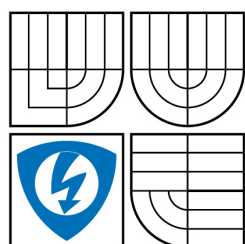


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

VYHODNOCENÍ ZDROJŮ ENERGIÍ
ENERGY SOURCES EVALUATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN ADAMEC

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. VÁCLAV JIRSÍK, CSc.

BRNO 2008

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Vyhodnocení zdrojů energií

Bakalářská práce

Specializace: Automatizace a měřicí techniky

Student: Jan Adamec

Vedoucí: doc. Ing. Václav Jirsík, Ph.D.

Anotace:

V práci je rozebrána problematika vyhodnocení zdrojů energií při rekonstruování objektu anebo při novostavbě. V textu jsou popsány reprezentanti zdrojů tepla pro dané zdroje energií. Je zde vytvořen hrubý náhled, jak postupovat při hledání vhodného zdroje energie. Tato problematika byla řešena za pomoci diagnostického expertního systému NPS32. Vytvořená báze znalostí by mohla být využita pro podporu prodeje, nebo i samotným uživatelům pro snazší orientaci v této problematice.

Klíčová slova v českém jazyce :

Zdroje energií, vyhodnocení zdrojů energií, expertní systém, diagnostický expertní systém NPS32, báze znalostí

Brno University of Technology

Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Control, Measurement and Instrumentation

Energy sources evaluation

Bachelor's thesis

Specialisation of study: Automation and measuring technique

Student: Jan Adamec

Supervisor: doc. Ing. Václav Jirsík, Ph.D.

Abstract:

This thesis analyses the problems of energy sources evaluation during the reconstruction of an object or new building. There are described representatives of heat sources for given energy sources in text. rough view of how to proceed in searching for acceptable energy source is made here. this problematics is solved by the help of diagnostic expert system NPS32. created knowledge base could be used for sale support or for users for easier orientation in this problematics.

English keywords:

Energy sources, energy sources evaluation, expert systems, diagnostic expert system NPS32, knowledge base

Bibliografická citace

ADAMEC, Jan. *Vyhodnocení zdrojů energií*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 67s., 4s.příloh. doc. Ing. Václav Jirsík, Csc..

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma "Vyhodnocení zdrojů energií" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Václavu Jirsíkovi, Ph.D. za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále pak rodičům za neocenitelnou podporu ve studiu.

V Brně dne :

Podpis:

OBSAH:

1.	ÚVOD	10
2.	EXPERTNÍ SYSTÉMY (ES).....	12
2.1	HISTORIE A SOUČASNOST UMĚLÉ INTELIGENCE (UI).....	12
2.2	ARCHITEKTURA EXPERTNÍHO SYSTÉMU	14
2.3	UŽIVATELSKÉ PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ.....	14
2.4	TYPY NEURČITOSTI	16
2.4.1	<i>Bayesovské uvažování</i>	<i>17</i>
2.4.2	<i>Definice Bayesovské sítě</i>	<i>17</i>
2.4.3	<i>Markovova vlastnost.....</i>	<i>18</i>
2.4.4	<i>Problém kauzality.....</i>	<i>19</i>
2.4.5	<i>Konstrukce Bayesovské sítě.....</i>	<i>19</i>
2.5	BÁZE ZNALOSTÍ	19
2.5.1	<i>Reprezentace znalostí.....</i>	<i>20</i>
2.5.2	<i>Predikátová logika</i>	<i>20</i>
2.5.3	<i>Pravidla.....</i>	<i>21</i>
2.5.4	<i>sémantické sítě.....</i>	<i>22</i>
2.5.5	<i>Rámce</i>	<i>23</i>
2.5.6	<i>Formální logika.....</i>	<i>24</i>
2.5.7	<i>Objekty</i>	<i>24</i>
2.5.8	<i>Hybridní reprezentace</i>	<i>24</i>
2.6	INFERENČNÍ MECHANISMUS	25
2.6.1	<i>Inferenční stroj.....</i>	<i>25</i>
2.6.2	<i>Přímé a zpětné řetězení pravidel.....</i>	<i>26</i>
2.6.3	<i>Logické odvozování.....</i>	<i>28</i>
2.6.4	<i>Indukce</i>	<i>29</i>
2.6.5	<i>Tabule.....</i>	<i>29</i>
2.6.6	<i>Démoni</i>	<i>30</i>
2.6.7	<i>Porovnávání obrazců</i>	<i>30</i>
2.7	TVORBA EXPERTNÍHO SYSTÉMU	31
2.7.1	<i>Životní cyklus expertního systému.....</i>	<i>31</i>
2.7.2	<i>Analýza problému.....</i>	<i>31</i>
2.7.3	<i>Vymezení požadavků.....</i>	<i>32</i>
2.7.4	<i>Prozatímní návrh.....</i>	<i>33</i>
2.7.5	<i>Rychlé prototypování.....</i>	<i>33</i>
2.7.6	<i>Získávání znalostí.....</i>	<i>34</i>
2.7.7	<i>Zvolení aplikační oblasti</i>	<i>35</i>

2.8	VOLBA SYSTÉMU	37
2.8.1	<i>FEL-EXPERT</i>	37
2.8.2	<i>Informační a expertní systém pro zem. techniku</i>	37
3.	ZDROJE ENERGÍÍ.....	40
3.1	HODNOCENÍ ZÁSTUPCI SYSTÉMŮ VYTÁPĚNÍ PRO URČITÉ ZDROJE ENERGÍÍ	40
3.2	POPIS NEJBĚŽNĚJI POUŽÍVANÝCH SYSTÉMŮ PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV V SOUČASNOSTI	41
3.3	ZDROJ TEPLA - KOTEL NA ZEMNÍ PLYN	41
3.3.1	<i>Výhody</i>	41
3.3.2	<i>Nevýhody</i>	41
3.4	ZDROJ TEPLA – KOTEL NA TUHÁ PALIVA	41
3.4.1	<i>Výhody</i>	42
3.4.2	<i>Nevýhody</i>	42
3.5	ZDROJ TEPLA - TEPELNÉ ČERPADLO	42
3.5.1	<i>Výhody</i>	42
3.5.2	<i>Nevýhody</i>	43
3.5.3	<i>Princip tepelného čerpadla země / voda</i>	43
3.6	ZDROJ TEPLA - TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ	44
3.6.1	<i>Výhody</i>	44
3.6.2	<i>Nevýhody</i>	44
3.6.3	<i>Princip a funkce teplovzdušného vytápění</i>	44
3.6.4	<i>Energetické výhody teplovzdušného vytápění</i>	45
3.7	VÝPOČTOVÁ ČÁST	45
3.8	CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	45
3.8.1	<i>Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210</i>	45
3.9	METODIKA VÝPOČTU TEPELNÉHO VÝKONU PODLE ČSN EN 12 831	46
3.9.1	<i>Postup výpočtu</i>	46
3.10	METODIKA VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ.....	46
3.10.1	<i>Postup výpočtu potřeby tepla pro vytápění</i>	46
3.10.2	<i>Vstupní údaje</i>	47
3.11	EKONOMIKA	48
3.12	EKONOMICKÉ POJMY PRO ZHODNOCENÍ INVESTIC.....	48
3.12.1	<i>Členění nákladů</i>	48
3.12.2	<i>Ekonomické vyhodnocení pojmy</i>	48
3.12.3	<i>Dynamické ukazatele</i>	49
3.12.4	<i>Metoda čisté současné hodnoty (NPV)</i>	49
4.	VYHODNOCENÍ ZDROJŮ ENERGÍÍ.....	53

4.1	ZNALOSTNÍ INŽENÝRSTVÍ	53
4.2	TVORBA BÁZE ZNALOSTÍ.....	54
4.3	POPIS BÁZE ZNALOSTÍ.....	58
4.4	DOSAŽENÉ VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ.....	59
5.	ZÁVĚR	64
6.	LITERATURA.....	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	67

ÚVOD

Očekávaný vývoj cen paliv a energií všech druhů tvoří spojitě nádoby. Při zvýšení cen jednoho druhu energie se poptávka přesune na jiný, levnější druh energie, jehož cena se vlivem tržních mechanismů za určitou dobu opět srovná na cenu původní energie s rozdílem, vyjadřujícím uživatelský komfort.

Vypracováním prognóz vývoje cen paliv a energií je jediná jistota: ceny všech hlavních druhů paliv a energií dlouhodobě porostou.

Zrušením státních dotací, které doposud usměřují ceny paliv a energií, se jejich úroveň ustálí na hodnotách obvyklých v Evropské unii a ceny budou kopírovat inflační vlivy a vývoj EURa k USD. Vyloučena však nejsou prudká zvýšení cen např. v případě vojenských konfliktů v exponovaných oblastech světa. Relativně nejnižší setrvávají ceny pevných paliv domácí produkce (hnědé uhlí). Taktéž stabilní ceny budou zachovány u elektřiny, vzhledem k její převažující výrobě z domácího hnědého uhlí. Rovněž cena elektřiny z jaderných elektráren bude stabilní vzhledem k nutnosti jejího rovnoměrného odběru v průběhu dne i v průběhu roku.

Zemní plyn

V případě zemního plynu je zvýšení ceny důsledkem rostoucích cen paliv na světových trzích a snižování dotací státu. V současné době dotuje stát dodávky zemního plynu pro obyvatelstvo ve výši cca 1 Kč/m³.

Odstraněním dotace se o tuto částku cena zemního plynu dále zvýší. To působí na některé uživatele plynových spotřebičů ke zvažování o eventuálním přechodu zpět na pevná paliva, jejichž ceny jsou výrazně nižší. Značná část majitelů rodinných domků si totiž při plynofikaci obcí ponechala v rezervě původní kotle na tuhá paliva, takže přechod na tento druh vytápění pro ně nepředstavuje zvláštní problém.

Je nevyhnutelné si však uvědomit, že v případě přechodu ze zemního plynu na topení pevnými palivy se nejedná pouze o prostý rozdíl v přímých nákladech na topení, ale především o propastný rozdíl v komfortu topení (pracná manipulace s pevnými palivy, popelem, čistota v objektu a pod.).

Nemluvě o tom, že ČR je plně závislá na dovozu zemního plynu.

V neposlední řadě pak jde o problém znečišťování ovzduší sirnými exhaláty a z toho plynoucí zvýšené zdravotní problémy obyvatel obcí, které plynofikaci finančně podporovaly a které se budou topení pevnými palivy bránit.

Elektřina

Náklady na provoz přímotopů jsou v současné době již neúnosně vysoké zejména proto, že přímotopy nejvíce používají nižší příjmové skupiny obyvatel. Jedná se převážně o malé bytové jednotky, obvykle se dvěma, max. třemi vytápěnými místnostmi. Vzhledem k tomu, že v objektu je již vybudována přípojka elektřiny, dimenzovaná pro příkon potřebný k vytápění, nabízí se možnost přechodu na akumulární topení, které zřejmě i nadále bude patřit mezi relativně levnější způsoby vytápění, protože producenti elektřiny (zejména jaderné elektrárny) mají a nadále budou mít z důvodu obtížné regulace výkonu elektrárenských bloků zájem na odběru proudu v nočních hodinách.

Pevná paliva

V současné době představuje topení hnědým uhlím nejlevnější způsob vytápění. Jak již však bylo uvedeno, má topení hnědým uhlím negativní vliv na kvalitu ovzduší obecně a zvláště pro zdravotní stav obyvatel v blízkém okolí zdroje znečištění, obzvláště pak na samotného uživatele.

Je též nutné si uvědomit, že ceny pevných paliv jsou v současné době na nízké úrovni proto, že poptávka po tomto druhu paliv je zejména ve větších městech relativně nízká. [link6]

1. EXPERTNÍ SYSTÉMY (ES)

Expertní systémy jsou počítačové aplikace, které poskytují expertní rady, rozhodnutí nebo mají doporučit řešení v konkrétní situaci. Expertní systémy mají dva základní moduly, které jsou na sobě víceméně nezávislé. Řídící mechanismus pro odvozování závěrů a bázi znalostí. Znalosti (resp. pravidla) poskytují podklady pro rozhodování řídicího algoritmu.

Expertní systém musí být navržen tak, aby mohl zpracovávat nenumerné a neurčité informace a řešit tak úlohy, které nejsou řešitelné tradičními algoritmickými postupy. [2]

Typické příklady použití expertních systémů: pomáhá uživatelům získat znalosti, specializace na expertní záležitosti, pomáhá organizovat činnosti (např. v průmyslových aplikacích)

1.1 HISTORIE A SOUČASNOST UMĚLÉ INTELIGENCE (UI)

Umělá inteligence původně vznikla jen pro využití v robotice. Roboti s prvky UI dostali označení kognitivní (= vnímavý, hodnotící). Základem UI je počítač, bez počítače by nebylo UI. Počítačovou UI použila ve větším měřítku NASA k řízení a kontrole letu družic. Dle toho, jakou roli hraje počítač v UI, dělíme umělou inteligenci do dvou skupin :

- slabá – počítač je užitečný nástroj
- silná – počítač přímo „myslí“ a pomocí programu i rozumí

r.1941 – první využití elektronického počítače v Německu – užití převážně pro vojenské účely – výpočet drah raket V1 a V2

r.1950 – objevení principu zpětné vazby (Norbert Wiener)

r.1955 – autoři A.Newell a H.A.Simon vyvinuli „The Logic Theorist“, považovaný za první program UI. Program uvádí každý problém jako stromový model a

řešení spočívalo v hledání „větve“, jejíž výsledek byl s největší pravděpodobností ten správný.

r.1956 – otec UI, John McCarthy, zorganizoval konferenci o strojové inteligenci ve Vermontu „The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence“

r.1957 – testování první verze programu „The General Problem Solver“

r.1958 – John McCarthy vytvořil jazyk UI vývojářů LISP (LISt Processing)
= zpracování seznamů

r.1963 – na Carnegie Mellon a na MIT se zformovala první centra výzkumu UI

70.léta – nástup expertních systémů – rozvoj systémů rozeznávání obrazů

- objev fuzzy logiky a neuronových sítí

r.1972 – vytvoření jazyka PROLOG (PROgramming in LOGic)

