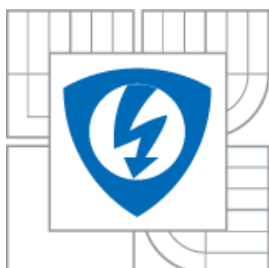




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT FOR CONTROL AND INSTRUMENTATION

EXPERTNÍ SYSTÉM

EXPERT SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

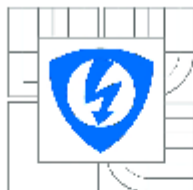
Bc. Jana Šimková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Kybernetika, automatizace a měření

Studentka: Bc. Jana Šimková
Ročník: 2

ID: 74593
Akademický rok: 2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Expertní systém

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s expertním systémem NPS32 - syntaxe báze znalostí, inferenční mechanismus.
2. Proveďte literární rešerši pro použití expertních systémů.
3. Vyberte vhodnou oblast pro aplikaci expertního systému.
4. Pro tuto oblast navrhnete a odladíte bázi znalostí.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Vojta P.: Expertní systém NPS 32. Diplomová práce VUT FEI Brno, 2001.
Jiroušek R.: Metody reprezentace a zpracování znalostí v umělé inteligenci, VŠE, Praha 1995.
Berka P.: Tvorba znalostních systémů, VŠE, Praha 1994.
Giarratano J., Riley G.: Expert Systems, Principles and programming, PWS Publishing Company, Boston, 1998

Termín zadání: 8.2.2010

Termín odevzdání: 24.5.2010

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení částí druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Vysoké učení technické Brno

Fakulta elektrotechniky a informačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Expertní systém

Diplomová práce

Studijní obor: Kybernetika, automatizace a měření

Student: Bc. Jana Šimková

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Abstrakt:

První část diplomové práce se pojednává teoreticky o expertních systémech, je zde vysvětlen pojem „Expertní systém“, jsou zde popsány možnosti využití expertních systémů a vysvětlena struktura expertního systému, který je použit pro zpracování diplomové práce.

Druhá část práce je zaměřena na průmyslovou automatizaci, řídicí systémy firmy Siemens a je zde popsána problematika výběru řídicího systému.

Závěr práce se zabývá vlastní tvorbou báze znalostí a přínosem odladěné báze znalostí pro výběr vhodného řídicího systému firmy Siemens.

Klíčová slova:

Expertní systém, NPS32, PLC, CPU, Báze znalostí

Brno University of Technology

Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Control, Measurement and Instrumentation

Expert system

Master's Thesis

Specialisation of study: Kybernetika, automatizace a měření

Student: Bc. Jana Šimková

Supervisor: doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Abstract:

The first part of Master's Thesis considers theoretically about the expert systems. It contains a description of possibilities of using the expert systems, also a structure of the expert system is described, which may be used for an elaboration of the master's thesis.

The second part is focused on the industry automation. There are described the control systems of Siemens company and explained problematics of control systems selection.

In the last part it is described the process of the base of knowledges creation and benefits of the base of knowledges for selection a suitable control system.

Key words:

Expert system, NPS32, PLC, CPU, Base of knowledge

Bibliografická citace:

ŠIMKOVÁ, J. Expertní systém. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 85 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Václav Jirsík, CSc

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci na téma „Expertní systém“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních, a jsem si plně vědoma 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 autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Václavu Jirsíkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne

.....

Podpis autor

Obsah

1. ÚVOD	10
2. EXPERTNÍ SYSTÉMY	12
2.1 Charakteristika expertního systému	14
2.2 Historie vývoje expertního systému.....	15
2.3 Charakteristické znaky expertních systémů	17
2.4 Typy expertního systému	18
2.4.1 Diagnostické expertní systémy	18
2.4.2 Plánovací expertní systémy	19
2.4.3 Hybridní expertní systémy.....	20
2.5 Složení expertního systému	20
2.5.1 Báze znalostí.....	21
2.5.1 Báze dat	22
2.5.2 Inferenční mechanismus	22
3. EXPERTNÍ SYSTÉM NPS 32	25
3.1 Základní pojmy	25
3.2 Báze znalostí v NPS 32.....	26
3.2.1 Dotazovatelné uzly	28
3.2.2 Pomocné uzly.....	30
3.2.3 Cílové uzly.....	30
3.2.4 Pravidla	30
3.3 Multimediální podpora NPS 32	30
3.3.1 Typy připojených multimediálních informací	31
3.3.2 Způsob uložení multimediálních informací.....	31
3.3.3 Ovládání multimédií	32
4. PRŮMYŠLOVÁ AUTOMATIZACE.....	33
4.1 Historie průmyslové automatizace.....	33
4.2 MES systémy	34
4.3 Standartní funkčnosti vrstvy MES	34
4.4 MES jako most.....	35

4.5	Výhody nasazení MES systémů.....	36
4.6	Programovatelné automaty	38
4.7	Vývoj programovatelných automatů.....	38
4.8	Největší podílníci na českém trhu řídicích systémů	40
5.	PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY FIRMY SIEMENS	42
5.1	Historie řídicích systémů firmy Siemens	43
5.2	Řídicí systém Simatic S7 400	44
5.3	Řídicí systém Simatic S7 300	45
5.4	Řídicí systém Simatic ET200S	46
5.5	Řídicí systém Simatic S7 200	47
5.6	Řídicí systém Simatic S7 1200	48
5.7	Programovatelné relé LOGO!	49
5.8	Software pro programování PLC	50
5.8.1	Programovací software Step 7	50
5.8.2	Programovací software Step 7 Basic	50
5.8.3	Programovací software Step 7 Micro/Win	51
5.8.4	Programovací software Logo soft.....	51
5.8.5	Robustní notebook firmy Siemens – Field PG	51
6.	TVORBA BÁZE ZNALOSTÍ	53
6.1	Systém obchodních zástupců u firmy Siemens.....	53
6.2	Otázky experta	54
6.2.1	Jaký programovací software pro programování PLC firmy Siemens vlastníte?	54
6.2.2	Jste zvyklý používat spíše starší vyzkoušené produkty nebo máte zájem aplikovat produkty nové?	55
6.2.3	Jaký druh řídicího systému Siemens je v současnosti v daném (ve vašem) provozu?	55
6.2.4	V jakém rozmezí se bude pohybovat počet připojených signálů (I/O)?.....	56
6.2.5	Bude požadována podrobná vizualizace na průmyslovém ovládacím panelu?56	
6.2.6	Jaký druh komunikace systému s okolím bude požadován?	57
6.2.7	Bude aplikace obsahovat složité matematické výpočty?	58

6.2.8 Bude aplikace náročná na rychlé časové odezvy?	58
6.2.9 Je rozhodující velikost systému (kolik místa zabere v rozvaděči)?.....	58
6.2.10 Bude v aplikaci požadováno navažování (vážní modul Siwarex)?	59
6.2.11 Je rozhodující cena?	59
6.2.12 Máte zájem řešit bezpečnost pomocí bezpečnostních CPU?	59
6.2.13 Vyžaduje aplikace redundantní (maximálně spolehlivé) řešení systému? ..	60
7. BÁZE ZNALOSTÍ CPU	61
7.1 Vzorová konzultace.....	61
7.2 Vyhodnocení konzultace.....	64
8. ZÁVĚR.....	66
9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	68
10. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	70
11. PŘÍLOHA	71

1. ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena na tvorbu báze znalostí a její odladění v expertním systému NPS32. Báze znalostí je vytvořena pro výběr řídicího systému firmy Siemens.

Orientace v oblasti řídicích systémů firmy Siemens není jednoduchá. Pro uživatele není snadné vybrat systém, který odpovídá jeho požadavkům. V jednu chvíli se vyskytne současně několik atributů, které mohou jeden překrývat druhý a bez pomoci technika či experta není budoucí uživatel schopen správně zvolit.

V současné době má budoucí uživatel řídicího systému firmy Siemens pouze možnost obrátit se technickou podporu. Otázka může být ovšem složitá i pro ni, neboť lidé na technické podpoře neznají prostředí, do kterého má být daný řídicí systém nasazen. Diskuse bývá proto často časově náročná. Zároveň je problematické určit typ centrální procesorové jednotky (CPU), která by splňovala požadavky pro daný problém. Vytvořená a odladěná báze znalostí řeší právě problematiku výběru typu řídicího systému a zároveň vhodné procesorové jednotky.

Druhá kapitola se zabývá teorií expertních systémů, vysvětluje pojem expertní systém. Průřez historií expertních systémů ukazuje, jaká byla cesta vývoje expertních systémů. Je zde také popsáno rozdělení expertních systémů, složení expertních systémů a podrobně popisuje jednotlivé části a charakteristické znaky expertního systému.

Kapitola tři se podrobně zabývá expertním systémem NPS 32. Tento systém je výsledkem dřívějších diplomových prací vytvořených na FEKT ÚAMT. Tento systém slouží k uskutečnění cíle diplomové práce, k odladění báze znalostí. Systém NPS32 je zde podrobně popsán, část kapitoly se věnuje i multimediálním možnostem systému NPS32, které uživateli umožní po výběru dané procesorové jednotky jedna vidět její vzhled a jedna i přechíst základní parametry v textové podobě.

Báze znalostí, která je cílem diplomové práce, slouží k výběru vhodného řídicího systému na základě parametrů centrální procesorové jednotky (CPU) a

znalostí experta. Kapitola čtyři popisuje pojem „průmyslová automatizace“, její současnost a historii. Je zde popsán MES systém, který je obdobou plánovacího expertního systému a vzhledem k jeho stále častějšímu nasazování do výrobních procesů stojí za zmínku. Součástí této kapitoly je i popis průmyslových automatů. Jsou zde také vypsány firmy, které mají na českém trhu největší zastoupení v oblasti průmyslové automatizace.

Báze znalostí je zaměřena na řídicí systémy firmy Siemens. V kapitole pět jsou podrobně popsány jednotlivé typy řídicích systémů této firmy včetně programovacích software, kterými se tyto řídicí systémy programují.

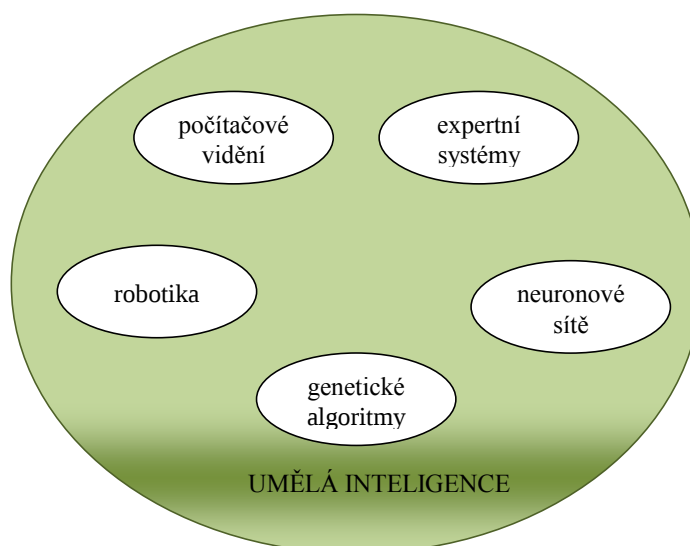
Kapitola šest se zabývá vlastní tvorbou báze znalostí. Obsahuje otázky experta, na základě kterých je postavena báze znalostí a které budou sloužit uživateli pro výběr systému. Každá otázka je popsána z hlediska systémů, jejichž výběr řeší odladění báze znalostí. Jsou zde uvedeny základní rozdíly týkající se právě dané otázky

Kapitola sedm vzorovou konzultaci vedoucí k výběru řídicího systému řady ET200S, konkrétně CPU IM151-8 s popisem kroků, které vedly k výběru právě této centrální procesorové jednotky. Cílem této kapitoly je ukázka konzultace a vysvětlení důvodu, jaké odpovědi vedly k volbě právě dané centrální procesorové jednotky.

Kapitola osm obsahuje závěrečné zhodnocení celé práce, splnění očekávaných cílů, možnosti využití systému v praxi.

2. EXPERTNÍ SYSTÉMY

Expertní systémy vznikly v důsledku širokého uplatňování poznatků a zkušeností z oblasti umělé inteligence a dalších počítačových věd. Smysl jejich použití vychází z myšlenky britského matematika Alana M. Turinga o možnosti používat počítače na modelování myšlení jako nejvýznamnějšího projevu člověka. Díky této myšlence vznikla umělá inteligence, která charakterizuje současný stav využívání počítačů jako etapu přechodu od zpracování údajů ke zpracování poznatků [8].

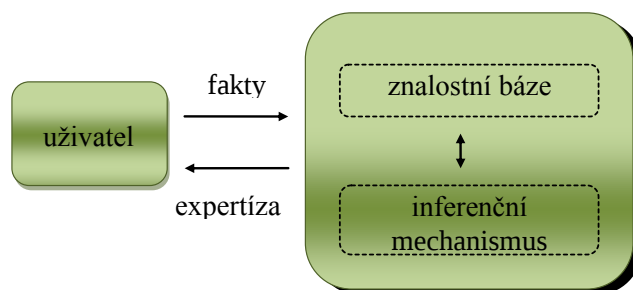


Obrázek 1: Oblasti umělé inteligence[7]

Do umělé inteligence můžeme řadit mnoho oblastí počítačových věd. Expertní systémy zde představují nástroj k úspěšnému řešení klasických problémů umělé inteligence. Profesor Edward Feigenbaum ze Stanfordské University, USA, který patří mezi první pracovníky v oboru expertních systémů, definuje expertní systémy jako inteligentní počítačové programy, které využívají znalostí a inferenčních mechanismů k řešení problémů, které jsou natolik obtížné, že by vyžadovaly řešení lidským expertem [7].

Expertní systém je tedy počítačový systém, který emuluje schopnost lidského experta rozhodovat. Termín emulovat zde představuje vlastnost systému - snahu jednat stejně jako člověk ve všech ohledech.

Ačkoliv myšlenka použití expertních systémů pro řešení obecných problémů je lákavá, jsou úspěšné především v určitých specializovaných oblastech. Mezi aplikační oblasti patří především obchod, medicína, inženýrství.



Obrázek 2: Základní koncept expertního systému [7]

Expertní systémy jsou oblastí umělé inteligence, ve které se používá specializovaných znalostí k řešení problémů na úrovni lidského experta. Expert je člověk, který je specializován v určité oblasti a jeho znalosti či specializované schopnosti nejsou známy nebo dostupné ostatním lidem. Expert je schopen vyřešit problémy, které většina lidí není schopna řešit, nebo je umí řešit efektivněji. Znalosti v bázi znalostí expertního systému jsou nejen specializované (od expertů), ale také obecně dostupné z knih, časopisů, a ostatních lidí, majících znalosti o dané problematice. Výrazy expertní systém, znalostní systém a znalostní expertní systém jsou pak často používány jako synonyma. Častěji je však možno nalézt výraz expertní systém, a to i v případě, že jde o systém obsahující pouze obecně známé informace.

Jednou z nejdůležitějších věcí při tvorbě báze znalostí expertního systému je rozhodnutí, zda ji dělat či nedělat. Ne každý druh problémů má předpoklady být řešen použitím expertního systému. Použití expertních a znalostních systémů k řešení

problémů má své výhody i nevýhody. Pouze dobrá analýza a zpracování dané oblasti bude mít za výsledek užitečnou a ekonomicky výhodnou pomoc při řešení problémů. Další důležitou věcí je rozhodnutí, jaké softwarové prostředky k tomu použít.

Bez ohledu na konkrétní způsob vymezení expertního nebo znalostního systému je jeho podstatou určitý druh programů. Způsob jejich vytváření a především principy, na jejichž základě se realizují, mají své specifické vlastnosti.

Základní koncept expertního systému vychází z představy, že uživatel poskytuje systému fakty a jako odezvu dostává expertní radu - expertízu. Expertní systém se pak skládá ze dvou hlavních částí: znalostní báze obsahující znalosti, které jsou zpracovávány inferenčním mechanismem. Proces generování expertízy se nazývá inferencí, která je analogií k výrazu usuzování, používanému ve spojení s expertíзой generovanou lidským expertem. Jinými slovy, inference je strojové usuzování. Uživatelem bývá zpravidla expert – člověk, který se v dané problematice nějakým způsobem orientuje. V případě experta, který daný systém odladil, expertní systém slouží jako inteligentní asistent - poradce, který může přispět k větší efektivitě při řešení problému.

2.1 CHARAKTERISTIKA EXPERTNÍHO SYSTÉMU

Přesná, všeobecně uznávaná definice expertního systému - zejména díky silné variabilitě vyvinutých či vyvíjených systémů i vzhledem k různorodosti představ o obsahu tohoto pojmu - zatím chybí. Navíc se vize a očekávání v čase průběžně mění. Zatímco v prvních letech se očekávalo vytvoření několika opakovatelně a široce využitelných, problémově nezávislých expertních systémů se silným stupněm všeobecně přijaté standardizace, dnes má většina expertních systémů spíše charakter speciálních, problémově orientovaných a ad hoc vytvořených subsystémů v rámci rozsáhlejších programových celků [7].

Je nutno říci, že z hlediska teoretického i implementačního není podstatného rozdílu mezi expertními a znalostními systémy. Lze zde spatřovat určitý rozdíl v kvalitě znalostí. Dále že expertní systém má schopnost vysvětlovací.

