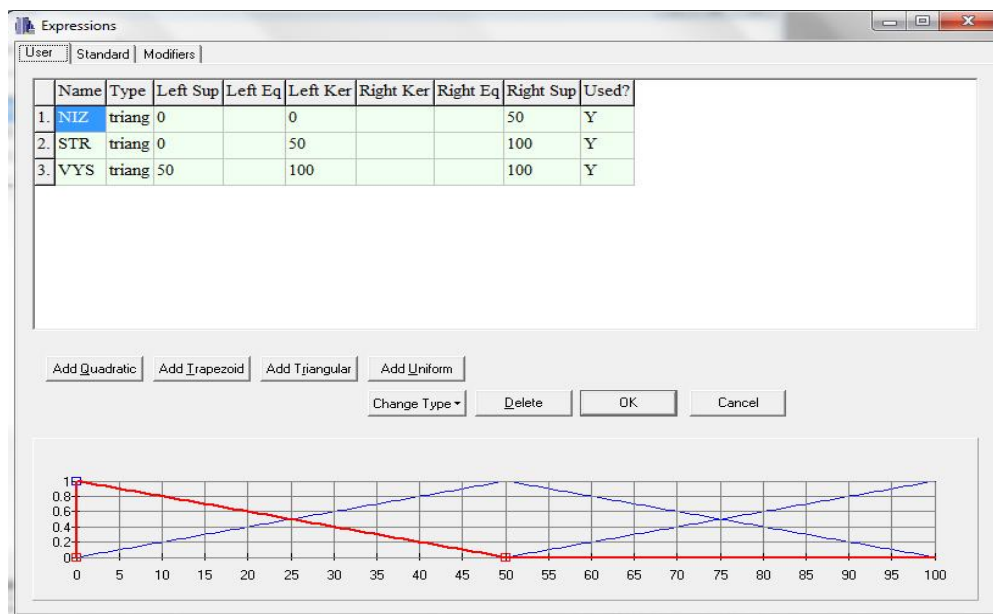
12.1.1 Implementace a simulace funkce expertního fuzzy modulu SOF

Fuzzy logický modul pro stanovení stupně společenské odpovědnosti ekonomického subjektu je implemetován v programovém vývojovém prostředí LFLC v.2000 (Linguistic Fuzzy Logic Controller) [2]. Tento prázdný (shell) expertní systém umožňuje editaci, ladění a testování pravidlových jazykových modelů typu IF-THEN s možností výběru typu ingerenčního a defuzifikačního algoritmu. Jeho základní okno s nastavenými parametry je uvedeno na Obr. 62. Obsahuje název modulu (CSR_5), typ modelu (Linguistic), typ inferenčního mechanismu (Fuzzy Approximation (DNF) with Minimum – tedy Mamdaniho inference), typ defuzifikační procedury (Simple Center of Gravity (COG) – tedy metodu těžiště) a stručný popis modulu (CR-5 inputs).



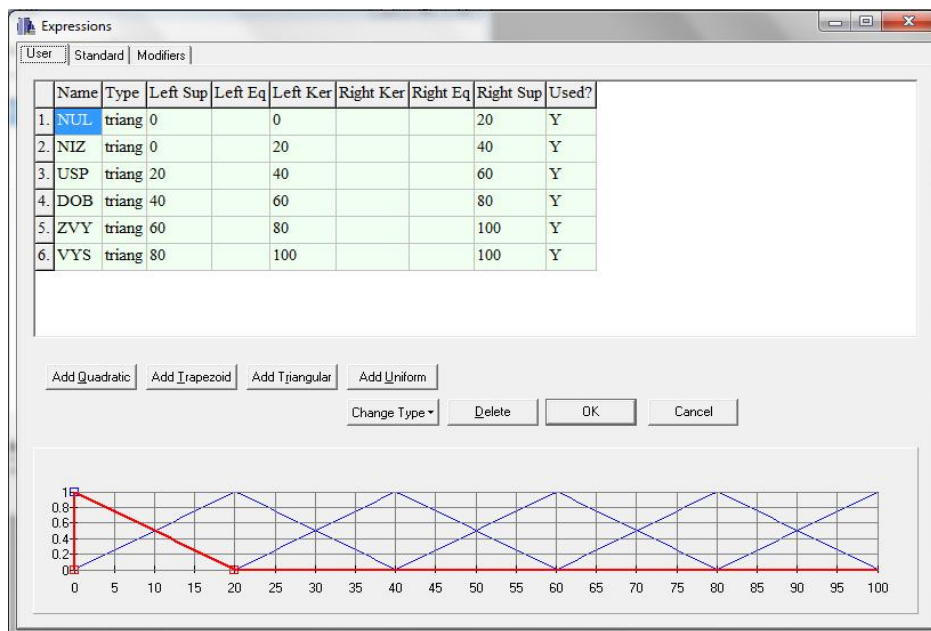
Obr. 62 Základní okno systému LFLC s nastavenými parametry; zdroj: vlastní zpracování