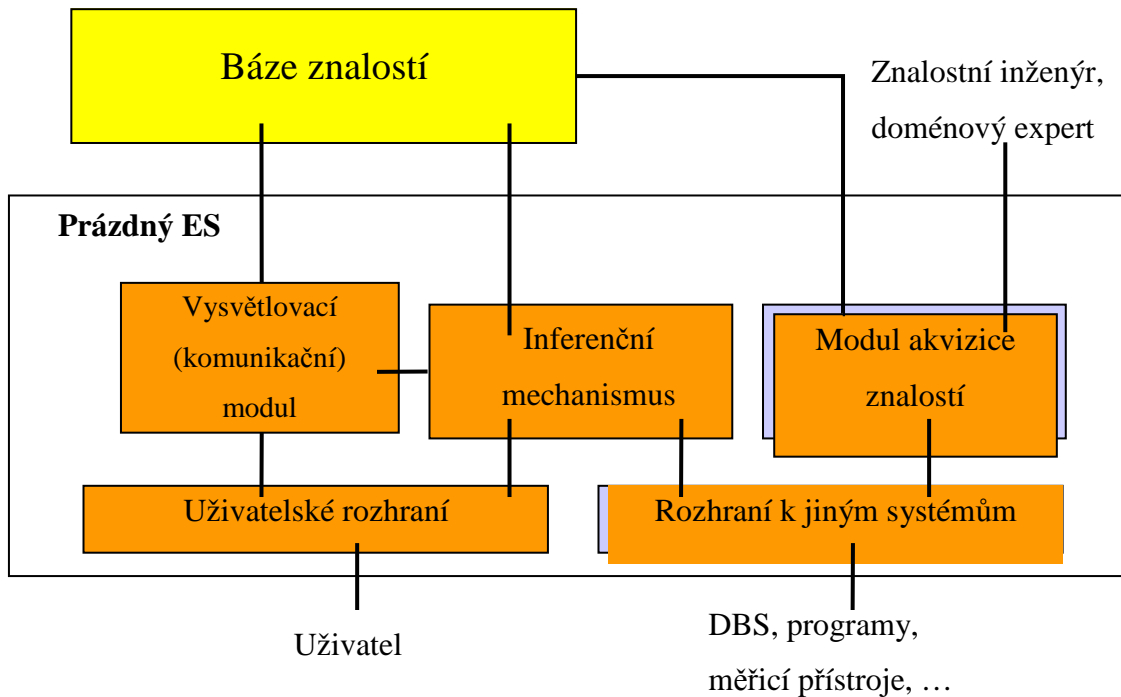
r.1976 – expertní systém MYCIN (používaný k diagnóze chorob)

r.1981 – japonský projekt počítačů páté generace

r.1982 – Hopfieldova neuronová síť

r.1983 – KEE, IntelliCorp [3]

1.2 ARCHITEKTURA EXPERTNÍHO SYSTÉMU



Obrázek 1.4 Architektura ES [4]

1.3 UŽIVATELSKÉ PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Mimo prostředků pro reprezentaci znalostí a využívání jich, jsou ES jako uživatelské programy vybaveny řadou podpurných prostředků podporující uživatelskou komunikaci ve všech fázích jejich tvorby i užívání.

Více než polovinu rozsahu zdrojového textu ES tvoří jeho komunikační modul, který zabezpečuje potřebnou úroveň komunikace (user friendly) s jeho tvůrci i uživateli. A jsou to:

- 1) zabezpečit plynulý dialog
- 2) automatické poskytování hlavních informací o průběhu konzultace
- 3) poskytování vyžádaných informací o bázi znalostí a stavu aktuálního modelu, vysvětlení a zdůvodnění průběhu a výsledků inferenčního procesu

Efektivita celého ES je ovlivněna kvalitou báze znalostí. Proto bývají komunikační moduly vybaveny řadou funkcí a speciálních podpůrných programů pro tvorbu a ladění báze znalostí.

Proces tvorby báze znalostí je možné rozdělit do několika fází:

- nalezení problému
- návrh struktury báze znalostí
- volba reprezentace znalostí
- implementace
- ladění báze znalostí
- užívání báze znalostí

Zvláštní místo zaujímají systémy umožňující tvorbu tzv. automatické báze znalostí. Vycházejí z hodnot nezávisle proměnných x_{jz}^0 a hodnoty závisle proměnných y_{jz}^0 , kde $j = 1, 2, \dots, n$ je množina měřených hodnot vstupních nezávisle proměnných a $z = 1, 2, \dots, Z$ je počet měření.

Každý vektor $\{x_{1z}^0, x_{2z, \dots}^0, x_{nz}^0, y_z^0\}$ lze považovat za podmíněné tvrzení o chování soustavy, pokud $\{x_{1z}^0, x_{2z, \dots}^0, x_{nz}^0\}$ považujeme za jeho antecedent a $\{y_z^0\}$ za jeho konsekvent. Z-měření tak poskytne Z-pravidel znalostní báze. Vstupní a výstupní proměnné jsou fuzzyfikovány a ukládány do báze ve formě trojúhelníkových fuzzy čísel. Metoda tvorby automatické báze používá přímé informace obsažené v měřených datech a je jednou z metod tvorby tzv. datových modelů, které využívají k simulaci chování soustavy fuzzy datových algoritmů.

V průběhu ladění báze znalostí, lépe řečeno při jejím ladění ve fázi návrhu, se opakuje následující cyklus:

- test báze na reálných datech
- konzultace výsledků s expertem
- ladění báze znalostí.

Cyklus ladění báze znalostí může být časově náročný a klade dosti vysoké nároky na soustředěnou práci všech zúčastněných.

- Podpůrné prostředky vhodné při tvorbě báze znalostí:

- kontrolní subsystémy, které kontrolují celistvost a úplnost báze znalostí při doplňování o nová data a zajišťují testování báze po jejích úpravách. Sem patří např. systém pro kognitivní analýzu báze znalostí.
- editory báze znalostí zabraňující vzniku syntaktických a sémantických chyb
- vysvětlovací subsystémy usnadňující tvorbu báze znalostí a jsou schopné detailně zpětně konstruovat logický postup uvažování systému
- Prostředky pro efektivní získávání znalostí od experta,
 - pomáhající analyzovat expertovi znalosti
 - kladoucí expertovi doplňující otázky pro zpřesnění struktury znalostí.
 - vyhledávající znalosti nedostatečně jasně vyjádřené
- Induktivní algoritmy pro automatizované získávání znalostí, které se opírají o různé metody a techniky induktivního učení s využíváním trénovací množiny případů. Význam spočívá v :
 - snížení podílu lidské účasti na tvorbě ES
 - úplné odstranění existence experta pro vytváření ES [2]

1.4 TYPY NEURČITOSTI

Principiálně můžeme rozlišit tyto základní typy neurčitosti:

- *neznalost (ignorance). Naše znalosti jsou limitovány, proto jsme si nejistí.*
Např.: Jakými kartami disponuje náš protivník?
- *nahodilost či nedeterminismus fyzikálního charakteru.*
Např.: Která strana mince by mohla padnout?
- *vágnost (pojmu v přirozeném jazyce, atd.) – problém sémantiky. Mnoho tvrzení v přirozeném jazyce je vágních. Např. O určitém člověku konstatujeme, že je malý.*

Bayesovské sítě jsou v dnešní době schopny vypořádat se jen s prvními dvěma druhy neurčitosti. Třetí z nich by bylo možno „zdokonalit“ např. zkombinováním s fuzzy množinami – zřejmě se jedná o otázku budoucího vývoje. V praxi se totiž často provádí diskretizace spojitých náhodných veličin, a z důvodu násilně daných „ostrých“ hranic intervalů se část původní informace vytrácí. Tomu by bylo možno do jisté míry zabránit – samozřejmě za cenu zvýšené výpočetní náročnosti.

1.4.1 Bayesovské uvažování

Bayesovské uvažování slouží k aktualizaci našeho mínění o určitých hypotézách na základě nově přijatých informací (pozorování). K takovéto aktualizaci užíváme Bayes vzorec:

$$p(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) \cdot P(H_i)}{P(E)} = \frac{P(E|H_i) \cdot P(H_i)}{\sum_{j=1}^n P(E|H_j) \cdot P(H_j)} \quad [5]$$

Konvencí je značit jednotlivé hypotézy jako H_i a pozorování (evidenci) jako E .

1.4.2 Definice Bayesovské sítě

Pod pojmem „Bayesovská síť“ rozumíme orientovaný acyklický graf (DAG = directed acyclic graph) $G = (V, E, p)$, kde V je množina uzlů, představující náhodné proměnné, E je množina hran, reprezentujících vztahy závislosti mezi těmito

proměnnými a p s tímto grafem kompatibilní sdružené pravděpodobnostní rozdělení na daných proměnných. Pro každou proměnnou $X \in V$, $i = 1, \dots, n$ přitom musí platit, že je podmíněně nezávislá na množině všech svých tzv. anteriorních uzlů ($A(X_i)$) tj. uzlů, které nejsou jejími potomky, při dané množině PA_i rodičů tohoto uzlu, tedy $p(X_i | A(X_i), PA_i) = p(X_i | PA_i)$.

Každá Bayesovská síť je definována svou strukturou (topologií), která by měla zachycovat kvalitativní stránku vztahů mezi proměnnými, a podmíněnými rozděleními pravděpodobnosti pro každý z uzlů, která kvantifikují vztahy mezi tímto uzlem a jeho rodiči. Dva uzly by měly být spojeny jen tehdy, pokud jeden z nich přímo ovlivňuje či způsobuje druhý, se šipkou, která indikuje směr působení, viz. tzv. Markovova vlastnost.

1.4.3 Markovova vlastnost

V systému nejsou žádné další přímé závislosti kromě těch, které jsou v modelu explicitně zahrnuty prostřednictvím šipek.

1.4.3.1 Lokální a globální sémantika

Každá Bayesovská síť reprezentuje určité sdružené pravděpodobnostní rozdělení $p(X)$, definované na n náhodných proměnných (v praxi to mohou být např. atributy nějakého objektu v databázové tabulce) X_i , $i = 1, \dots, n$. Pro každé $X_i \in V$ existuje nějaká taková minimální množina $PA_i \subseteq \{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}\}$

předchůdců X_i (rodiče daného uzlu v grafu sítě, tzv. Markovovi rodiče), která činí X_i nezávislým na všech jeho ostatních předchůdcích. Jinými slovy, PA_i je jakákoli podmnožina $\{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}\}$, splňující podmínku $p(X_i | X_1, X_2, \dots, X_{i-1}) = p(X_i | PA_i)$ a navíc taková, že žádná vlastní podmnožina PA_i tuto podmínku nesplňuje. Tak je definována tzv. lokální sémantika Bayesovské sítě. Globální sémantika definuje plné sdružené pravděpodobnostní rozdělení jako součin lokálních podmíněných pravděpodobnostních rozdělení:

$$p(X) = p(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n p(X_i | PA_i)$$

[5]

Tzv. Markovova kompatibilita specifikuje, kdy je možno dané sdružené pravděpodobnostní rozdělení $p(X)$ zachytit pomocí určitého grafu.

1.4.4 Problém kauzality

Kauzální interpretace (která je jednou z více možných) vztahů v Bayesovské síti je částí vědecké komunity stále chápána jako spekulativní. V současné době je toto téma stále předmětem četných výzkumů a experimentů. Hlavní výhodou, kterou kauzální sémantika poskytuje, je možnost předvídání důsledků aktivních zásahů (tzv. intervencí) v rámci problémové domény. Bayesovské síť interpretované pravděpodobnostně totiž umožňují jen pasivní zaznamenávání pozorovaných jevů. To by mohlo najít významné uplatnění např. v medicíně, reklamě, apod. Další výhodou by byla schopnost automatizovaně vyhledávat kauzální vztahy mezi jednotlivými veličinami v datových souborech, a tím pomoci získat cenný pohled do problémové domény.

1.4.5 Konstrukce Bayesovské sítě

Bayesovská síť může být zkonstruována v zásadě dvěma způsoby (mohou být ovšem i zkombinovány):

1. doménovým expertem
2. strojovým učením z dat

Pro konstrukci sítě doménovým expertem zatím neexistuje žádná standardizovaná metodologie. Strojové učení sítě z reálných dat se musí umět vyrovnat s často velice rozsáhlým výběrovým prostorem, daty nízké kvality (šumem a chybějícími hodnotami)[5].

1.5 BÁZE ZNALOSTÍ

Báze znalostí (softwarový modul) slouží k efektivnímu zpracování reprezentací znalostí. Je tedy charakterizována nejen programovou podporou pro vložení jednotlivých reprezentací znalostí do paměti, ale také programy pro pružnou

manipulaci s těmito reprezentacemi (strukturování, vyhledávání, rekonstrukce reprezentací, apod.).

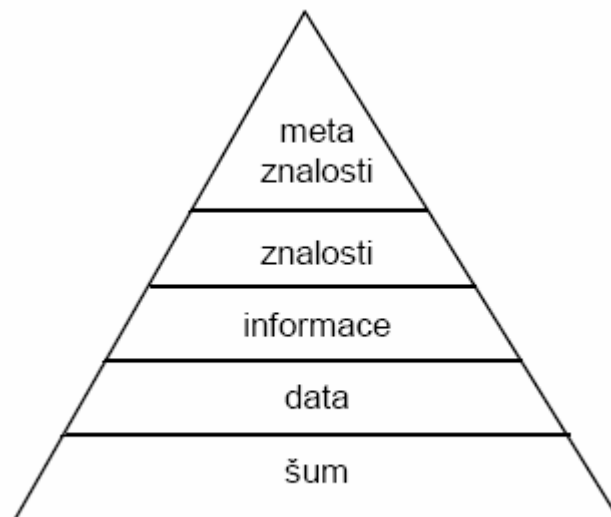
1.5.1 Reprezentace znalostí

V reprezentaci znalostí můžeme hovořit o formální stránce popisu, která je schopna nést a kódovat určité sémantické obsahy a významy znalostí. Znalosti mají v ES nejvyšší prioritu. Tento fakt se dá popsat :

algoritmus + struktura dat = program

znalosti + usuzovací mechanismus = ES

Znalostní hierarchie v ES viz.obrázek 3.1



Obrázek 3.1 Znalostní hierarchie v ES [7]

1.5.2 predikátová logika

Je jedním z dobře prozkoumaných systémů pro reprezentaci znalostí. Původně však byla navržena pro studium relace logického důsledku, avšak (predikátová logika) nebo i teorie prvního řádu prototypem schémat pro reprezentaci znalostí. Byla též zkoumána pro potřeby matematiky, ale brzy se ukázalo (s rozvojem informatiky), že jde o velmi univerzální prostředek, který umožňuje

analyzovat jazykové výrazy nezbytné pro reprezentaci znalostí v mnoha odlišných tématických oblastech.