Profesor Edward Feigenbaum a kolektiv definují expertní systémy jako počítačové programy, simulující rozhodovací činnost experta při řešení složitých úloh a využívající vhodně zakódovaných, explicitně vyjádřených znalostí, převzatých od experta, s cílem dosáhnout ve zvolené problémové oblasti kvality rozhodování na úrovni experta [7].

2.2 HISTORIE VÝVOJE EXPERTNÍHO SYSTÉMU

Historie vývoje expertních systémů začíná rokem 1965, kdy se Edward Feigenbaum, přezdívaný „otec expertních systémů“, držitel ACM Turing Award, začal podílet společně s Brucem Buchnanem a Joshuou Lederbergem na vývoji Dendral prvního expertního systému. Výsledný systém simuloval zkušeného experta, který pomáhal chemikům předpovídat strukturu sloučenin v organické chemii na základě obecných pravidel pro molekulární vazby, a současné znalosti struktury již objevených sloučenin (což byla daná báze dat)[6].

První expertní systémy (ES) byly problémově orientované. Jejich zobecněním vznikly prázdné expertní systémy, které mohou být opakovaně použitelné v různých aplikačních oblastech.

Prvním programem, který byl svými autory označen jako expertní systém, byl MYCIN, expertní systém pro diagnostikování infekčních onemocnění a návrh terapie antibiotiky.

Poté, co při řešení praktických problémů selhaly obecné metody řešení, byla pochopena nutnost využívat specifické (expertní) znalosti z příslušné problémové domény.

Etapy vývoje expertního systému je možno specifikovat takto [8]:

- počáteční etapa (druhá polovina 60-tých let) – v této etapě vznikl DENDRAL – plánovací expertní systém pro identifikaci chemické sloučeniny na základě spektrografických dat (vůbec první expertní systém) a také MACSYMA – soubor nástrojů pro manipulaci s matematickými výrazy,

- etapa výzkumných prototypů (první polovina 70-tých let) – vznik diagnostického systému MYCIN – určování typů bakteriální infekce pacienta a návrh vhodného typu antibiotik pro stabilizaci jeho stavu a PROSPECTOR – diagnostický systém na objevování rudných ložisek v dané lokalitě na základě dostupných geologických dat,
- etapa experimentálního nasazování (druhá polovina 70-tých let) – období řady úspěšných nasazení v medicíně,
- (etapa komerčního využívání (od 80-tých let do současnosti) – etapu odstartovaly systémy XCON a XSEL pro vytváření konfigurací počítačů řady VAX podle přání a možností zákazníka.

Při charakteristice vývoje expertních systémů se také hovoří o dvou generacích.

Charakteristické rysy první generace ES jsou tyto:

- jeden způsob reprezentace znalostí,
- malé schopnosti vysvětlování,
- znalosti pouze od expertů.

Druhá generace ES má následující charakteristiky:

- modulární a víceúrovňová báze znalostí,
- hybridní reprezentace znalostí,
- zlepšení vysvětlovacího mechanismu,
- prostředky pro automatizované získávání znalostí.

2.3 CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY EXPERTNÍCH SYSTÉMŮ

Expertní systém se vyznačuje následujícími charakteristickými rysy [7]:

- **Oddělení znalostí a mechanismu pro jejich využití**

Znalosti experta jsou uloženy v bázi znalostí odděleně od inferenčního mechanismu. To umožňuje vytvářet problémově nezávislé (prázdné) ES, kde jeden mechanismus může pracovat s různými bázemi znalostí.

- **Neurčitost v bázi znalostí**

V bázi znalostí jsou uloženy nejen exaktní znalosti, ale i nejrůznější heuristiky, které se osvědčily při rozhodování.

- **Neurčitost v datech**

Konkrétní data bývají zatížena neurčitostí způsobenou nepřesně určenými hodnotami nebo subjektivním pohledem uživatele.

- **Dialogový režim**

Expertní systémy jsou nejčastěji konstruovány jako konzultační systémy - „dotaz systému – odpověď uživatele“.

- **Vysvětlovací činnost**

Pro zvýšení důvěry uživatelů v závěry by měl systém poskytovat vysvětlení svého uvažování. Obvykle vysvětluje právě položený dotaz, znalosti relevantní k nějakému tvrzení, právě zkoumanou cílovou hypotézu, právě probíhající vysvětlování.

- **Modularita a transparentnost báze znalostí**

Modularita umožňuje snadnou aktualizaci báze znalostí, transparentnost umožňuje její snadnou čitelnost a srozumitelnost.

2.4 TYPY EXPERTNÍHO SYSTÉMU

Expertní systémy můžeme klasifikovat podle různých hledisek.

Podle obsahu báze znalostí můžeme expertní systémy rozdělit na:

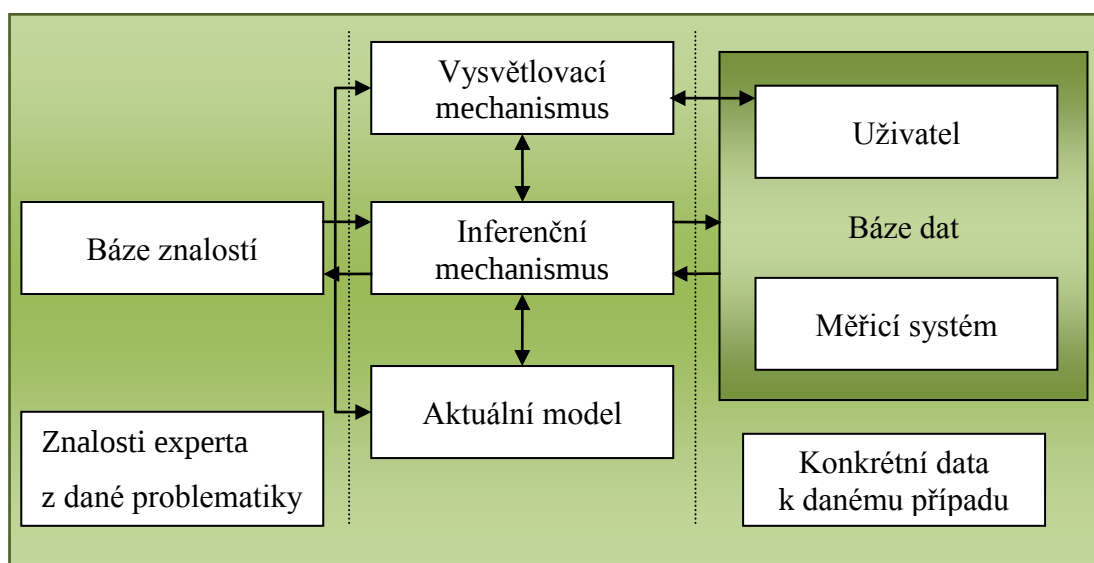
- problémově orientované, jejichž báze znalostí obsahuje znalosti z určité domény,
- prázdné (shells), jejichž báze znalostí je prázdná.

Podle charakteru řešených problémů lze ES rozdělit na:

- diagnostické,
- plánovací,
- hybridní.

2.4.1 Diagnostické expertní systémy

Úkolem diagnostických expertních systémů je určit, která hypotéza z předem definované konečné množiny cílových hypotéz nejlépe koresponduje s daty týkajícími se daného konkrétního případu [8].

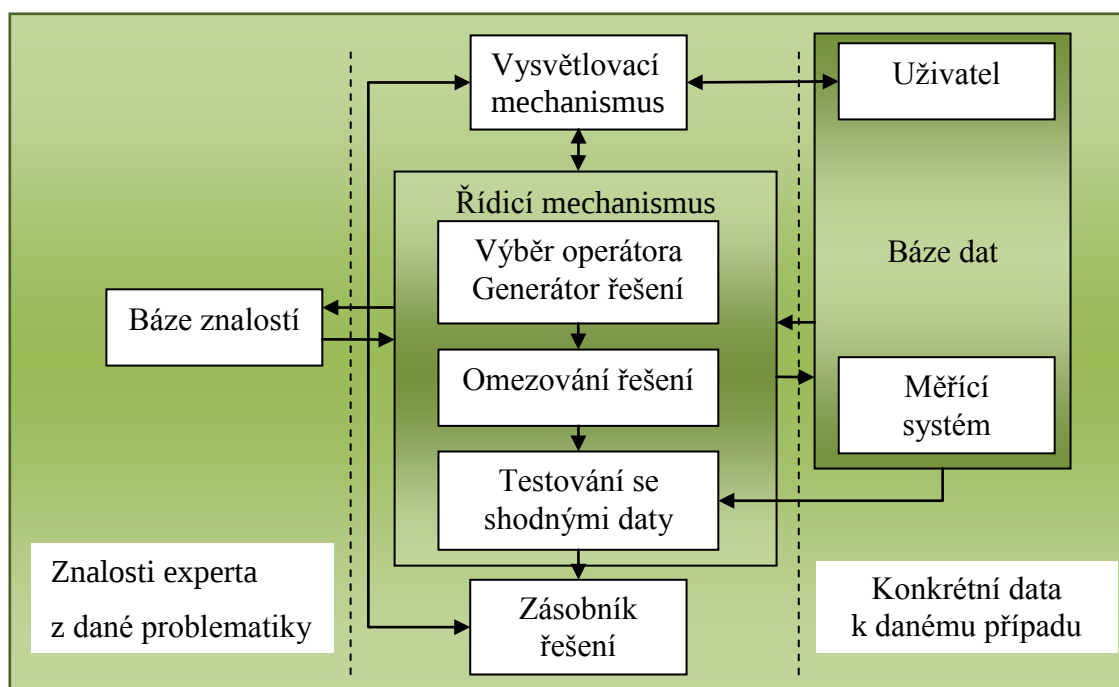


Obrázek 3: Blokové schéma diagnostického expertního systému[3]

Úkolem diagnostických expertních systémů je provádět efektivní interpretaci dat s cílem určit, která z hypotéz z předem stanovené konečné množiny cílových hypotéz o chování zkoumaného systému nejlépe koresponduje s reálnými daty konkrétního případu. Řešení problému probíhá formou postupného ohodnocování a přehodnocování dílčích hypotéz v rámci pevně daného modelu řešeného problému, který je sestaven expertem.

2.4.2 Plánovací expertní systémy

Plánovací expertními systémy se obvykle používají pro řešení takových úloh, ve kterých je znám cíl řešení a počáteční stav a systém má s využitím dat o konkrétním řešeném případě nalézt pokud možno optimální posloupnost kroků vedoucích k dosažení cíle. Podstatnou částí takovýchto expertních systémů je generátor možných řešení, který automaticky kombinuje posloupnost operátorů [8].

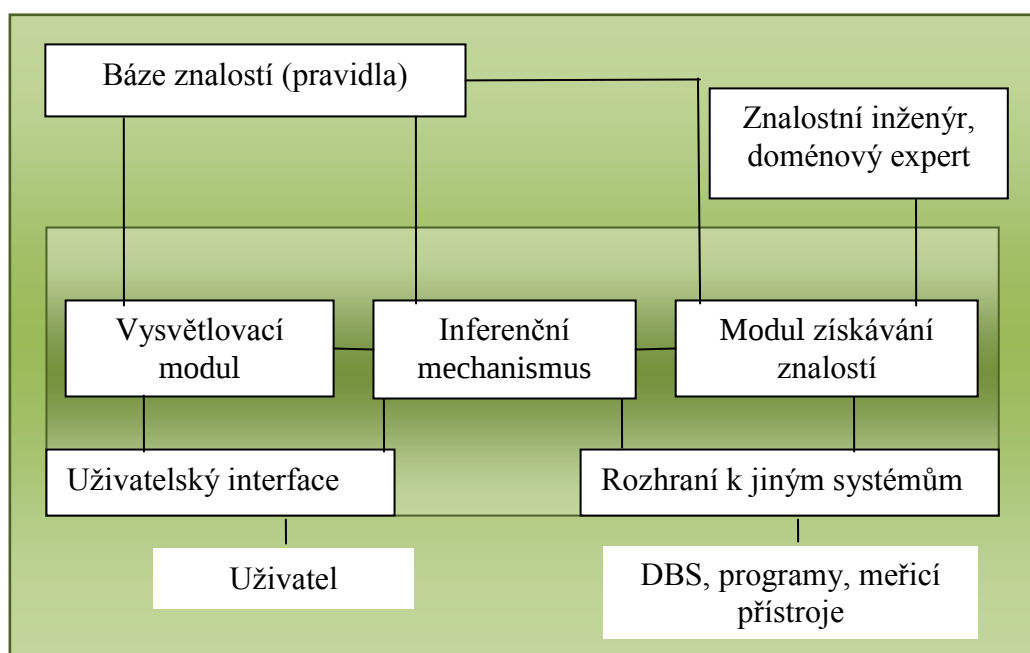


Obrázek 4: Blokové schéma plánovacího expertního systému [3]

2.4.3 Hybridní expertní systémy

Hybridní expertní systémy se vyznačují kombinovanou architekturou, protože využívají částečně principů diagnostických a plánovacích expertních systémů. K hybridním systémům řadíme například inteligentní výukové systémy, u nich se střídá „diagnostika“ znalostí studenta s plánováním dalšího výukového procesu nebo systémy monitorovací, kde opakovaně startovaný diagnostický sledovací subsystém je nahrazen subsystémem pro plánování zásahu v okamžiku detekce poruchy [4].

2.5 SLOŽENÍ EXPERTNÍHO SYSTÉMU



Obrázek 5: Architektura ES [2]

Expertní systém se skládá z následujících hlavních částí:

- uživatelský interface - spojovací modul, který zabezpečuje komunikaci uživatele s ES,

- vysvětlovací modul - popisuje a vysvětluje postup usuzování ES uživateli,
- modul získávání znalostí - modul pro vkládání nových znalostí do ES,
- pracovní paměť - databáze faktů používaných pravidly,
- inferenční mechanismus - provádí inferenci (proces usuzování). Vytváří prioritní seznam pravidel, aplikuje pravidla podle seznamu a rozhoduje, která pravidla jsou splněna předloženými (existujícími) fakty,
- agenda - seznam pravidel s přiřazenou prioritou vytvořený inferenčním mechanismem,
- báze znalostí - databáze pravidel.

2.5.1 Báze znalostí

Báze znalostí je úschovna všech znalostí experta souvisejících s danou problematikou. Je to jediné místo, kde jsou znalosti ukládány, podléhají určité organizaci. Báze by měla být modulární a otevřená pro zahrnutí nových znalostí a případnou eliminaci znalostí neefektivních či redundantních. Obsahuje znalosti z určité domény a specifické znalosti o řešení problémů v této doméně.

Znalosti jsou méně přesné než data a nemohou být objektivně verifikovány. Pojednávají o generalizacích, o obecných zákonitostech. Pojem znalost je vhodné chápat v rámci logiky usuzování a inferenčního mechanismu, který ji prakticky realizuje. Za novou znalost považujeme tu informaci, která není daným inferenčním mechanismem odvoditelná z již dostupných znalostí.

Znalosti mohou být nejrůznějšího charakteru:

- od nejobecnějších znalostí až po znalosti vysoce specifické,
- od „učebnicových“ znalostí až po znalosti „soukromé“ (tj. takové, jaké by si expert ani nedovolil publikovat),
- od exaktně prokázaných znalostí až k nejistým heuristikám,

- od jednoduchých znalostí až po metaznalosti (tj. znalosti o znalostech).

Pro reprezentaci znalostí jsou nejčastěji používány tyto prostředky:

- matematická logika,
- pravidla,
- rozhodovací stromy,
- sémantické sítě
- rámce a scénáře,
- objekty.

Znalosti můžeme klasifikovat jako:

- mělké, které jsou založeny na empirických a heuristických znalostech,
- hluboké, založené na základních strukturách, funkcích a chování objektů.

2.5.1 Báze dat

Báze dat odpovídá množině dat klasického programu. Bývá obvykle uložena na pevných discích nebo na jiných zálohovacích zařízeních. Zdroj znalostí a zdroj dat jsou odlišné – hlavně v hospodářských aplikacích nemá expert dostatek času na sběr a ověřování dat. O datech tedy mluvíme v případě, že se můžeme při sběru materiálu spolehnout na automatický proces. Správnost dat vzhledem k realitě může být potvrzena opakovaným pozorováním a porovnáváním. Data odrážejí současný stav světa na úrovni instancí, takže obsahují mnoho detailů, jsou objemná a často se rychle mění. Nově získaná data mohou být v rozporu se znalostmi.

2.5.2 Inferenční mechanismus

Inferenční mechanismy jsou nástroje strojového usuzování - řešení problémů počítačem. Umožňují nasazení stroje i v případě, kdy není k dispozici odpovídající algoritmus nebo algoritmické řešení neexistuje. Jejich produkty jsou expertízy - nové

znalosti. Inferenční mechanismy jsou vlastním výkonným nástrojem ES a jejich činnost určuje efektivnost a spolehlivost ES.

Striktní oddělení znalostí a mechanismu pro jejich použití je pro expertní systémy typické. Právě tato separace umožňuje použití kvalitního již vytvořeného inferenčního mechanismu na jinou bázi znalostí. Inferenční mechanismus obsahuje obecné (doménově nezávislé) algoritmy schopné řešit problémy na základě zadaných faktů pomocí manipulace se znalostmi z báze znalostí. Typický inferenční mechanismus je založen na inferenčním pravidle pro odvozování nových poznatků z existujících znalostí, strategii prohledávání báze znalostí.