Fuzzy množiny jazykových hodnot vstupních proměnných jsou editovány v interaktivním okně Obr. 63. Jsou editována jména tří jazykových hodnot a body zlomu jejich tří trojúhelníkových fuzzy množin. Ve spodní části okna jsou funkce příslušnosti těchto fuzzy množin znázorněny graficky. Jazykové hodnoty jsou definovány na normovaném rozsahu univerza 0 – 100. Jejich iniciační rozložení je ekvidistantní. Jména jazykových hodnot a jejich fuzzy reprezentace jsou u všech pěti vstupních proměnných identické.



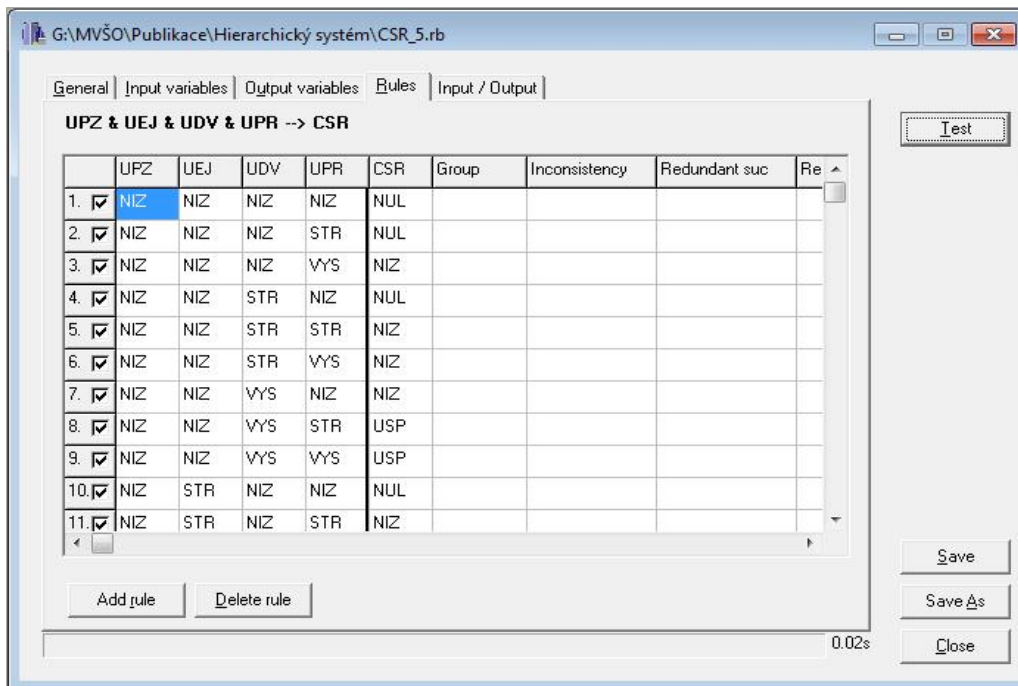
Obr. 63 Okno pro editaci jazykových hodnot vstupních proměnných; zdroj: vlastní zpracování

Okno pro editaci výstupní jazykové proměnné SOF je uvedeno na Obr. 64. Jsou definovány trojúhelníkové funkce příslušnosti jejich šesti jazykových hodnot na normovaném univerz 0-100. Jejich iniciální rozložení je opět ekvidistantní.



