

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Analýza a integrace informačních systémů údržby

Autor : Bc. František Zůza  
Vedoucí práce: Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.

Akademický rok 2011 / 2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2011/2012

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. František ZŮZA**  
Osobní číslo: **S09N0049K**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**  
Název tématu: **Analýza a integrace informačních systémů údržby**  
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Analýza stávajícího stavu
3. Vymezení cílů diplomové práce
4. Návrh řešení s diskusí alternativ
5. Srovnání s jinými přístupy s explicitním zdůrazněním přínosu
6. Rozpracování vybraného přístupu
7. Závěr se stručným shrnutím výsledků a přínosu

Rozsah grafických prací: 2 - 5 výkresů  
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 70 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

1. KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing, 2006.
2. HEŘMAN, J. a kol. *Průmyslové inovace*. Oeconomica, 2008. ISBN 978-80-245-1445-1
3. ŘEPA, V. *Podnikové procesy. Procesní řízení a modelování*. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2252-8

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Konzultant diplomové práce: Ing. Antonín Miller  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Datum zadání diplomové práce: 19. září 2011  
Termín odevzdání diplomové práce: 25. května 2012

  
Doc. Ing. Jitka Staněk, CSc.  
děkan



  
Doc. Ing. Michal Simon, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. listopadu 2011

### **Poděkování**

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Milanu Edlovi, Ph.D. za všechny podněty a rady, které mi při vzniku této práce poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Antonu Mešovi, Ing. Zdeňkovi Frkalovi a p. Jindřichu Hozákovi ze společnosti Knauf Insulation, výrobní závod Krupka za poskytnuté informace a pomoc při řešení praktických otázek z dané problematiky.

Také bych chtěl touto cestou poděkovat mé manželce a mým dcerám za jejich trpělivost a pochopení, se kterou snášeli celou dobu mého studia.

### **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne : .....

.....  
podpis autora

### **Autorská práva**

Podle zákona o právu autorském, č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků, nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora, Knauf Insulation – výrobní závod Krupka a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Zůza	<b>Jméno</b> František		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Edl, Ph.D.	<b>Jméno</b> Milan		
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KPV			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Analýza a integrace informačních systémů údržby			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODE- VZD.</b>	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	60	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	60	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce analyzuje a následně integruje informační systémy používané odborem údržby výrobního závodu Krupka podniku Knauf Insulation. Cílem je maximalizace využití dat těchto informačních systémů při minimalizaci nutných nákladů na tato řešení. Výsledný stav by měl zefektivnit provoz odboru údržby.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Informační systém, interface, analýza, integrace

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Zůza	Name František	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301T007 „Industrial Engineering and Management“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Name Milan	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Analysis and integration of information systems maintenance		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2012
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	60	<b>TEXT PART</b>	60	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This thesis analyzes and then integrates the information systems used by the plantmaintenance department Krupka company Knauf Insulation. The aim is to maximize the use of data information systems necessary to minimize the cost of these solutions. The resulting state should streamline maintenance operations department.
<b>KEY WORDS</b>	Information systems, interface, analysis, integrate

## Obsah

Obsah.....	8
Seznam zkratk .....	10
Úvod.....	11
1. Představení společnosti .....	12
2. Teoretická východiska.....	14
2.1 Informační systémy .....	14
2.1.1 Architektury informačních systémů v průmyslových podnicích .....	14
2.1.2 Informační systémy v průmyslových podnicích .....	15
2.2 Organizace údržby v průmyslových podnicích.....	18
2.2.1 Klasický způsob údržby .....	20
2.2.2 Progresivní způsob údržby .....	20
2.2.3 Celkový program údržby.....	20
2.2.4 Tvorba programu plánované údržby .....	21
2.2.5 Stanovení diagnostických intervalů údržby .....	23
2.2.6 Organizační schéma údržby ve vztahu k diagnostice.....	25
3. Analýza současného stavu.....	26
3.1 Výrobní postup Knauf Insulation, výrobní závod Krupka.....	26
3.1.1 Příprava směsi pro výrobu skla .....	27
3.1.2 Tavení - výroba skla.....	27
3.1.3 Pomocné provozy.....	27
3.1.4 Rozvlákňování a aplikace pojiva.....	28
3.1.5 Příprava pojiva .....	28
3.1.6 Formování - výroba rohože ze skleněných vláken.....	29
3.1.7 Polymerace pryskyřice ve vytvrzovací peci.....	30
3.1.8 Nastavení a úprava rozměrů výrobků.....	31
3.1.9 Balení, skladování a expedice .....	32
3.2 Organizace odboru údržby v Knauf Insulation, výrobní závod Krupka .....	33
3.2.1 Struktura odboru údržby.....	33
3.2.2 Stávající konfigurace informačních systémů údržby .....	34
3.2.3 Analýza současného stavu odboru údržby .....	41
4. Integrovaní návrhy a opatření.....	43
4.1 Propojení SAP, PI a TSM .....	43
4.2 Propojení PI a TSM.....	43



4.2.1 Návrh řešení integrace PI a TSM .....	45
4.2.2 Popis zvolených technologií.....	48
4.2.3 Analýza dat.....	49
4.2.4 Návrh metodiky pro nasazení propojení PI a TSM.....	52
4.2.5 Návrh interface č. 1 .....	53
4.2.6 Návrh interface č. 2 .....	54
4.2.7 Programové řešení interface dle návrhu č. 2 .....	54
4.2.8 Instalace a provoz navrženého interface .....	54
5. Zhodnocení.....	55
6. Závěr.....	56
7. Seznam použité literatury .....	57
8. Seznam příloh.....	58

## Seznam zkratek

CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAPP	Computer Aided Process Plannig
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIS	Customer Information System
CM	Condition Monitoring
EDI	Electronic Data Interchange
EIS	Executive Information System
EPS	Expandovaný polystyren
ERP	Enterprise Resource Planning
GIS	Graphics Information System
GUI	Graphics Unit Interface
HT	Hard Time Limit
ICT	Information and Communication Technologies
IS	Informační systém
LAN	Local Area Network
MIS	Management Information System
NC	Numeric Control
OC	On Condition
OIS	Office Information System
PC	Personal Computer
PDM	Product Data Management
PLM	Product Lifecycle Management
RIS	Reservation Information System
TAG	Index veličiny s jejími parametry
TPS	Transaction Processing System
VBA	Visual Basic
WAN	Wide Area Network
XPS	Extrudovaný polystyren

## Úvod

Průmyslové podniky vynakládají nemalé prostředky na zefektivnění svých provozů pomocí ICT informačních systémů. V mnoha případech se při primárním nasazení pro určitou potřebu provozu neklade potřebný důraz na všechna dostupná data, která jsou informačními systémy pravidelně ukládána. Tímto přístupem se podniky mohou dostávat do zbytečných ztrátových situací, které by při efektivnějším způsobu využití vlastních dat nemusely vznikat.

Z výše uvedených důvodů vyplývá potřeba prozkoumání vlastních datových zdrojů - vhodným přístupem k této problematice je využití externího pozorovatele, který není zatížen rutinními provozními zvyky a přístupy - tím může na danou problematiku pohlížet zcela jinými směry než by tomu mohlo být u interního pozorovatele.

Cílem této práce bude analyzovat stávající ICT informační systémy odboru údržby ve výrobním podniku Knauf Insulation s.r.o. z hlediska optimálního využití dostupných dat a navrhnout vhodnou integraci těchto informačních systémů tak, aby se zvýšila efektivita odboru údržby ve vztahu k požadované kvalitě a kontinuálnosti výroby, efektivnosti výrobního procesu, co nejnížší míře zmetkovitosti a spolehlivosti provozu. Zkoumané alternativy musí být patřičně ohodnoceny a porovnány jejich vzájemné vlastnosti.

## 1. Představení společnosti

Koncern Knauf je rodinná společnost založená roku 1932 bratry Karlem a Dr. Alfonsem N. Knaufovými. Dnes jejich synové Baldwin a Nikolaus Knaufovi, společníci firmy, koordinují úspěch mnoha podniků korporace spolu s ostatními příbuznými.



Knauf je mezinárodní dodavatel stavebního materiálu a konstrukčních systémů. Díky své vizi, cestě přímých rozhodnutí, kultuře inovace a bohatství nápadů všech zaměstnanců, je Knauf progresivní společností.

Celosvětově zaměstnává 22 tisíc lidí a dosahuje ročního obrátu více než 5,5 miliardy eur.



Obr. 1-1 Přehled umístění závodů koncernu Knauf<sup>1</sup>

Na českém trhu působí firma Knauf v oblasti výroby a prodeje sádkartonových stavebních systémů a materiálů od roku 1992. Svým zákazníkům poskytuje odborné poradenství, pružný servis a prodej náhradních dílů i odborná zaškolení.

Společnost je nejrychleji rostoucím dodavatelem izolací ve světě se širokou škálou výrobků splňujících požadavky na energetickou účinnost a zvukovou odolnost nových a rekonstruovaných domů, obchodních budov a průmyslových objektů. Sortiment zahrnuje minerální vlnu ze skleněných a kamenných vláken, XPS, EPS a dřevocementové desky, které jsou známé pod obchodními známkami Thermolan®, NOBASIL®, Rocksilk®, Crown®, Polyfoam®, KnaufTherm®, Tervol®, Heralan®.