Metody inference [7]:

- dedukce – metoda, při níž se z premis dospívá k novému tvrzení - závěru, postup od obecného ke zvláštnímu,
- indukce – metoda, při níž se z jedinečných výroků usuzuje na obecný závěr,
- abdukce – usuzování směřující ze správného závěru k předpokladům, které jej mohly způsobit,
- heuristiky – použití pravidel získaných zkušeností k zjednodušení tradičních způsobů řešení,
- generování a testování – metoda pokusů a omylů,
- analogie – odvozování závěru na základě podobnosti s jinou situací,
- defaultní inference – usuzování na základě obecných znalostí v případě absence znalostí specifických,
- nemonotónní inference – při získání nového poznatku nebo závěru se mohou stát předešlé znalosti neplatnými,
- intuice – schopnost postižení pravdivého výroku bez předchozího logického usuzování, v současnosti chápána jako možná heuristická cesta, zatím nebyla v ES implementována a snad by se k ní mohlo blížit usuzování neuronových sítí.

Důležitou schopností inferenčního mechanismu je zpracování neurčitosti. Neurčitost v expertních systémech se může vyskytovat jednak v bázi znalostí a jednak v bázi faktů.

Zdroji neurčitosti jsou:

- nepřesnost, nekompletnost, nekonzistence dat,
- vágní pojmy,
- nejisté znalosti.

Neurčitost může být reprezentována a zpracovávána např. pomocí následujících přístupů a prostředků:

- pravděpodobnostní (Bayesovské) přístupy,
- faktory jistoty,
- Dempster-Shaferova teorie,
- fuzzy logika.

3. EXPERTNÍ SYSTÉM NPS 32

K realizaci své diplomové práce jsem si vybrala expertní systém NPS 32. Je to systém, který je výsledkem diplomových prací, vytvořený na VUT brno, FEKT ÚAMT. Tato kapitola seznamuje s principy tohoto expertního systému, se základními pojmy, se kterými se bude pracovat, s matematickým aparátem a se složením báze znalostí, se kterou tento expertní systém může pracovat [12].

3.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Při práci s expertním systémem je nutné znát pojmy, které se v něm vyskytují:

- literál je identifikátor uzlu, popřípadě identifikátor uzlu doplněný o znaménko, které označuje, zda se bude pracovat s přímou hodnotou pravděpodobnosti uzlu nebo s negovanou hodnotou,
- uzel je stavebním prvkem báze znalostí. Existuje jich více typů. Cílové uzly zastupují cílové hypotézy, z nichž se v průběhu konzultace vybírají nejvhodnější, dotazovatelné uzly zastupují dotaz, jež má být položen uživateli. Pomocné uzly jsou pro uživatele skryté. Ty slouží k vnitřnímu chodu báze znalostí v průběhu inference. Identifikace uzlu je pomocí jména, které musí být v rámci báze jedinečné. Uzly v bázi znalostí jsou mezi sebou propojeny pomocí vazeb, kterými si mezi sebou předávají informace. Pravděpodobnost, která je každému uzlu přiřazena, se v průběhu konzultace mění podle odpovědi uživatele,
- vazba zajišťuje propojení jednotlivých uzlů a tím i šíření informací mezi uzly. Vazba je součástí uzlu a vždy ovlivňuje ten uzel, ke kterému je definována. Vazby se dělí na kontexty a pravidla,
- pravidlo je základním druhem vazby, kterým dochází k šíření informace v bázi. Je tvořeno konjunkcí a disjunkcí jednoho nebo více literálů.

V případě, že pravidlo obsahuje pouze jeden literál, nezáleží, zda je definováno jako konjunktivní nebo disjunktivní,

- kontext je speciálním druhem vazby, který lze použít pro uzly dotazovatelné. Kontextová vazba se vyšetřuje v okamžiku, kdy inferenční mechanismus uvažuje o položení dotazu, jež tento uzel zastupuje. V případě nesplnění podmínky, která je definována kontextem, se tento dotaz nepoloží a hledá se jiný vhodný dotazovatelný uzel. Splní-li se podmínka v průběhu konzultace, inferenční mechanismus může tento dotaz položit.

3.2 BÁZE ZNALOSTÍ V NPS 32

S bází znalostí se můžeme setkat ve dvou formách. První podobou báze znalostí je textový zápis. V něm je báze ukládána na disk a v případě potřeby z něj načítána. Textový zápis poskytuje kompletní informaci o bázi znalostí, jejích prvcích a vzájemných vztazích mezi nimi [12].

Druhou podobou báze znalostí je ta, která vznikne po nahrání báze do NPS32. Zde jsou hlavní prvky báze, uzly, reprezentovány samostatnými paměťovými strukturami identifikovanými adresou. Stejně jsou reprezentovány i vazby. Dynamická struktura báze umožňuje provádění mnoha operací, které by bylo v případě spojitě báze velmi obtížné a časově náročné realizovat. Operacemi se myslí například přejmenování uzlu nebo přidání vazby.

Bázi znalostí lze rozdělit do dvou částí. V první části jsou informace týkající se celé báze, ve druhé definice uzlů.

První část může obsahovat tyto definice:

- název báze – je to libovolný název, který nemusí být stejný s názvem souboru báze. Může na rozdíl od názvu souboru báze obsahovat libovolné znaky. V textové podobě báze je uvozen znaky „:“ ,

- informační text k bázi – slouží pro umístění popisu báze znalostí. Definice textu se může v bázi několikrát opakovat. Každý řádek popisu je novým odstavcem. Popis báze se uvozuje znaky „;“,
- počet implicitně nabízených odpovědí – je to počet odpovědí, které systém nabídne uživateli, není-li to jinak definováno v uzlu, jehož dotaz je položen. Možné hodnoty tohoto atributu jsou 3, 5 a 7. Hodnota je v textové podobě báze uvozena znaky „?“.

Následující tabulka je tabulkou hodnot pravděpodobností pro všechny tři možnosti počtu implicitně nabízených odpovědí:

Text odpovědi	Počet odpovědí					
	3		5		7	
Ano	100%	+1	-----	-----	-----	-----
Určitě ano	-----	-----	100%	+2	100%	+3
Spíše ano	-----	-----	-----	-----	75%	+2
Snad ano	-----	-----	66,7%	+1	60%	+1
Nevím	50%	0	50%	0	50%	0
Asi ne	-----	-----	33,3%	-1	40%	-1
Spíše ne	-----	-----	-----	-----	25%	-2
Určitě ne	-----	-----	0%	-2	0%	-3
Ne	0%	-1	-----	-----	-----	-----

Tabulka 1: Hodnoty pravděpodobností implicitně nabízených odpovědí a jejich pravděpodobnosti [12]

Definice uzlů je složena jednak z definice uzlu a jednak z definice vazeb přímo ovlivňujících daný uzel. Musí obsahovat povinné parametry. Ty mají v textové formě báze znalostí tvar **.id p=dd% [prm]**.

Popis je následující:

- id – identifikátor uzlu, který je maximálně 8 znaků dlouhý a jednoznačně identifikuje uzel. Proto je v rámci báze nutná jeho jedinečnost,

- dd – dvouciferná hodnota celočíselného typu znamenající počátení pravděpodobnost uzlu, která slouží pro inicializaci uzlu na počátku konzultace.
- prm – rozšiřující parametry upřesňující typ uzlu. Jsou to „A“, „D“, „K“, „G“.

Další část definice uzlu závisí na konkrétním uzlu a prvcích, které daný uzel obsahuje. V textové formě je báze ukončena znakem „#“.

3.2.1 Dotazovatelné uzly

Jejich použití je pro reprezentaci otázky v bázi znalostí. Lze je rozdělit do dvou skupin:

- přímé dotazovatelné uzly – dotazy definované těmito uzly jsou pokládány ve stejném pořadí, v jakém byly definovány v bázi znalostí. V textové formě jsou označeny „D“,
- běžně dotazovatelné uzly – inferenční mechanismus pokládá otázky definované těmito uzly podle svého uvážení. V textové podobě jsou tyto uzly označeny „A“.

Součástí definice dotazovatelného uzlu je definice textu otázky zobrazeného při položení dotazu uzlu. Také je zde možnost nadefinování uživatelsky definované odpovědi. V případě jejich nadefinování se při položení dotazu nezobrazí implicitní odpovědi podle tabulky xxx, ale odpovědi lokální pro daný uzel.

Zodpovězení dotazu uživatelem má za následek změnu hodnoty pravděpodobnosti daného uzlu, ta je získána pomocí interního matematického vztahu a pravděpodobnostní hodnoty dané odpovědi.

Další součástí definice dotazovatelného uzlu je definice jednoho nebo více kontextů. Ta je složena ze tří prvků: typu kontextu, hodnoty pravděpodobnosti a identifikátoru uzlu. Typ kontextu určuje, zda se jedná o kontext větší „>“ nebo menší „<“. Kontext uzlu nám říká, že dotaz reprezentovaný uzlem může být položen pouze

v případě, když hodnota aktuální pravděpodobnosti uzlu určeného identifikátorem obsaženým v kontextu, je větší nebo menší než hodnota pravděpodobnosti uvedená v kontextu.

Přímý dotazovatelný uzel může být buď kvantitativní (označeny „K“) nebo nekvantitativní. Přímý nekvantitativní uzel lze využít pro reprezentaci dotazů vyjadřujících míru souhlasu s určitou hypotézou, přímý kvantitativní uzel je vhodný pro dotazy vybírající z určitého množství hypotéz tu správnou.

Příklad nekvantitativního uzlu:

Otázka: Je rozhodující cena?

Možné odpovědi a jejich hodnocení:

Ano[+3]

spíše ano[80]

spíše ne[0]

ne[-3]

Příklad kvantitativního uzlu:

Otázka: Jaký programovací software pro programování PLC firmy Siemens vlastníte?

Možné odpovědi:

Step 7

Step 7 Microwin

Step 7 Basic

Žádný

3.2.2 Pomocné uzly

Jsou tím nejjednodušším typem uzlu. Jejich definice je dána pouze jejich identifikátorem a počáteční pravděpodobností a neobsahují žádný parametr. Jejich využití je buď jako pomocný neviditelný uzel, vytvořený znalostním inženýrem jako zástupce některé pomocné hypotézy, nebo jako pomocný uzel zastupující hypotézu reprezentovanou odpovědí kvantitativního uzlu.

3.2.3 Cílové uzly

Tyto uzly zastupují hypotézy, ze kterých expertní systém vyhledává ty nejpravděpodobnější. V textové formě se tyto uzly definují identifikátorem, počáteční pravděpodobností, parametrem „G“ identifikujícím cílový uzel a řádkem s názvem hypotézy, pod kterým je uzel prezentován uživateli, který konzultaci provádí.

3.2.4 Pravidla

V každém z výše uvedených uzlů může být obsažena definice jednoho nebo více pravidel. V textové formě zápisu báze je konjunktivní pravidlo značeno „&“ a disjunktivní pravidlo „|“. Za znakem je uvedena hodnota udávající sílu vazby v rozsahu 0%-99%. Další součástí definice pravidla je jeden nebo více literálů, udávajících, ke kterému uzlu je pravidlo navázáno a zda je navázáno přímo nebo negovaně.

3.3 MULTIMEDIÁLNÍ PODPORA NPS 32

V současnosti se bez multimediální podpory nemůže žádný program, který chce na trhu konkurovat, obejít. Uživatel hodnotí vše nejen podle funkčnosti, ale hlavně podle vzhledu a grafická forma odpovědí je nezbytnou součástí. Zároveň jsou vyžadovány veškeré dostupné informace bez nutnosti dalšího složitějšího vyhledávání.

Každý produkt by měl mít i svoji grafickou formu, neboť jen tak je větší pravděpodobnost, že si uživatel vybere právě ten a ne jiný [12].

Program NPS32 má svoji multimediální podporu báze znalostí. Znamená to v tomto případě, že k původnímu textovému vyjádření otázek, zobrazovaných při konzultaci, lze připojit nezávisle další interaktivní informace upřesňující položený dotaz. Tyto informace lze přiřadit i k odpovědím a zároveň i ke každé z existujících hypotéz, což poskytne uživateli mnohem větší informace o řešeném problému.

3.3.1 Typy připojených multimediálních informací

Multimediální informace jsou v NPS32 zastoupeny těmito druhy [12]:

- text – lze v něm podrobně popsat detaily položeného dotazu, které se kvůli omezenému prostoru do okna dotazu nevešly,
- grafická bitmapa – obrázky, poskytující informace mnohdy výstižněji než dlouhý text,
- zvuková sekvence – zvukové informace, které nelze jiným způsobem vyjádřit,
- animace, videosekvence – jde o kombinaci zvuku a obrazu, mnohdy se jedná o nejvýstižnější popis problematiky.

Každý z výše popsaných způsobů lze použít nezávisle na sobě v průběhu konzultace. Kombinace několika není systémem podporována.

3.3.2 Způsob uložení multimediálních informací

Multimediální informace jsou uloženy v adresáři MEDIA umístěném v adresáři NPS32. Program pozná přítomnost multimediální složky báze znalostí tak, že zkontroluje, zda existuje adresář se stejným jménem jako je soubor báze. Například pokud je báze znalostí uložena v souboru „Siemens.N32“, tak systém

očekává multimediální podporu v podadresáři „Siemens“ v adresáři MEDIA umístěném v hlavním adresáři programu.

V průběhu konzultace provádí kontrolu shody jména dotazovaného uzlu s případným adresářem. Pokud adresář existuje, jednotlivé soubory se nachází v tomto adresáři a mají stejný název, jako má laterál daného uzlu. Druh informace je rozlišen příponou - *.avi, *.txt, *.jpg, *.wav.

Ve všech případech platí, že program nejprve testuje přítomnost příslušného souboru a teprve pak, pokud není nalezen, předpokládá, že pro danou otázku, odpověď nebo hypotézu není přiřazen žádný z multimediálních souborů.

3.3.3 Ovládání multimédií

Uživatel pozná, zda je k dané otázce, odpovědi či hypotéze, přiřazen nějaký multimediální objekt, podle stavu ikon k tomu určených. Vysvícená ikona signalizuje přítomnost některého z multimediálních souborů, nevysvícená znamená, že daný typ multimediálního souboru není přítomen.

4. PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE

Průmyslová automatizace představuje nejvyšší formu moderní strojové velkovýroby, při níž obsluha strojů a řízení výrobních procesů přechází na automatizované systémy. Je to obor, který je využíván v mnoha oblastech a nikdo si bez něho moderní technologie neumí představit. Nejvýznamnější částí tohoto oboru je automatizace technologických procesů. Spojuje se zde využití řídicích systémů a dalších komponent automatizace, jejich pomocí je zajištěna vysoká spolehlivost a bezpečnost.

4.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉ AUTOMATIZACE

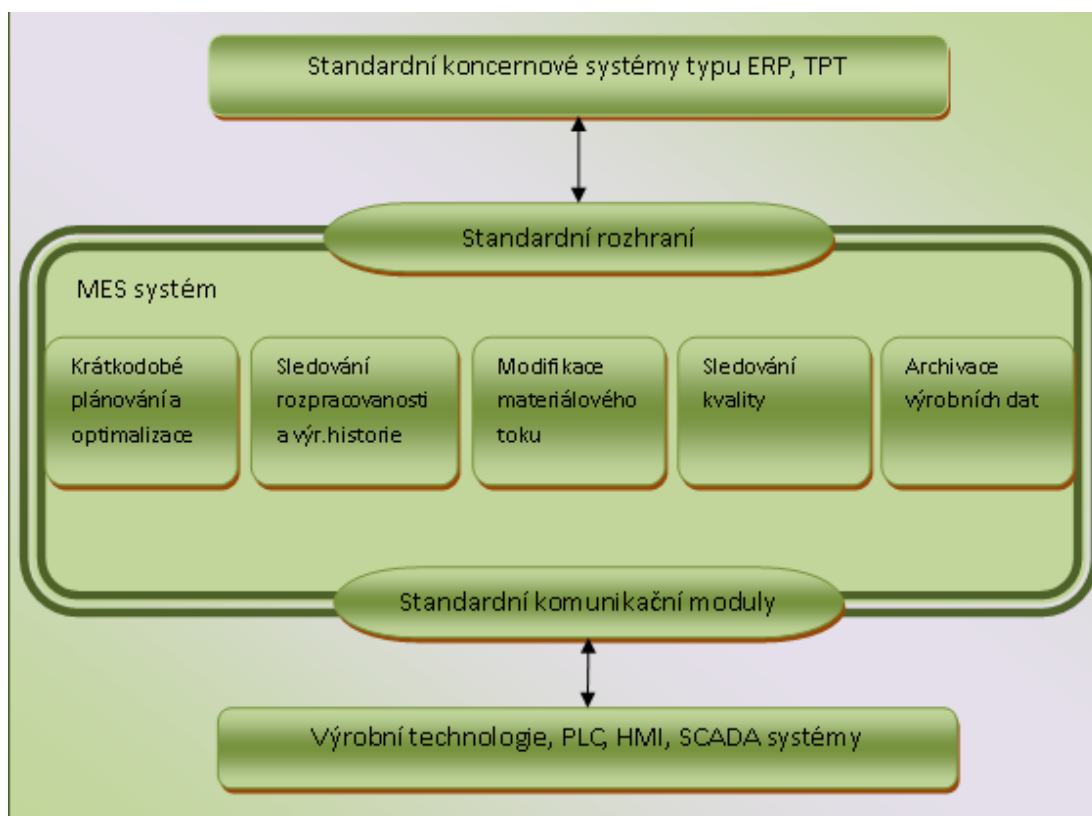
Počátky automatizace sahají do doby, kdy si lidé začali uvědomovat, že na všechno lidské ruce nestačí a začali přemýšlet nad urychlením a zkvalitněním výroby. Jednalo se o jednoduché stroje a mechanismy. V období průmyslové revoluce se začaly objevovat regulační mechanismy jako součást strojů tam, kde již přímé ovládání člověkem není možné (rychlost, kvalita, bezpečnost atd. Skutečné počátky oboru automatizace je možné datovat do období krátce před 2. světovou válkou a zejména během ní. V této době také vznikly první teoretické práce popisující základní zákonitosti automatického řízení (např. Nyquistovy práce v oblasti stability a záporné zpětné vazby ve 30. letech dvacátého století a zejména Zieglerova-Nicholsova metoda optimálního nastavení regulátoru z roku 1942) [11].