Na rozdíl od elementárního pohledu dvouhodnotové výrokové logiky, v teoriích prvního řádu zkoumáme samotnou vnitřní strukturu výroků, proto začínáme specifikací jazyka. Jazyk predikátové logiky obsahuje :

- individuové proměnné x, y, z, \dots (nekonečně mnoho)
- predikátové symboly P, Q, R, \dots (konečně mnoho)
- funkční symboly f, g, h, \dots (konečně mnoho) a konstanty a, b, c, \dots (nejvýše konečně mnoho), např.: \cos, \log, \exp
- kvantifikátory $()$
- logické spojky $\neg, \wedge, \vee, \Rightarrow, \Leftrightarrow$

1.5.3 Pravidla

Reprezentace znalostí pravidly jsou: kauzální znalosti, omezení, vysvětlení, strategie, řízení, úsudky, důkazy, rovnicové modely a procedury.

Pokud jde o získávání znalostí podporující pravidlovou reprezentaci, potom to jsou zejména : repertoárové tabulky a metoda protokolové analýzy.

Reprezentace pomocí pravidel mohou mít tvary např. :

IF předpoklad THEN závěr

IF situace THEN akce

IF podmínka THEN závěr AND akce

IF podmínka THEN důsledek1 ELSE důsledek2

Levá část pravidla se nazývá antecedent, podmínková část. Tuto část mohou tvořit individuální podmínky.

Pravá část pravidla za THEN se nazývá konsekvent a může též obsahovat několik akcí či závěrů.

V předpokladovou část mohou tvořit spojky AND a OR, v důsledkové části se může vyskytnout spojka AND. Součástí pravidla může být tzv. kontext, ve kterém je pravidlo uvažováno.

Pravidlo IF E THEN H se často zapisuje také ve tvaru:

$$E \rightarrow H,$$

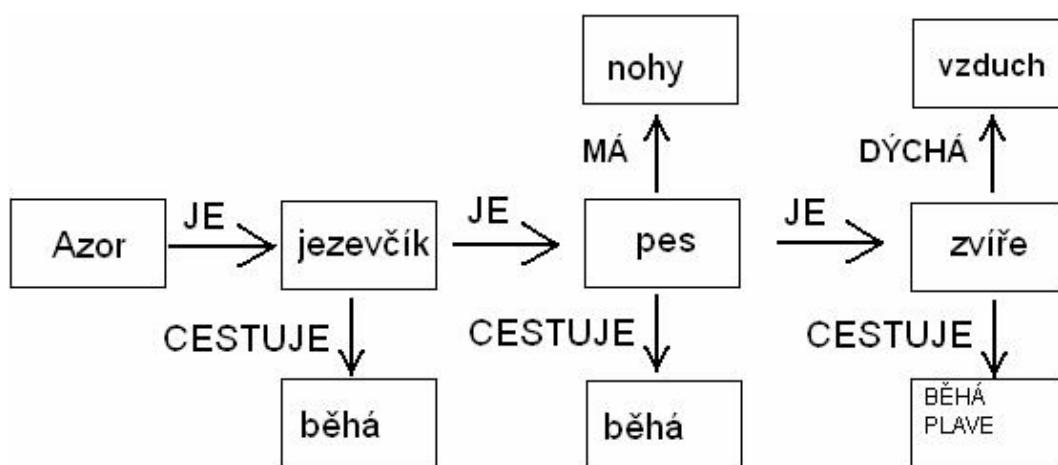
kde E představuje pozorování (evidence) a H znamená hypotézu. Pravidlové systémy se nazývají produkční systémy. Pravidla se od klasických logických systémů odlišují nemonotonním uvažováním a možnostmi při zpracování neurčitosti. Neurčitost se může vyskytnout jak v předpokladech pravidla, tak i pravidla jako celku.

Produkční pravidla, byla původně jako přepisovací pravidla užívána v teorii automatů, formálních gramatikách a při navrhování programovacích jazyků. Mnoho znalostních systémů má základy právě v pravidlech, či kombinuje pravidla s jiným způsobem reprezentace.

1.5.4 sémantické sítě

Sémantická síť dokáže popisovat realitu jako objekty v nějakých vzájemných vztazích (relacích). Sémantická síť má přirozenou grafovou reprezentaci. Objekty jsou uzly a relace mezi nimi jsou hrany v grafu. Používají se některé typické relace:

- is-a (ISA): is an instance of, vyjadřuje, že některý konkrétní objekt (instance) patří do určité třídy objektů
- a-kind-of (AKO): vyjadřuje hierarchii tříd
- a part-of: vyjadřuje, že objekt (třída objektů) je tvořen částmi (např. klávesnice a myš jsou součásti počítače). Příklad viz. Obr.3.4



Obr. 3.4 Příklad sémantické sítě

1.5.5 rámce

Rámce jsou schémata s hierarchickou strukturou reprezentující znalosti pomocí vhodných „nižších“ objektů, vztahů a vlastností. Rámce jsou výhodné pro popis makrostruktur a mikrostruktur objektů, systémů a procesů. Rámce jsou nejvhodnější pro faktualistické znalosti. Z druhů znalostí vyhovují rámcové reprezentaci především : třídy, pokrytí, relace, fakty, terminologie.

Umožňují realizovat tzv. dědičnost znalostí, neboli sdílení těchže vlastností a vztahů mezi několika rámci. Dědičnosti lze velmi efektivně užívat v úsudcích typu „pokud má objekt nalezené vlastnosti, bude mít zřejmě i vlastnosti sdílené“, jak to známe z uvažování v přirozené lidské logice.

Příklady rámců:

Rámec Majetek

Jméno: majetek
Specializace čeho: objekt
Typ: rozsah: (auto, kolo, telefon)
if-added: procedure PŘIDEJ_MAJETEK
if-needed: procedure NAJDI_VLASTNÍKA
Vlastník: rozsah: (doma, privát, mobilní)
Umístění: rozsah: (chybí, špatný, dobrý)
Stav: rozsah: (ano, ne)
Záruka: rozsah: (ano, ne)

Rámec Telefon

Jméno: telefon
Specializace čeho: majetek
Typ: rozsah: (mobilní, pevná_linka)
Výrobce: rozsah: (Samsung, Nokia, Siemens)
Umístění: mobilní
Operátor: rozsah: (T-Mobile, O2, Vodafone)
Displej: rozsah: (monochromatický, barevný)
Fotoaparát: rozsah: (ano, ne)

Rámec Karlův telefon

Jméno: Karluv_telefon
Specializace čeho: telefon
Typ: mobilní
Výrobce: Siemens
Vlastník: Karel Peřina
Operátor: T-Mobile
Displej: barevný)

Stav: dobrý
Záruka: ne

Rámce mohou být *generické* nebo *specifické*. Příkladem generických rámců jsou rámce *Majetek* a *Telefon*, zatímco rámeček *Karlův telefon* je specifický. Rámeček *Telefon* reprezentuje celou třídu *telefonů*, kdežto v případě rámečku *Karlova telefonu* se jedná o jeden určitý konkrétní telefon.

1.5.6 Formální logika

Tento typ reprezentace znalostí má základ v možnostech predikátového jazyka a kalkulu 1.řádu. I když tato reprezentace připomíná (zvláště v aplikacích) reprezentaci pomocí pravidel, znalosti jsou precizněji dány pomocí formulí a termů. Stejně tak role axiomů, (jako výchozích znalostí) a inferenčních pravidel (jako aparátu odvozování nových znalostí), je důsledněji prokreslena. V mnoha případech vycházejí operace s termy z principů tzv. resoluční metody. Programovací jazyky, které podporují reprezentaci znalostí prostředky formální logiky, jsou to jazyky: **LISP, PROLOG a POP.**

1.5.7 Objekty

Reprezentace znalostí pomocí objektů vychází z prostředků objektového programování. Objekty, jako prostředky sdružující pevnou vazbou určitá data a metody ke zpracování těchto dat, přinášejí velmi přirozenou představu procedurální reprezentace znalostí. Typickými schémata pro reprezentaci znalostí jsou tzv. objektové stromy. Mezi zástupce programovacích jazyků podporujících reprezentaci znalostí pomocí objektů patří např. **Smalltalk a Sprinter**

1.5.8 Hybridní reprezentace

Řada prázdných ES umožňuje konstruovat báze znalostí v několika reprezentacích. Např. systém KEE umožňuje využívat jak pravidla, tak rámce a v omezené míře i objekty. Pokud chceme hovořit o hybridní reprezentaci, pak máme na mysli obecnější reprezentační vlastnosti přesahující standardní reprezentace.

Velmi často je nutno navazovat rozhodovací operace na operace výpočetní. V tomto případě se výsledky numerických výpočtů stávají argumenty pravidel nebo objektových struktur.

U 1.generace expertních systémů byl v rámci jednoho systému užíván jen jeden způsob reprezentace znalostí. 2.generace často používají hybridní (kombinované) reprezentace znalostí.

Hybridní reprezentace, které jsou dostupné v nejčastěji používaných prostředcích pro vývoj ES, kombinují pravidlově, rámcově a objektově orientované techniky. Umožňují tzv. modelový přístup k tvorbě systému a umožňují snadnější vývoj modelů. Hybridní systémy, které kombinují rámce a pravidla, používají např. rámce pro reprezentaci strukturálních znalostí a pravidla pro usuzování o těchto znalostech. Rámce také mohou být využívány pro implementaci sémantických sítí.

Zástupci programů: **ACQUIRE, CLIPS, FLEX, G2** [1], [3].

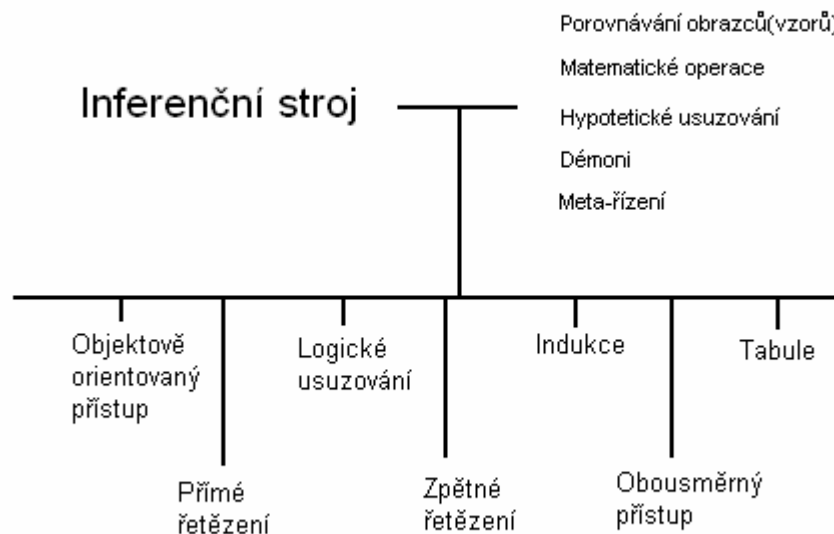
1.6 INFERENČNÍ MECHANISMUS

1.6.1 Inferenční stroj

I když název „inferenční stroj“ je na dnešní dobu poněkud z módy, stále ještě slouží jako český ekvivalent termínům „inference machina“ nebo „inference engine“, které velmi podvědomě naváděly fantazii uživatelům představám, co by takový modul mohl dělat.

Inferenční stroj řídí *průběh operací s bází znalostí* během provozu ES. Uvažujme bázi znalostí složenou z jednotlivých pravidel, pak inferenční stroj rozhoduje o tom, které pravidlo začne nejprve prověřovat, jak bude interpretovat výsledek práce s pravidlem, které další pravidlo bude prověřovat, kam a jak bude ukládat výsledky, které považovat za nové, který vnější program zavolá k získání dat chybějících v bázi znalostí, apod. Kritérium práce inferenčního stroje je korektnost a efektivita průběhu řešení úloh.

Důsledným oddělením funkcí vztahených k řízení práce s bází znalostí se vyvinula poměrně členitá struktura různých modulů a prostředků, které dnešní inferenční stroj využívá, viz. Obrázek 3.7 Inferenční stroj:



Obrázek 4.1 Inferenční stroj [1]

1.6.2 Přímé a zpětné řetězení pravidel

Řešením úloh analytických a zejména pak diagnostických, lze navrhnout ES se zpětným řetězením pravidel. Nýbrž pro řešení úloh návrhových, resp. výběrových, je vhodnější spíše dopředné řetězení pravidel.

1.6.2.1 Při dopředném algoritmu řetězení

se opakují následující tři kroky:

1. Porovnání: Ke zjištění, u kterých pravidel jsou splněné předpoklady, se pravidla ze znalostní báze porovnávají se známými fakty,
2. Řešení konfliktu: Vybírá se pravidlo, dle nějaké strategie z množiny pravidel, splňujících předpoklady.

Řešení konfliktu:

- strategie hledání do hloubky kde se dává přednost pravidlu používající aktuálnější data (data vyskytující se v bázi faktů kratší dobu)
- strategie hledání do šířky, kde jsou upřednostňována pravidla užívající starší data
- strategie složitosti – upřednostňována jsou speciálnější pravidla (pravidla, která mají povícero podmínek)
- strategie jednoduchosti – preferována jsou jednodušší pravidla

3. Provedení: Vykoná se pravidlo vybrané v předchozím kroku. Konsekventem provedení pravidla může být přidán nový fakt do báze faktů, přidání pravidla do báze znalostí apod. Obvykle je přitom uplatňována podmínka, že pravidlo může být uvedeno v činnost jen jednou se stejnou množinou faktů. Mimo pravidel se v bázi znalostí mohou vyskytovat také metapřavidla. Pravidla provádějí uvažování, ale metapřavidla řídí uvažování. Příhodnými aplikacemi pro dopředné řetězení jsou:

- Monitorování a diagnostika řídicích systémů pro řízení procesů v reálném čase, kde jsou data souvisle získávána a měněna, též tam kde existuje málo předběžně určených vztahů mezi vstupními daty a závěry. V těchto aplikacích se z argumentu potřeby rychlé odezvy užívá inferenční síť.
- Problémy zahrnující syntézu např.: navrhování, konfigurace, plánování, rozvrhování, a další. V těchto aplikacích je mnoho možných řešení a pravidla musejí ztvárňovat znalosti jako obecné vzory. Přesné vztahy (inferenční řetězce) pak nemohou být dopředu určeny a musejí být použity systémy porovnávání se vzorem.