<sup>1</sup> <http://www.knaufinsulation.cz/>

Tato práce je vypracována pro Knauf Insulation, výrobní závod Krupka u Teplic, který je zobrazen na Obr 1-2. Tento závod vybuodoval koncern Knauf v České republice nákladem převyšujícím 2,5 miliardy korun, zároveň se stal jedním z prvních projektů nové Průmyslové zóny Krupka na Teplicku.

Základní kámen byl položen 10. června 2005. Za necelý rok, v květnu 2006 se rozběhl naplno zkušební provoz výroby izolačních materiálů. Do trvalého provozu přešel závod 11. března 2008.

Závod Knauf Insulation v Krupce je jedním z nejmodernějších výrobních závodů minerálních izolací ze skelné vlny v Evropě. Firma průběžně investuje i do vývoje nových produktů s cílem nabízet zákazníkům produkty přinášející co největší úspory energie a nákladů.



*Obr. 1-2 Pohled na závod Krupka<sup>2</sup>*

---

<sup>2</sup> <http://www.knaufinsulation.cz/>

## 2. Teoretická východiska

### 2.1 Informační systémy

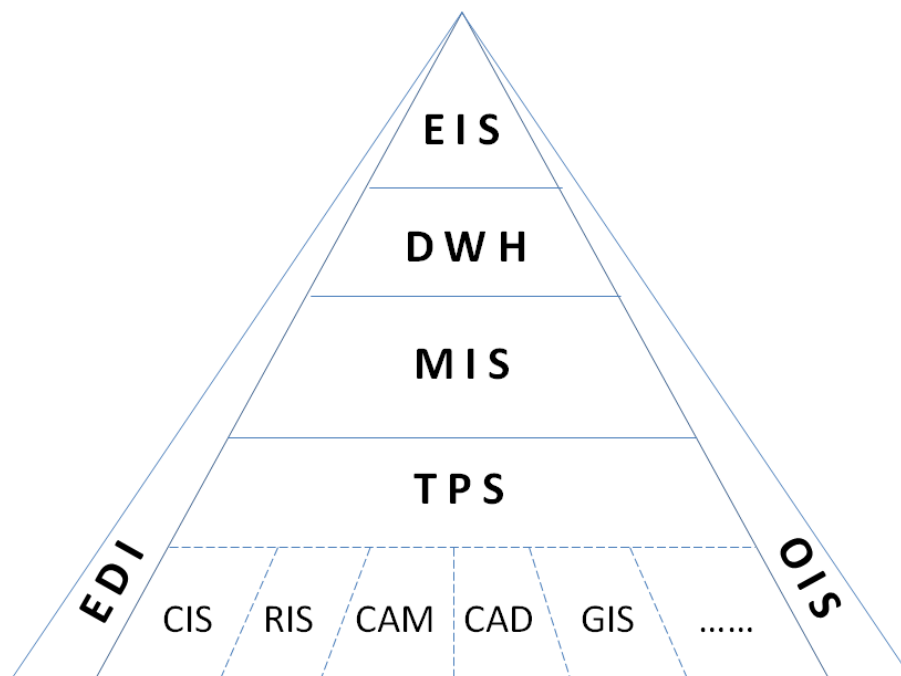
Dle [12] je informační systém např. soubor lidí, technologických prostředků a metod, které zabezpečují sběr, přenos, zpracování a uchování dat za účelem tvorby prezentace informací pro potřeby uživatelů.

Jako příklad informačního systému lze uvést kartotéční či telefonní seznam, knihy přijaté a odeslané pošty, účetnictví nebo různé verze počítačově podporovaných produktů např. ERP (Enterprise Resource Planning), EIS (Executive Information System), MIS (Management Information System), TPS (Transaction Processing System) apod. Informační systém tedy nemusí být pouze v elektronické počítačové podobě - existují i v např. papírové verzi.

Nicméně současný a předpokládaný budoucí trend vývoje v oblasti počítačové techniky a produktů určuje jasný směr použití informačních systémů – elektronická počítačová platforma se širokými možnostmi konektivity vůči lokálním a globálním subjektům. Tento proces je pro jednotlivé produkty nevyhnutelný z hlediska přizpůsobitelnosti a udržení své pozice na trhu či případné expanze na nová odbytíště.

#### 2.1.1 Architektury informačních systémů v průmyslových podnicích

Zobecněné schéma celkové architektury informačních systémů popisuje [9] jako strukturu, která má svůj základ postaven na několika hlavních obecně formulovaných blocích. Tyto bloky jsou dále modifikovány na konkrétní podmínky a požadavky podniků. Jednotlivé bloky mají přiřazeny odpovídající úlohy informačních systémů, tento stav je zachycen na Obr. 2-1 a popsán v Tab. 2-1.



Obr. 2-1 Schéma celkové obecné architektury IS<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Dohnal J., Pour J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních podnicích. EKOPRESS Praha 1997. ISBN 80-86119-02-5

<b>Blok</b>	<b>Význam v anglickém jazyce</b>	<b>Popis</b>
<b>E I S</b>	Executive Information System	Podpora vrcholového řízení podniku
<b>D W H</b>	Data Warehouse	Datový sklad, podpora díky možným analýzám
<b>M I S</b>	Management Information System	Podpora taktické a operativní úrovně řízení
<b>T P S</b>	Transaction Processing System	Podpora konkrétních podnikových provozů
<b>C I S</b>	Customer Information System	Zajištění komunikace se zákazníkem
<b>R I S</b>	Reservation Information System	Rezervační systémy (doprava, cestování...)
<b>G I S</b>	Graphics Information System	Geografické systémy (kreslení, mapy...)
<b>C A D</b>	Computer Aided Design	Podpora konstrukce a návrhů produktů
<b>C A M</b>	Computer Aided Manufacturing	Podpora řízení výrobních provozů
<b>O I S</b>	Office Information System	Podpora běžných administrativních činností
<b>E D I</b>	Electronic Data Interchange	Elektronická výměna dat

Tab. 2-1 Popis schématu celkové obecné architektury IS<sup>4</sup>

Jednotlivé bloky architektury nemají, tak jak je tomu ve schématu, ostré ohraničení z hlediska jejich zajištění aplikačním softwarem. Některá současná softwarová řešení podle [9] v sobě integrují funkce několika těchto bloků, např. R/3, BAAN nebo BPCS.

### 2.1.2 Informační systémy v průmyslových podnicích

Informační systémy na elektronické platformě se začaly v průmyslových podnicích využívat s postupným rozvojem počítačové techniky. Velice brzy bylo zřejmé, že pro efektivní provoz a udržení konkurenceschopnosti je využívání informačních systémů nezbytností.

Vývoj těchto systémů se podle [11] utvářel zpočátku pomocí vlastních podnikových zdrojů s případnou vnější programovací koordinací a byl určen pro jednotlivé podnikové potřeby – účetnictví, skladové hospodářství, personalistika apod. S postupem času a vývoje počítačové techniky a softwarových produktů, byly původní oddělené systémy postupně slučovány do jednotných podnikových systémů – formou relačních databází, které zastřešovaly klíčové podnikové činnosti – výroba, logistika, obchod, finance apod. Takto seskupený systém umožňuje efektivnější práci s podnikovými daty, jako jsou různé speciální dotazy či sestavy, které umožňují poměrně snadno a rychle podpořit např. strategická rozhodnutí managementu. Tento pro podniky významný přechod používání informačních systémů se mohl realizovat dle [11] ve své podstatě pouze v následujících třech možnostech:

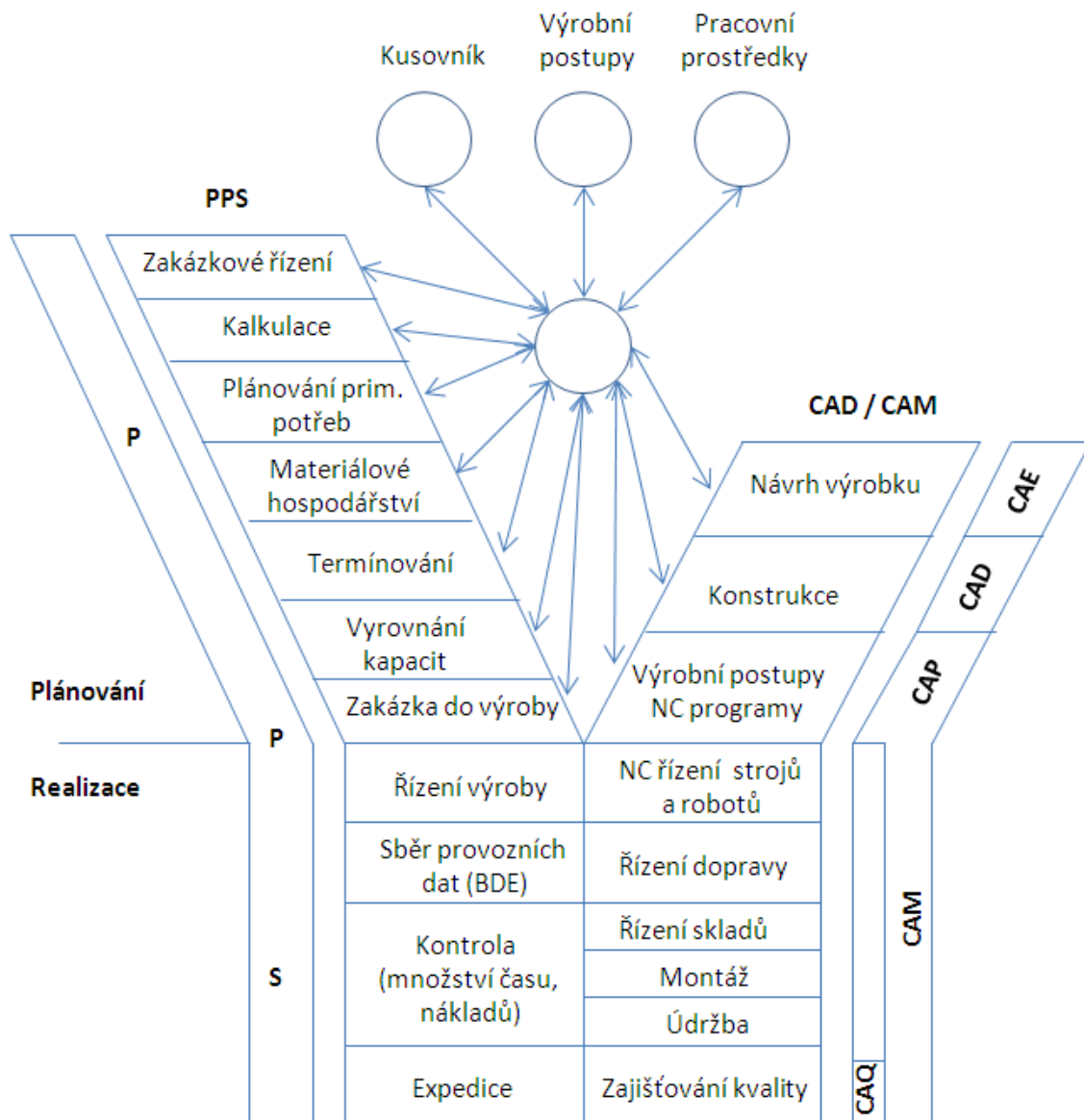
1. Rozvojem existujících aplikačních řešení
2. Vytváření informačních systémů dle konkrétních potřeb podniku
3. Nákup hotového parametrizovaného softwarového balíku