Ačkoliv automatizace jako obor není přímo svázána s elektrotechnikou (viz mechanické provedení regulátorů v prvopočátku a poté jejich hydraulické a pneumatické realizace používané ve specifických úlohách i nyní), její doslova bouřlivý rozvoj až do současné podoby byl umožněn právě rozvojem elektrotechniky a později zejména elektroniky. Poměrně dlouhé počáteční období automatizace se vyznačovalo plným distribuováním řídicí techniky na řízeném technologickém zařízení v podobě jeho lokálního ovládání a řízení.

4.2 MES SYSTÉMY

V různých oblastech průmyslové automatizace se začínají objevovat produkty, které v mnohém připomínají expertní systém. Jsou to takzvané MES systémy - Manufacturing Execution Systems. Jsou to systémy, které umožňují zlepšení diagnostiky výroby, plánování výroby, zefektivnění výrobního procesu. Jejich úkolem je integrovat systém řízení technologického procesu (PCS) a systém plánování podnikový zdrojů (ERP) do celopodnikového informačního systému. Dosáhne se tím vyloučení lidského faktoru z informačního řetězce, což se projeví ve zvýšené produktivitě výroby a ve větší pružnosti výrobního podniku vůči odběrateli.

4.3 STANDARTNÍ FUNKČNOSTI VRSTVY MES



Obrázek 6: Pozice MES systému mezi standardními podnikovými aplikacemi a výrobní technologií [5]

Elektronické řízení výroby pokrývá integraci následujících oblastí operativního řízení výroby:

- krátkodobé kapacitní plánování (týdenní, denní, směnové),
- materiálová management, označování materiálů a traceabilita,
- výrobní postupy (předpisy) a receptury (parametry),
- řízení a supervize výroby včetně přímé komunikace s automatizací technologií,
- hlídání a optimalizace jakosti,
- elektronické výrobní protokoly,
- sběr, analýza a archivace technologických veličin a varovných hlášení,
- sběr a ukládání výrobních dat,
- operativní výpočty výrobních ukazatelů a statistik (výkonnosti, KPI, OEE..),
- podpora řízení údržby.

Výše uvedené funkčnosti jsou známé, avšak teprve jejich provázaná implementace v elektronickém řízení výroby přináší popisované efekty skutečně optimálního řízení výroby.

4.4 MES JAKO MOST

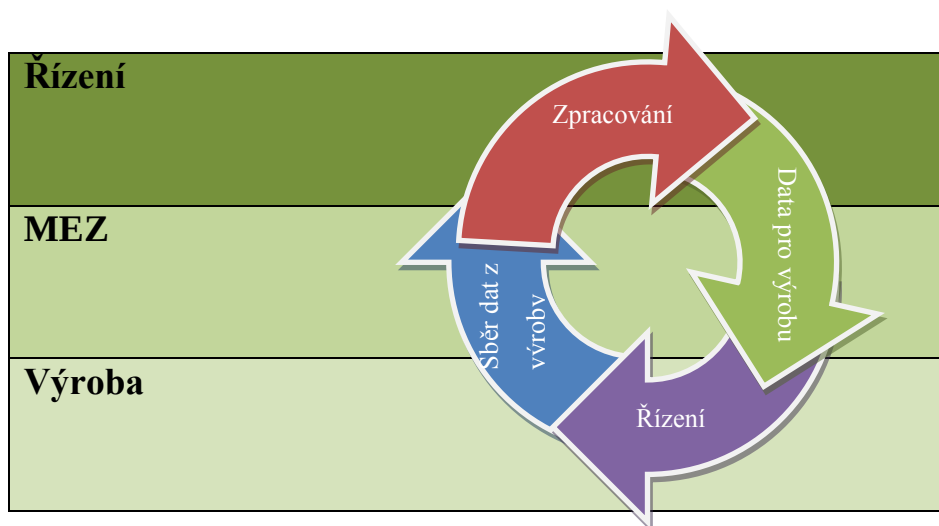
Podle mezinárodních standardů ANSI/ISA-95 jsou systémy MES chápány jako prostředky s velkým informačním přesahem v rámci existujících systémů v podnicích. Nacházejí se v prostoru mezi systémy řízení výrobních prostředků (MCS, automatizace) a systémy řízení podniku včetně výroby. Fungují jako most mezi dvěma světy – světem výroby a světem managementu [13].

MES systémy jsou tedy samostatným řešením s ambicemi vstupovat do oblastí:

- plánování výroby,

- řízení výroby,
- řízení údržby,
- management.

Aby řešení na této platformě byla schopna dostát výše uvedeným požadavkům, jsou systémy MES chápány jako obousměrné propojení výroby a řízení. Jednak jsou reálná data z výroby automatizovaně přenášena do vyšších systémů řízení a v druhém kroku jsou zpracované informace přenášeny opět do výroby, která je interpretuje v podobě technologických postupů, řízení provozu výrobních prostředků atd.



Obrázek 7: Životní cyklus výrobních a provozních informací [13]

4.5 VÝHODY NASAZENÍ MES SYSTÉMŮ

Funkčnosti systémů MES byly definovány organizací. Často převládá názor, že tyto systémy jsou vhodné jen pro plně automatické výrobní linky a procesy. Není to pravda, jsou vhodné i pro kombinaci manuálních a automatizovaných výrobních operací.

Systémy MES poskytují v reálném čase přístup k informacím o výrobním procesu všem zainteresovaným pracovníkům od obsluhy strojů, až po management podniku, a tím podniku usnadní dosažení optimální možné výkonnosti a objemu

produkce v příslušném výrobním modelu (s dostupným zařízením, materiály a lidskými zdroji) při minimalizaci výrobních nákladů. Systémy MES místo opožděného reagování na zastaralé informace aktivně předcházejí vzniku možných úzkých hrdel výrobního procesu a dalším problémům. Po jejich identifikaci lze upravit rozdělení materiálových zdrojů, přidělování výrobních zařízení a další proměnné veličiny, aby se problémy odstranily prakticky ještě dříve, než se vyskytnou. Tyto faktory jsou upravovány dynamicky v závislosti na měnících se podmínkách a informacích získaných jak zespod z výroby, tak shora z informačních systémů kategorie ERP (struktura a množství objednávek). Podniky tak využívají své materiálové i lidské zdroje lépe a chytřeji [11].

Systémy MES obsahují přesné definice výrobních postupů, takže je zajištěno, že potřebné operace jsou vykonávány v určeném pořadí, s určenými materiály, na určených zařízeních a pouze operátory s příslušnou kvalifikací, výškolením, příp. i se speciálními certifikacemi.

Flexibilita poskytovaná díky nasazení MES umožňuje výrobu charakteru just-in-time, kdy se pracuje s minimálními nebo prakticky žádnými zásobami, čímž se zlepšuje pružnost výroby. Poněvadž systémy MES umožňují relativně snadno a rychle překonfigurovat výrobní procesy, stává se ekonomicky výhodným zpracovávat i méně obvyklé požadavky zákazníků, jako je např. jednorázová výroba nebo malosériová výroba v malých výrobních dávkách [11].

Systémy sledují aktuální stav materiálových zdrojů, dostupnost pracovních sil, stav rozpracované výroby, a umožňují tak např. sdělit zákazníkům aktuální stav, resp. termín dokončení jejich konkrétní zakázky přímo během telefonického rozhovoru. Je rovněž zaručeno, že zákazník obdrží přesně to, co si objednal.

Pro detailní záznam skutečného průběhu výroby se sledují a ukládají do databáze všechny požadované informace z výrobního procesu, takže lze snadno vytvořit různé výrobní protokoly s kompletní výrobní historií pro skupiny výrobků nebo konkrétní jednotlivé výrobky.

Systémy MES mohou umožnit i oddělení údajů s informacemi o pohybu a stavu materiálu ve výrobě z finančního systému ERP. Data, která jsou potřebná pro účetnictví a finanční systém jsou teprve po jejich validaci v systému MES přenesena do finančního modulu ERP. Výhodou je odlehčení systému ERP při odvádění výroby a zprehlednění datových toků [11].

4.6 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY

Programovatelný automat je v současnosti nedílnou součástí všech moderních provozů. Stále častěji nahrazuje reléovou logiku, která mu předcházela. To, co muselo být dříve složitě propojeno kabely, nyní řeší software naprogramovaný uvnitř systému. Volba systému probíhá na základě různých atributů, jako jsou náročnost na rychlost, velikost řízené technologie, náročnost na matematické výpočty atd. Firma Siemens nabízí velkou řadu systémů, z nichž každý má v průmyslové automatizaci své uplatnění.

4.7 VÝVOJ PROGRAMOVATELNÝCH AUTOMATŮ

O prvních systémech reálného času pro řízení lze hovořit až kolem roku 1960, kdy byly počítače nasazeny do průmyslu, kosmických systémů, letecké dopravy. Jedny z prvních velkých systémů tohoto typu byl American Airlines Sabre pro rezervování leteckých spojů, dále počítačový informační systém burzy v New Yorku a některé další terminálové bankovní systémy. Řídicími členy byly výlučně centralizované řídicí počítače. Nespolehlivý a velmi drahý HW řídicích počítačů, velmi drahá kabeláž od skříní jednotek I/O umístěných zpravidla blízko centrální počítačové jednotky zabraňovaly většímu rozšíření počítačového řízení [11].

V průběhu sedmdesátých let se situace značně zlepšila s příchodem levnějšího HW řídicích minipočítačů, s celkovým zvětšením spolehlivosti HW a s částečnou decentralizací řídicího počítače. Tak mohl být řídicí počítač nasazen do řízení nejrozličnějších procesů včetně atomových reaktorů, chemických procesů,

konvenčních elektráren, válcoven, oceláren, cementáren, ale i laboratoří a vojenských mobilních systémů.

S příchodem mikropočítačů došlo k další decentralizaci HW řídicích počítačů k dalšímu snížení nákladů na kabeláž a k dalšímu průniku řídicích členů blíže k řízenému procesu. To vedlo k prvnímu masivnímu nástupu výpočetní techniky do řízení strojů, výrobních linek i technologických procesů v podobě programovatelných automatů PLC – Programmable Logic Controller.

Prvními číslicovými automatizačními prostředky nevyžadujícími „počítačové“ znalosti byly programovatelné automaty (Programable Logic Controller – PLC). Vznikly jako programovatelná náhrada reléových automatů. Jejich řídicí funkce se programují s použitím nástrojů blízkých lidem z oboru automatizace (liniové diagramy, logické instrukce, stavové diagramy atd.), které od počátku často mají podobu podpůrných (semi)grafických nástrojů. Z funkčního hlediska disponují vstupy a výstupy pro univerzální množinu signálů [11].

Ve druhé polovině 80. let dvacátého století vznikl ještě další typ prostředku pro automatizaci technologických procesů – distribuovaný řídicí systém (Distributed Control System – DCS). Jde o číslicovou náhradu analogových automatizačních stavebnic určených pro řízení nepřetržitých technologických procesů. Především s cílem dosáhnout potřebné provozní spolehlivosti řídicího systému a dostupnosti řízeného technologického zařízení byla použita distribuovaná struktura mikropočítačového hardwaru spolu s jednotlivými řídicími funkcemi (systém je rozdělen na řadu propojených, nicméně samostatně pracujících podsystémů). Zavést DCS znamená vyprojektovat strukturu vzájemně propojených podsystémů a připojení jejich vstupů a výstupů ke snímačům a akčním členům technologického procesu. Řídicí funkce se definují logickým propojením, konfigurováním a parametrizováním předem naprogramovaných funkčních bloků v podpůrných počítačových grafických nástrojích. Distribuované řídicí systémy se nejčastěji používají pro spojitě zpětnovazební řízení, přímé logické řízení a ovládání rozsáhlých technologických celků. Jako první řídicí systémy začaly využívat sériové

komunikační sběrnice a počítačově řešené prostředky pro styk s obsluhou (monitorovací a ovládací systémy) [14].

Systémy PLC i DCS jsou umísťovány centrálně v prostorách k tomu speciálně vytvořených. Oba systémy mají své opodstatnění a jejich nasazení vyplývá z potřeb dané aplikace.

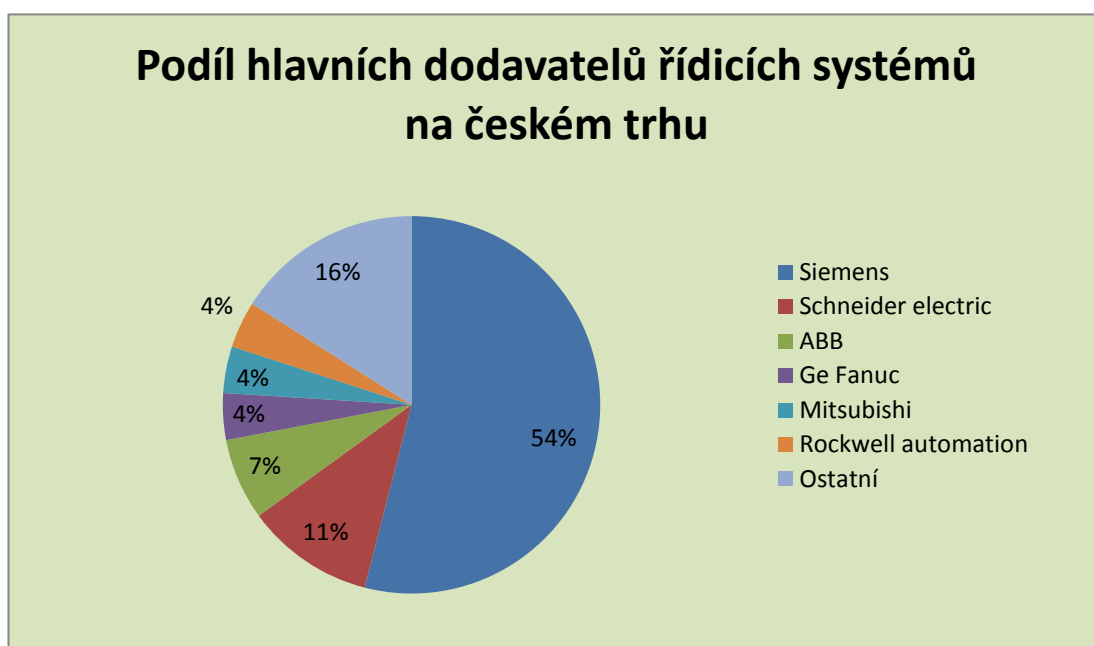
4.8 NEJVĚTŠÍ PODÍLNÍCI NA ČESKÉM TRHU ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ

I přes omezenou velikost českého trhu nalezneme na různých místech republiky celou řadu řídicích systémů. Některé z nich se vyskytují velmi ojediněle, jiné zabírají podstatnou část trhu. Nejvíce řídicích systémů, používaných v českém průmyslu, jsou produkty firem Siemens, Schneider Electric, Rockwell, Ge Fanuc, Mitsubishi a ABB. Dané produkty se od sebe neliší spolehlivostí, ta je u tak renomovaných značek samozřejmá, rozdíl je v možnostech programování, v počtu firem, které tyto produkty aplikují. To mnohdy ovlivňuje zákazníka při výběru dané značky.

Ve velkých výrobních firmách je zvykem, že nasazují systém od jedné značky. Důvodem je jednak to, že údržbě stačí znát jeden produkt a nemusí se zaškolovat na větší množství a jednak redukce skladových zásob náhradních dílů. Příkladem firmy, kde největší podíl nasazených řídicích systémů značky Siemens je firma Philip Morris Kutná Hora – výroba tabákový produktů. Automaty značky Schneider Electric jsou nasazeny na vodních dílech Povodí Vltavy – plavební komory, jezy, přehrady – převážně na dolním toku této řeky. Firma Mitsubishi má svoje systémy nasazené například ve firmě Lyckeby Amylex Horažďovice – výroba bramborového škrobu, dextrinů a kationtických škrobů. Systémy Ge Fanuc se používají hlavně pro řízení obráběcích strojů. Řídicí systémy firmy Rockwell automatik jsou nasazené například v cementárně Holcim.