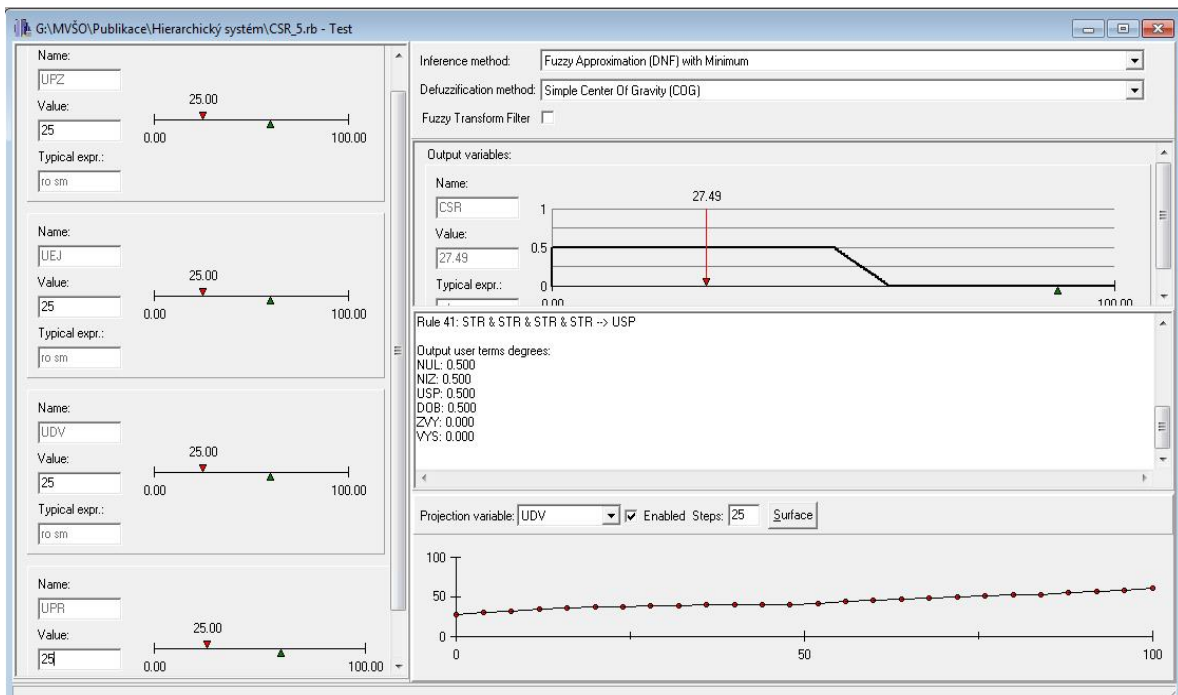
Obr. 64 Okno pro editaci jazykových hodnot výstupní proměnné; zdroj: vlastní zpracování

Okno pro zadání počtu a tvaru jazykových pravidel (obecný jazykový model - báze znalostí) je uvedeno na Obr. 65. Tabulka představuje fragment prvních 11 z celkového počtu 81 pravidel. Jména jazykových hodnot vstupních a výstupní proměnné odpovídají jejich editačním oknům. Ve fázi ladění modelu lze libovolné pravidlo jeho označením zablokovat.