Důležitým směrem vývoje informačních systémů bylo také zaměření na návrhy produktů. Typickými představiteli těchto softwarových řešení je skupina produktů CAD (Computer Aided Design) a navazující řešení CAPP (Computer Aided Process Planning) pokrývající návrhy výrobních postupů.

<sup>4</sup> Dohnal J., Pour J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních podnicích. EKOPRESS Praha 1997. ISBN 80-86119-02-5

Systémy na přímé řízení výrobních technologií označované NC (Numeric Control) jsou součástí skupiny produktů počítačové podpory výroby CAM (Computer Aided Manufacturing).

Vývoj pokračoval a neustále pokračuje a dalšími následovníky výše popsaných produktů jsou aplikace PDM (Product Data Management) nebo aplikace podporující kompletní životní cyklus výrobků PLM (Product Lifecycle Management). Souhrnem lze o těchto aplikacích hovořit jako o produktech počítačové integrované výroby – CIM (Computer Integrated Manufacturing), jejich hlavním přínosem je sloučení všech informačních zdrojů do společné podnikové databáze podporující všechny klíčové činnosti podniků.



Obr. 2-2 Model počítačově integrované výroby – CIM, podle prof. A. W. Scheera<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Basl J., Blažiček R.: Podnikové informační systémy - Podnik v informační společnosti - 2., výrazně přepracované a rozšířené vydání. Grada Publishing 2008. ISBN 978-80-247-2279-5



Komplexní spojení finančních a logistických úloh řeší systémy označované ERP (Enterprise Resource Planning). Dle [11] se současná nabídka podnikových informačních systémů ubírá v podstatě dvěma hlavními směry:

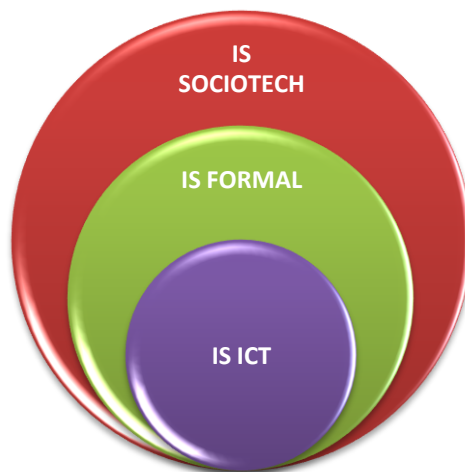
1. „All – in – one“ jsou aplikace, které pokrývají většinu klíčových podnikových procesů. Typickým znakem je pro ně vysoká úroveň integrace na úkor nižší detailní funkcionality.
2. „Best of Breed“ jsou aplikace, které se naopak specializují na určité podnikové procesy. Typickým znakem je pro ně vysoká úroveň detailní specializace na úkor obtížnější integrace.

Informační systémy v podnicích je dle [11] možno vnímat nejen v přímé souvislosti se softwarovým řešením, ale také je třeba chápat jejich význam ve vztahu k formálnosti dat, zkušenostem či přínosem pracovníků a také typem nosiče informací:

- relační databáze – ukládání a využívání informací, automatizují určité úkony a tím usnadňují a zefektivňují práci a rozhodování
- textový, grafický formát – uložení klasický zdrojů informací jako jsou formuláře, předpisy, doklad apod. Přístup k těmto datům je obtížný
- znalostní management – osobní informace a zkušenosti jednotlivých pracovníků

Z těchto tří hlavních typů nosičů informací je dle [11] možné odvodit tři hlavní roviny chápání podnikových informačních systémů:

1. podporovaný informačními a telekomunikačními technologiemi – IS ICT, např. ERP
2. formální – IS FORMAL, např. ECM
3. komplexně sociotechnický – IS SOCIOTECH, např. Knowledge management



Obr. 2-3 Hlavní roviny chápání podnikových IS<sup>6</sup>

Všechny tři roviny chápání podnikových IS jsou důležité a mezi sebou vzájemně provázané – pokud tedy chce určitý podnik efektivně využívat své kapacity informačních systémů, neměl by podceňovat úlohu ani jedné této roviny.

<sup>6</sup> Basl J., Blažiček R.: Podnikové informační systémy - Podnik v informační společnosti - 2., výrazně přepracované a rozšířené vydání. Grada Publishing 2008. ISBN 978-80-247-2279-5

## 2.2 Organizace údržby v průmyslových podnicích

Důležitým aspektem náhledu na údržbu v průmyslových podnicích, která má za úkol zajistit bezporuchový a spolehlivý provoz konkrétní výrobní technologie, je podle [14] dodržení smluvních závazků, což je důležitým předpokladem pro udržení zákazníka a pozice na trhu. Technologie a strojní zařízení jsou z hlediska toku času omezeny svou životností. Z pohledu údržby můžeme životnost chápat ve dvou rovinách:

1. Fyzická životnost – celkový časový fond, po který je daná technologie schopna při požadované míře přesnosti vykonávat svou funkci
2. Morální životnost – je doba, po kterou je ekonomicky či společensky přijatelné danou technologii provozovat

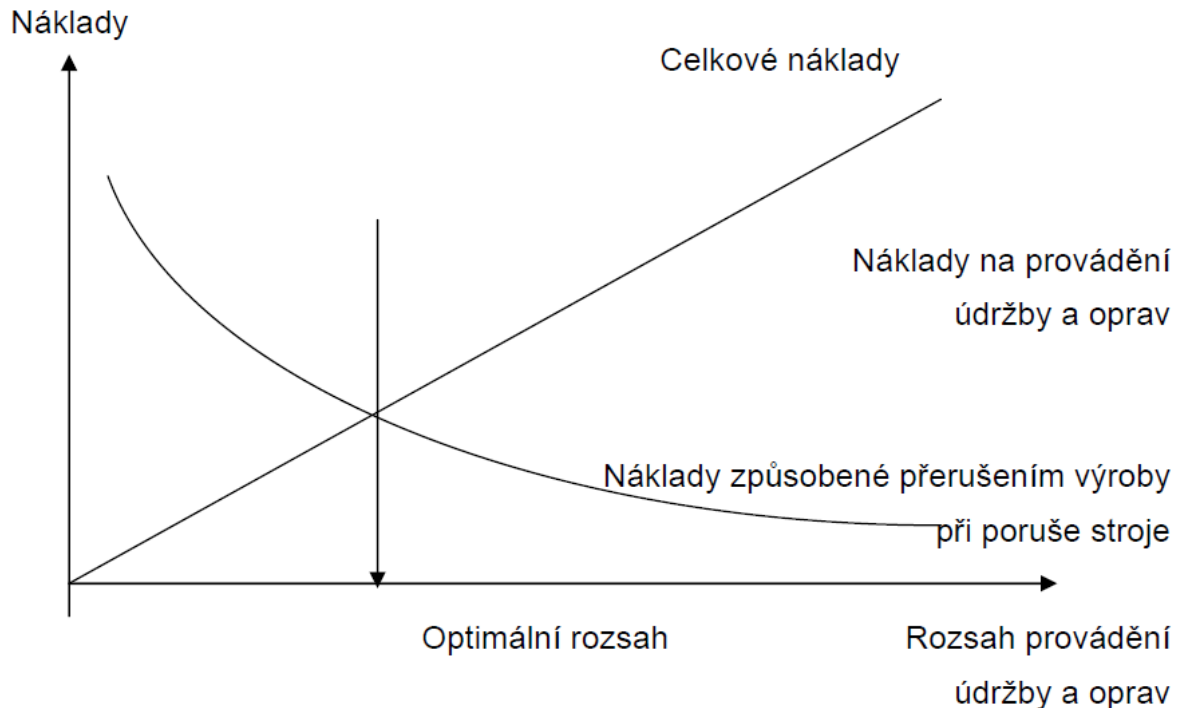
Během životního cyklu technologie nutně dochází k postupnému snižování jak fyzické, tak i morální životnosti, není obvyklé současné snížení obou životností. Zájmem každého podniku je co nejefektivněji využívat své technologie z pohledu obou druhů životností. K naplnění tohoto zájmu je třeba v průmyslových podnicích vykonávat obecně dva druhy činností:

1. Údržba – preventivní činnosti, které mají za cíl předcházení či snižování vlivu fyzického opotřebení technologií
2. Oprava – nápravné činnosti, které řeší vznikající či již vzniklé problémy a závady vyplývající z fyzického opotřebení technologií

Údržba	Oprava
Denní ošetření strojů - mazání, čištění	Standardní opravy - dle doporučení výrobce
Technické prohlídky, revize	Opravy po poruše - po hlášení obsluhy stroje
Kontroly geometrické přesnosti, prověrky	Opravy po prohlídce - nalezené závady

Tab. 2-2 Popis jednotlivých nápravných opatření<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Horváth G.: Metodika řízení výroby – podklady k přednáškám. Bez ISBN



Obr. 2-4 Hledání optimálního rozsahu provádění údržby a oprav<sup>8</sup>

Charakteristika a rozdělení typů údržby je dle [10] koncipována tak, že primárním cílem údržby je maximalizovat použitelnost výrobku (technologického zařízení) při minimalizaci nákladů s přihlédnutím k provozním podmínkám výrobku a podmínkám provozovaného prostředí. Rozlišujeme čtyři stupně údržby:

1. stupeň – funkční testy, testy provozuschopnosti bez nutnosti demontáže výrobku. Tyto testy identifikují výrobky, které potřebují seřízení nebo výměnu na základě naměřených chybových odezev
2. stupeň – představuje filtr pro výrobky, které byly vyhodnoceny jako poruchové na prvním stupni
3. stupeň – zahrnuje analýzu poruch a opravu těch výrobků, které jsou mimo oblast oprav na úrovni druhého stupně a jsou z ekonomického hlediska žádoucí
4. stupeň – tento stupeň je většinou zajišťován na úrovni výrobce daného výrobku (technologie), tzn. generální opravy či přestavby, upgrady apod.

Použití konkrétní metody údržby závisí na míře spolehlivosti konkrétního výrobku. Pro optimální výsledky údržby je třeba nalézt kompromis mezi požadavkem na co možná nejvyšší spolehlivost výrobku a co nejnižšími nutnými náklady na údržbu.

Cílem údržby je předcházení kritickým následkům poruch. Tohoto cíle lze dle [10] dosáhnout dvěma možnými přístupy k údržbě – klasickým a progresivním.

<sup>8</sup> Horváth G.: Metodika řízení výroby – podklady k přednáškám. Bez ISBN

### 2.2.1 Klasický způsob údržby

Klasické způsoby údržby jsou založené na následujících předpokladech:

- během provozní doby narůstá na výrobku opotřebení, to způsobuje pokles odolnosti výrobku proti poruše, po určité provozní době tedy dochází k poruše v určené funkci
- plán preventivních prohlídek, kterými se analyzuje stav výrobků, následuje odstraňování nalezených nedostatků, a tím tedy dochází k periodické obnově původní spolehlivosti
- používají se jednotné postupy při tvorbě intervalů a obsahu prohlídek na základě předpokladu, že všechna zařízení výrobku odpovídají postupnému opotřebení

Tímto tzv. klasickým způsobem dochází k opomíjení individuálních vnitřních vlastností výrobků – nejsou zde zohledněny rozdíly mezi jednotlivými výrobky z hlediska funkčnosti, konstrukce a spolehlivostní charakteristiky. Na základě těchto skutečností je účinnost klasického způsobu údržby zpravidla nízká a nenaplnuje preventivní charakter údržby. Zajištění spolehlivé funkce jednotlivých výrobků se tak prakticky neděje plánovaným systémem údržby, lze tedy hovořit o systému neplánované údržby.

### 2.2.2 Progresivní způsob údržby

Progresivní způsob na rozdíl od klasického způsobu údržby vymezuje dle [10] intervaly, rozsah a požadovanou kvalitu prací na výrobku (produktu, technologii), jeho sestavách a dílčích celcích, které podmiňují zajištění funkční spolehlivosti během celé doby provozu až do kompletního využití životnosti výrobku v konkrétních podmínkách provozu.

Základem progresivního způsobu údržby je poznání reálných vlastností udržovaných zařízení a z toho vyplývající úkony, které umožňují jednak kontinuální kontrolu stavu zařízení za provozu a vykonávání nápravných opatření ve správný čas a na správném místě, tedy maximalizovat účinnost těchto nápravných opatření. Druhým přístupem je využívání závěrů statistických rozborů běžně dosahovaných provozních výsledků. Využívání takto získaných informací vede ke stavu, kdy se pevně stanovené intervaly nápravných opatření a kontrol, prodlužují nebo zcela ruší, a to v úměře k reálně dosahovaným hodnotám provozní spolehlivosti.

Pro použití takovýchto metod údržby je nezbytná důkladná znalost skutečných vlastností udržovaných zařízení, identifikace dopadu vlivu provozních podmínek, spolehlivému stanovení parametrů popisujících okamžitý stav zařízení, určení nejvhodnějších metod jednotlivých kontrol, dostatečná kapacita diagnostických prostředků a efektivní způsob sběru a analyzování informací o spolehlivosti a funkčnosti daného provozu.

### 2.2.3 Celkový program údržby

Cílem celkového programu údržby je podle [10] jednak předcházení zhoršování vlastních konstrukčních úrovní spolehlivosti daného výrobku a jeho částí k zajištění potřebné provozní spolehlivosti a bezpečnosti provozu, druhým cílem by mělo být dosáhnout těchto úkolů při minimalizaci nutných nákladů. Celkový program údržby je tvořen dvěma typy úkolů:

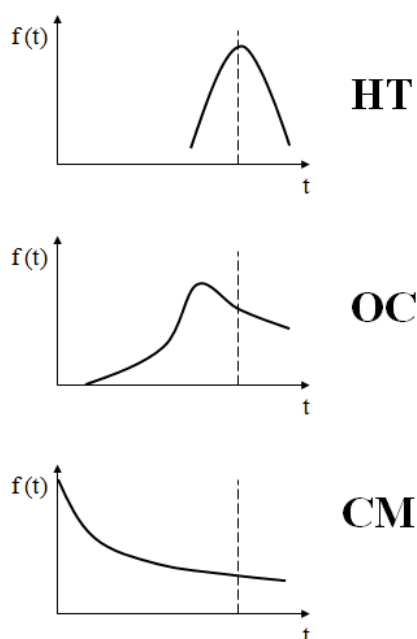
1. Plánované úkoly – jsou charakteristické pevnými intervaly jednotlivých kontrol
2. Neplánované úkoly – jejich povaha vzniká z:
  - a. plánovaných úkolů
  - b. nahlášených závad
  - c. sledování a kontroly dosahované úrovně spolehlivosti

- Neplánované úkoly tedy řeší obnovu vlastní konstrukční úrovně spolehlivosti daného výrobku či jeho části

Pokud má být program údržby účinný, musí eliminovat vznik dodatečných úkolů, které zvyšují náklady na údržbu bez patřičného zvýšení spolehlivosti. Proto by tedy měl generovat pouze úkoly nezbytné k dosažení optimálně stanovených cílů.

Program údržby dle [10] většinou obsahuje jeden či několik následujících primárních způsobů údržby:

1. Pevné časové lhůty (Hard Time Limit) – HT, maximální časový interval pro výkon údržby. Většinou tyto intervaly odpovídají harmonogramu generálních revizí, případně životnosti zařízení či jeho částí
2. Podle stavu (On Condition) – OC, periodické prohlídky či testy na zjištění stavu zařízení
3. Sledování stavu (Condition Monitoring) – CM, sleduje položky, které nejsou zahrnuty v HT nebo OC. Samotné sledování je třeba uzpůsobit konkrétnímu zařízení, může se jednat o pozorování neobvyklých jevů nebo speciální analýzy funkce zařízení.