Řídicí systémy firmy Siemens, kterých se týká tato diplomová práce, mají na českém trhu podíl zhruba 54% v aplikacích PLC – viz následující obrázek. Pomohlo

jím k tomu i to, že historie jejich nasazování sahá už do období před rokem 1989, kdy byly nasazovány do nejrůznějších aplikací a proslavily se svojí spolehlivostí. Některé opravdu „historické kousky“ řídicích systémů této firmy je stále možné vidět v provozu a člověk žasne nad jejich funkčností.



Obrázek 8: Podíl hlavních dodavatelů řídicích systémů na českém trhu

Graf ukazuje, jaký podíl na českém trhu mají jednotlivé uvedené firmy. Procentuelní podíl je z neoficiálních zdrojů, neopírá se o žádná oficiální zpracování, jednotlivé podíly nemusí být zcela přesné. Další systémy zasahují do grafu čísly menšími než 1%, tudíž jsou shrnuty do jedné části grafu. Jedná se například systémy o systémy kolínské firmy TECO, systémy firmy VIPA a další.

5. PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY FIRMY SIEMENS

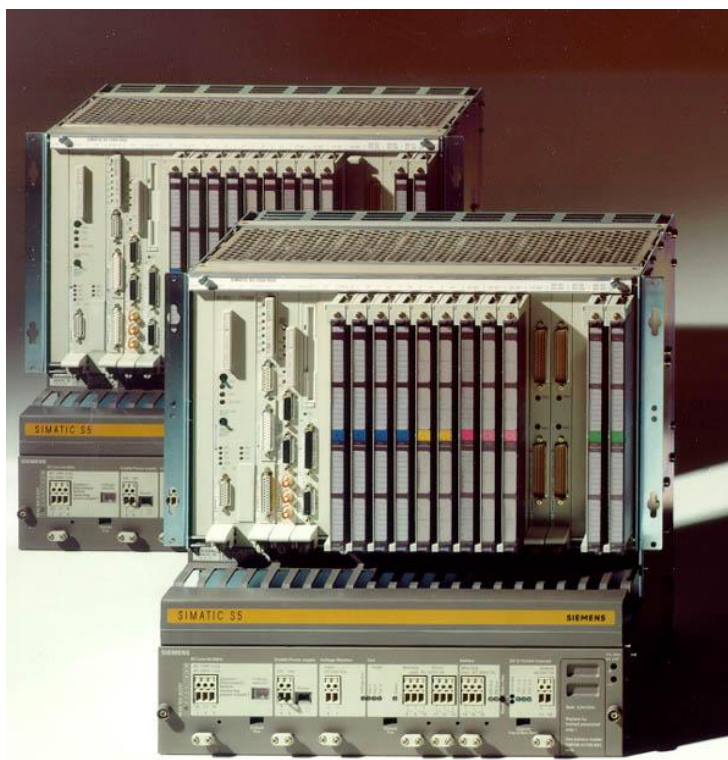
Firma Siemens nabízí velmi široké spektrum komponent pro průmyslovou automatizaci. Jedním z těchto produktů jsou průmyslové automaty, které se používají pro řešení nejrozmanitějších automatizačních úloh při řízení různých druhů technologických procesů. Nejčastěji se používají v automobilovém průmyslu, v univerzálních i jednoúčelových strojích a zařízeních, ve všeobecné strojírenské a elektrotechnické výrobě, při zpracování plastů, v balicích strojích, v potravinářství a ve vodárenství, při výrobě a rozvodu elektrické energie.



Obrázek 9: Řídicí systémy firmy Siemens [9]

5.1 HISTORIE ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ FIRMY SIEMENS

Historie řídicích systémů firmy Siemens sahá do roku 1958, kdy byl vyvinut systém Simatic Version G. Po něm následoval v roce 1973 systém Simatic S3. Po něm následoval v roce 1979 systém řady Simatic S5. Tento řídicí systém je stále možné vidět v nejrůznějších provozech, postupně je však vytlačován od roku 1995 systémem řady Simatic S7. Programovacím prostředím pro systémy řady 5 je software Step 5, program, pracující pod systémem MS DOS.



Obrázek 10: Řídicí systém Simatic S5 [9]

5.2 ŘÍDICÍ SYSTÉM SIMATIC S7 400

Tato řada řídicích systémů je nejvýkonnější z produktů firmy Siemens. Využívá se jednak na řešení velmi náročných procesů – řízení jaderných elektráren, dále procesů, které jsou velmi náročné na rychlost. Díky možnostem, které nabízí lze řešit například úlohy, kde je nutná redundance systému. V nabídce centrálních procesorových jednotek je tento výběr:

- standardní CPU,
- redundantní CPU (H-systémy),
- bezpečnostní CPU (F-systémy)



Obrázek 11: Řídicí systém Simatic S7-400 [9]

5.3 ŘÍDICÍ SYSTÉM SIMATIC S7 300

Průmyslový řídicí systém Simatic S7-300 je z široké nabídky společnosti Siemens nejprodávanější. Je určen pro realizaci velmi rozmanitých automatizačních úloh středního rozsahu. Je univerzální automatizační platformou pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní techniku. Představuje optimální volbu pro centrální i distribuované řízení. Co se týče nabídky centrálních procesorových jednotek (CPU) pro Simatic S7-300, může si uživatel vybírat v těchto kategoriích:

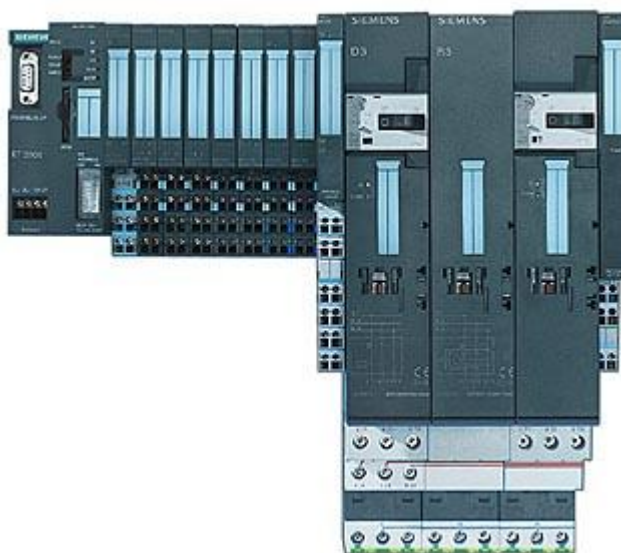
- standardní CPU,
- kompaktní CPU,
- bezpečnostní CPU (F-systémy)



Obrázek 12: Řídicí systém Simatic S7-300 [9]

5.4 ŘÍDICÍ SYSTÉM SIMATIC ET200S

Řada ET200S je převážně řadou decentralních jednotek vstupů a výstupů včetně komunikačních karet, přes které jsou tyto jednotky připojeny k vzdálenému systému. Nedávno ovšem do jejich řady přibyly dvě procesorové jednotky, které jsou výkonově vybaveny jako středně velká CPU řady S7 300, cenově jsou ovšem zhruba na polovině zmíněného systému. V době, kdy je kladen velký důraz na cenu za hardware, je tato řada velmi oblíbená u zákazníků, kteří chtějí ušetřit, ale přesto vyžadují kvalitu.



Obrázek 13: Řídicí systém Simatic ET200S [9]

5.5 ŘÍDICÍ SYSTÉM SIMATIC S7 200

Programovatelný automat Simatic S7-200 z patří do početné produktové skupiny Simatic, která pokrývá široké spektrum automatizačních úloh. Mezi hlavní přednosti tohoto PLC patří nízké pořizovací náklady v porovnání s výkonem a možnostmi použití a také jednoduchost programování s využitím průvodců, kteří ho značně zjednodušují a urychlují. Mezi výhody patří rovněž podpora češtiny jak v manuálech, tak v prostředí programovacího nástroje Step 7 Micro/Win.



Obrázek 14: Řídicí systém Simatic S7 200 [9]

5.6 ŘÍDICÍ SYSTÉM SIMATIC S7 1200

Programovatelný automat Simatic S7-1200 je nové modulární PLC určené k řešení menších automatizačních úloh, které splňuje požadavky na malé rozměry a nízkou cenu zařízení. Přístroj patří společně s řadou Simatic S7-200 do skupiny tzv. mikrosystémů. Při vývoji systému i software byl kladen zvláštní důraz na bezproblémovou integraci a co nejdokonalejší vzájemnou součinnost automatu, systému operátorského rozhraní i programového vybavení. Časem tato řada plně nahradí řadu S7-200. V současnosti jen rozšiřuje řadu řídicích systémů, neboť nedokáže pokrýt všechny možnosti řady S7-200.



Obrázek 15: Řídicí systém Simatic S7 1200 [9]

5.7 PROGRAMOVATELNÉ RELÉ LOGO!

Jedná se o malý, inteligentní modul, ve kterém lze naprogramovat jednoduché logické funkce. Je to univerzální přístroj vhodný pro jednoduché kombinační a sekvenční řízení strojů a procesů na nejnižší úrovni hierarchie rozsáhlých řídicích systémů nebo jako řídicí systém jednoduchých jednoúčelových strojů. Používá se často jako náhrada klasických reléových zapojení. LOGO! má integrovaný displej a navíc dokáže vyhodnotit teplotu, tlak atd., čímž se jeho použití značně rozšiřuje. Pomocí analogových výstupů lze řídit frekvenční měnič nebo regulovat např. teplotu pomocí PI regulátoru. Lze jej použít jak v průmyslu, tak i pro řízení budov. V loňském roce se tato řada vylepšila o textový displej, což rozšířilo jeho využití.



Obrázek 16: Inteligentní relé Siemens LOGO [9]

5.8 SOFTWARE PRO PROGRAMOVÁNÍ PLC

Firma Siemens vyvinula pro programování svých řídicích systémů několik programovacích software. Liší se vzhledem, funkcemi, počtem editorů a hlavně tím, že každým lze programovat určitou řadu PLC. Následující podkapitoly krátce každý ze software popisují.

5.8.1 Programovací software Step 7

Pod označením STEP 7 Professional nabízí firma Siemens programovací a konfigurační software určený pro skutečně profesionální použití, podporující uživatele ve všech fázích vývoje projektu. Prostředí STEP 7 Professional včetně všech svých programovacích jazyků odpovídá mezinárodnímu standardu IEC 61131-3; tím podporuje všeobecnou standardizaci a pomáhá uspořit náklady na tvorbu projektu. Se zmíněným softwarem je možné programovat řídicí systémy založené na PLC, tj. Simatic S7 300, S7 400 a ET200S. Na trhu je také levnější verze Step 7 Standard. Zde chybí editory S7-GRAPH pro grafické programování sekvenčních řízení, S7-SCL - vyšší programovací jazyk pro realizaci komplexnějších úloh a také S7-PLCSIM simulátor reálného hardware sloužící k odladění programu v kanceláři bez spojení se skutečným automatem.

5.8.2 Programovací software Step 7 Basic

Nový vývojový nástroj Simatic Step 7 Basic představuje integrované softwarové prostředí pro tvorbu uživatelských programů pro PLC a panely řady Simatic HMI Basic. Software Simatic Step 7 Basic s integrovaným softwarem WinCC Basic podporuje uživatele nabídkou aplikačně orientovaných a intuitivně ovladatelných editorů. Tyto editory nabízejí vysoký uživatelský komfort a umožňující rychlejší a přehlednější tvorbu programu. Vývojové prostředí umožňuje rozdělení jednotlivých částí programu na samostatná okna a práci na dvou monitorech. Hlavní přínos softwaru spočívá v propojení programování PLC a HMI v jednom prostředí.

5.8.3 Programovací software Step 7 Micro/Win

Tento software slouží k programování nižší řady PLC značky Siemens – řady S7-200. Je navržen tak, aby se základní práce se systémem s trochou znalosti práce na PC dala zvládnout za několik málo hodin systematické práce. Jako jeden z mála software má i českou podobu.

5.8.4 Programovací software Logo soft

Logo soft je jednoduchý programovací nástroj, který nahrazuje nepohodlné programování inteligentního relé LOGO! pomocí malého displeje a tlačítek, umístěným přímo na modulu. Má rovněž českou verzi, tudíž je uživatelsky přívětivý.

5.8.5 Robustní notebook firmy Siemens – Field PG

Firma Siemens dodává pro uživatele svých automatizačních produktů robustní přenosný počítač – Field PG.



Obrázek 17: Field PG se SW Siemens [9]

Je to notebook, který je určen pro použití v provozních podmínkách, ve kterých běžný počítač není schopen delšího provozu. Jeho součástí jsou jednak všechny potřebné programovací software a jednak všechna rozhraní, potřebná pro připojení k produktům firmy Siemens, jako jsou řídicí systémy, operátorské panely, ale i například frekvenční měniče.

6. TVORBA BÁZE ZNALOSTÍ

Vytvořená a odladěná báze znalostí je pomocným systémem pro obchodního zástupce firmy Siemens, popřípadě pro zákazníka firmy Siemens, který řeší výběr vhodného řídicího systému pro svoji aplikaci. Přínosem tohoto systému je pomoci uživateli se základním výběrem řídicího systému před tím, než použije konfigurator k tvorbě kompletní sestavy.

6.1 SYSTÉM OBCHODNÍCH ZÁSTUPCŮ U FIRMY SIEMENS

Firma Siemens, s.r.o. je rozdělena do několika divizí. Divize IA&DT – Industry Automation and Drive Technologies je divizí, která se dělí na oddělení zaměřená na jednotlivé produkty této divize. Patří mezi ně oddělení nízkonapěťové techniky (vybavení rozvaděčů), oddělení standardních pohonů (motory, frekvenční měniče do 250kW), oddělení velkých pohonů (motory, frekvenční měniče nad 250kW), oddělení procesní instrumentace (měření hladin, průtoků apod.), oddělení řídicích systémů (PLC), oddělení vizualizace (HMI), oddělení mechanických pohonů (mechanické převodovky, spojky).

Každé oddělení má své techniky, kteří jsou opravdovými znalci jednotlivých produktů a po technické stránce jsou nezbytnými pomocníky pro zákazníky firmy Siemens. Jsou to ale lidé, kteří do styku se zákazníkem přijdou až ve chvíli, kdy je s ním spojí regionální manažeři. To je skupina lidí, pracujících v samostatném oddělení. Mají na starost všechny produkty divize IA&DT.

Z tak velké škály produktů je zřejmé, že se v nich daný člověk nemůže stoprocentně orientovat a každý pomocný nástroj mu usnadňuje orientaci s danou produktovou skupinou a je mu pomocníkem při komunikaci se zákazníkem.

Báze znalostí, která je výsledkem této diplomové práce, pomůže obchodnímu zástupci, popřípadě samotnému zákazníkovi, orientovat se v oblasti výběru vhodného řídicího systému pro jeho aplikaci. Jeho účelem je pomoc uživateli orientovat se v oblasti řídicích systémů firmy Siemens a nahradit pomoc technické podpory

v případě, kdy má uživatel jasnou představu o tom, co je to řídicí systém, o účelu daného systému a o potřebách pro danou aplikaci.

6.2 OTÁZKY EXPERTA

Úvodem této kapitoly by mohl být následující citát italského ekonoma Ferdinanda Galianiho: „Moudrost se projevuje především schopností klást otázky“ [3].

Obsahem této kapitoly jsou otázky, na základě kterých bude vybrán vhodný řídicí systém. Expertní systém je zaměřen na výběr vyšších typů řídicích systémů, programovatelné relé LOGO nebude do této práce zařazeno, neboť jeho volba je velmi jednoduchá. Otázky jsou vybrány tak, aby co nejlépe vystihly situaci u zákazníka a dovedly jej na základě skutečného stavu a požadavků k volbě správného systému. Otázky vznikly na základě konzultací s technickou podporou firmy siemens, s projektanty a programátory aplikačních firem a na základě zkušeností pracovníků provozů, ve kterých jsou tyto systémy nasazeny a nadále se nasazují. Výběr je zaměřen pouze na specifikaci CPU, což je při návrhu řídicího systému ten nejdůležitější krok. Některé další prvky jsou zohledněny pouze do té míry, že jsou nebo nejsou v nabídce komponentů dané řady řídicích systémů.

6.2.1 Jaký programovací software pro programování PLC firmy Siemens vlastníte?

- Step 7,
- Step 7 Micro/Win,
- Step 7 Basic,
- žádný.

Nákup programovacího software je u firmy Siemens vcelku nákladná záležitost. Téměř každá řada řídicích systémů je programována jiným software. V případě, že firma, která zamýšlí koupit nový systém, už nějaký software vlastní, je

pro ni jednodušší koupit zařízení, které jde tímto software naprogramovat. Software Step 7 je programovací programové prostředí, kterým se programuje řada Simatic S7 300 a Simatic S7 400. Software Step 7 Micro/Win je software, kterým se programuje řada Simatic S7 200. Software Step 7 Basic je software pro novou řadu řídicích systémů S7 1200.

6.2.2 Jste zvyklý používat spíše starší vyzkoušené produkty nebo máte zájem aplikovat produkty nové?

- Zásadně proti novinkám,
- čas setrvávání produktu na trhu není podstatný,
- rád zkouším novinky.

Někteří zákazníci jsou velice konzervativní, nevěří novým produktům, tudíž je nevhodné doporučit jim produkt, který je na trhu jen chvíli. Tato otázka by měla být vodítkem k tomu, je-li pro zákazníka vhodné jít cestou řady S7 1200, která je na trhu malou chvíli, řadou ET200S, která má CPU jednotky také malou chvíli na trhu, nebo zda mu nabídnout spíše osvědčené systémy ostatních řad.