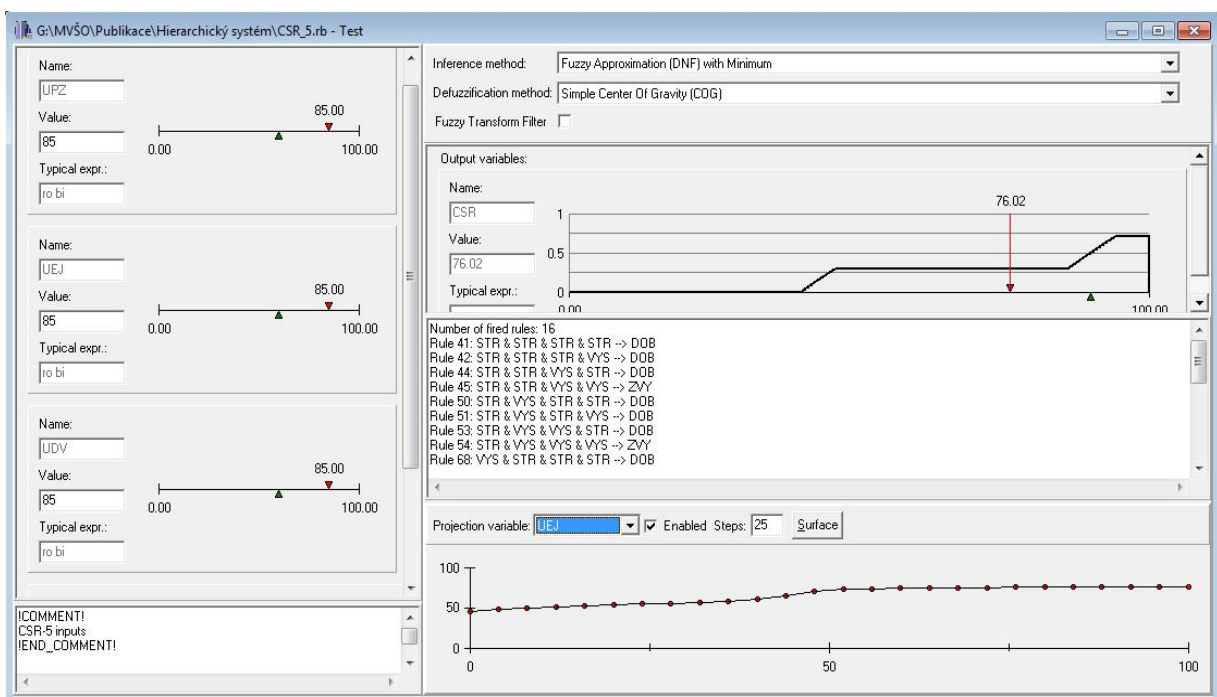
Obr. 65 Okno pro editaci pravidel jazykového modelu; zdroj: vlastní zpracování

Simulační ověření správnosti funkce rozhodovacího modulu jsou provedena v simulačních oknech na Obr. 66 a Obr. 67. V levé části jsou nástroje pro zadání aktuálních hodnot vstupních proměnných – numericky nebo graficky tahem kurzoru. Pravá horní část informuje o tvaru vyvozené funkce příslušnosti výstupní proměnné a její defuzifikovanou hodnotu. Střední část obsahuje informace o průběhu a výsledku vyvození, pravá spodní představuje grafickou závislost hodnoty výstupní proměnné SOF na zvolené proměnné vstupní.



Obr. 66 Simulace firmy s nízkou hodnotou SOF; zdroj: vlastní zpracování

Na Obr. 66 je hodnocení společensky málo odpovědné firmy se vstupními hodnotami UPZ = 25, UEJ = 25, UOV = 25 a UPR = 25. Defuzifikovaná hodnota SOF = 27. Posun k nižším hodnotám výstupu je patrný i na tvaru funkce příslušnosti výstupní fuzzy množiny SOF.



Obr. 67 Simulace firmy s vysokou hodnotou SOF; zdroj: vlastní zpracování

Na Obr. 67 je hodnocení firmy s vysokou společenskou odpovědností se vstupními hodnotami $UPZ = 85$, $UEJ = 85$, $UOV = 85$ a $UPR = 85$. Defuzifikovaná hodnota $SOF = 76$. Posun k vyšším hodnotám výstupu je patrný i na tvaru funkce příslušnosti výstupní fuzzy množiny SOF .

Simulační výpočty potvrzují kvalitativní správnost funkce modelu a jeho schopnost určovat stupeň společenské odpovědnosti firmy na základě relevantních hledisek jako jeho vstupních proměnných.



V této kapitole jsme ukázali praktické využití programových systémů MATLAB, Fuzzy Toolbox, LFLC 2000 a FEL EX Expert. Na jednoduchých jazykových modelech stanovení výše půjčky a určení společenské odpovědnosti firmy, jsme představili aplikaci fuzzy logických a pravděpodobnostních přístupů v praxi. Model stanovení výše půjčky jsme vytvořili jako pravděpodobnostní i jako fuzzy logický, abych zdůraznili skutečnost, že na zvoleném přístupu nezáleží, model musí vždy dávat obdobné výsledky.



1. Vymyslete zadání a prakticky navrhnete jednoduchý jazykový model založený na fuzzy logickém přístupu. Zvolte libovolný programový systém pro jeho realizaci.
2. Navrhnete expertní systém pro podporu rozhodování o typu aktivity ve volném čase. Jako varianty aktivit uvažujte procházku, návštěvu kina, návštěvu diskotéky a organizovaný výlet. Při rozhodování přihlédněte k finančním nárokům aktivity a k počasí.
3. Expertní systém z úkolu 2 navrhnete jako fuzzy logický i jako pravděpodobnostní. Srovnajte výsledky simulací (měly by být obdobné).