Obr. 2-4 Rozdělení poruch výrobků s výměnou dle jednotlivých způsobů údržby<sup>9</sup>

#### 2.2.4 Tvorba programu plánované údržby

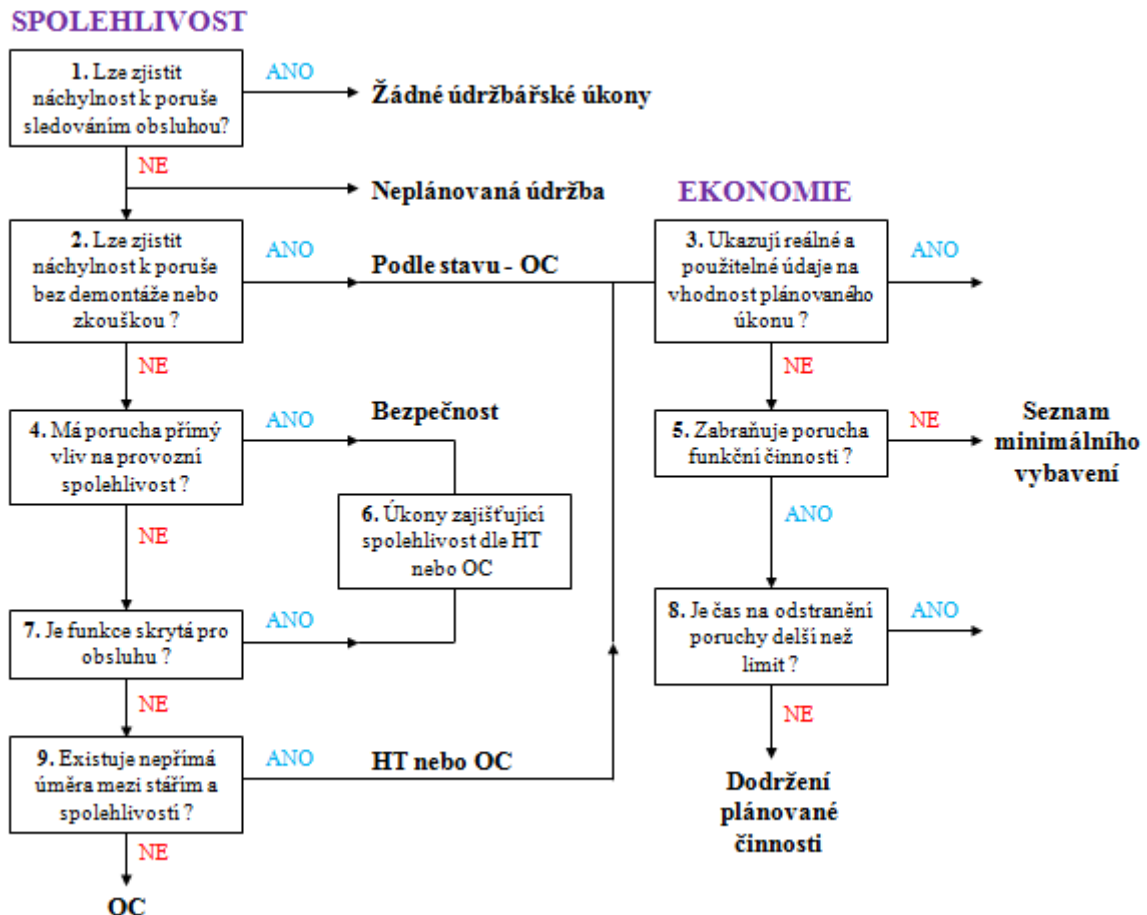
Vytvoření programu plánované údržby je náročná a důležitá činnost, při které se odpovědný pracovník odboru údržby musí rozhodovat mezi několika různými faktory. Podle [10] jsou to zejména rozhodnutí:

- jaké konkrétní úkony jsou nezbytné (prohlídka, kalibrace, náhrada apod.)
- s jakou četností by měly být prováděny
- nezbytná zařízení pro provádění potřebných úkonů
- lokalizace těchto zařízení
- synchronizace provádění jednotlivých úkonů z ekonomických důvodů

<sup>9</sup> Janoušek I., Kozák J., Taraba O. a kol.: Technická diagnostika. SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1988. Bez ISBN (04-236-88)

Vhodným pomocným nástrojem stanovování obsahu plánované údržby jsou rozhodovací diagramy. Cílem takto sestavených diagramů je:

- poznání technologických soustav a jejich klíčových částí
- identifikace funkcí, poruchových mechanismů a účinků poruch
- stanovení potenciálně účinných úkonů
- odhady nasazení těchto potenciálně účinných úkonů



Obr. 2-5 Rozhodovací diagram pro stanovení programu údržby<sup>10</sup>

Na Obr. 2-5 je zobrazen typický rozhodovací diagram, ve kterém jsou pokládány logické otázky. Na každou otázku je podle [10] třeba odpovídat samostatně, může však dojít ke skutečnosti, že tentýž úkon je uveden u několika otázek.

Pokud je odpověď na otázku 1. kladná, znamená to existenci metod, umožňujících sledováním běžných měřících přístrojů detekovat vznikající poruchy dříve, než dojde k samotnému výskytu poruchy. V tomto případě není nutný žádný údržbářský úkon. V případě záporné odpovědi není žádná možnost sledování za provozu, kterou by bylo možné zjištění snížení odporu proti poruše. Cílem této otázky je zjištění možností obsluhy, zda je schopna detekovat zhoršení stavu před výskytem poruchy. Potřebné úkony jsou důsledkem sledování za provozu a náleží do neplánované údržby.

<sup>10</sup> Janoušek I., Kozák J., Taraba O. a kol.: Technická diagnostika. SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1988. Bez ISBN (04-236-88)

Otázka 2. v případě kladné odpovědi znamená, že lze provést určitý údržbářský úkon bez nutnosti rozebrání dílu a má potenciální účinnost při lokalizaci vznikající poruchy před projevem nežádoucího účinku. Typickými úkony jsou prohlídka, obsluha, zkoušení apod. a tyto úkony náleží do údržby podle stavu - OC.

Kladná odpověď na otázku 3. předpokládá existenci následujících faktorů:

- u plánovaných úkonů je v potřebné míře prokázána skutečná účinnost a ekonomická výhodnost z předchozích zkušeností získaných při realizaci na jiných objektech
- velká míra podobnosti nových a předchozích objektů, z nichž lze usuzovat na podobné účinky jednotlivých úkonů na novém objektu

V případě kladné odpovědi na otázku 4. můžeme konstatovat přímý nepříznivý vliv poruchového mechanismu na provozní spolehlivost. Je nutné analyzovat poruchový mechanismus a nalézt jednotlivé elementy, které způsobují poruchu. V těchto případech lze minimalizovat pravděpodobnost poruchy za provozu nastavením limitů celkové doby a počtem provozních cyklů do generální revize. Úkony vyplývající z kladné odpovědi náleží do údržby s pevnými časovými lhůtami – HT nebo do údržby podle stavu – OC.

Otázka 5. informuje, jestli bude detail uveden na seznamu minimálního vybavení.

V otázce 6. se jedná o identifikaci úkonů zajišťujících bezpečnost a spolehlivost dle typu údržby.

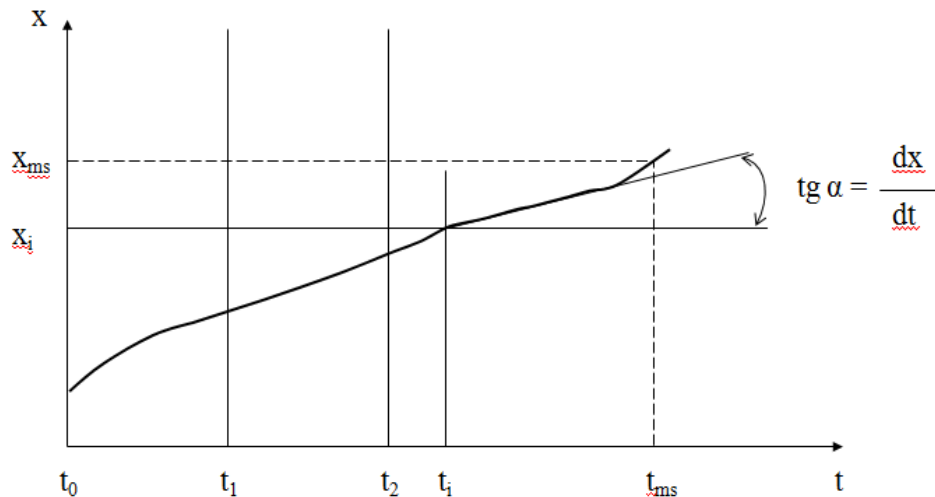
Odpověď na otázku 7. v kladném případě znamená požadavek na periodické zkoušky. Termíny a četnost provádění těchto zkoušek jsou závislé na následcích a předpokladech pravděpodobnosti poruch. Objekt nemůže být chápán jako element se skrytou funkcí, pokud porucha této funkce vede k nesprávné činnosti objektu, která je za běžného provozu zřejmá obsluze. V takovémto případě musí být odpověď záporná. Úkony vyplývající z kladné odpovědi náleží do údržby s pevnými časovými lhůtami – HT nebo do údržby podle stavu – OC.

Otázka 8. rozhoduje o uskutečnění nápravné akce v rámci zadaného časového limitu. V případě nutnosti zhodnocení potřebného úkonu, je třeba brát v úvahu frekvenci poruchy a náklady na vykonání úkonu.

Kladná odpověď na otázku 9. poukazuje na fakt, že periodické generální revize mohou být účinným nástrojem při řízení údržby. Zda budou revize s pevnými časovými lhůtami – HT reálně účinné, je třeba provést statistické analýzy provozních zkušeností. Úkony vyplývající z kladné odpovědi náleží do údržby s pevnými časovými lhůtami – HT.

### 2.2.5 Stanovení diagnostických intervalů údržby

Diagnostický interval je podle [10] periodou mezi plánovanými opravami. Přístup ke stanovení těchto intervalů vyplývá ze snahy o optimální řízení intervalů mezi plánovanou údržbou podle stavu objektů. To znamená, že empiricky stanovený diagnostický interval  $d_i$  (na základě spolehlivostní charakteristiky) se upravuje podle výsledků diagnózy.



Obr. 2-6 Stanovení frekvence diagnostických měření<sup>11</sup>

Diagnostický interval  $d_i$  se dle [10] nejčastěji vyhodnocuje z frekvence diagnostických měření (platí nepřímá úměra)  $f_i$  na základě sledování diagnostického parametru  $x$  – viz Obr. 2-6.