1.6.2.2 Zpětné řetězení

Algoritmus zpětného řetězení se skládá z následujících kroků:

1. Utvoř zásobník a vyplň ho všemi koncovými cíli.
2. Shromáždí všechna pravidla schopna uskutečnit cíl na vrcholu zásobníku. Jestliže je zásobník prázdný, konec.
3. Zjistí postupně všechna pravidla z minulého kroku.

a) Pokud jsou všechny předpoklady uskutečněny, vyvod' závěr . Jestliže zkoumaný cíl byl koncový, potom jej odstraň ze zásobníku a dej se zpět na krok 2. Jestliže to byl podcíl (dílčí cíl), odstraň ho ze zásobníku a vrať se ke zpracování předchozího pravidla, které bylo na čas odloženo.

b) Pokud fakty nalezené v bázi faktů nesplňují předpoklady pravidla, pak je výzkum pravidla ukončen.

c) Pokud pro některý parametr domněnky chybí hodnota v bázi faktů, pak se zjišťuje , je-li pravidlo, z kterého by mohla tato hodnota být odvozena. Jestli ano, parametr se vloží do zásobníku jako podcíl, zkoumané pravidlo se na nějaký čas odloží a přesune se na krok 2. V opačném případě se tato hodnota zjistí od uživatele a pokračuje se v kroku 3.a) zkoumáním dalšího předpokladu.

4. Pakliže se pomocí žádného ze zkoumaných pravidel nebylo možné dozvědět hodnotu důsledku, potom daný cíl setrvává neurčen. Odstraní se ze zásobníku a pokračuje se krokem 2. Zpětné řetězení je vhodnější pro aplikace, které mají více vstupů než možných závěrů. Vhodnou aplikací pro zpětné řetězení je diagnostika, kde může člověk komunikovat se znalostním systémem a zadávat data s použitím klávesnice. Mnoho diagnostických systémů byla realizována pomocí inferenční sítě, poněvadž vztahy mezi fakty jsou běžně dobře známy. Dokonalé pro zpětné řetězení jsou taktéž klasifikační problémy. Tento typ aplikace by mohl být implementován buďto prostřednictvím inferenční sítě nebo s použitím vzorů v závislosti na složitosti dat.

1.6.3 Logické odvozování

Jestliže k bázi znalostí patří prostředky jazyka predikátů 1.řádu, potom k inferenčnímu stroji je blíže kalkul 1.řádu (i když nelze nalézt spolehlivou dělicí čáru). Zajisté není překvapivé, že úlohy reprezentované rozsáhlými množinami formulí nelze efektivně řešit intuitivní volbou pořadí analýzy formulí. Resoluční metoda sice umožňuje zjednodušit formule, ale za pořadí výběru formulí k sestavení solvent nezodpovídá. Toto je úloha pro inferenční stroje, který zároveň provádí symbolické operace vázané k resoluční metodě.

1.6.4 Indukce

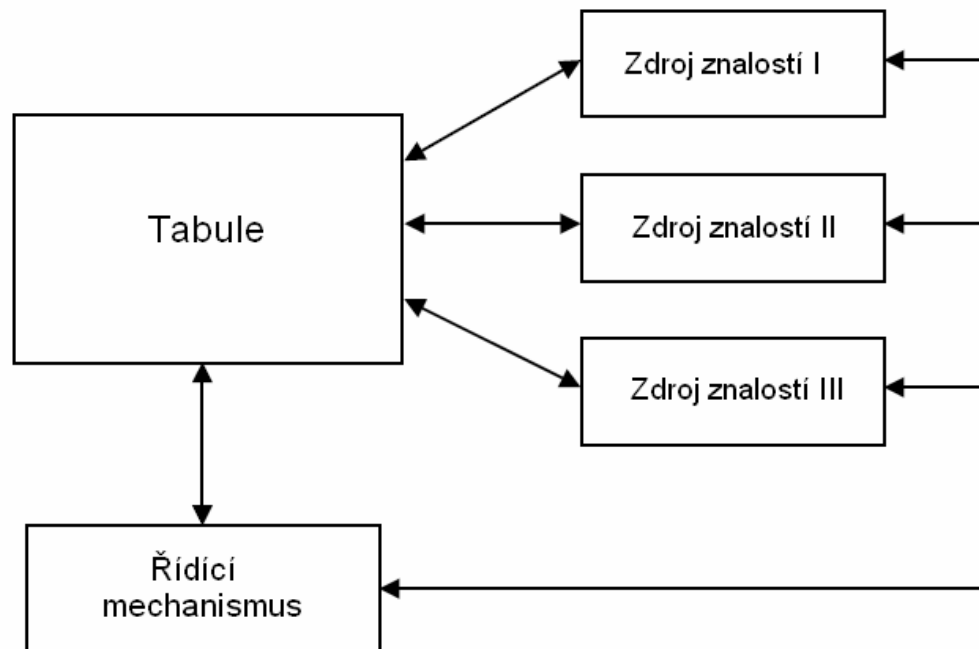
Indukce – přechod od konkrétního k obecnému (od dat ke znalostem).

V souvislosti práce inferenčního stroje jde především o způsobilost symbolického učení dle příkladů, o heuristické strategie zobecňování nekompletních znalostí a jejich využívání k dosažení cílů a o možnosti využívání vyhodnocovacího softwaru k analýze dat a znalostí.

1.6.5 Tabule

Tabule je často brána jako programové rozhraní realizující komunikaci mezi bázemi znalostí, soustřeďující znalosti rozdílného vzniku. Báze znalostí je možné tvořit dle zaměření expertů, aniž by vznikaly problémy s jejich zcelováním. Inferenční stroj přechází od jedné báze znalostí ke druhé (a do jisté míry může tento postup uzpůsobovat). Segmentované báze znalostí jsou běžné nejen v lékařství, ale též v chemickém strojírenství.

Na příkladu v obrázku vidíme, že experti jsou ve třídě s tabulí. Komunikují pouze písemně přes tabuli a k dispozici mají výhradně jeden kousek křídly. Řídicí mechanismus následuje myšlenky expertů, vyhodnocuje eventuální příspěvky a určuje, který expert dostane křídlo.



Obr.4.5 Tabule [4]

1.6.6 Démoni

Démoni jsou specifické programové moduly (většinou pravidlově nebo objektově orientované). Jejich funkce se zakládá výhradně v pozorování výskytů určitých stavů monitorovaného nebo řízeného systému. Když démon zjistí, že stav nastal, odstartuje předběžné zajišťovací akce. V mnoha případech se démoni nalézají po většinu své existence v systému mimo funkci a jejich „způsobitost“ zakročit musí být jinými speciálními moduly neustále kontrolována. (Démoni jsou odolné vůči zákrokům expertů v „živé“ části ES)

1.6.7 Porovnávání obrázců

V souvislosti funkcí inferenčního stroje nejde o složité procedury rozpoznávání obrázců. Jde vlastně o různé procedury prohledávání rozsáhlých souborů identifikátorů a dat. Pro takové operace obvykle nestačí metody lineárního prohledávání a užívají se efektivnější prostředky využívající hlubších znalostí kombinatorické analýzy[1], [6].

1.7 TVORBA EXPERTNÍHO SYSTÉMU

Problematikou vytváření expertních (znalostních) systémů se zabývá *znalostní inženýrství (knowledge engineering)*. Znalostní inženýrství má značné množství společných atributů se softwarovým inženýrstvím. Rozdílnosti se vztahují k typu, charakteru a množství reprezentovaných znalostí. Znalostního inženýrství posuzuje extenzivní, nejasné a špatně určené znalosti, jejichž povahu a množství lze předběžně velice špatně odhadnout. To způsobuje obtíže v ranných etapách vývoje expertního systému při odhadu nezbytného úsilí a při tvorbě návrhu.

U softwarového inženýrství se jedná o dobře definované algoritmické znalosti. Povahu a množství těchto znalostí nutných pro vyřešení daného problému lze dopředu dobře odhadnout.

1.7.1 Životní cyklus expertního systému

Model životního cyklu ES sdružuje *rychlé prototypování a inkrementální vývoj* a zahrnuje tyto fáze:

1. Rozbor problému.
2. Specifikace požadavků.
3. Prozatímní návrh.
4. Počáteční (rychlé) prototypování a vyhodnocování.
5. Definitivní návrh.
6. Implementace (získávání a reprezentace znalostí).
7. Validace (prověření) a verifikace (testování).
8. Změny návrhu.
9. Údržba.

Fáze 6, 7 a 8 se cyklicky opakují pro jednotlivé části (subsystémy) expertního systému.

1.7.2 Analýza problému

Úkolem analýzy je zhodnotit vhodnost použití znalostních technik při řešení daného problému. Kritéria pro toto zhodnocení se mohou dělit do těchto skupin:

Vhodnost aplikace a dostupnost zdrojů.

1.7.2.1 Vhodnost aplikace

Při hodnocení příhodnosti aplikace si klademe následující otázky:

1. Problém se skutečně vyskytuje?
2. Existují pro něj vhodné znalostní techniky?

Tato otázka se dělí na následující dílčí otázky:

- Mohou být napodobovány lidské znalosti k vyřešení problému?
- Znalosti jsou většinou heuristické?
- Je těmto znalostem dobře porozumět a lze je akceptovat?
- Expertízy se opětovaně pozměňují (jsou neměnné)?
- Vstupní data jsou nekompletní nebo neurčitá?
- Znalostní pojetí při řešení je lepší než jiné nástroje?

Odpovědi na tyto otázky mají různou hodnotu a nemusejí být veškeré otázky kladné.

(posuzovány jako celek)

3. Znalostní přístup je oprávněný z pohledu výdajů a přínosů?

1.7.2.2 Dostupnost zdrojů

Posuzování dostupnosti zdrojů vede k následujícím otázkám:

1. Má projekt manažerskou podporu? Jde o:

- dostatek času
- nutné prostředky a školení
- dostatek expertů

2. Je podpora ze strany expertů?
3. Existují experti způsobilí, komunikativní a fyzicky dostupní?
4. Jsou k dispozici jiné zdroje znalostí?

1.7.3 Vymezení požadavků

Vymezení požadavků může mít následující skladbu:

- Úvod.
Charakteristika problému, cílová skupina uživatelů, záměr projektu.

- Význam expertního systému.
Vstupy a výstupy systému, pomocné funkce, implementační priority.
- Omezení.
Hardwarová omezení, externí rozhraní, kompatibilita s předchozími produkty, rychlost, spolehlivost, udržovatelnost, zabezpečení, identifikace chyb.
- Závěrečné požadavky
Metody validace a verifikace, požadavky na dokumentaci, jiné požadavky.

1.7.4 Prozatímní návrh

Prozatímní návrh by měl obsahovat následující body:

1. Vhodný výběr paradigmatu reprezentace znalostí.
 - Pravidla nebo logika
Pro mělké znalosti.
 - Struktury (rámce objekty, sémantické sítě)
Pro hluboké a strukturálně provázané znalosti.
 - Hybridní systémy
Spojení strukturálních znalostí s vlastností odvození.
2. Vhodný výběr metod úsudku: odvíjí se od volby reprezentace.
3. Vhodný výběr prostředků: komerční nebo zákaznický systém?
4. Vhodný výběr lidských zdrojů: znalostní inženýři, vedoucí týmu, experti.
5. Předpoklady vývojového týmu: dány zejména složitostí a rozsahem systému.

1.7.5 Rychlé prototypování

Užívá prostředky jako Lisp, Prolog anebo komerčně dostupné prázdné ES (shells) s cílem snáze vytvořit funkční prototyp finálního systému. Na základě vyhodnocení prototypu musejí být všechna prozatímní rozhodnutí prokázána nebo přepracována.

Počáteční prototyp by měl mít tyto vlastnosti :

- dobré uživatelské rozhraní
- rozumně robustní podmnožinu znalostí.

Pro dobré posouzení aplikovatelnosti budoucích uživatelů.

Prototyp by mohl být po zhodnocení upravován, ale doporučuje se opustit tuto část a započít práci na implementaci ES na základě závěrečného návrhu od počátku.

1.7.6 Získávání znalostí

Akvizice znalostí je proces získávání znalostí ze zdrojů (expertů, textů, ...) a jejich reprezentace v bázi znalostí. Získávání znalostí (knowledge acquisition) je klíčovou činností implementace ES a reprezentuje nejdelší a nejpracnější část vývoje ES.

Proces naplňování báze znalostí probíhá inkrementálně. Postupně jsou implementovány zvládnutelné a relativně celistvé části znalostí tzv. subsystémy. Po realizaci každé části se odehrává testování, kde mohou být provedeny eventuální změny v návrhu.

Existují dvě možnosti získávání znalostí:

1. Získávání znalostí od expertů formou spolupráce mezi znalostními inženýry a experty, kde nejčastější případ je spolupráce v poměru expert : inženýr = 1 : 1. Přičemž čím více je expertů na danou problematiku, tím lépe.

2. Automatizované získávání znalostí (strojové učení)

- od expertů
- z textů
- z dat (data mining)

Proces získávání znalostí od expertů se dělí do třech fází:

1. Obeznamení se s problémem - základní znalosti (spolupráce s expertem, zadavatelem a uživatelem)
2. Získávání obecných poznatků.
3. Získávání specifických znalostí. Práce s jedním expertem se odehrává obvykle formou interview. Musí se brát v úvahu nebezpečí zavlečení nesprávné expertízy. Při práci s více experty je nebezpečí nižší. Bývá založena na panelové diskusi nebo brainstormingu. Práce se skupinou expertů je ale mnohem náročnější na přípravu a celý průběh a také při ní hrozí nebezpečí konfliktů mezi experty. Příprava interview shrnuje optimalizaci a plánování. Optimalizace interview závisí na svědomitém naplánování a účinném řízení průběhu.

Naplánování interview zahrnuje:

- interview se v počáteční fázi koná na pracovišti experta, později (je-li to možné) na pracovišti znalostního inženýra
- průběh interview trvá kolem 2 hodin, určitě ne více než 3
- cíl interview – stanoven na základě přehledu výsledků předchozího sezení

Samozřejmě je nutné experta s plánem interview předem seznámit.