Literatura k tématu:

- [1] POKORNÝ, M., KRIŠOVÁ, Z. *Znalostní systémy*. Olomouc: MVŠO, 2016. 92 s. ISBN 978-80-7455-065-2.
- [2] *LFLC – Linguistic Fuzzy Logic Controller*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Ústav pro výzkum a aplikace fuzzy modelování, 2003.
- [3] *FEL EX Expert 1.0: Uživatelská a systémová dokumentace*. Praha: Certicon, 2012.

Seznam literatury a použitých zdrojů

- [1] POKORNÝ Miroslav, LAVRINČÍK Jan, *Teorie systémů I*, Olomouc, 2009, ISBN 978-80-87240-09-0.
- [2] ČERNÝ, J. *Základy teorie systémů*. VŠE Praha, FM, 2001, ISBN 80-245-0231-3.
- [3] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy – Podnik v informační společnosti*. 3. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2012, 328 s. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [4] POŽÁR, Josef. *Manažerská informatika*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2010, 360 s. ISBN 978-80-7380-276-9.
- [5] LUDVÍK, Miroslav. *Teorie bezpečnosti počítačových sítí*. Praha: Computer Media, 2008, 98 s. ISBN 80-86686-35-3.
- [6] LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. *Bezpečnostní technologie, systémy a management V*. Zlín: Radim Bačuvčík - VerBuM, 2015, 368 s. ISBN 978-80-87500-67-5.
- [7] KOCH, Richard. *Manažer 80/20 : dosáhněte co nejlepších výsledků s co nejmenším úsilím*. Praha: Management Press, 2013. ISBN 978-80-7261-263-5.
- [8] SKOŘEPA, M., *Rozhodování jednotlivce: teorie a skutečnosti*, Karolinum Praha 2005, ISBN 8024609606.
- [9] JANČÍKOVÁ, Zora. *Teorie systémů* [online]. Ostrava: VŠB - TU, 2012, 84 s. ISBN 978-80-248-2561-8. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/TS/Teorie%20systemu.pdf>
- [10] PROCHÁZKA, J. *Softwarové inženýrství*. Ostravská univerzita Ostrava, 2008.
- [11] NOVÁK, Luděk; POŽÁR, Josef. *Systém řízení informační bezpečnosti*. In *Pracovní příručka bezpečnostního manažera*. 1. vydání. Praha: Policejní akademie ČR v Praze a Česká pobočka AFCEA, 2011, s. 104. ISBN: 978-80-7251-364-2.
- [12] KOCH, Miloš [et al.]. *Management informačních systémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. 171 s. ISBN: 978-80-214-4157-6.
- [13] ŽÁK Milan, *Velká ekonomická encyklopedie*. Praha: Linde 2002. Heslo Outsourcing, str. 554.
- [14] STÝBLO Jiří, *Outsourcing a outplacement: vyčleňování činností a uvolňování zaměstnanců*. Praha: ASPI, 2005 - 114 s. ISBN 80-7357-094-7
- [15] LÖFFELMANN, Jiří. *Krok za krokem projektem ERP* [online]. ERP Forum, 2009.
- [16] LEON, Alexis. *Enterprise Resource Planning 3rd Edition*. New Delhi: McGraw-Hill, 2012. S. 440.
- [17] CHLEBOVSKÝ, Vít. *Management zákaznických řešení: Jak efektivně tvořit a spravovat individualizovaná řešení zákaznických potřeb*. Praha: Grada, 2017, 128 s. ISBN 978-80-271-0559-5.
- [18] ČECH, P. *Znalosti, inženýrství a znalostní inženýrství*. IMEA, UHK, Fakulta informatiky a managementu [cit. 2018-10-07]. URL: <http://explorer.uhk.cz/pc/www/resources/articles/my/znalosti_inzenyrstvi_a_znalostni_inzenyrstvi_imea_0>
- [19] VLČEK, J. *Systémové inženýrství*. ČVUT Praha, 1999, ISBN 80-01-01905-5.
- [20] KOTEK, Z. A KOL.: *Metody rozpoznávání a umělá inteligence*, In.: *Kybernetika ve výzkumu a výuce*, ČSVTS FE VŠSE, Plzeň, 1983.