Platí

$$f_i = \frac{A}{(x_m - x_i)^B} \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^C + D,$$

kde  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  jsou empiricky zjištěné koeficienty volené tak, aby byla 95 % jistota, že v intervalu nedojde k poruše,

$x$  je sledovaný parametr,

$x_m$  – mezní hodnota sledovaného parametru,

$x_i$  – hodnota parametru  $x$  v čase  $t_i$ .

Pro některé případy je dostačující stanovení diagnostických intervalů podle ekonomického zhodnocení. tento způsob využívá údaje z provozu při zavádění technické diagnostiky. Diagnostické intervaly se zde stanovují na základě reálného stavu v údržbě technologií. Empiricky stanovený diagnostický interval  $d_i$ , který je určen pomocí spolehlivostních charakteristik je na základě výsledků diagnózy upravován takto:

Jestliže

$$\frac{n_d}{n_u + n_p} > 1 \quad \text{realizuje se prodloužený provozní diagnostický interval}$$

$$\frac{n_d}{n_u + n_p} < 1 \quad \text{realizuje se zkrácený provozní diagnostický interval}$$

$$\frac{n_d}{n_u + n_p} \cong 1 \quad \text{realizuje se interval } d_i,$$

<sup>11</sup> Janoušek I., Kozák J., Taraba O. a kol.: Technická diagnostika. SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1988. Bez ISBN (04-236-88)

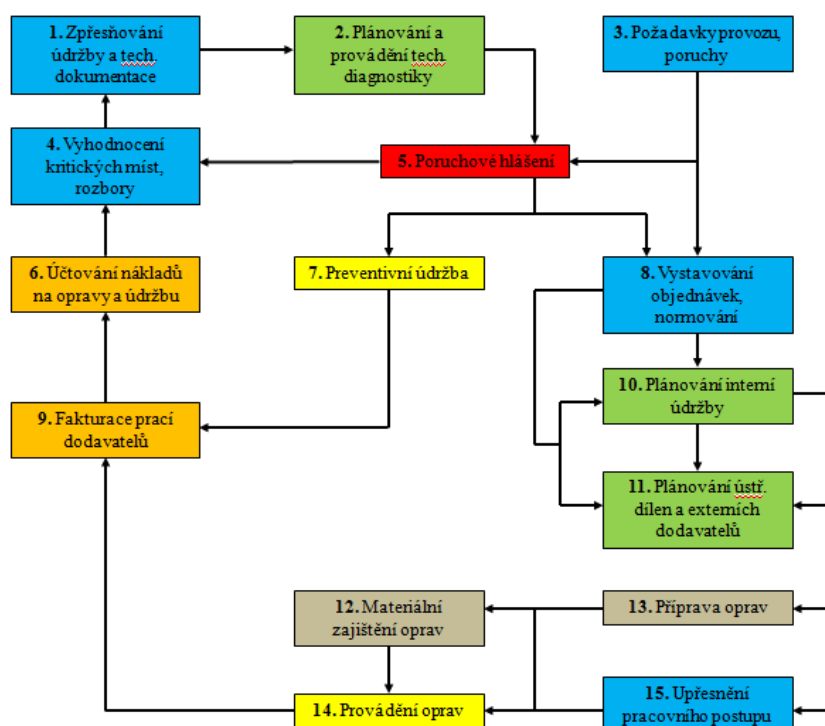


kde  $n_d$  jsou měrné náklady na aplikaci diagnostiky,  
 $n_u$  – měrné náklady na opravy (údržbu),  
 $n_p$  – měrné náklady na prostoje při údržbě.

## 2.2.6 Organizační schéma údržby ve vztahu k diagnostice

Údržba objektu by se měla podle [10] plánovat z pohledu co nejefektivnější ekonomičnosti ve vztahu ke kompletnímu životnímu cyklu objektu. Je třeba, aby údržba byla ovlivňována ukazateli spolehlivosti, udržovatelnosti, testovatelnosti a ekonomické rovnováhy mezi metodami opravy či výměny.

Plánovací organizační schéma údržby se začleněním do struktury podniku ve vztahu k diagnostice je patrné z Obr. 2-7.



Obr. 2-7 Schematické vyjádření vazby diagnostiky a údržby<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Janoušek I., Kozák J., Taraba O. a kol.: Technická diagnostika. SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1988. Bez ISBN (04-236-88)

### 3. Analýza současného stavu

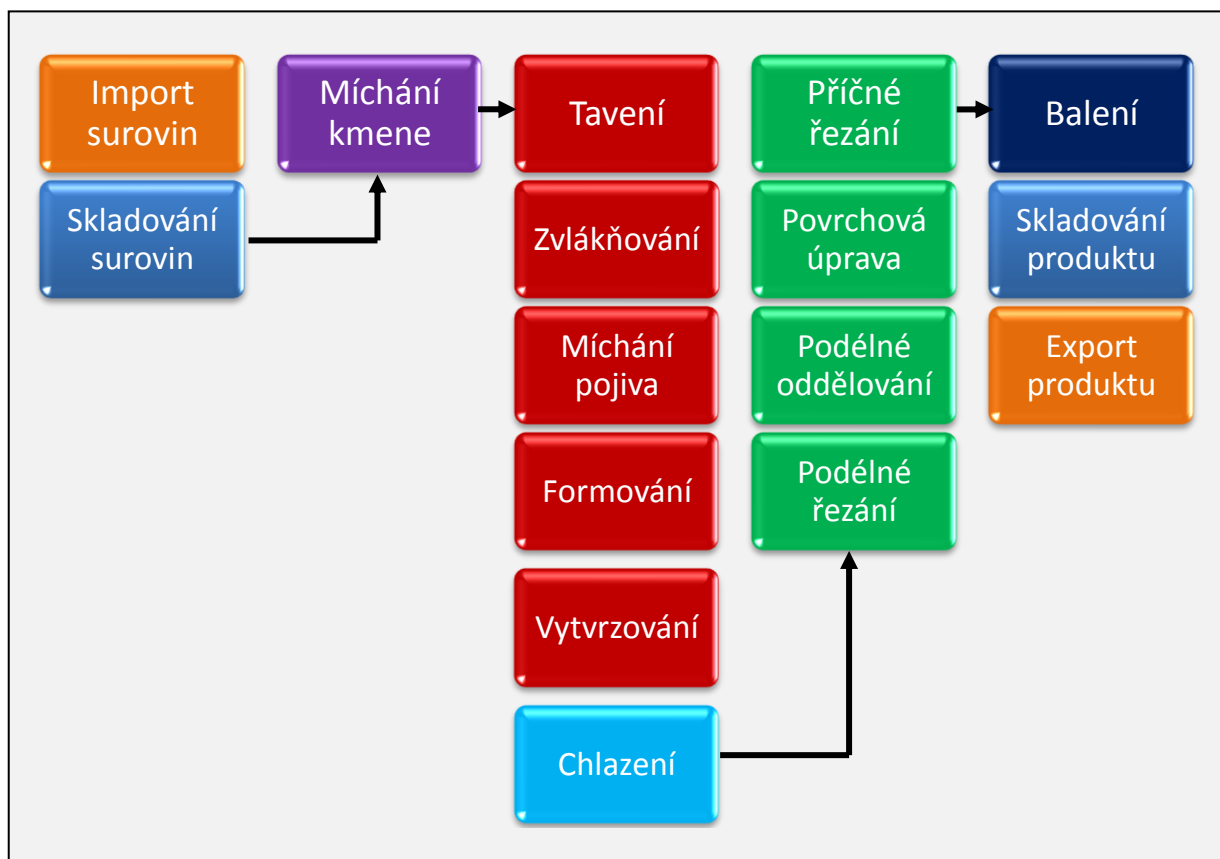
#### 3.1 Výrobní postup Knauf Insulation, výrobní závod Krupka

Stěžejní činností společnosti Knauf Insulation, s.r.o. je výroba stavební tepelné izolace na bázi skleněných vláken, přičemž výrobní program zahrnuje několik rodin vyráběných produktů lišících se v objemové hmotnosti, ve tvaru (rolované pásy, desky), v úpravě povrchu (prostá rohož, skelná mřížka, v budoucnu i hliníková fólie) a množství aplikovaného pojiva. Rodiny výrobků se dále dělí na typy výrobků podle rozměrů.