Při akvizici znalostí od experta se užívají tyto techniky:

- Nestrukturované interview: rozhovor, počáteční fáze
- Strukturované interview: cílené dotazy, získání detailního pohledu
- Myšlení nahlas: expert sdílí své myšlenkové pochody při řešení problému
- Pokusit se o řešení problému pod dohledem experta s cílem vcítit se do jeho myšlenkových pochodů
- Metoda repertoárové tabulky. Sloupce této tabulky korespondují s objekty z dané oblasti a řádky odpovídají tzv. konstruktům. Každý konstrukt je reprezentován dvěma mezními vlastnostmi objektů. Políčka tabulky obsahují číselná ohodnocení příslušnosti objektu k jednomu či druhému pólu. Při práci s experty je třeba se vyrovnat s řadou problémů. Jedním z nich je známý paradox znalostního inženýrství: Čím více se experti stávají kompetentními, tím méně jsou schopni popsat znalost, kterou používají při řešení problémů.

Další případné problémy vyplývají z výčtu typů problémových expertů:

- expert se strachem ze ztráty postavení po instalaci ES
- bezohledný expert
- expert nejvyšší autorita oboru
- expert bez ochoty komunikovat
- lhostejný expert [4]

1.7.7 Zvolení aplikační oblasti

Úlohy řešitelné „konvenčními“ systémy od úloh, vyžadující nasazení technik umělé inteligence, nemají jednoznačnou formuli, která by je odlišila. Rozhodování často závisí na subjektivním pohledu znalostního inženýra a na jeho zkušenostech.

Postupem času vznikalo několik schémat, která měla tento rozhodovací úkol usnadnit. Možná nejznámější je dvoukriteriální schéma založené na odhadu vágnosti a komplexnosti dané úlohy:

- S nízkým stupněm vágnosti a komplexnosti jsou řešitelné konvenčními přístupy a nevyžadují nasazení znalostních systémů
- S vysokým stupněm vágnosti i komplexnosti mohou být zvládnutelné dostupnými prostředky

Pro nasazení znalostních systémů jsou vhodné:

- Úlohy s vysokým stupněm vágnosti a nízkým stupněm komplexnosti, práce s neurčitostí
- Úlohy s nízkým stupněm vágnosti a vysokým stupněm komplexnosti, práce s velkým objemem znalostí

Lze uvažovat též dle následujících znaků, zda je vhodné aplikovat znalostní technologie :

- definice úlohy obsahuje termíny: pravidla, vztahy, předpoklady
- úloha se zdá být numericky neřešitelná
- zpracovávaná fakta se uvádějí určitým stupněm jistoty
- úloha nevyžaduje manuální zručnost
- existují pro daný typ úlohy kvalifikovaní experti

Je vhodné, u větších projektů, aplikovat podrobnou studii proveditelnosti, která rozhodne, zda se systém má či nemá vyvíjet.

Nasazení expertních systémů v různých aplikačních oblastech zaujímají především systémy pro(od nejpočetnějších uplatnění až po nejméně aplikované) : obchod, výroba, medicína, vojenství, strojírenství, energetika...až po poslední místo a to ve vědě. Viz. Obr. 5.1: Počet aplikací [3]

Nejvhodnější uplatnění diagnostických úloh se jeví technická diagnostika.

1.8 VOLBA SYSTÉMU

Dnes je na trhu řada prostředků pro tvorbu aplikací expertních systémů, od nejjednodušších prázdných expertních systémů (např. VPExpert) až po složitá vývojová prostředí (např. KEE). Tyto prostředky se liší mnoha způsoby:

- Prostředky pro reprezentaci znalostí
- Způsobem odvozování a laděním báze znalostí
- Podporou tvorby a laděním báze znalostí
- Mírou uživatelského komfortu při konzultaci

Výše uvedené způsoby by se tedy měly stát klíčem při volbě správného systému. V praxi ovšem znalostní inženýr užívá ten systém a vývojové prostředí, na které je zvyklý. Druhou možností je ovšem vlastní vývoj celého systému, který bude přímo „na míru“ dané aplikaci. Tato možnost ale požaduje výrazně větší zkušenosti jak s expertními systémy, tak i programátorské, než prosté využití existujícího prostředí.

1.8.1 FEL-EXPERT

Je označení pro řadu prázdných expertních systémů vyvíjených od počátku 80.let na Elektrotechnické fakultě ČVUT ve skupině V.Maříka [15]. Yat9mco EQUANT volně navazuje na MYCIN, FEL-EXPERT navazuje na PROSPECTOR. Týká se to hlavně podoby pravidel a způsobu práce s neurčitostmi. Báze znalostí je tvořena výroky a pravidly, systém může pracovat s řídicími kontextovými vazbami a s numerickými veličinami dvou typů : S- a Q-uzly; numerické uzly v SAKu spíše odpovídají Q-uzlům. Pracuje se s apriorními vahami výroků. Pravidla mohou mít jen jednoznačný předpoklad.[3]

1.8.2 Informační a expertní systém pro zem. techniku

Hlavní cíl tohoto výzkumného projektu byl vytvoření informačního a expertního systému na podporu poradenství v oblasti doporučených strojů, souprav, technologických zařízení a systémů v zemědělské výrobě a ekonomiky jejich provozu. Projekt byl koncipován tak, že úzce navazuje na technologické výzkumné úkoly, využívá jejich výsledky a jeho vlastní náplní je hlavně sběr těchto informací,

jejich vytřídění, úprava pro využití v praxi a poradenství, transfer informací k uživateli a řešení zpětné vazby požadavků praxe na výzkum.

1.8.2.1 Expertní systémy

Tato oblast je řešena s využitím programů pro dynamickou tvorbu informačních stránek. Umožňuje uživateli přímý přístup k vybraným modelovacím programům. Zatím jsou k dispozici 2 subsystémy:

- 1. Ekonomika zemědělské techniky** - uživatel má přímý přístup k programu pro modelování a výpočet nákladů na provoz stroje. (Postup uživatele je velmi jednoduchý)
 - vybere z databáze druh stroje (třídu) a dále v této třídě konkrétní výrobní typ z nabídky (pokud v databázi není, lze doplnit nový stroj)
 - zobrazí se technicko-ekonomické údaje vybraného typu, uživatel je může upravit podle vlastních podmínek a odeslat zadávací formulář ke zpracování
 - pro uživatelem upravené (nebo nově zadané) vstupní údaje se na serveru provede výpočet provozních nákladů stroje a odešle zpět uživateli
- 2. Chemická ochrana zemědělských plodin** - uživatel má přímý přístup k programu pro modelování a ekonomické hodnocení chemické ochrany rostlin. Program podle zadání uživatele nabízí tyto hlavní výstupy:
 - výběr doporučených přípravků proti zadaným škodlivým činitelům (pro některé škůdce a je možno jejich zobrazení, pro plevely je zde vazba na atlas plevelů s jejich obrazovým i textovým popisem)
 - výběr doporučených přípravků k ochraně proti hlavním škodlivým činitelům pro zadanou plodinu
 - výpočet nákladů na chemickou ochranu v zemědělském podniku – základem vstupu uživatele je výběr plodin a zadání jejich výměry. Program podle modelů výskytu hlavních škůdců (uložených v databázi) provede výběr přípravků sestaví

plán postřiků a vypočítá náklady na zajištění chemické ochrany za jednotlivé plodiny a celkem za podnik. Uživatel má dále možnost modely výskytu hlavních škůdců (uložené v databázi) upravit podle aktuálního výskytu škodlivého činitele a přizpůsobit tedy informační výstup lokálním podmínkám. [link7]

2. ZDROJE ENERGIÍ

Cílem této kapitoly je porovnání investičních a provozních nákladů s ohledem na roční potřebu tepla na vytápění a přípravu teplé vody:

- různých typů vytápění a zdrojů tepla

V rozsahu práce jsou popsány různé typy vytápění a zdroje tepla pro jasné posouzení jednotlivých variant. Nastíněné výsledky mohou být využity jako podklad pro nalezení vhodné formy řešení vytápění a přípravy teplé vody (dále jen TV) při stavbě či rekonstrukci rodinného domu.

2.1 HODNOCENÍ ZÁSTUPCI SYSTÉMŮ VYTÁPĚNÍ PRO URČITÉ ZDROJE ENERGIÍ

zdroj tepla	–	zdroj energie
-------------	---	---------------

1. zdroj tepla kotel na zemní plyn – zemní plyn
2. zdroj tepla kotel na tuhá paliva – tuhá paliva
3. zdroj tepla TČ země/voda – ekologické vytápění
4. teplovzdušné vytápění – elektrická energie

Výše uvedené systémy jsou oceněny dle jednotlivých katalogů, vypočítána je cena za energii pro pokrytí potřeby tepla pro vytápění a přípravu TV.

TČ země/voda je bráno jako ekologické vytápění.

Důležité je, že například u soustavy vytápěné elektrokotlem není potřeba komín narozdíl od kotle na zemní plyn.

Dá se ovšem předpokládat postupné zvyšování cen všech druhů energií pro spotřebitele a tím i nárůst provozních nákladů.

2.2 POPIS NEJBĚŽNĚJI POUŽÍVANÝCH SYSTÉMŮ PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV V SOUČASNOSTI

2.3 ZDROJ TEPLA - KOTEL NA ZEMNÍ PLYN

Je jedním z nejrozšířenějších zdrojů tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Zdrojem energie je zemní plyn, jenž je vyčerpateľný a v budoucnu bude muset být ve větší míře nahrazen jiným zdrojem. Další nevýhodou zemního plynu je, že ČR je plně závislá na jeho dovozu. Zemní plyn je importován převážně z Ruska a v menším měřítku také z Norska. Dá se tedy předpokládat postupné zvyšování cen tohoto druhu energie pro spotřebitele a tím i nárůst provozních nákladů.

2.3.1 Výhody

- nenáročná údržba dobrá regulovatelnost, vysoká účinnost systému
 - (klasické okolo 90 %, kondenzační až 110 %)
- možnost napojení téměř do jakéhokoliv topného systému
- bezobslužný, tichý a nenáročný provoz
- spalování zemního plynu je ohleduplné k životnímu prostředí
- poměrně nízké pořizovací náklady

2.3.2 Nevýhody

- nutnost rozvodu plynu v dané lokalitě
- trvale rostoucí cena plynu
- závislost ČR na dodávkách plynu ze zahraničí[link9]

2.4 ZDROJ TEPLA – KOTEL NA TUHÁ PALIVA

Je další ze skupiny rozšířených zdrojů tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Zdrojem energie je černé, hnědé uhlí, koks, v některých případech se dá využít i dřevo, které taktéž jako uhlí, je vyčerpateľný a v budoucnu bude muset být ve větší míře nahrazen jiným zdrojem. Další nevýhodou uhlí je, že zatěžuje životní prostředí. Rozumná volba je vytápění dřevem. Vytápěním tímto zdrojem energie se stáváme nezávislími na ostatních centrálně dodávaných energiích a dřevo je v naší zemi většinou snadno dostupný a poměrně levný zdroj tepla.

2.4.1 Výhody

- nezávislost na centrálně dodávaných energiích
- poměrně nízké pořizovací náklady
- nízké provozní náklady
- účinnost systému okolo 80 %

2.4.2 Nevýhody

- je potřeba komín
- obtížná regulovatelnost
- sklad topiva
- spalováním se uvolňuje do ovzduší velké množství škodlivých látek [link10]

2.5 ZDROJ TEPLA - TEPELNÉ ČERPADLO

Tepelné čerpadlo odebírá větší část energie pro vytápění a přípravu teplé vody z okolního prostředí a přibližně jednu třetinu svého výkonu, v závislosti na topném faktoru, spotřebovává ve formě elektrické energie pro pohon kompresoru. Lze jej tedy z hlediska ekonomického považovat za úsporný zdroj. Ekonomickým hlediskem je myšleno snížení spotřeby energie a tím i nákladů za odebranou elektřinu.

Tepelné čerpadlo je obvykle projektováno na 60 až 80 % celkových tepelných ztrát objektu. Při projektování by měl být důraz kladen na akumulaci tepla. Důvodem je ochrana kompresoru proti častému spínání vlivem výkyvů venkovních teplot v průběhu otopného období. Největší potřeba akumulace nastává v přechodovém období, kdy rozdíly mezi denní a noční teplotou jsou velmi výrazné. Pro pokrytí zbývajících tepelných ztrát je používán bivalentní zdroj energie, nejčastěji elektrokotel.

2.5.1 Výhody

- nízké provozní náklady, bezobslužný provoz
- není potřeba komín

- dobrá regulovatelnost
- úspora za elektrickou energii pro ostatní spotřebu v době nízkého tarifu
- minimální nároky na údržbu systému

2.5.2 Nevýhody

- vysoké pořizovací náklady
- podle druhu primárního zdroje požadavky na záběr venkovního prostředí (vrty, plošné kolektory)
- zvláštní požadavky na topný systém (nízká teplota topné vody vyžaduje použití větších otopných těles)

2.5.3 Princip tepelného čerpadla země / voda

Tepelné čerpadlo (dále jen TČ) využívá teplo prostřednictvím zemního kolektoru. Geotermální teplo obsažené v zemi je využíváno nepřímě. Zdrojem tepla je zemní kolektor, odkud je teplo cirkulačním okruhem vedeno do výparníku TČ pomocí teplonosné kapaliny. V systému se používá nemrznoucí a ekologicky nezávadná kapalina. Cirkulační kapalina se ve výparníku TČ ochlazuje a v zemním kolektoru znova ohřívá geotermálním teplem.

Zemní kolektory mohou být v zemi uloženy buď horizontálně (1,5 až 2 m pod povrchem) nebo vertikálně (hlubinný vrt). Vertikálně uložený kolektor má vyšší energetický efekt než horizontálně uložený kolektor. Vrt může dosahovat hloubky až 150 m, hloubka vrtu je úměrná výkonu TČ.

Odběr tepla v otopném období ze zemního masívu má za následek snižování teploty zeminy v okolí kolektoru. Vrstva zeminy zasažená snížením teploty může dosahovat na konci otopného období až několik metrů. Z tohoto důvodu se nedoporučuje celoroční provoz TČ. V měsících mimo otopné období je nutná regenerace vrstvy půdy do původního teplotního stavu. Kdyby nebyla tato regenerace dodržena, mohlo by dojít k narušení tepelné rovnováhy prostředí v okolí zemního kolektoru. Tato změna by mohla být nevratná. Hlubinný vrt může nepříznivě působit na stav podzemních vod, tudíž musí být proveden odborně a jeho umístění a hloubku musí schválit odborná instituce. [link11]

2.6 ZDROJ TEPLA - TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ

Patří mezi nové a stále se rozvíjející způsoby vytápění. Jedním z nejvýznamnějších využití je v oblasti výstavby nízkoenergetických a pasivních domů. Za nízkoenergetický dům je považován objekt s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 50 [kWh/m².a] a používající velmi účinnou otopnou soustavu. Za pasivní dům je považován objekt jehož roční potřeba tepla nepřesahuje 15 [kWh/m².a] a potřeba primární energie nepřekračuje hodnotu 120 [kWh/m².a]. Teplovzdušné vytápění nám zajišťuje nejenom krytí tepelných ztrát, ale i doporučenou intenzitu výměny vzduchu v objektu.