6.2.3 Jaký druh řídicího systému Siemens je v současnosti v daném (ve vašem) provozu?

- Simatic S7 400
- Simatic S7 300,
- Simatic S7 200,
- Simatic S7 1200,
- žádný.

Je-li zákazníkem aplikační firma, je pro ni jedním z ukazatelů již nasazený systém v provozu, který doplňuje nebo ve firmě, do které dodává. Je-li zákazníkem

koncový klient, je pro něj vhodné navrhnout takový systém, který již v provozu vlastní, protože může redukovat stav náhradních dílů.

6.2.4 V jakém rozmezí se bude pohybovat počet připojených signálů (I/O)?

- Jednotky,
- desítky,
- stovky,
- tisíce,
- desetitisíce.

Tento ukazatel částečně prozradí náročnost aplikace. V případě malého rozsahu je možné použít méně výkonné systémy – S7200, S71200, S7300 CPU313, CPU314, CPU315 nebo CPU ET200S, které výkonově odpovídá S7 300 – CPU315. Pro náročnější aplikace je vhodné použít CPU S7300 vyšších řad nebo CPU řady S7400.

6.2.5 Bude požadována podrobná vizualizace na průmyslovém ovládacím panelu?

- Ano,
- spíše ano,
- ne,
- spíše ne,
- nevím.

Firma Siemens vyrábí celou řadu panelů pro průmyslové použití. V případě náročnějšího monitoringu není možné použít řídicí systém řady S7 1200, neboť k této řadě lze připojit pouze BASIC panely, které mají velmi omezený počet

komunikovaných proměnných. Omezený počet ovládací panelů lze také připojit k řadě S7200, tudíž ani zde není vhodná volba při složitých vizualizacích na operátorských panelech. Řady S7 300, s tím i řada ET200S a S7 400 jsou v tomto případě bez omezení. Problém omezené možnosti vizualizace na operátorských panelech lze ovšem řešit použitím průmyslového počítače, to však není vždy možné vzhledem k provozu. Mnoho uživatelů rovněž upřednostňuje operátorské panely kvůli stabilnímu systému, který počítače nemohou zaručit, neboť systém Windows se příliš stabilitou nevyznačuje.

6.2.6 Jaký druh komunikace systému s okolím bude požadován?

- Profibus DP,
- Profinet PN,
- MPI,
- RS 485
- není rozhodující (nevím).

Tato otázka je zaměřena více na jednotlivé procesorové jednotky. Každá procesorová jednotka je vybavena určitým typem komunikace, některé jen jedním, některé všemi jmenovanými. Komunikace mezi CPU, decentrálními periferiemi, HMI a popřípadě nadřazeným vizualizačním počítačem může probíhat různým způsobem, v případě, že zákazník tuší, co jaká komunikace znamená, může konkrétní odpověď pomoci při výběru. V případě, že neví, tato otázka nebude ve výběru ovlivňovat výsledek. Mezi možnostmi jsou vyjmenovány základní komunikace firmy Siemens, v případě potřeby je možné do této otázky zahrnout i další komunikace jako Modbus, Can a další. Z hlediska řad řídicích systémů je o tak, že řada S7200 má integrovanou pouze seriovou komunikaci RS485, vyjmenované protokoly jde však použít pomocí dokoupení opcí, řada S7 1200 má možnost pouze Profinet a RS485, řada ET200S má integrovaný buď Profinet nebo Profibus DP, lze však dokoupit moduly s druhou komunikací (Profibus, Profinet) a taktéž u řady S7300 a u řady

S7400 záleží na daném CPU, jakou komunikaci má integrovanou a jakou je nutné koupit ve formě komunikačního procesoru(samostatná karta).

6.2.7 Bude aplikace obsahovat složité matematické výpočty?

- Ano – software bude obsahovat matematické operace,
- ne – jedná se převážně o logické operace,
- nevím – tato část problematiky ještě nebyla řešena.

Pro řešení složitých matematických operací je vhodné použít řadu S7 400, popřípadě nejvýkonnější typy řady S7 300. Nižší typy řady S7300 nebo procesory řad S7 1200 a S7 200 nejsou pro řešení složitých matematických operací vzhledem k výkonu jejich procesorů vhodné.

6.2.8 Bude aplikace náročná na rychlé časové odezvy?

- Ano – nutnost výkonné procesorové jednotky,
- ne – stačí zvolit jednodušší CPU,
- nevím – lépe zvolit rychlejší CPU pro předejití problémům.

I v tomto případě, stejně jako u předchozí otázky je vhodné použít řadu S7 400, popřípadě nejvýkonnější typy řady S7 300. Nižší typy řady S7300 nebo procesory řad S7 1200 a S7 200 nejsou pro rychlé procesy vzhledem k výkonu jejich procesorů vhodné.

6.2.9 Je rozhodující velikost systému (kolik místa zabere v rozvaděči)?

- Ano (prostor je velmi omezený),
- ne (prostor není omezený),.

Systémy S7300 a S7400 mají vícevstupové karty digitálních nebo analogových signálů, tudíž zaberou podstatně menší prostor. V případě prostorového

omezení je proto nutné brát zřetel i na tuto problematiku. V ostatních řadách řídicích systémů je možné na jednu kartu připojit mnohem menší množství signálů, tudíž je nutný větší prostor v daném rozvaděči. V případě nových projektů se s tím může počítat, v případě doplňování nebo předělávání do starých skříní popřípadě do prostoru, který je značně omezen, je třeba navrhnout systém tak, aby zabíral co nejméně místa.

6.2.10 Bude v aplikaci požadováno navažování (vážní modul Siwarex)?

- Ano, je potřeba aparatura s možností obchodního navažování,
- ano, aparatura pro standardní navažování,
- ne (nevím),

Váží moduly jsou zastoupeny v několika řadách řídicích systémů firmy Siemens. Je-li v dané problematice nutnost navažování, firma Siemens nabízí vážní moduly integrované do řídicích systémů. Tyto moduly jsou zastoupeny v řadách S7 300, ET200S a S7 200. Moduly pro obchodní vážení jsou zastoupeny pouze v řadě S7 300.

6.2.11 Je rozhodující cena?

- Ano,
- ne.

Otázka ceny je důležitá při každém výběru. Není to ovšem otázka, která by mohla zásadním způsobem ovlivnit volbu systému. Pouze v případech, kdy se rozhoduje v dané řadě mezi několika vhodnými kandidáty.

6.2.12 Máte zájem řešit bezpečnost pomocí bezpečnostních CPU?

- Ano, toto řešení je pro moji aplikaci velmi vhodné,

- ne, bezpečnostní funkce pro řešení mé aplikace nejsou nutné,
- nevím, tato otázka ještě nebyla řešena.

V některých aplikacích je nutné použít řídicí systémy typu F (fail safe), které obsahují bezpečnostní funkce, kterými lze řešit bezpečnost provozu bez nutnosti složitých zapojení. Procesorové jednotky F jsou zastoupeny pouze v řadách S7 300, S7 400 a ET200S. Řady S7 200 a S7 1200 tyto procesorové jednotky neobsahují.

6.2.13 Vyžaduje aplikace redundantní (maximálně spolehlivé) řešení systému?

- Ano, redundantní systém je nutný,
- ne, stačí standardní spolehlivost.

V případě, že je velký nárok na spolehlivost systému, navrhuji se pro řízení redundantní systémy. Jsou to systémy, ve kterých řízení obsaženo dvakrát a v případě výpadku jednoho systému začne pracovat systém druhý. Takové procesory jsou zastoupeny pouze v řadě S7 400, kladná odpověď proto velmi zúží výběr CPU. Redundantní systémy řady S7 400 mohou být zároveň i bezpečnostní – jedná se o řadu S7400FH – F jako bezpečnostní, H jako redundance. Pseudoredundanci lze řešit v krajním případě i systémem S7 300, ale vzhledem k tomu, že jde o software verzi a ne hardware, není v tomto systému řešena.

7. BÁZE ZNALOSTÍ CPU

Tvorba báze znalostí není jednoduchou záležitostí. Vzhledem k tomu, že se možnosti technik neustále mění, nelze přesně stanovit, jaký přístup je pro danou situaci optimální.

Získání znalostí potřebných pro tvorbu tohoto expertního systému probíhalo několika způsoby. Prvním z nich bylo získávání znalostí z literatury a internetu. Pomocí nich bylo zjištěno, jaké druhy řídicích systémů firmy Siemens jsou v současnosti na trhu, jakým způsobem se od sebe zásadně liší a byla prostudována jejich struktura a katalogové vlastnosti. Další způsob byla konzultace s technikou firmy Siemens, kteří jsou specialisty na dané systémy. S nimi bylo nutné prodiskutovat problematiku, která se nedá vyčíst z katalogových listů, zjistit, které parametry jsou zásadní pro rozlišení, který ze systémů je či není vhodný pro danou aplikaci. Posledním způsobem byly konzultace s koncovými uživateli. Zde bylo nutné zjistit, jaké znalosti běžný koncový uživatel má, jakým způsobem rozhoduje o potřebách řídicího systému a jaké vlastnosti jsou pro něho podstatné.

Na základě sebraných informací vznikly otázky, které vedou k výběru systému a zároveň byla vytvořena báze znalostí, jejíž struktura se o tyto informace opírá.

7.1 VZOROVÁ KONZULTACE

Následující konzultace vede k výběru systému ET200S, konkrétně k CPU IM151-8.

Otázka 1:

Jaký programovací software pro programování PLC firmy Siemens vlastníte?

Odpověď 1:

Step 7 (S7 300, S7 400, ET200S)

Otázka 2:

Jaký druh řídicího systému Siemens je v současnosti v daném (ve vašem) provozu?

Odpověď 2:

Simatic S7 300

Otázka 3:

Jste zvyklý používat spíše starší vyzkoušené produkty nebo máte zájem aplikovat produkty nové?

Odpověď 3:

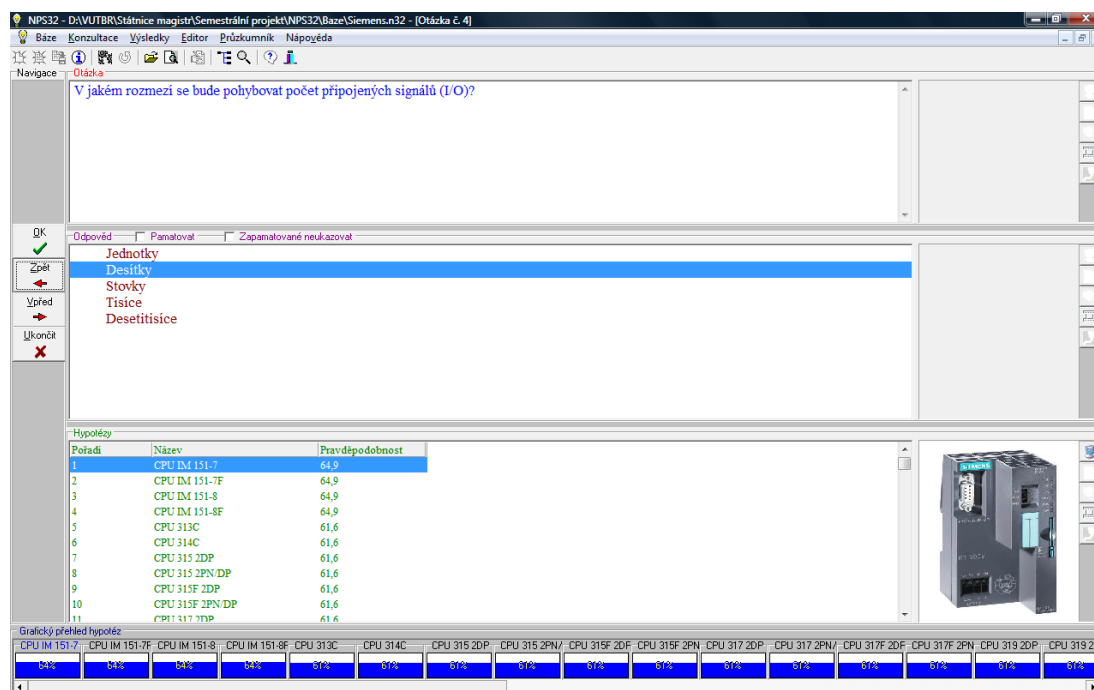
Rád zkouším novinky

Otázka 4:

V jakém rozmezí se bude pohybovat počet připojených signálů (I/O)?

Odpověď 4:

Desítky



Obrázek 18: Průběh konzultace

Otázka 5:

Bude požadována podrobná vizualizace na průmyslovém ovládacím panelu?

Odpověď 5:

Snad ano

Otázka 6:

Jaký druh komunikace systému s okolím bude požadován?

Odpověď 6:

Profinet PN

Otázka 7:

Je rozhodující velikost systému (kolik místa zabere v rozvaděči)?

Odpověď 7:

Ne(prostor není omezený)

Otázka 8:

Bude v aplikaci požadováno navažování (vážní modul Siwarex)?

Odpověď 8:

Ano, aparatura pro standardní navažování

Otázka 9:

Bude aplikace obsahovat složité matematické výpočty?

Odpověď 9:

Ne – jedná se převážně o logické operace

Otázka 10:

Bude aplikace náročná na rychlé časové odezvy?

Odpověď 10:

Ne – stačí zvolit jednodušší CPU

Otázka 11:

Je potřeba řešit bezpečnost provozu pomocí bezpečnostních CPU?

Odpověď 11:

Ne, bezpečnostní funkce pro řešení mé aplikace nejsou nutné

Otázka 12:

Vyžaduje aplikace redundantní (maximálně spolehlivé) řešení systému?

Odpověď 12:

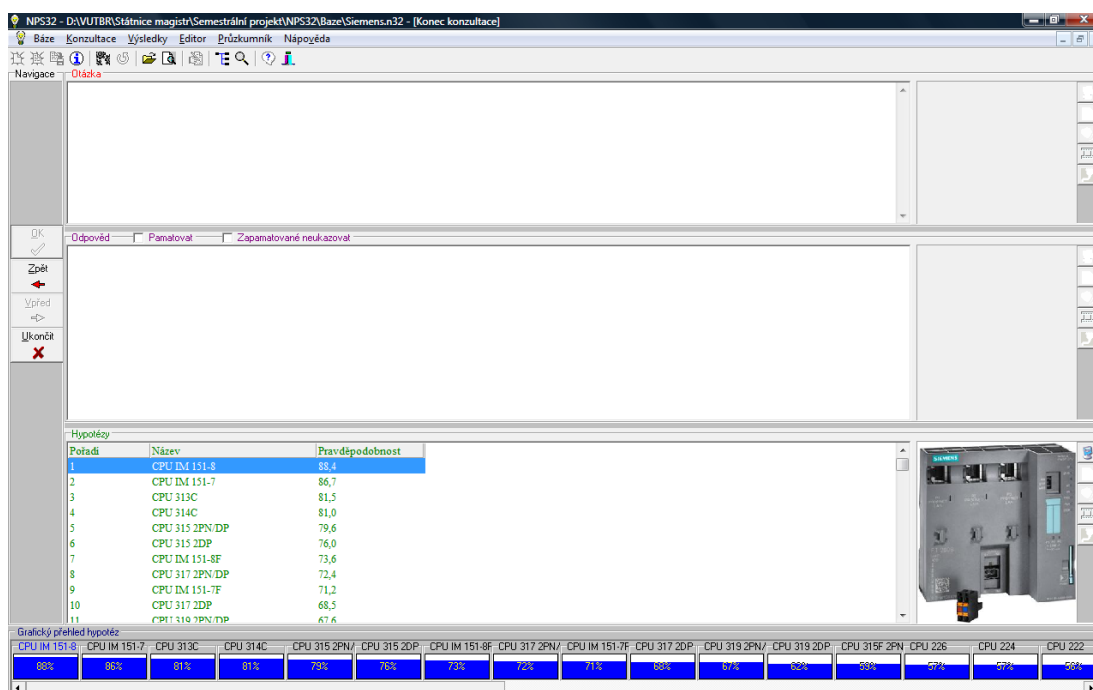
Ne, stačí standardní spolehlivost

Otázka 13:

Je rozhodující cena?

Odpověď 13:

Ano



Obrázek 19: Výsledek konzultace

7.2 VYHODNOCENÍ KONZULTACE

Řídicím systémem, který je jako nejvhodnější výsledkem vzorové konzultace, je systém ET200S, konkrétně CPU IM151-8, který je vlastně dceřiným systémem řady S7300 – jeho levnější a novější verzí. Procesor tohoto CPU je výkonově podobný procesoru řady S7 300 – CPU 315. Programovacím software je v jeho případě Step 7.

Po odpovědi uživatele, že vlastní jednak systémy řady S7300 a software Step 7, se na první místa dostaly systémy právě této řady.

Odpověď, že uživatel rád zkouší novinky, přivedla na první místa CPU řady ET 200S, neboť přišly na trh teprve v loňském roce.

Odpověď na další otázku – počet I/O signálů, posílila pozici tohoto systému, neboť nepatří mezi výkonnější systémy. Při odpovědi stovky a více by se do popředí dostaly systémy řady S7 300 vyšších výkonů.