- [21] OBITKO, M.: *Uživatelská příručka k systému FEL-EXPERT 4.1*. Praha: ČVUT, 2003.
- [22] NOVÁK, V. *Základy fuzzy modelování*, BEN Praha, 2000, ISBN 80-7300-009-1.
- [23] HRŮZOVÁ, H. a kol. *Manažerské rozhodování – cvičebnice s řešenými příklady*. VŠE Praha, 2004, ISBN 80-245-0486-3.
- [24] VLČEK, J. *Znalostní inženýrství*. Neural Network World, ČVUT & AV Praha, 2003, ISBN 80-903298-0-2.
- [25] POKORNÝ, M., KRIŠOVÁ, Z. *Znalostní systémy*. Olomouc: MVŠO, 2016. 92 s. ISBN 978-80-7455-065-2.
- [26] DVORÁK, J.: *Expertní systémy*. Bro: VUT, Fakulta strojního inženýrství, 2004.
- [27] POKORNÝ, M., SROVNAL, V. *Systémy s umělou inteligencí*. 1. vyd. Ostrava: VŠB, 2012. 214 s.
- [28] *LFLC – Linguistic Fuzzy Logic Controller*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Ústav pro výzkum a aplikace fuzzy modelování, 2003.
- [29] *FEL EX Expert 1.0: Uživatelská a systémová dokumentace*. Praha: Certicon, 2012.

Seznam obrázků

Obr. 1	Jednoduchá struktura systému, zdroj: [1]	11
Obr. 2	Struktura systému a subsystému, zdroj: [1]	12
Obr. 3	Regulační systém se zpětnou vazbou, zdroj: [1]	14
Obr. 4	Schéma funkcí IS a jejich řízení, zdroj: [3]	21
Obr. 5	Postup analýzy rizik, zdroj: [5]	31
Obr. 6	Matice zranitelnosti, zdroj: [5]	34
Obr. 7	Rozhodovací proces, zdroj: [8]	40
Obr. 8	Vztah mezi stupněm abstrakce a množstvím dat, informací a znalostí, zdroj: [8]	42
Obr. 9	Návodné otázky k vytvoření myšlenkové mapy, zdroj: [8]	45
Obr. 10	SWOT analýza, zdroj [8]	47
Obr. 11	Blokové schéma diagnostického expertního systému; zdroj: [3]	50
Obr. 12	Architektura vícevrstvé neuronové sítě, zdroj: [1]	52
Obr. 13	Schéma genetického algoritmu, zdroj: [1]	53
Obr. 14	Schéma informační strategie, zdroj: [11]	64
Obr. 15	Struktura ERP systému, zdroj: [15]	76
Obr. 16	Schéma řízení CRM, zdroj: [17]	81
Obr. 17	Schéma funkcí a vazeb CRM systému Helios, zdroj: [17]	82
Obr. 18	Role informací a znalostí v procesu rozhodování; zdroj: [1]	88
Obr. 19	Mentální modelování; zdroj: [1]	89
Obr. 20	Výchozí chápání role znalostního inženýra; zdroj: [1]	90
Obr. 21	Role znalostního inženýra; zdroj:[1]	91
Obr. 22	Funkce příslušnosti obyčejné množiny; zdroj: [1]	101
Obr. 23	Funkce příslušnosti fuzzy množiny; zdroj: [1]	101
Obr. 24	Aproximace typu S; zdroj: [1]	102
Obr. 25	Aproximace typu Z; zdroj: [1]	103
Obr. 26	Aproximace typu trojúhelník; zdroj: [1]	103
Obr. 27	Aproximace typu lichoběžník; zdroj: [1]	103
Obr. 28	Okno FIS Editoru; zdroj: [1]	111
Obr. 29	Typy funkcí příslušnosti; zdroj: [1]	113
Obr. 30	Okno Membership Function Editor; zdroj: [1]	113
Obr. 31	Okno Rule Editor; zdroj: [1]	114
Obr. 32	Simulační okno; zdroj: [1]	115
Obr. 33	Surface Viewer Editor; zdroj: [1]	116
Obr. 34	Úvodní obrazovka LFLC 2000; zdroj: [2]	116
Obr. 35	Okno General v LFLC 2000; zdroj: [2]	118