Zařízení pro teplovzdušné vytápění jsou v současné době kompaktní jednotky, které je možné instalovat uvnitř objektu. Rozvody vzduchu do jednotlivých místností mohou vést běžnými stavebními konstrukcemi. Další úsporu energie lze zajistit rekuperací (zpětné získávání tepla).

2.6.1 Výhody

- zajištění doporučené intenzity výměny vzduchu
- náhrada otopné soustavy pro krytí tepelných ztrát
- možnost rekuperace tepla odpadním vzduchem z místnosti
- komfort bydlení

2.6.2 Nevýhody

- vysoké pořizovací náklady (jednotka a rozvody)
- při rekonstrukci objektu značné zásahy do stavební konstrukce
- spotřeba elektrické energie pro pohon ventilátorů
- hlučnost zařízení
- prach se nadržuje při zemi, ale stále se víří

2.6.3 Princip a funkce teplovzdušného vytápění

Cirkulační ohřev vzduchu - cirkulační vzduch se v jednotce filtruje a ohřívá na teplovodním registru a pomaloběžným ventilátorem se dopravuje do jednotlivých výustek obytných místností. Instalace rozvodů vzduchu v objektu se pokládá do horních izolačních vrstev podlahové konstrukce.

Ohřev čerstvého vzduchu - předeřev čerstvého vzduchu je proveden na rekuperačním výměníku, dále se mísí s oběhovým vzduchem odsávaným z obytných

místností. Poté je přiveden na teplovodní registr, kde se dohřeje na požadovanou teplotu. Na deskovém výměníku umístěném v jednotce předá odpadní vzduch čerstvému vzduchu téměř veškeré své teplo .

Odsávání odpadního vzduchu - je určeno pro samostatné odsávání z WC, koupelen, kuchyní a dále prostor, kde je cirkulace vzduchu zakázaná. Odpadní vzduch je veden přes rekuperační výměník a filtr ven do venkovního prostředí. [link3]

2.6.4 Energetické výhody teplovzdušného vytápění

- úspora až 90 % nákladů na větrání
- využití všech energetických zisků v objektu z provozu domácnosti pro předeřev větracího vzduchu
- možnost integrace solárních vzduchových kolektorů
- možnost instalace zemního potrubního registru, kde se přiváděný větrací a vytápěcí vzduch v zimě účinně předeřívá a v létě ochlazuje [link12]

2.7 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.8 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

U posuzovaného objektu musí být brán ohled na :

- obvodové zdívo
- tepelná izolace pro obvodové zdívo
- vnitřní nosné zdi
- ostatní vnitřní zdi
- střecha a střešní krytina
- okna
- dveře

2.8.1 Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210

Pro výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210 lze použít výpočtovou kalkulačku na webu.[link1]

Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci lze použít výpočtovou kalkulačku na webu [link2]

2.9 METODIKA VÝPOČTU TEPELNÉHO VÝKONU PODLE ČSN EN 12 831

Norma slouží jako podklad pro dimenzování otopných soustav.

2.9.1 Postup výpočtu

- stanovení výpočtové venkovní teploty a průměrné roční venkovní teploty
- stanovení stavu každého prostoru (vytápěný/nevytápěný) a hodnot pro výpočtovou vnitřní teplotu vytápěných místností
- určení rozměrových a tepelných vlastností pro všechny stavební části
- výpočet součinitele návrhových tepelných ztrát prostupem a násobení návrhovým rozdílem teplot - získání tepelných ztrát prostupem vytápěného prostoru
- výpočet součinitele návrhových tepelných ztrát větráním a násobení návrhovým rozdílem teplot - získání tepelných ztrát větráním vytápěného prostoru
- stanovení celkové návrhové tepelné ztráty součtem tepelných ztrát prostupem a větráním

2.10 METODIKA VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

Často v praxi používanou metodou pro výpočet potřeby tepla pro vytápění je denostupňová metoda. Je vhodná pro klasické způsoby vytápění (např. u soustav, kde zdrojem tepla je kotel na zemní plyn).

2.10.1 Postup výpočtu potřeby tepla pro vytápění

- určení délky otopného období Δ_{max} (ČSN EN 12831)
- stanovení celkové potřeby tepla pro vytápění
- stanovení měrného počtu dní a měrné teploty

- výpočet venkovní teploty pro jednotlivé dny otopného období
- výpočet tepelné ztráty v závislosti na změně venkovní teploty v průběhu otopného období

Dále jen pro tepelná čerpadla:

- stanovení příkonu tepelného čerpadla
- výpočet výkonu zdroje tepla při venkovní teplotě v průběhu celého otopného období
- stanovení výkonu doplňkového zdroje tepla
- přepočet topného faktoru

2.10.2 Vstupní údaje

- počet dnů otopného období
- vnitřní výpočtová teplota
- venkovní výpočtová teplota
- teplota na počátku otopného období
- tepelná ztráta objektu na počátku otopného období
- výkonové charakteristiky TČ

Dodatek k výpočtu potřeby tepla na vytápění pro tepelná čerpadla:

Výkon tepelného čerpadla se stanoví v závislosti na teplotě venkovního vzduchu v průběhu otopného období (data poskytuje výrobce TČ).

Výkon krytý doplňkovým zdrojem se stanoví jako rozdíl mezi celkovou tepelnou ztrátou objektu a tepelnou ztrátou krytou tepelným čerpadlem.

Topný faktor mění se v průběhu otopného období v závislosti na venkovní teplotě se stanoví v závislosti topného faktoru na teplotě venkovního vzduchu v průběhu otopného období (data poskytuje výrobce TČ).

2.11 EKONOMIKA

2.12 EKONOMICKÉ POJMY PRO ZHODNOCENÍ INVESTIC

2.12.1 Členění nákladů

Náklady se mohou klasifikovat z mnoha hledisek. Pro účel tohoto srovnání jsou rozděleny na náklady investiční a náklady provozní.

Do investičních (pořizovacích) nákladů se řadí:

- náklady na koupi zařízení
- náklady na instalaci zařízení
- náklady na rozvody topné vody/vzduchu
- náklady na uvedení zařízení do provozu
- náklady na tlakovou a topnou zkoušku

Do provozních nákladů se například řadí

- náklady na energii a paliva
- náklady na služby
- nebyly uvažovány náklady na údržbu
- Porovnání nákladů na vytápění dle druhu paliva: na webu: [link4]

2.12.2 Ekonomické vyhodnocení pojmy

Úspory nákladů za energii, vyplývají z upravené energetických rozdílů. Je nutno je upravit o změnu dalších provozních nákladů.

Doba návratnosti investice (DN)

- je tradiční metodou hodnocení efektivnosti investičních variant (v praxi často používaná)

- je nejjednodušším a nejméně vhodným ekonomickým kritériem pro porovnání investic
- nevýhodou je zanedbání efektů po době návratnosti investice
- jde o počet let, za který se kapitálový výdaj splatí peněžními příjmy z investice
- ta investice, která vykazuje kratší dobu úhrady je považována za příznivější

2.12.3 Dynamické ukazatele

Dynamické ukazatele vedou, co do objektivnosti ekonomické efektivity investičních opatření k lepším výsledkům, neboť uvažují konkrétní rozložení efektů na časové ose. Zohledňují proměnlivou hodnotu peněz v čase a pracují s peněžně vyjádřenými efekty .

Mezi dynamické ukazatele efektivity patří:

- čistá současná hodnota (NPV)
- vnitřní výnosové procento (IRR)

2.12.4 Metoda čisté současné hodnoty (NPV)

- je rozdílem mezi diskontovanými peněžními příjmy z investice a diskontovanými (pokud nejsou jednorázové) výdaji na investici
- výhodou je, že zohledňuje nejen výši příjmů a výdajů, ale i jejich časové rozložení během určité doby
- ukazuje přírůstek investice k tržní hodnotě, která ji realizuje
- teoreticky nejpřesnější metoda investičního rozhodování

Postup stanovení NPV:

- stanoví se současná hodnota budoucích toků peněžních prostředků iniciovaných danou investicí, bez ohledu nato zda jde o příjmy nebo výdaje.

- stanoví se čistá současná hodnota všech výdajů a příjmů jako rozdíl sumy diskontovaných cash - flow a investičních výdajů.
 - projekty s negativní čistou současnou hodnotou se považují za nevýhodné, zatímco projekty s pozitivní čistou současnou hodnotou se považují za výhodné.
- [link8]

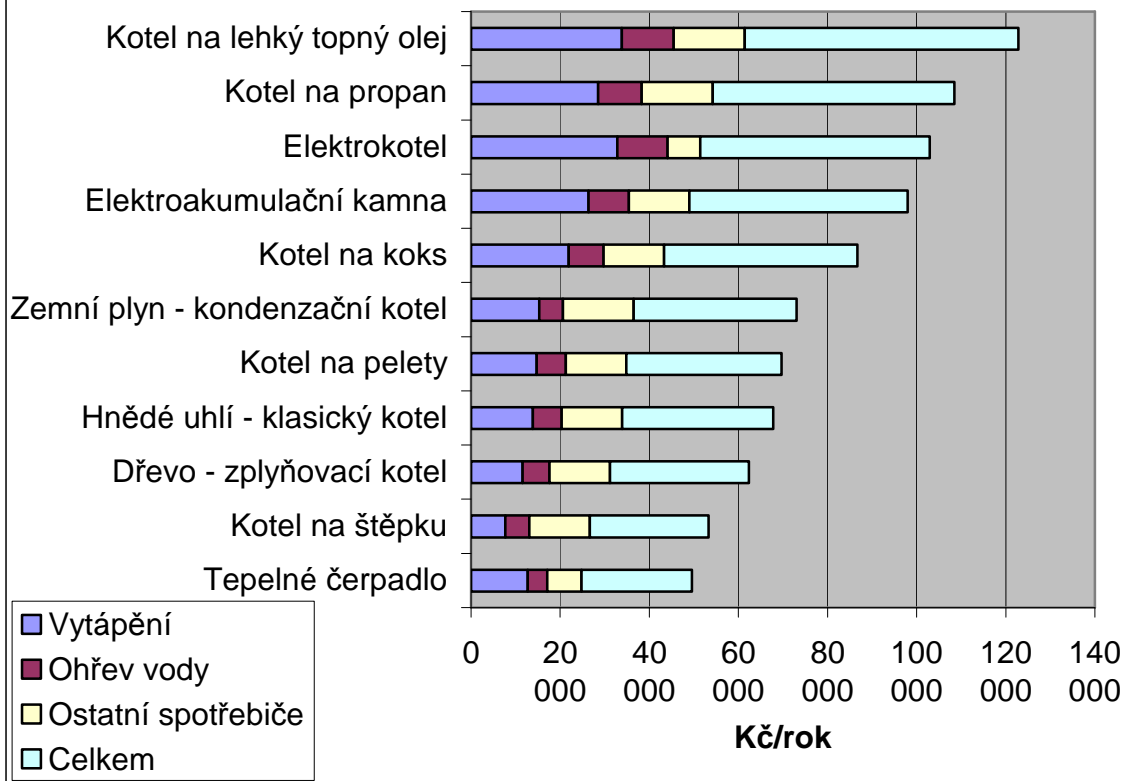
V následující tabulce a z ní vyplývajícího grafu můžeme snadno odvodit vhodnost, či nevhodnost daného typu zdroje energie do vybraného objektu.

Tabulka 3.12: Roční náklady na vytápění, ohřev vody a provoz ostatních spotřebičů.[link5]

Zdroj vytápění	Vytápění (Kč/rok)	Ohřev vody (Kč/rok)	Ostatní spotřebiče (Kč/rok)	Celkem (Kč/rok)
Tepelné čerpadlo	12 706	4 371	7 707	24 784
Kotel na štěpku	7 700	5 384	13 579	26 663
Dřevo - zplyňovací kotel	11 553	6 047	13 579	31 178
Hnědé uhlí - klasický kotel	13 889	6 448	13 579	33 916
Kotel na pelety	14 690	6 586	13 579	34 855
Zemní plyn - kondenzační kotel	15 331	5 274	15 921	36 526
Kotel na koks	21 935	7 833	13 579	43 347
Elektroakumulační kamna	26 369	9 072	13 537	48 979
Elektrokotel	32 838	11 297	7 329	51 464
Kotel na propan	28 512	9 809	15 921	54 242
Kotel na lehký topný olej	33 842	11 643	15 921	61 406

Náklady na energie v rodinném domě o obytné ploše 150 m² a roční spotřebě tepla na vytápění 55 GJ. Dům odpovídá současným požadavkům na tepelnou ochranu budovy. V domě bydlí čtyřčlenná rodina. Ostatní spotřebiče jsou : lednička, mrazák, myčka, pračka, elektrický sporák s troubou a další drobné spotřebiče.

Obrázek3.12: Graf: Roční náklady na vytápění, ohřev vody a provoz ostatních spotřebičů



[link5]

3. VYHODNOCENÍ ZDROJŮ ENERGÍÍ

3.1 ZNALOSTNÍ INŽENÝRSTVÍ

Samotná tvorba expertního systému je iterativní proces ve kterém za spolupráce experta a znalostního inženýra postupně vznikla báze znalostí. Ze zkušeností vyplynul celkový stav takový, že vytvoření expertního systému pro středně složitý problém vyžaduje asi dva roky práce čtyřčlenného kolektivu ve složení:

- vedoucí znalostní inženýr (na 1/4 úvazku),
- znalostní inženýr (na plný úvazek),
- programátor (na plný úvazek),
- expert (na 3/4 úvazek).

Pokud je problém velice obtížný, je nutností zhruba zdvojnásobit kapacity.

Hlavním obsahem *znalostního inženýrství* je vytvoření expertního systému. Záměrem *získávání znalostí* (knowledge acquisition) je zajištění všech potřebných znalostí pro tuto činnost.