I otázka vizualizace je v tomto případě kladně hodnocena při odpovědi „Ano“, neboť k této řadě systémů lze připojit operátorské panely, které podrobnou vizualizaci zvládají.

CPU IM151-8 na první místo dostala právě odpověď týkající se použité komunikace. Profinetové rozhraní je právě na tomto CPU řady ET 200S.

Otázka týkající se prostoru vymezeného v rozvaděči pro řídicí systém, by mohla být v případě odpovědi, která udává, že je prostor velmi omezený, kritická pro výběr právě CPU řady ET 200S, neboť právě tato řada se vyznačuje I/O kartami o malém počtu připojitelných signálů, tudíž se jich musí použít větší počet, na rozdíl od řady S7 300, kde jsou karty až s 32 I/O. Při testu kladné odpovědi nutnosti omezeného prostoru se do popředí dostala CPU 313C, která sice nemá integrovaný Profinet, ale vzhledem k tomu, že zde není problém s přidáním komunikačního procesoru na tuto komunikaci, není to vážné omezení.

Otázka vážního modulu s odpovědí, že bude použita aparatura pro standardní navažování bez nutnosti obchodního vážení byla rovněž plus pro danou CPU. Vážení mající obchodní charakter – nutnost zapečetění parametrů nastavených kalibrací váhy, má pouze řada S7 300.

Z dalších otázek by mohla ohrozit pozici IM151-8 pouze otázka bezpečnosti a spolehlivosti systému. V případě volby bezpečnosti by se jednalo pouze o výběr bezpečnostní verze IM151-8F, v případě volby nutnosti redundance pro maximální zvýšení spolehlivosti systému by se na první místo dostaly CPU řady S7 400, konkrétně H-systémy.

8. ZÁVĚR

Pro konkrétní specifikaci sestavy řídicího systému řady Siemens je na webových stránkách volně stažitelný konfigurátor. Jedná se o stránky firmy Siemens www.siemens.com/industrymall. Zde je odkaz na seznam všech dostupných konfigurátorů firmy Siemens a mezi nimi i na konfigurátor řídicích systémů. Je to nástroj, který technicky zdatné osobě pomůže s konfigurací systému, vyspecifikuje celou sestavu vybrané řady řídicího systému včetně potřebných dílů. Je to kvalitní nástroj, který pomůže zákazníkovi v případě, že je již rozhodnut pro danou produktovou řadu.

V okamžiku, kdy před uživatelem stojí otázka výběru řady řídicího systému a zároveň otázka vhodné procesorové jednotky, nemá po ruce nástroj, který by mu volbu usnadnil a na základě skutečného stavu věci doporučil nejlépe vyhovující produkt.

Výše zmíněný konfigurátor navrhne centrální procesorovou jednotku na základě počtu vstupů a výstupů (I/O), což může být často zavádějící. Aplikace, která obsahuje řádově malé počty I/O, může být náročná na matematické operace či nutnost rychlé odezvy systému a v tom případě není počet I/O při výběru procesoru rozhodující. V bázi znalostí jsou zohledněny právě ty atributy, které konfigurátor nezohledňuje.

Odladěná báze znalostí, kterou jsem vytvořila, je produkt, který na trhu v současnosti chybí jako pomocník pro stávající či potenciální uživatele řídicích systémů firmy Siemens. Pomocí dotazů, které vyplynuly z procesu zjišťování znalostí, vybere systém z řady procesorových jednotek CPU tu nejvhodnější, a tím pomůže zákazníkovi vyřešit základní problém při rozhodování. Výběr dalších prvků řídicího systému, jako jsou I/O karty, je už pak věcí druhořadou, kterou zákazník zvládne pomocí konfigurátoru.

Daný systém nahrazuje uživateli experta, který s ním řeší otázky jeho aplikace, a pomáhá mu při výběru. Od uživatele se očekává znalost prostředí a aplikace, kterou bude systém řídit, a zároveň se od něho očekávají určité znalosti

řídících systémů. Využitím daného systému zůstane otázka výběru systému na jeho uživateli. Odpadne tím čekání na experta, specializovaného na řídicí systémy Siemens, který bývá dosti často zaneprázdněn. Uspoří se náklady, spojené například s cestou daného experta do daného provozu, čas, který by musel trávit zkoumáním daného provozu, aby byl schopen seriózně stanovit, který systém má uživatel použít.

Není jednoduché obsáhnout všechny otázky, které vznikají na počátku volby řídicího systému. Každý provoz má svá specifika, každý systém má spoustu specifických vlastností. Z mých vlastních zkušeností při aplikaci řídicích systémů, ze zkušeností technické podpory firmy Siemens a na základě konzultací s lidmi, před kterými stojí právě rozhodnutí, jaký systém si pořídit, vznikly otázky, které jsou obsaženy v expertním systému.

Vzhledem k tomu, že je expertní systém variabilní, bude využitím v praxi možné systém upravit tak, aby ještě více pokryl potřeby uživatelů. Teprve pravidelným využíváním systému možná vzniknou nové otázky, které bude nutné do systému včlenit, aby ještě více pokryly potřeby uživatele.

Vývoj řídicích systémů jde velice rychle kupředu, báze znalostí se rychle stává zastaralou a bude nutné ji velmi často doplňovat. Expertní systém má tu výhodu, že doplnění již vytvořené báze znalostí není příliš složité. Vzhledem k tomu, že jsou již vytvořeny zákonitosti, na základě kterých se stanovily dané vlastnosti, bude v době, kdy budou systémy Simatic řady S7 300, S7 400 a řady S7 200 nahrazeny novými produkty, podstatně jednodušší doplnit nové CPU. Jejich vlastnosti se mohou ovšem částečně lišit, vývoj techniky jde kupředu a některé dotazy bude nutné předělat či úplně vyloučit. Zároveň se mohou změnit základní požadavky výroby a doplňování otázek se bude týkat i tohoto směru.

Expertní systém byl a je testován několika lidmi z provozu – elektroúdržba firmy Linde a Wiemann, elektroúdržba firmy Philip Morris, programátor firmy Vission systems, programátoři firmy Satec, a několika lidmi z technické podpory firmy Siemens. Expertní systém také zkouší regionální zástupci firmy Siemens, neboť i pro ně je daný systém určen. Na základě jejich zjištění byly provedeny úpravy, vedoucí k ještě větší přesnosti při výběru vhodného systému.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] DVOŘÁK, J.: *Expertní systémy*. VUT Brno 2004.
- [2] DVOŘÁK, J.: *Úvod do expertních systémů.ppt*, přednáška, dostupné na internetu <http://www.uai.fme.vutbr.cz/~jdvorak/vyuka/es/UvodES.ppt>.
- [3] JIRSÍK, V.: *02_KMPA_expertni_systemy_teorie.pdf*. přednáška. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2008
- [4] JIRSÍK, V., VALENTA, J.: *Expertní systémy v praxi*, AT&P journal PLUS7 2005.
- [5] KOLÁŘ, M.: *MES systém ve Škoda Auto*. Zpravodajský portál časopisu IT systems. 7-8/2005, ISSN 1802-615X, dostupné na internetu <http://www.systemonline.cz/clanky/mes-system-ve-skoda-auto.htm>.
- [6] MAŘÍK, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, O., LAŽANSKÝ, J. a kolektiv: *Umělá inteligence (2)*, Academia, Praha 1997, ISBN 80-200-0504-8.
- [7] OLEJ, V., PETR, P.: *Expertní systémy*, Universita Pardubice, 1997, ISBN 80-7194-095-X.
- [8] PROVAZNÍK, I., KOZUMPLÍK, J. : *Expertní systémy*. VUT Brno 1999.
- [9] SIEMENS, *Archiv obrázků Bilddatenbank*, Siemens AG, I IA/DT, 2001-2010, dostupné na internetu <http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.aspx?aktprim=0>.
- [10] SVĚTLÍK, V.: *MES - Manufacturing Execution Systems*, 2001, dostupné na internetu <http://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm>.
- [11] VACÁTKO, J.: *Milníky a trendy automatizace technologických procesů*, časopis AUTOMA. číslo 02, 2007.
- [12] VOJTA, P.: *Expertní systém NPS32*, Diplomová práce VUT FEI Brno, 2001.

[13] VOJTKO, L.: *Systém MES jako strategický partner pro krizi*, 2009, dostupné na internetu: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/system-mes-jako-strategicky-partner-pro-krizi.htm>.

[14] ZEZULKA, F.: *Prostředky průmyslové automatizace*, Vysoké učení technické v Brně, 2004, ISBN 80-214-2610-1.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Oblasti umělé inteligence[7].....	12
Obrázek 2: Základní koncept expertního systému [7]	13
Obrázek 3: Blokové schéma diagnostického expertního systému[3]	18
Obrázek 4: Blokové schéma plánovacího expertního systému [3]	19
Obrázek 5: Architektura ES [2].....	20
Obrázek 6: Pozice MES systému mezi standardními podnikovými aplikacemi a výrobní technologií [5].....	34
Obrázek 7: Životní cyklus výrobních a provozních informací [13].....	36
Obrázek 8: Podíl hlavních dodavatelů řídicích systémů na českém trhu.....	41
Obrázek 9: Řídicí systémy firmy Siemens [9]	42
Obrázek 10: Řídicí systém Simatic S5 [9]	43
Obrázek 11: Řídicí systém Simatic S7-400 [9].....	44
Obrázek 12: Řídicí systém Simatic S7-300 [9].....	45
Obrázek 13: Řídicí systém Simatic ET200S [9]	46
Obrázek 14: Řídicí systém Simatic S7 200 [9]	47
Obrázek 15: Řídicí systém Simatic S7 1200 [9]	48
Obrázek 16: Inteligentní relé Siemens LOGO [9]	49
Obrázek 17: Field PG se SW Siemens [9]	51
Obrázek 18: Průběh konzultace	62
Obrázek 19: Výsledek konzultace.....	64

11. PŘÍLOHA

Příloha je úplným výpisem báze znalostí platné dne 18.5.2010.

;Řídící systémy firmy Siemens

;?5

.Step7 p=50%

.Step7MW p=50%

.Step7B p=50%

.ZadSW p=50%

.Softw p=50% DK

;Jaký programovací software pro programování PLC firmy Siemens vlastníte?

;*Step 7 (S7 300, S7 400, ET200S) [1]*

;*Step 7 Micro/Win (S7 200) [2]*

;*Step 7 Basic (S7 1200)[3]*

;*Žádný [4]*

Step7

Step7MW

Step7B

ZadSW

.S7400 p=50%

.S7300 p=50%

.S7200 p=50%

.S71200 p=50%

.ZadHW p=50%

.RidSyste p=50% DK

;Jaký druh řídicího systému Siemens je v současnosti v daném (ve vašem) provozu?

;*Simatic S7 400 [1]*

;*Simatic S7 300 [2]*

;*Simatic S7 200 [3]*

;*Simatic S7 1200 [4]*

;*Žádný [5]*

S7400

S7300

S7200

S71200

ZadHW

.Noveprod p=50% D

;Jste zvyklý používat spíše starší vyzkoušené produkty nebo máte zájem aplikovat produkty nové?

;*Zásadně proti novinkám [+1]*

;*Čas setrvávání produktu na trhu není podstatný [+0]*

;*Rád zkouším novinky [-1]*

.Jednot p=50%
 .Desit p=50%
 .Stovk p=50%
 .Tisic p=50%
 .Dtisic p=50%
 .PocetSig p=50% DK
 ;V jakém rozmezí se bude pohybovat počet připojených signálů (I/O)?
 ;*Jednotky [1]*
 ;*Desítky [2]*
 ;*Stovky [3]*
 ;*Tisíce [4]*
 ;*Desetitisíce [5]*
 Jednot
 Desit
 Stovk
 Tisic
 Dtisic
 .Vizual p=50% D
 ;Bude požadována podrobná vizualizace na průmyslovém ovládacím panelu?
 .PBDP p=50%
 .PNET p=50%
 .MPI p=50%
 .RS485 p=50%
 .Neroz p=50%
 .Komunika p=50% DK
 ;Jaký druh komunikace systému s okolím bude požadován?
 ;*Profibus DP [1]*
 ;*Profinet PN [2]*
 ;*MPI[3]*
 ;*RS485 [4]*
 ;*Není rozhodující (nevím) [5]*
 PBDP
 PNET
 MPI
 RS485
 Neroz
 .Velikost p=50% D
 ;Je rozhodující velikost systému (kolik místa zabere v rozvaděči)?
 ;*Ano (prostor je velmi omezený) [+4]*
 ;*Ne(prostor není omezený) [-1]*
 ;*Toto není rozhodující kritérium [+0]*
 .SIWOV p=50%
 .SIWIch p=50%
 .SIWNe p=50%
 .Siwarex p=50% DK
 ;Bude v aplikaci požadováno navažování (vážní modul Siwarex)?

; *Ano, je potřeba aparatura s možností obchodního navažování [1]*
 ; *Ano, aparatura pro standardní navažování [2]*
 ; *Ne (nevím) [3]*
 SIWOV
 SIWIch
 SIWNe
 .Vypocty p=50% D
 ; Bude aplikace obsahovat složité matematické výpočty?
 ; *Ano – software bude obsahovat matematické operace [+3]*
 ; *Ne – jedná se převážně o logické operace [+0]*
 ; *Nevím – tato část problematiky ještě nebyla řešena [+1]*
 .CasOdez p=50% D
 ; Bude aplikace náročná na rychlé časové odezvy?
 ; *Ano – nutnost výkonnější procesorové jednotky [+2]*
 ; *Ne – stačí zvolit jednodušší CPU [-1]*
 ; *Nevím – lépe zvolit rychlejší CPU pro předejití problémům [+1]*
 .Bezpec p=50% D
 ; Je potřeba řešit bezpečnost provozu pomocí bezpečnostních CPU?
 ; *Ano, toto řešení je pro moji aplikaci nezbytné [+4]*
 ; *Ne, bezpečnostní funkce pro řešení mé aplikace nejsou nutné [-1]*
 ; *Nevím, tato otázka ještě nebyla řešena [+1]*
 .Redund p=50% D
 ; Vyžaduje aplikace redundantní(maximálně spolehlivé) řešení systému?
 ; *Ano, redundantní systém je nutný [+4]*
 ; *Ne, stačí standardní spolehlivost [+0]*
 .Cena p=50% D
 ; Je rozhodující cena?
 ; *Ano [+2]*
 ; *Ne [+0]*

.CPU221 p=50% G	& 10%	-S7300
;CPU 221	& 30%	+S7200
& 30% +Noveprod	& 10%	-S71200
& 10% +Vizual	& 00%	+ZadHW
& 38% -Vypocty	& 44%	+Jednot
& 10% -CasOdez	& 12%	+Desit
& 15% +Cena	& 22%	-Stovk
& 80% -Bezpec	& 60%	-Tisic
& 80% -Redund	& 80%	-Dtisic
& 05% -Velikost	& 12%	-PBBDP
& 20% -Step7	& 12%	-PNET
& 20% +Step7MW	& 10%	+MPI
& 20% -Step7B	& 20%	+RS485
& 00% +ZadSW	& 00%	+Neroz
& 10% -S7400	& 50%	-SIWOV

& 15% +SIWIch	& 20% -Step7B
& 00% +SIWNe	& 00% +ZadSW
.CPU222 p=50% G	& 10% -S7400
;CPU 222	& 10% -S7300
& 30% +Noveprod	& 30% +S7200
& 10% +Vizual	& 10% -S71200
& 36% -Vypocty	& 00% +ZadHW
& 05% -CasOdez	& 40% +Jednot
& 10% +Cena	& 16% +Desit
& 80% -Bezpec	& 18% -Stovk
& 80% -Redund	& 60% -Tisic
& 05% -Velikost	& 80% -Dtisic
& 20% -Step7	& 08% -PBDP
& 20% +Step7MW	& 08% -PNET
& 20% -Step7B	& 10% +MPI
& 00% +ZadSW	& 20% +RS485
& 10% -S7400	& 00% +Neroz
& 10% -S7300	& 50% -SIWOV
& 30% +S7200	& 19% +SIWIch
& 10% -S71200	& 00% +SIWNe
& 00% +ZadHW	.CPU226 p=50% G
& 42% +Jednot	;CPU 226
& 14% +Desit	& 30% +Noveprod
& 20% -Stovk	& 10% +Vizual
& 60% -Tisic	& 32% -Vypocty
& 80% -Dtisic	& 15% +CasOdez
& 10% -PBDP	& 00% +Cena
& 10% -PNET	& 80% -Bezpec
& 10% +MPI	& 80% -Redund
& 20% +RS485	& 05% -Velikost
& 00% +Neroz	& 20% -Step7
& 50% -SIWOV	& 20% +Step7MW
& 17% +SIWIch	& 20% -Step7B
& 00% +SIWNe	& 00% +ZadSW
.CPU224 p=50% G	& 10% -S7400
;CPU 224	& 10% -S7300
& 30% +Noveprod	& 30% +S7200
& 10% +Vizual	& 10% -S71200
& 34% -Vypocty	& 00% +ZadHW
& 05% +CasOdez	& 38% +Jednot
& 05% +Cena	& 18% +Desit
& 80% -Bezpec	& 16% -Stovk
& 80% -Redund	& 60% -Tisic
& 05% -Velikost	& 80% -Dtisic
& 20% -Step7	& 05% -PBDP
& 20% +Step7MW	& 05% -PNET