Skleněná vata se vyrábí na přímé, plně automatizované výrobní lince dlouhé cca 300 m. Nej důležitější výrobní technologické procesy celého podniku jsou:

1. Příprava směsi (kmene) pro výrobu skla
2. Tavení – výroba skla
3. Rozvlákňování a aplikace pojiva
4. Příprava pojiva
5. Formování – výroba rohože ze skleněných vláken
6. Polymerace pryskyřice ve vytvrzovací peci
7. Nastavení a úprava rozměrů výrobků
8. Řízení linky a logistika

Schematicky je celý výrobní postup uveden na Obr. 3-1



Obr. 3-1 Schéma celkového výrobního cyklu podniku<sup>13</sup>

<sup>13</sup> [vlastní zpracování]

### 3.1.1 Příprava směsi pro výrobu skla

Základní suroviny pro výrobu skla jsou písek, uhličitan sodný, borax, nefelin, dolomit, vápenec a skleněné střepy. Suroviny jsou skladovány v silech (písek-kapacita 585 m<sup>3</sup>, soda-263 m<sup>3</sup>, borax-122 m<sup>3</sup>, znělec-46 m<sup>3</sup>, dolomit-78 m<sup>3</sup>, vápenec 99 m<sup>3</sup>, střepy 327 m<sup>3</sup>) v kmenárně (Batch house), kde jejich kapacita zajišťuje zásobu na 8 dnů výroby, střepy jsou skladovány ve vnějším zastřešeném skladu. Jednotlivé suroviny dopravovány k proporčním vahám, které zajišťují přesnou hmotnost jednotlivých složek přípravné báze vsázky skla. Navážené suroviny jsou pak transportovány do otáčivého mísiče o kapacitě 2 tuny, z kterého je promíchaná směs vedena prostřednictvím pásového přepravníku do dvou zásobních sil před tavicí pecí. Zavedení dávky do pece ze zásobních sil je realizováno samospádem pomocí dvou zavážecích zařízení se šneky umístěnými na zadní straně pece a kapacita sil udržuje zavážku po dobu 16 hodin. Druhým nezávislým zásobním a dávkovacím systémem je zásobování vnitřními střepami, které vznikají při krátkodobých a střednědobých odstávkách rozvlákňovačů.

### 3.1.2 Tavení - výroba skla

Tavicí pec je klenbového typu vyrobená z žáruvzdorných cihel (teplota skla: 1200°C, teplota klenby: 1500°C). Vytápění pece je kombinované zemním plynem / elektrickou energií. Příslušné podíly těchto dvou vytápěcích režimů budou nastavitelné mezi 80% / 20% a 60% / 40%. Průměrná spotřeba zemního plynu je 650 m<sup>3</sup>/h. K plynovým hořákům je v procesu tavení přiváděn kyslík, který slouží ke zvýšení teploty tavení a tím úspore primárních energetických zdrojů (zemní plyn, elektřina). Průměrná spotřeba kyslíku je 1450 m<sup>3</sup>/h. Úsporou paliva pro tavení dochází přirozeně ke snížení emisí ze spalování zemního plynu, zejména oxidů dusíku. Z tavicí pece jsou emise z taveného vsázkového materiálu, prach a odpadní plyny ze spalovaného zemního plynu vedeny odsávacím potrubím do chladicí sekce Suchého elektrostatického filtru, kde se odsávaný proud škodlivin ochladí přiváděným vzduchem. Následně dojde k usazení prachu na elektrodách filtru. Suchý elektrostatický filtr pracuje s 99% účinností. Po oklepnání elektrod padá zachycený prach (borax) do násypky a je vrácen zpět do pece společně s další vsázkou základního materiálu. Množství vráceného prachu do pece je asi 10 kg/h.

Po průchodu elektrostatickým filtrem jsou emise vedeny do komína o výšce 45 m. Pec zahrnuje tři po sobě jdoucí oblasti: tavení dávky, homogenizace skla a vypouštění skla. Poslední jmenovaná oblast má tvar kanálu, do jehož dna je na vypouštěcím konci vyvrtáno 14 otvorů, z nichž jsou 4 prozatímne zaslepeny. V provozu je 10 (2x5) otvorů v řadě, osazených výtokovými elementy (bushingy), kterými roztavené sklo vytéká do rozvlákňovačů. Protože průměr otvorů je pevný, je průtok skla z pece řízen výškou hladiny skla v peci a pomocí řízení viskozity skla. Průtok skla z pece měří infračervené kamery.

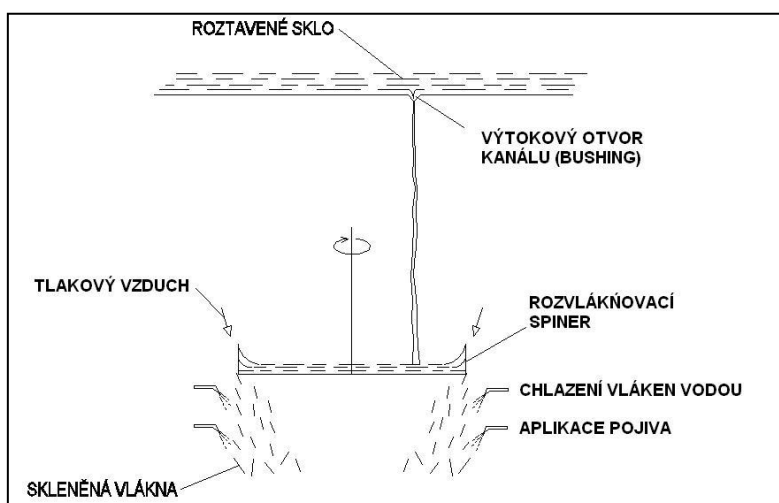
### 3.1.3 Pomocné provozy

Pomocné provozy jsou podpůrné technologie zajišťující dodávky médií (elektřina, plyn, kyslík, tlakový vzduch, chladicí voda, technologická voda) pro veškeré výrobní technologie a prostory.

### 3.1.4 Rozvláknování a aplikace pojiva

Na výstupu z kanálu skelná tavenina vtéká do rozvláknovacího zařízení, kde se ve spinneru (rychle rotující kotouč ve tvaru bubnu - viz Obr. 3-2) za řízených podmínek (teplota a viskozita skla; teplota a rychlost otáčení spinneru; teplota, rychlost, množství a směr proudění horkých plynů) formuje vlákno požadovaného průměru a délky.

Spinner je vyroben z vysoce legované žárovevné slitiny a boční stěna kotouče je vrtána speciální technologií dírami o průměru cca 0,25 mm. K rozvláknění taveniny se využívá odstředivá síla na spinneru. Pomocí odstředivé síly na roztavené sklo protéká vysokou rychlostí otvory a při působení výše popsaných podmínek se vytváří vlákna. Vertikálně shora dolů protéká kolem spinneru tlakový vzduch, který fixuje vytvořená skleněná vlákna, ochlazuje je a vede je pod spinner přes kruh osazený nejprve vodními injektory, kde se vlákno zchladí a následně přes kruh s pojivovými injektory, které aplikují na vlákna pojivo. Na lince je osazeno 10 rozvláknovacích jednotek s rozprašovacími injektory pojiva ve dvou sekcích po pěti a jsou umístěny v podélné ose pece nad dvěma formovacími stroji.



Obr. 3-2 Princip spinneru - formování vlákna <sup>14</sup>

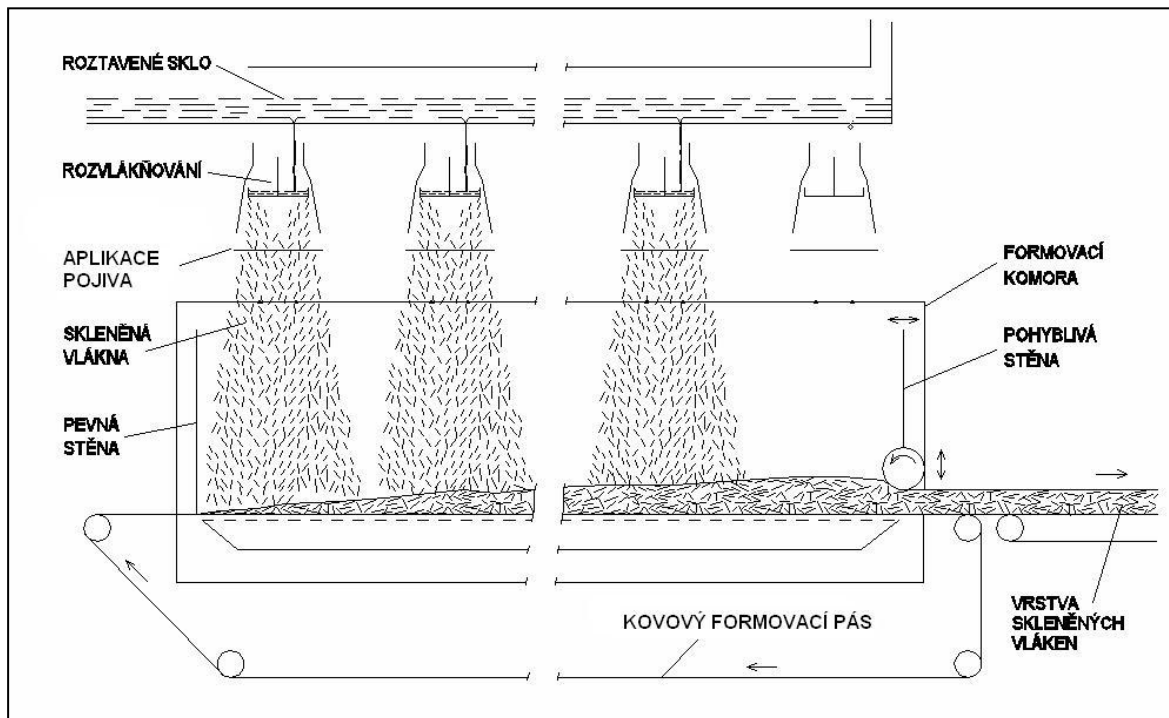
### 3.1.5 Příprava pojiva

Pojivo je vodní roztok fenol-formaldehydové, tepelně polymerovatelné pryskyřice. Při přípravě pojiva, je veškerá vzdušina stažena do pračky plynů kde jsou redukovány emise formaldehydu a amoniaku. Pračka plynů pracuje na bázi segmentového válce s náplní 20% kyseliny sírové. Tímto odlučovačem jsou ošetřeny odtahy ze zařízení pro přípravu pojiva, skladovacích tanků meziproduktů, skladovacích tanků pojiva, skladovacích tanků čpavkové vody a dopravních potrubí pojiva. Pro systém přípravy pojiva jsou instalovány 2 nádrže 60 m<sup>3</sup> pro pryskyřici, 2 nádrže 60 + 10 m<sup>3</sup> pro močovinu, nádrž 1 x 40 m<sup>3</sup> (50% ve vodě) pro olejovou emulzi, nádrž 1 x 70 m<sup>3</sup> (50% ve vodě) pro roztok ligninu a nádrž pro roztok čpavku (25% ve vodě) 1 x 35 m<sup>3</sup>. Funkcí pojiva je po vytvrzení v produktu zajistit mechanickou stálost výrobku na bázi adhezních a molekulárních vazeb mezi následně polymerizovaným pojivem a vlákny a zajistit v případě specifických výrobků odolnost proti vodě a vlhkosti.