Vývoj expertního systému se vyvíjí ve čtyřech etapách:

1. Při **analýze problému** se hodnotí, je-li možno ve zvolené aplikaci použít techniky znalostního inženýrství.
 - 1.1. Při *identifikaci* se hledá problém, jehož řešení by bylo ulehčeno nasazením expertních systémů. Bývá to obvykle v situacích, ve kterých se rychlost a úspěšnost řešení zvyšuje se zkušeností.
 - 1.2. Při *zhodnocení* se určuje vhodnost tvorby expertního systému pro zvolenou aplikaci. V této etapě si tvůrci expertního systému musí zodpovědět otázky:
 - Je expertní systém pro zvolenou aplikaci technicky realizovatelný?
 - Bude expertní systém skutečně využíván?
 - Usnadní jeho nasazení dosavadní způsob řešení problému?

V této úvodní fázi vývoje expertního systému musí spolu úzce spolupracovat:

- znalostní inženýr,

- expert,
- zadavatel,
- uživatel,

kteří společně volí aplikační oblast a formulují požadavky na činnost systému.

2. Ve fázi *specifikace* se definuje činnost expertního systému a znalostní inženýr získává rámcovou představu o tom, jak daný problém řeší expert.
3. Vlastní *vývoj* expertního systému je iterativní proces. Jednotlivé kroky jsou:
 - 3.1. *Konceptuální návrh* (vytvoření konceptuálního modelu expertního systému na základě znalostí získaných od experta)
 - 3.2. *Návrh implementace* (volba inferenčního mechanismu a způsobu reprezentace znalostí s přihlédnutím k aplikaci i k používanému programovému nástroji,
 - 3.3. *Implementace* (vytvoření báze znalostí),
 - 3.4. *Vyhodnocení* (testování báze znalostí pomocí zkušebních konzultací).

Tyto kroky se několikrát opakují, tak jak se postupně *zpřesňuje a rozšiřuje* budovaný systém. Nový vývojový cyklus se může zaměřit na zpřesnění existující báze znalostí nebo na rozšíření záběru expertního systému.[22]

3.2 TVORBA BÁZE ZNALOSTÍ

Úvodní představa o celém problému vznikla od experta, který se pohybuje v dané problematice. Po stanovení cílů expertního systému jsem se seznámil s tím, jak postupovat při řešení problému jako expert. V této fázi šlo o celkové pochopení toho, jaké informace expert potřebuje pro své rozhodování, co je výsledkem jeho usuzování, jaké jsou všechny hlediska problému, jaké možné situace mohou nastat. Znalost získaná v této fázi je široká a povrchová.

Detailní pohled byl zaměřen na podrobný popis činnosti experta v jednotlivých situacích. Zde jsem získal odpovědi na otázky

- Jaké kroky by vykonával expert při řešení úlohy?
- Jakým způsobem expert vyvozuje ze vstupních dat výsledné závěry?

- Jaké podstatné znaky využívá expert při řešení úlohy?

Znalosti získané v této fázi byli úzce zaměřeny na jednotlivé detaily práce experta. Znalosti získané od experta přímo v zobecněné podobě konkrétních rozhodovacích situací.

Tvorba expertního systému byla týmová práce, která vyžadovala rozmanitost schopností a dovedností.

Před každou schůzkou s expertem jsem si připravil plán interview, se kterým jsem seznámil i experta, aby měl dostatek času na přípravu.

Cílem každého interview byla výměna informací. V každém dialogu by mohlo dojít ke zkreslení významu informací cestou mezi mluvčím a posluchačem. Toto nebezpečí jsme zmenšili tím, že:

- jsme vytvořili společný slovník (terminologii)
- zpětnou vazbou jsem si ověřoval správné pochopení informace získané od experta.

Technika získávání informací při rozhovoru se podobal dialogu pouze v první etapě získávání znalostí. V druhé fázi byl rozhovor veden formou cílených dotazů, pro získání detailního pohledu. Také probíhala forma *myšlení nahlas*, kdy expert verbalizoval všechny své myšlenkové pochody i své chování.

V počáteční fázi vývoje byl expert seznámen s expertními systémy jako takovými, i s výhodami jejich nasazení. Během fáze vývoje měl možnost uvidět v chodu prototyp systému, aby lépe pochopil smysl otázek.

Vytvořená báze znalostí je vhodná jak pro novostavby, tak pro rekonstrukce objektů, kdy zodpovídáním dotazů uživatel zhodnotí momentální situaci a navrhne nejvhodnější variantu zdroje energie pro vytápění. Přičemž nejvyšší prioritou se přikládá místním podmínkám, vloženým financím a nutností specializované firmy v místě.

Práce neřeší, co je v současné době ekonomické, popřípadě ekologické. Jde o rozebrání problému vytápění v daném případě, v dané lokaci a doporučení jednoho ze zdrojů energií. Reprezentanti zdrojů tepla pro vytápění pro dané druhy energie jsou zhodnoceny v předchozí kapitole.

Báze znalostí může být aplikována samotným uživatelem, anebo může sloužit jako podpora prodeje výrobcům či dodavatelům vytápění, kde usnadní zjištění konkrétní situace objektu. Je na posouzení uživatelem, zda se rozhodne aplikovat výsledek.

Experti, se kterými bylo spolupracováno na vyřešení daného problému:

- 1.expert: zástupce firmy KOVOSERVIS

Ing. Pavel Adamec

Spolumajitel firmy

Firma KOVOSERVIS v.o.s. věnující se zakázkovým pracem v oblasti kovoobrábění, strojního zámečnictví; opravy strojů, generální opravy a stavba jednoúčelových strojů; strojní elektromontérské práce; topenářské, vodoinstalatérské a truhlářské práce. Se sídlem:

KOVOSERVIS v.o.s.

Sluneční 2a

Moravská Třebová

57101 Moravská Třebová

- 2.expert : zástupce firmy DAKON

Ing. Michal Vrkoč, Ph.D.

Technická podpora prodeje

Firma DAKON patří mezi největší výrobce kotlů v ČR, dodávající kotle na všechny běžně používaná paliva s výkony od 4 kW s 60 % podílem prodeje v ČR a 40 % podílem prodeje v zahraničí. Se sídlem :

Bosch Termotechnika s.r.o.

Pod Višňovkou 1661/35

140 00 Praha 4

V současnosti jsou pořizovací náklady na ekologické vytápění podstatně vyšší než standardní zdroje energií, tudíž jsou zahrnuty pod pojmem investice do budoucna. V bázi znalostí jsem jako příklad uvedl tepelné čerpadlo země/voda jehož orientační cena je 200.000,-Kč + nutný dotopový zdroj (elektrokotel) + zvláštní topný systém. Celkem tedy cca 300.000,-Kč.

Pro zdroj typu elektřina jsem zvolil příklad typu teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla. Kde pořizovací náklady nejsou až tak vysoké, ale jsou nutné rozvody vzduchu. Výhoda u tohoto typu vytápění je, že odpadají náklady za otopný systém.

Orientačně tedy 72.000,-Kč + nutné rozvody 56.000,- Kč.

Zdroj zemní plyn byl propagován v rámci plynofikace, čehož se zúčastnila řada obcí. Tudíž je snadným a relativně levným zdrojem energie, bez nutnosti obsluhy.

Orientační cena kotle na zemní plyn je 43.000,- Kč.

Zdroje pod pojmem tuhá paliva se rozumí: černé a hnědé uhlí, dřevo. Levný způsob vytápění, nezávislý na civilizaci, nutná obsluha, prašnost. Orientační cena kotle na tuhá paliva je 30.000,- Kč.

Samozřejmě do konkrétního objektu je třeba zvolit zdroj tepla individuálně tzv. „na míru“.

3.3 POPIS BÁZE ZNALOSTÍ

Báze znalostí může nabývat dvou odlišných podob. V prvním případě se jedná o textový zápis. V této formě je báze znalostí ukládána na disk a opět načítána. Formát textové podoby je založen na formátu z ES DrExpert. Textový zápis poskytuje kompletní informaci o bázi znalostí, jejich prvcích a vzájemných vztazích mezi nimi. Textová podoba kompletní báze znalostí je na výpisu, Příloha 1. Čísla v kulatých závorkách označují čísla řádků, ve skutečné bázi znalostí nejsou.

Druhou podobou báze znalostí nabývá pokud je nahrána do systému NPS32. Hlavní prvky báze jsou uzly, které jsou reprezentovány samostatnými paměťovými strukturami, které jsou identifikovány svou adresou, nikoliv jménem. Obdobným způsobem jsou reprezentovány vazby. Díky této dynamické struktuře je možné s bází provádět mnoho operací.

Definice každého uzlu musí obsahovat některé povinné parametry. Další parametry se liší dle toho o jaký typ uzlu se jedná, zda obsahuje uzly atd.

V textovém zápisu jsou povinné parametry uvedeny na prvním řádku definice uzlu a mají tento formát: `.id p=rr% [prm]`

`id` : identifikátor uzlu, maximálně 8 znaků, jedinečný název, rozlišují se malé a velké znaky, bez mezer

`rr` : dvouciferná hodnota celočíselného typu zastupující počáteční pravděpodobnost uzlu

`prm` : slouží k upřesnění uzlu

Parametr „#” ukončuje bázi znalostí.

Dotazovatelé uzly:

Užívají se k reprezentaci otázky v bázi znalostí. Můžeme je rozdělit do dvou skupin. Chovají se zcela stejně při konzultaci, a také se uzly obou skupin stejně definují.

- Přímé dotazovatelé uzly: postupně dochází k položení všech dotazů, pokud tomu není zabráněno pomocí kontextové vazby. Označuje se „D“.

Tento uzel může být též kvantitativní, označován „D K“. Přičemž musí obsahovat definici uživatelských odpovědí.

- Běžně dotazovatelé uzly: inferenční mechanismus pokládá otázky dle svého uvážení. Pokládá dotazy dle nejvyšší informační důležitosti. Označován „A“.

Pomocné uzly:

Využívám zde případ, kdy se používá pomocný uzel ve spojení s kvantitativním uzlem, kde pomocný uzel zastupuje hypotézu reprezentovanou odpovědí kvantitativního uzlu. V bázi je definována skupina pomocných uzlů, za kterými následuje definice kvantitativního uzlu. Odpovědi kvantitativního uzlu jsou připojeny na tyto pomocné uzly.

Cílové uzly :

Zastupují hypotézy, z nichž expertní systém vyhledá nejpravděpodobnější. Textový zápis definice cílového uzlu se skládá z identifikátoru, počáteční pravděpodobnosti, parametru „G“ identifikujícího cílový uzel a řádku s názvem hypotézy pod nímž je uzel prezentován uživateli provádějícímu konzultaci. Počáteční pravděpodobnosti byly nastaveny na 30%. Jmenovitě v bázi znalostí:

- Elektřina : .ELEKTR
- Zemní plyn: .PLYN
- Tuhá paliva: .TP
- Ekologické Vytápění: .EV

V rámci konzultací jsem vytvořil 8 otázek, jež by měli postačovat k určení odpovídajícího zdroje energie pro daný objekt.

3.4 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ

Následující objekt bych chtěl rekonstruovat, proto bych chtěl zhodnotit stávající situaci. A dle výsledku se rozhodnout, jaký typ energie by byl nejvhodnější.

Starší dům (stavení) se nachází v Dětrichově u Moravské Třebové. Tato vesnice leží v 505 metrech nad mořem. Do objektu je zavedena elektřina i plyn. Lze zde vytápět i tuhými palivy, ale pouze v jedné z místností. Pro názornost budeme předpokládat, že disponují obnosem větším než je 300.000,- Kč. Provedu názornou konzultaci s výtiskem dané otázky pro ukázkou. Hodnoty pravděpodobností, ovlivňující průběh konzultací, byly zvoleny experty.

U 1. otázky tedy zvolím odpověď : Návratnost

- (4) .VSTUP p=50%
- (5) .NAVRAT p=50%
- (6) .NAVRATN p=50% D K
- (7) ;1) Je rozhodující vstupní cena nebo návratnost?
;Jste ochotni investovat do budoucnosti (návratnosti) vložených
- (8) financí?
- (9) ;Návratností rozumíme částku přesahující 300.000,-Kč
- (10) ;*Vstupní cena [1]*
- (11) ;*Návratnost [2]*
- (12) VSTUP
- (13) NAVRAT

Při této zvolené odpovědi se zobrazí následující 2. otázka, kde zvolím Ano.

Poněvadž jsem si zjistil, že v Jevíčku (asi 22 km od Dětrichova u M.T.) existuje firma S&M CZ (na webu: www.smcz.cz), která je schopna zajistit minimálně poradenství.

- (14) .DOSTUP p=50% D
- (15) ;2) Je dostupná specializovaná firma v okolí?
;specializovaná = pro alternativní využívání
- (16) energií
- (17) > 50% NAVRATN
- (18) ;*Ano [45]*
- (19) ;*Ne [-3]*

U 3. otázky zvolím odpověď Vesnice. Dětrichov u Moravské Třebové má 214 obyvatel.

- (20) .MESTO p=50%
- (21) .VESNICE p=50%
- (22) .OBLAST p=50% D K
- (23) ;3) Kde? Výběr oblasti 1./2
- (24) ;Bydlíte na vesnici nebo ve městě?
;Městem se stane z právního hlediska taková obec, která má alespoň 3 000
- (25) obyvatel.
- (26) ;*Město [1]*
- (27) ;*Vesnice [2]*
- (28) MESTO

(29) VESNICE

U 4.otázky volím odpověď Středně. Vesnice leží v 505 m.n.m.

- (30) .NIZKO p=50%
- (31) .STREDNE p=50%
- (32) .VYS p=50%
- (33) .VYSOKO p=50%
- (34) .OBLAST1 p=50% D K
- (35) ;4)Kde?Výběr oblasti 2./2
- (36) ;V jakém podnebním pásmu se nachází objekt?
;Umístění objektu v České republice metrů nad
mořem?
- (37) mořem?
- (38) ;*Nízko (200m.n.m.) [1]*
- (39) ;*Středně (600m.n.m.) [2]*
- (40) ;*Výš (1000m.n.m.) [3]*
- (41) ;*Vysoko (1400m.n.m.) [4]*
- (42) NIZKO
- (43) STREDNE
- (44) VYS
- (45) VYSOKO

U 5.otázky volím odpověď RD (rodinný dům).

- (46) .RD p=50%
- (47) .BYT p=50%
- (48) .OBLAST2 p=50% D K
- (49) ;5)Kde?Bližší určení.
;Objekt je samostatně stojící, nebo je obestavěný (umístění bytu v bytovém
domě)?
- (50) domě)?
- (51) ;*Rodinný dům [1]*
- (52) ;*Byt [2]*
- (53) RD
- (54) BYT

U 6.otázky můžu zvolit odpověď Oboje.