Obr. 36	Defuzzifikace evaluačních výrazů; zdroj: [2]	120
Obr. 37	Metoda těžiště; zdroj: [2]	120
Obr. 38	Vstupní a výstupní proměnné v LFLC 2000; zdroj: [2]	121
Obr. 39	Standardní typy funkcí příslušnosti; zdroj: [2]	123
Obr. 40	Okno pro tvorbu pravidel; zdroj: [2]	125
Obr. 41	Testovací okno v programu LFLC 2000; zdroj: [2]	126
Obr. 42	Grafické vyjádření jednoho pravidla; zdroj: [3]	128
Obr. 43	Příklad inferenční sítě složené z více pravidel; zdroj: [3]	128
Obr. 44	Znalostní báze v programu FEL EX Expert; zdroj: [3]	131
Obr. 45	Konzultace v programu FEL EX Expert; zdroj: [3]	132
Obr. 46	Vstup pravděpodobnosti; zdroj: [3]	133
Obr. 47	Vstup činitele jistoty; zdroj: [3]	134
Obr. 48	Vstup činitele jistoty v programu FEL EX Expert; zdroj: [3]	134
Obr. 49	Porovnání přepočtu pravděpodobnosti (wins a winsx); zdroj: [3]	135
Obr. 50	Vstup přesné hodnoty; zdroj: [3]	135
Obr. 51	Výběr z možností; zdroj: [3]	136
Obr. 52	Editor báze znalostí; zdroj: [3]	137
Obr. 53	Informace zobrazované během konzultace; zdroj: [3]	138
Obr. 54	Výběr taxonomie; zdroj: [3]	138
Obr. 55	Výběr taxonomické třídy; zdroj: [3]	139
Obr. 56	Graf inferenční sítě pro jazykový model poskytnuté půjčky; zdroj: vlastní zpracování	143
Obr. 57	Zadávání vstupních číselných hodnot pravděpodobnosti; zdroj: vlastní zpracování	144
Obr. 58	Nejpravděpodobnější cílové hypotézy; zdroj: vlastní zpracování	145
Obr. 59	Detail cílových hypotéz; zdroj: vlastní zpracování	145
Obr. 60	Fragment jazykových pravidel fuzzy-expertního systému v systému MATLAB; zdroj: vlastní zpracování	147
Obr. 61	Simulační interaktivní okno výše půjčky v systému MATLAB; zdroj: vlastní zpracování	148
Obr. 62	Základní okno systému LFLC s nastavenými parametry; zdroj: vlastní zpracování	151
Obr. 63	Okno pro editaci jazykových hodnot vstupních proměnných; zdroj: vlastní zpracování	151
Obr. 64	Okno pro editaci jazykových hodnot výstupní proměnné; zdroj: vlastní zpracování	152
Obr. 65	Okno pro editaci pravidel jazykového modelu; zdroj: vlastní zpracování	153
Obr. 66	Simulace firmy s nízkou hodnotou SOF; zdroj: vlastní zpracování	154
Obr. 67	Simulace firmy s vysokou hodnotou SOF; zdroj: vlastní zpracování	154

Seznam tabulek

Tab. 1	Návrh proměnných fuzzy logického modelu; zdroj: vlastní zpracování	146
Tab. 2	Fuzzifikace vstupních proměnných a výstupní proměnné; zdroj: vlastní zpracování	146
Tab. 3	Fragment pravidel jazykového modelu báze znalostí SOF; zdroj: vlastní zpracování	150

Teorie ekonomických systémů

Ing. Lukáš Pavlík

PhDr. Mgr. Zdeňka Krišová, Ph.D.

Vydala Moravská vysoká škola Olomouc

Tř. Kosmonautů 1288/1

779 00 Olomouc

Odborná redakce:

Výkonný redaktor: RNDr. Ing. Miroslav Rössler, CSc., MBA

Odpovědný redaktor: doc. et. doc. PhDr. Mgr. Kateřina Ivanová, Ph.D.

Technický redaktor: Bc. Michaela Nováková

1. vydání

Olomouc 2018

Text neprošel jazykovou úpravou. Za obsahovou stránku nesou odpovědnost autoři.

ISBN: 978-80-7455-091-1