& 10% +MPI	& 80% -Redund
& 20% +RS485	& 05% -Velikost
& 00% +Neroz	& 20% -Step7
& 50% -SIWOV	& 20% -Step7MW
& 21% +SIWIch	& 20% +Step7B
& 00% +SIWNe	& 00% +ZadSW
.CPU1211 p=50% G	& 10% -S7400
;CPU 1211	& 10% -S7300
& 30% -Noveprod	& 10% -S7200
& 10% -Vizual	& 30% +S71200
& 28% -Vypocty	& 00% +ZadHW
& 15% -CasOdez	& 42% +Jednot
& 10% +Cena	& 17% +Desit
& 80% -Bezpec	& 18% -Stovk
& 80% -Redund	& 60% -Tisic
& 05% -Velikost	& 80% -Dtisic
& 20% -Step7	& 60% -PBDP
& 20% -Step7MW	& 10% +PNET
& 20% +Step7B	& 60% -MPI
& 00% +ZadSW	& 05% +RS485
& 10% -S7400	& 00% +Neroz
& 10% -S7300	& 50% -SIWOV
& 10% -S7200	& 50% -SIWIch
& 30% +S71200	& 00% +SIWNe
& 00% +ZadHW	.CPU1214 p=50% G
& 44% +Jednot	;CPU 1214
& 15% +Desit	& 30% -Noveprod
& 20% -Stovk	& 10% -Vizual
& 60% -Tisic	& 20% -Vypocty
& 80% -Dtisic	& 05% +CasOdez
& 60% -PBDP	& 00% +Cena
& 10% +PNET	& 80% -Bezpec
& 60% -MPI	& 80% -Redund
& 05% +RS485	& 05% -Velikost
& 00% +Neroz	& 20% -Step7
& 50% -SIWOV	& 20% -Step7MW
& 50% -SIWIch	& 20% +Step7B
& 00% +SIWNe	& 00% +ZadSW
.CPU1212 p=50% G	& 10% -S7400
;CPU 1212	& 10% -S7300
& 30% -Noveprod	& 10% -S7200
& 10% -Vizual	& 30% +S71200
& 25% -Vypocty	& 40% +Jednot
& 05% -CasOdez	& 19% +Desit
& 05% +Cena	& 16% -Stovk
& 80% -Bezpec	& 60% -Tisic

& 80%	-Dtisic	& 10%	+Vypocty
& 00%	+ZadHW	& 20%	+CasOdez
& 60%	-PBDP	& 20%	+Cena
& 10%	+PNET	& 80%	-Bezpec
& 60%	-MPI	& 80%	-Redund
& 05%	+RS485	& 40%	-Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 50%	-SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 50%	-SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.IM1517	p=50% G	& 10%	+S7400
;CPU IM 151-7		& 30%	+S7300
& 10%	-Noveprod	& 10%	-S7200
& 25%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 10%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 20%	+CasOdez	& 10%	+Jednot
& 20%	+Cena	& 40%	+Desit
& 80%	-Bezpec	& 05%	-Stovk
& 80%	-Redund	& 50%	-Tisic
& 40%	-Velikost	& 80%	-Dtisic
& 20%	+Step7	& 05%	-PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	+PNET
& 20%	-Step7B	& 05%	-MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	-RS485
& 10%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 30%	+S7300	& 40%	-SIWOV
& 10%	-S7200	& 15%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.IM1517F	p=50% G
& 10%	+Jednot	;CPU IM 151-7F	
& 40%	+Desit	& 10%	-Noveprod
& 05%	-Stovk	& 25%	+Vizual
& 50%	-Tisic	& 10%	+Vypocty
& 80%	-Dtisic	& 20%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 20%	-Cena
& 05%	-PNET	& 90%	+Bezpec
& 10%	+MPI	& 80%	-Redund
& 05%	-RS485	& 40%	-Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 40%	-SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 15%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.IM1518	p=50% G	& 10%	+S7400
;CPU IM 151-8		& 30%	+S7300
& 10%	-Noveprod	& 10%	-S7200
& 25%	+Vizual	& 10%	-S71200

& 00%	+ZadHW	.CPU313C p=50% G	
& 10%	+Jednot	;CPU 313C	
& 40%	+Desit	& 30%	+Noveprod
& 05%	-Stovk	& 25%	+Vizual
& 50%	-Tisic	& 05%	+Vypocty
& 80%	-Dtisic	& 10%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 22%	+Cena
& 05%	-PNET	& 80%	-Bezpec
& 10%	+MPI	& 80%	-Redund
& 05%	-RS485	& 20%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 40%	-SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 15%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.IM1518F p=50% G		& 10%	+S7400
;CPU IM 151-8F		& 30%	+S7300
& 10%	-Noveprod	& 10%	-S7200
& 25%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 10%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 20%	+CasOdez	& 05%	+Jednot
& 20%	-Cena	& 20%	+Desit
& 90%	+Bezpec	& 30%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 30%	-Tisic
& 40%	-Velikost	& 70%	-Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	-PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	-RS485
& 10%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 30%	+S7300	& 30%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 30%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.CPU314C p=50% G	
& 10%	+Jednot	;CPU 314C	
& 40%	+Desit	& 30%	+Noveprod
& 05%	-Stovk	& 25%	+Vizual
& 50%	-Tisic	& 08%	+Vypocty
& 80%	-Dtisic	& 15%	+CasOdez
& 05%	-PBDP	& 20%	+Cena
& 10%	+PNET	& 80%	-Bezpec
& 05%	-MPI	& 80%	-Redund
& 05%	-RS485	& 20%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 40%	-SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 15%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW

& 10% +S7400	& 00% +Neroz
& 30% +S7300	& 40% +SIWOV
& 10% -S7200	& 35% +SIWIch
& 10% -S71200	& 00% +SIWNe
& 00% +ZadHW	.C3152DP p=50% G
& 05% +Jednot	;CPU 315 2DP
& 20% +Desit	& 30% +Noveprod
& 30% +Stovk	& 30% +Vizual
& 30% -Tisic	& 20% +Vypocty
& 70% -Dtisic	& 20% +CasOdez
& 10% +PBDP	& 15% +Cena
& 10% -PNET	& 80% -Bezpec
& 10% +MPI	& 80% -Redund
& 05% -RS485	& 20% +Velikost
& 00% +Neroz	& 20% +Step7
& 30% +SIWOV	& 20% -Step7MW
& 30% +SIWIch	& 20% -Step7B
& 00% +SIWNe	& 00% +ZadSW
.C315PNDP p=50% G	& 10% +S7400
;CPU 315 2PN/DP	& 30% +S7300
& 30% +Noveprod	& 10% -S7200
& 30% +Vizual	& 10% -S71200
& 20% +Vypocty	& 00% +ZadHW
& 20% +CasOdez	& 50% -Jednot
& 15% +Cena	& 10% -Desit
& 80% -Bezpec	& 60% +Stovk
& 80% -Redund	& 40% +Tisic
& 20% +Velikost	& 50% -Dtisic
& 20% +Step7	& 10% +PBDP
& 20% -Step7MW	& 10% -PNET
& 20% -Step7B	& 10% +MPI
& 00% +ZadSW	& 05% -RS485
& 10% +S7400	& 00% +Neroz
& 30% +S7300	& 40% +SIWOV
& 10% -S7200	& 35% +SIWIch
& 10% -S71200	& 00% +SIWNe
& 00% +ZadHW	.C315F2DP p=50% G
& 50% -Jednot	;CPU 315F 2DP
& 10% -Desit	& 30% +Noveprod
& 60% +Stovk	& 30% +Vizual
& 40% +Tisic	& 20% +Vypocty
& 50% -Dtisic	& 20% +CasOdez
& 10% +PBDP	& 20% -Cena
& 10% +PNET	& 90% +Bezpec
& 10% +MPI	& 80% -Redund
& 05% -RS485	& 20% +Velikost

& 20% +Step7	& 10% +PBDP
& 20% -Step7MW	& 10% +PNET
& 20% -Step7B	& 10% +MPI
& 00% +ZadSW	& 05% -RS485
& 10% +S7400	& 00% +Neroz
& 30% +S7300	& 40% +SIWOV
& 10% -S7200	& 35% +SIWIch
& 10% -S71200	& 00% +SIWNe
& 00% +ZadHW	.C317PNDP p=50% G
& 50% -Jednot	;CPU 317 2PN/DP
& 10% -Desit	& 30% +Noveprod
& 60% +Stovk	& 30% +Vizual
& 40% +Tisic	& 20% +Vypocty
& 50% -Dtisic	& 20% +CasOdez
& 10% +PBDP	& 05% +Cena
& 10% -PNET	& 80% -Bezpec
& 10% +MPI	& 80% -Redund
& 05% -RS485	& 20% +Velikost
& 00% +Neroz	& 20% +Step7
& 40% +SIWOV	& 20% -Step7MW
& 35% +SIWIch	& 20% -Step7B
& 00% +SIWNe	& 00% +ZadSW
.C315FPND p=50% G	& 10% +S7400
;CPU 315F 2PN/DP	& 30% +S7300
& 30% +Noveprod	& 10% -S7200
& 30% +Vizual	& 10% -S71200
& 20% +Vypocty	& 00% +ZadHW
& 20% +CasOdez	& 50% -Jednot
& 20% -Cena	& 35% -Desit
& 90% +Bezpec	& 55% +Stovk
& 80% -Redund	& 45% +Tisic
& 20% +Velikost	& 30% -Dtisic
& 20% +Step7	& 10% +PBDP
& 20% -Step7MW	& 10% +PNET
& 20% -Step7B	& 10% +MPI
& 00% +ZadSW	& 05% -RS485
& 10% +S7400	& 00% +Neroz
& 30% +S7300	& 40% +SIWOV
& 10% -S7200	& 35% +SIWIch
& 10% -S71200	& 00% +SIWNe
& 00% +ZadHW	.C3172DP p=50% G
& 50% -Jednot	;CPU 317 2DP
& 15% -Desit	& 30% +Noveprod
& 60% +Stovk	& 30% +Vizual
& 40% +Tisic	& 20% +Vypocty
& 50% -Dtisic	& 20% +CasOdez

& 08%	+Cena	& 30%	-Desit
& 80%	-Bezpec	& 45%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 45%	+Tisic
& 20%	+Velikost	& 30%	-Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	-PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	-RS485
& 10%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 30%	+S7300	& 40%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 35%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.C317FPND p=50% G	
& 50%	-Jednot	;CPU 317F 2PN/DP	
& 35%	-Desit	& 30%	+Noveprod
& 55%	+Stovk	& 30%	+Vizual
& 45%	+Tisic	& 20%	+Vypocty
& 30%	-Dtisic	& 20%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 22%	-Cena
& 10%	-PNET	& 90%	+Bezpec
& 10%	+MPI	& 80%	-Redund
& 05%	-RS485	& 20%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 40%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 35%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C317F2DP p=50% G		& 10%	+S7400
;CPU 317F 2DP		& 30%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 20%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 20%	+CasOdez	& 50%	-Jednot
& 20%	-Cena	& 30%	-Desit
& 90%	+Bezpec	& 45%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 45%	+Tisic
& 20%	+Velikost	& 20%	-Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	+PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	-RS485
& 10%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 30%	+S7300	& 40%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 35%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.C319PNDP p=50% G	
& 50%	-Jednot	;CPU 319 2PN/DP	

& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 30%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 30%	+CasOdez	& 50%	-Jednot
& 22%	-Cena	& 35%	-Desit
& 80%	-Bezpec	& 40%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 60%	+Tisic
& 20%	+Velikost	& 10%	+Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	+PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	-RS485
& 10%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 30%	+S7300	& 40%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 35%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.C412DP p=50% G	
& 50%	-Jednot	;CPU 412	
& 35%	-Desit	& 30%	+Noveprod
& 40%	+Stovk	& 30%	+Vizual
& 60%	+Tisic	& 35%	+Vypocty
& 15%	+Dtisic	& 35%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 10%	-Cena
& 10%	+PNET	& 80%	-Bezpec
& 10%	+MPI	& 80%	-Redund
& 05%	-RS485	& 05%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 40%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 35%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C319FPND p=50% G		& 30%	+S7400
;CPU 319F 2PN/DP		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 30%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 30%	+CasOdez	& 60%	-Jednot
& 26%	-Cena	& 50%	-Desit
& 90%	+Bezpec	& 30%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 62%	+Tisic
& 20%	+Velikost	& 10%	+Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 15%	-PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	+RS485
& 10%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 30%	+S7300	& 30%	+SIWOV

& 20%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C414DP	p=50% G	& 30%	+S7400
;CPU 414		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 38%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 38%	+CasOdez	& 60%	-Jednot
& 12%	-Cena	& 50%	-Desit
& 80%	-Bezpec	& 30%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 64%	+Tisic
& 05%	+Velikost	& 30%	+Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	+PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	+RS485
& 30%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 10%	+S7300	& 30%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 20%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.C416DP	p=50% G
& 60%	-Jednot	;CPU 416	
& 50%	-Desit	& 30%	+Noveprod
& 30%	+Stovk	& 30%	+Vizual
& 64%	+Tisic	& 40%	+Vypocty
& 30%	+Dtisic	& 40%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 14%	-Cena
& 10%	-PNET	& 80%	-Bezpec
& 10%	+MPI	& 80%	-Redund
& 05%	+RS485	& 05%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 30%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 20%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C414PNDP	p=50% G	& 30%	+S7400
;CPU 414		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 38%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 38%	+CasOdez	& 65%	-Jednot
& 14%	-Cena	& 55%	-Desit
& 80%	-Bezpec	& 30%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 66%	+Tisic
& 05%	+Velikost	& 45%	+Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	-PNET

& 10%	+MPI	& 80%	-Redund
& 05%	+RS485	& 05%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 30%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 20%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C416PNDP p=50% G		& 30%	+S7400
;CPU 416 PN/DP		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 40%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 40%	+CasOdez	& 67%	-Jednot
& 16%	-Cena	& 57%	-Desit
& 80%	-Bezpec	& 28%	+Stovk
& 80%	-Redund	& 68%	+Tisic
& 05%	+Velikost	& 50%	+Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	-PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	+RS485
& 30%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 10%	+S7300	& 30%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 20%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.C412HDP p=50% G	
& 65%	-Jednot	;CPU 412H F/H	
& 55%	-Desit	& 30%	+Noveprod
& 30%	+Stovk	& 30%	+Vizual
& 66%	+Tisic	& 35%	+Vypocty
& 45%	+Dtisic	& 35%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 25%	-Cena
& 10%	+PNET	& 90%	+Bezpec
& 10%	+MPI	& 90%	+Redund
& 05%	+RS485	& 05%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 30%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 20%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C417DP p=50% G		& 30%	+S7400
;CPU 417		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 40%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 40%	+CasOdez	& 65%	-Jednot
& 16%	-Cena	& 55%	-Desit
& 80%	-Bezpec	& 30%	+Stovk

& 66%	+Tisic	& 40%	+Vypocty
& 45%	+Dtisic	& 40%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 25%	-Cena
& 10%	-PNET	& 90%	+Bezpec
& 10%	+MPI	& 90%	+Redund
& 05%	+RS485	& 05%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 30%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 20%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C414HDP p=50% G		& 30%	+S7400
;CPU 414H F/H		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200
& 38%	+Vypocty	& 00%	+ZadHW
& 38%	+CasOdez	& 67%	-Jednot
& 25%	-Cena	& 57%	-Desit
& 90%	+Bezpec	& 28%	+Stovk
& 90%	+Redund	& 68%	+Tisic
& 05%	+Velikost	& 50%	+Dtisic
& 20%	+Step7	& 10%	+PBDP
& 20%	-Step7MW	& 10%	-PNET
& 20%	-Step7B	& 10%	+MPI
& 00%	+ZadSW	& 05%	+RS485
& 30%	+S7400	& 00%	+Neroz
& 10%	+S7300	& 30%	+SIWOV
& 10%	-S7200	& 20%	+SIWIch
& 10%	-S71200	& 00%	+SIWNe
& 00%	+ZadHW	.C416HDP p=50% G	
& 60%	-Jednot	;CPU 416H	
& 50%	-Desit	& 30%	+Noveprod
& 30%	+Stovk	& 30%	+Vizual
& 64%	+Tisic	& 40%	+Vypocty
& 30%	+Dtisic	& 40%	+CasOdez
& 10%	+PBDP	& 25%	-Cena
& 10%	-PNET	& 90%	+Bezpec
& 10%	+MPI	& 90%	+Redund
& 05%	+RS485	& 05%	+Velikost
& 00%	+Neroz	& 20%	+Step7
& 30%	+SIWOV	& 20%	-Step7MW
& 20%	+SIWIch	& 20%	-Step7B
& 00%	+SIWNe	& 00%	+ZadSW
.C417HDP p=50% G		& 30%	+S7400
;CPU 417H F/H		& 10%	+S7300
& 30%	+Noveprod	& 10%	-S7200
& 30%	+Vizual	& 10%	-S71200

& 00% +ZadHW
& 65% -Jednot
& 55% -Desit
& 30% +Stovk
& 66% +Tisic
& 45% +Dtisic
& 10% +PBDP
& 10% -PNET
& 10% +MPI
& 05% +RS485
& 00% +Neroz
& 30% +SIWOV
& 20% +SIWIch
& 00% +SIWNe
#