- (55) .EL p=50%
- (56) .PLY p=50%
- (57) .OBOJE p=50%
- (58) .NIC p=50%
- (59) .ZDROJ p=50% D K
- (60) ;6)Je možnost připojení pro daný druh energie?
;V případě jednoho z druhů Ekologického Vytápění, je-li dostatečně nadimenzována
- (61) elektrická
- (62)
- (63) přípojka.
- (64) ;EV=tep.čerpadlo, slun.kolektory, motogenerátor...
- (65) ;*Elektrická přípojka [1]*
- (66) ;*Plynová přípojka [2]*
- (67) ;*Obě přípojky jsou možné [3]*
- (68) ;*Žádná přípojka není k dispozici [4]*

- (69) EL
- (70) PLY
- (71) OBOJE
- (72) NIC

U 7.otázky volím odpověď Centralizovaný způsob.

- (73) .CEN $p=50\%$
- (74) .DECE $p=50\%$
- (75) .CENTR $p=50\%$ D K
- (76) ;7)Přejete si centralizovaný nebo decentralizovaný způsob ohřevu vody?
- (77) ;Centralizovaný systém=jeden zdroj tepla v objektu
;Decentralizovaný systém=více zdrojů v jednom objektu.(Menší ztráty vody, vhodné
- (78) pro
- (79)
- (80) elektroohřev)
- (81) ;*Centralizovaný systém [1]*
- (82) ;*Decentralizovaný systém [2]*
- (83) CEN
- (84) DECE

U závěrečné 8.otázky volím odpověď Ano.

- (85) .AUTOM $p=50\%$ D
- (86) ;8)Přejete si ovládat teplotu objektu automatizovaně?
- (87) ;*Ano [40]*
- (88) ;*Ne [-3]*

Dle zvolených odpovědí mi vyšlo následující vyhodnocení zdrojů energií :

1.	PLYN	90,2
2.	EKOLOGICKÉ VYTÁPĚNÍ	87,9
3.	ELEKTŘINA	79,1
4.	TUHÁ PALIVA	76,8

Jak již bylo řečeno plynová i elektrická přípojka již je v objektu. Plynové vytápění je v dané situaci vhodné, jak už pro automatizovanou regulaci teploty, tak odpadá nutnost údržby jako u kotle na tuhá paliva, čímž se zaručí určitý komfort bydlení.

Na druhém místě se umístilo ekologické vytápění, které by shodou okolností bylo možné realizovat díky velkým pozemkům, samozřejmě by musela předcházet odborná studie na dané podmínky.

Elektřina se umístila na 3.místě kvůli preferované návratnosti před vstupním vkladem.

Tuhá paliva skončila na posledním 4.místě díky automatizované regulaci teploty a požadované návratnosti vložených financí. I když je pravda, že na vesnici by se velice snadno dalo opatřit dříví na vytápění. Ovšem vytápění v tomto objektu kotlem na tuhá paliva by bylo nevyhovující kvůli tomu, že kotel na tuhá paliva je pouze v jedné místnosti.

Z výsledku se ovšem nedá s jistotou odvodit, že je vhodný jedině zdroj z 1.místa. Jako výsledek by se samozřejmě dalo brát 1. i 2.umístění, poněvadž rozdíl mezi nimi je pouhých 2,3 %.

Já, jakožto uživatel, bych si vybral ekologické vytápění, které ale záleží na mnoha dalších důležitých faktorech.

4. ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je přiblížení problematiky výběru vhodného zdroje energie. V práci je uveden teoretický rozbor jak postupovat při výběru zdroje energie. Pro názornost jsou vybráni reprezentanti vytápění pro daný zdroj energie.

Na příkladu je vidět, že báze znalostí je odladěna a funkční. Bázi znalostí bych doporučil prodejčům zdrojů tepla pro vyhodnocení konkrétní situace zákazníka, kde by dle výsledku dále konzultovali postup řešení vytápění. Celý výpis odladěné báze znalostí je v Příloze 1. Celou funkční odladěnou bázi také můžete nalézt na přiloženém cd, ve složce: BP-Vyhodnocení zdrojů energií.

Největším problémem při řešení bakalářské práce bylo zajistit experty v dané problematice a poté ji s nimi rozebrat až do konečné fáze. Kdy experti byli časově velice zaneprázdněni.

5. LITERATURA

- [1] Bíla J., Umělá inteligence a neuronové sítě v aplikacích, Praha : České vysoké učení technické, 1998 -- 135 s. : ISBN: 80-01-01769-9
- [2] Pokorný M., ŘÍDICÍ SYSTÉMY SE ZNALOSTNÍ BÁZÍ, VŠB Ostrava, 1999, ISBN: 80-7078-275-7
- [3] Berka, Petr, Expertní systémy, Praha : Vysoká škola ekonomická, 1998 -- 160 s. : ISBN: 80-7079-873-4
- [4] Dvořák J., Expertní systémy, Brno : Vysoké učení technické, 2004
- [5] Hebák, Petr. : Texty k bayesovské statistice, Praha : Vysoká škola ekonomická, 1999 -- 139 s. ; ISBN: 80-7079-862-9
- [6] Provozník Ivo, Expertní systémy, Brno : Vysoké učení technické, 1999 -- 100 s. : ISBN: 80-214-1486-3
- [7] Kepka a Psutka, Umělá inteligence-EXPERTNÍ SYSTÉMY I.díl, Plzeň : Západočeská univerzita, 1994 -- 113 s. ; ISBN: 80-7082-135-3
- [8] [link1] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=107&h=38&obor=5>
- [9] [link2] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=68&h=38>
- [10] [link3] <http://www.habitacz.cz/jak-si-vybrat/tepluvzdušne-vytapeni/>
- [11] [link4] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269&h=38&obor=5>
- [12] Dluhošová Dana, Porovnání způsobů hodnocení investičních projektů na bázi kritéria NPV, VŠB-TU Ostrava, Ekonomická fakulta, katedra Financí, 2006
- [13] [link5] <http://www.energetika.cz/index.php?id=71&cl=325>
- [14] [link6] <http://www.centep.cz/index.php?pages=V04>
- [15] Mařík, V.-Zdráhal,Z.: Expertní systémy řady FEL-EXPERT. In: Expertné systémy, ČSVTS, Bratislava, 1987, 100-110
- [16] [link7] <http://www.vuzt.cz/?menuid=72>
- [17] [link8] <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/x-files-analyza-nakladu-a-prinosu/analyza-nakladu-a-prinosu-cast-10-az-13/1000971/12032/?fornewsid=12032>
- [18] [link9] <http://www.dakon.cz/cs/DAGAS-plus-03.html>
- [19] [link10] <http://www.dakon.cz/cs/FB.html>

- [20] [link11] <http://www.buderus.cz/produkty/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-zeme-voda/>
- [21] [link12] http://www.atrea.cz/?page=cz,d3_tvv_sys
- [22] Berka, P., Tvorba znalostních systémů, Praha : Vysoká škola ekonomická, 1994
-- 190 s. ISBN: 80-7079-676-6

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. 1.4 Architektura ES	14
Obr. 3.1 Znalostní hierarchie v ES	20
Obr. 3.4 Příklad sémantické sítě	22
Obr. 4.1 Inferenční stroj	26
Obr. 4.5 Tabule	30
Obr.3:Graf : Roční náklady na vytápění, ohřev vody a provoz ostatních spotřebičů.....	52

PŘÍLOHA 1:

- (1) ;.Vyhodnocení zdrojů energií
- (2) ;;Databáze odladěna ve spolupráci s Ing. Pavlem Adamcem a Ing. Michalem Vrkočem, Ph.D.
- (3) ;;28.5.2008
- (4) .VSTUP p=50%
- (5) .NAVRAT p=50%
- (6) .NAVRATN p=50% D K
- (7) ;1)Je rozhodující vstupní cena nebo návratnost?
- (8) ;Jste ochotni investovat do budoucnosti(návratnosti) vložených financí?
- (9) ;Návratností rozumíme částku přesahující 300.000,-Kč
- (10) ;*Vstupní cena [1]*
- (11) ;*Návratnost [2]*
- (12) VSTUP
- (13) NAVRAT
- (14) .DOSTUP p=50% D
- (15) ;2)Je dostupná specializovaná firma v okolí?
- (16) ;specializovaná = pro alternativní využívání energií
- (17) > 50% NAVRATN
- (18) ;*Ano [45]*
- (19) ;*Ne [-3]*
- (20) .MESTO p=50%
- (21) .VESNICE p=50%
- (22) .OBLAST p=50% D K
- (23) ;3)Kde?Výběr oblasti 1./2
- (24) ;Bydlíte na vesnici nebo ve městě?
- (25) ;Městem se stane z právního hlediska taková obec, která má alespoň 3 000 obyvatel.
- (26) ;*Město [1]*
- (27) ;*Vesnice [2]*
- (28) MESTO
- (29) VESNICE
- (30) .NIZKO p=50%
- (31) .STREDNE p=50%
- (32) .VYS p=50%
- (33) .VYSOKO p=50%
- (34) .OBLAST1 p=50% D K
- (35) ;4)Kde?Výběr oblasti 2./2
- (36) ;V jakém podnebním pásmu se nachází objekt?
- (37) ;Umístění objektu v České republice metrů nad mořem?
- (38) ;*Nízko (200m.n.m.) [1]*
- (39) ;*Středně (600m.n.m.) [2]*
- (40) ;*Výš (1000m.n.m.) [3]*
- (41) ;*Vysoko (1400m.n.m.) [4]*
- (42) NIZKO
- (43) STREDNE
- (44) VYS
- (45) VYSOKO
- (46) .RD p=50%
- (47) .BYT p=50%
- (48) .OBLAST2 p=50% D K
- (49) ;5)Kde?Bližší určení.
- (50) ;Objekt je samostatně stojící, nebo je obestavěný (umístění bytu v bytovém domě)?

- (51) ;*Rodinný dům [1]*
 (52) ;*Byt [2]*
 (53) RD
 (54) BYT
 (55) .EL p=50%
 (56) .PLY p=50%
 (57) .OBOJE p=50%
 (58) .NIC p=50%
 (59) .ZDROJ p=50% D K
 (60) ;6)Je možnost připojení pro daný druh energie?
 ;V případě jednoho z druhů Ekologického Vytápění, je-li dostatečně nadimenzována
 (61) elektrická
 (62)
 (63) přípojka.
 (64) ;EV=tep.čerpadlo, slun.kolektory, motogenerátor...
 (65) ;*Elektrická přípojka [1]*
 (66) ;*Plynová přípojka [2]*
 (67) ;*Obě přípojky jsou možné [3]*
 (68) ;*Žádná přípojka není k dispozici [4]*
 (69) EL
 (70) PLY
 (71) OBOJE
 (72) NIC
 (73) .CEN p=50%
 (74) .DECE p=50%
 (75) .CENTR p=50% D K
 (76) ;7)Přejete si centralizovaný nebo decentralizovaný způsob ohřevu vody?
 (77) ;Centralizovaný systém=jeden zdroj tepla v objektu
 (78) ;Decentralizovaný systém=více zdrojů v jednom objektu.(Menší ztráty vody, vhodné pro
 (79)
 (80) elektroohřev)
 (81) ;*Centralizovaný systém [1]*
 (82) ;*Decentralizovaný systém [2]*
 (83) CEN
 (84) DECE
 (85) .AUTOM p=50% D
 (86) ;8)Přejete si ovládat teplotu objektu automatizovaně?
 (87) ;*Ano [40]*
 (88) ;*Ne [-3]*
 (89) .ELEKTR p=30% G
 (90) ;ELEKTRINA
 (91) & 40% +VSTUP
 (92) & 00% +NAVRAT
 (93) & 00% +DOSTUP
 (94) & 40% +MESTO
 (95) & 30% +VESNICE
 (96) & 40% +NIZKO
 (97) & 40% +STREDNE
 (98) & 30% +VYS
 (99) & 10% -VYSOKO
 (100) & 40% +RD
 (101) & 40% +BYT

- (102) & 40% +EL
- (103) & 00% -PLY
- (104) & 25% +OBOJE
- (105) & 20% +NIC
- (106) & 00% -CEN
- (107) & 40% +DECE
- (108) & 40% +AUTOM
- (109) .PLYN p=30% G
- (110) ;PLYN
- (111) & 30% +VSTUP
- (112) & 25% +NAVRAT
- (113) & 10% +DOSTUP
- (114) & 40% +MESTO
- (115) & 40% +VESNICE
- (116) & 40% +NIZKO
- (117) & 40% +STREDNE
- (118) & 40% +VYS
- (119) & 10% -VYSOKO
- (120) & 40% +RD
- (121) & 30% +BYT
- (122) & 00% -EL
- (123) & 40% +PLY
- (124) & 20% +OBOJE
- (125) & 25% -NIC
- (126) & 40% +CEN
- (127) & 00% +DECE
- (128) & 40% +AUTOM
- (129) .TP p=30% G
- (130) ;TUHA PALIVA
- (131) & 40% +VSTUP
- (132) & 20% +NAVRAT
- (133) & 10% +DOSTUP
- (134) & 10% +MESTO
- (135) & 40% +VESNICE
- (136) & 40% +NIZKO
- (137) & 40% +STREDNE
- (138) & 40% +VYS
- (139) & 40% -VYSOKO
- (140) & 40% +RD
- (141) & 20% +BYT
- (142) & 00% +EL
- (143) & 00% -PLY
- (144) & 00% +OBOJE
- (145) & 40% +NIC
- (146) & 40% +CEN
- (147) & 00% +DECE
- (148) & 20% -AUTOM
- (149) .EV p=30% G
- (150) ;EKOLOGICKE VYTAPENI
- (151) & 05% +VSTUP
- (152) & 40% +NAVRAT
- (153) & 20% +DOSTUP

(154) & 20% +MESTO
(155) & 40% +VESNICE
(156) & 40% +NIZKO
(157) & 35% +STREDNE
(158) & 20% +VYS
(159) & 10% -VYSOKO
(160) & 40% +RD
(161) & 05% +BYT
(162) & 25% +EL
(163) & 00% -PLY
(164) & 00% +OBOJE
(165) & 30% -NIC
(166) & 40% +CEN
(167) & 00% +DECE
(168) & 30% +AUTOM
(169) #