<sup>14</sup> KNAUF INSULATION : Krupka Plant, Process Description Rev.5, 2006. Bez ISBN

### 3.1.6 Formování - výroba rohože ze skleněných vláken

Pro formování výrobků je použito dvou formovacích zařízení v sestavě tzv. děleného formování. Formováním skelných vláken je tvořena vlastní rohož. Formovací zařízení rohože je obdélníková komora - viz Obr. 3-3, umístěná pod rozvlákňovacími a rozprašovacími zařízeními. Dno komory tvoří perforovaný ocelový dopravní pás (formovací linka), skrze který proudí vzduch. Boční stěny komory jsou provedeny z vyztužených pryžových dopravních pásů. Čelní přední stěna je uzavřena, výstupní stěna je pohyblivá pro vertikální nastavení dle výšky vyráběné rohože. Horní plocha formovacího dopravního pásu, který se pohybuje vpřed synchronně s následující výrobní linkou, prochází pod pěti rozvlákňovacími a rozprašovacími zařízeními (v každém formingu, tedy pod deseti rozvlákňovači celkem) a nabírá vlákna, která padají působením proudu vzduchu. Vytváří se tak vrstva, jejíž tloušťka je na výstupu z komory konstantní. Při nasávání vzduchu skrze formovací linku, které zajišťují formovací ventilátory, se řada vláken neusadí do vrstvy skleněných vláken na dopravníku, ale přilepí se na boční stěny komory, přičemž pro zajištění čistoty těchto stěn se oba dopravní pásy pomalu posouvají v opačném směru formovací linky a jsou čištěny a omývány mycí vodou.



Obr. 3-3 Formovací zařízení rohože<sup>15</sup>

#### Nastavení primární tloušťky vrstvy skleněných vláken a distribuce vláken

Primární tloušťka surové (nevytvrzené) rohože se nastavuje kombinací několika parametrů. Jedná se zejména o hmotnostní tažbu skla do rozvlákňovačů, počet rozvlákňovačů v provozu, podtlak ve formovacím zařízení (otáčky formovacích ventilátorů) a nastavenou rychlost linky.

Rovnoměrnou distribuci vláken v rohoži zajišťuje systém vzduchových odchylovačů a distribuce je kontrolována roentgenovým přístrojem umístěným za vytvrzovací pecí.

<sup>15</sup> KNAUF INSULATION : Krupka Plant, Process Description Rev.5, 2006. Bez ISBN

## Mycí voda

Systém mycí vody je uzavřený vodní okruh, který slouží k omývání formovací technologie a k odlučování plynů, aerosolů, prachu a vláken z odpadní vzdušiny z formování, vytvrzování a chlazení.

Voda je čerpána z tanku 180 m<sup>3</sup> do formovací sekce, odkud splachuje zbytky skelných vláken. Po přefiltrování je vedena zpět do tanku. Uzavřený vodní systém zásobuje vodou několik stupňů systému odlučování za formováním, a to systém odlučovacích boxů, cyklónových odstředivých praček plynů a systémy mokrého elektrostatického odlučovače. Zachycené organické a další látky pocházející primárně z pojiva jsou opět použity k jeho přípravě.

Dále je mycí voda napojena na okruh odlučování vytvrzovací a chladičí pece a propojena se systémem mokrého elektrostatického odlučovače.

## Střepový systém

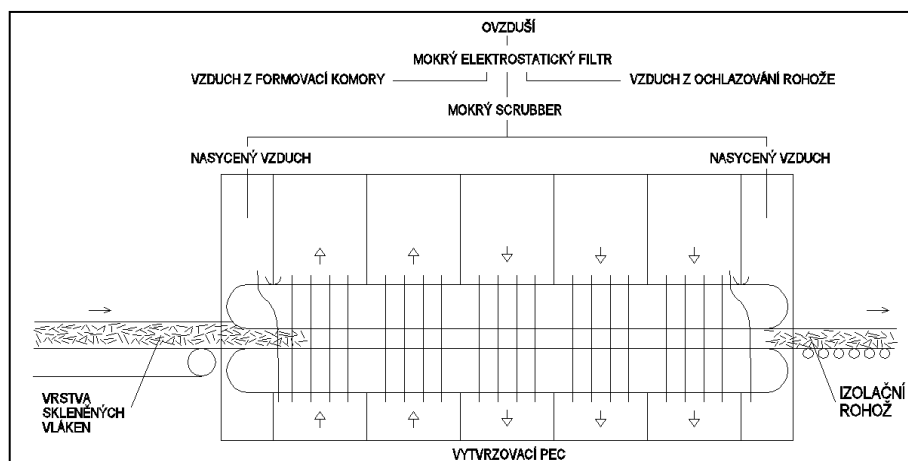
Pro případ krátkodobého, či střednědobého odstavení rozvlákňovače při zachování těžby skla je nainstalován nezávislý vodní střepovací systém k dopravě a ochlazení roztaveného odpadního skla a k následné granulaci skla na tzv. vnitřní střepy. Tyto střepy jsou dále použity jako surovina pro výrobu skla.

### 3.1.7 Polymerace pryskyřice ve vytvrzovací peci

V celé délce vytvrzovací pece je rohož vedena mezi dvěma ocelovými perforovanými lamelovými pásy a primární rohož je zde stlačena do konečné tloušťky výrobku.

Ve vytvrzovací peci o osmi sekcích dochází k sušení rohože a následné polymeraci aplikované pryskyřice, která zajišťuje mechanickou stálost výrobků.

Proces polymerace pryskyřice ve vytvrzovací peci využívá pro ohřev zemní plyn. Pryskyřice je sušena a polymerována v peci - viz Obr. 3-4, pomocí proudu horkého vzduchu (210 až 250°C), jehož oběh zajišťují cirkulační ventilátory. Každá sekce má plynový hořák a cirkulační ventilátor. Vytvrzená rohož na výstupu z pece má již požadované izolační a mechanické vlastnosti.



Obr. 3-4 Schema pece pro sušení a polymerizaci pryskyřice<sup>16</sup>

<sup>16</sup> KNAUF INSULATION : Krupka Plant, Process Description Rev.5, 2006. Bez ISBN

Vzduch z vytvrzovací pece, nasycený vodními párami a těkavými složkami pryskyřice je veden do prvního stupně čištění, do pračky plynů (scrubberu), kde samotný proces spočívá ve sprchování odpadního plynu mycí vodou. Vzduch vyčištěný ve scrubberu je dále veden do cyklónové odstředivé pračky plynu, kde jsou separovány ze vzduchu vlákna a aerosoly. Z cyklonu je odpadní vzduch veden do mokrého elektrostatického odlučovače.

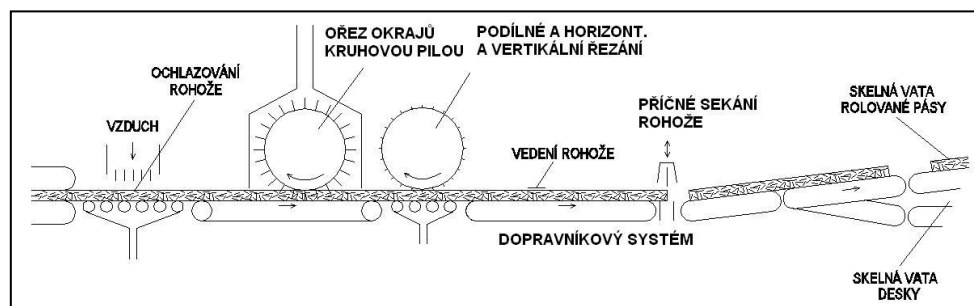
Na výstupu polymerační pece jsou nainstalovány dvě chladicí zóny, kde je vytvrzená rohož ochlazována nasáváním vzduchu skrze rohož. Odpadní vzduch je dále veden do cyklónové odstředivé pračky plynu, kde jsou separovány ze vzduchu vlákna a prach. Z cyklonu je odpadní vzduch veden do mokrého elektrostatického odlučovače.

### Mokrý elektrostatický odlučovač (WESP)

V mokřím elektrostatickém odlučovači dochází k redukci emisí škodlivin, vláken a prachu ze vzdušiny z formovacích zařízení (F1 a F2), vytvrzovací pece a chladicích zón. Dochází zde k odlučování ve dvou stupních. Odpadní plyny jsou v prvním stupni vedeny do absorpční sekce odlučovače. V absorpční sekci procházejí odpadní plyny přes zvlněnou perforovanou vrstvu, kde dochází k rozprašování mycí vody a odpadní plyn je dále veden druhou sekcí přes elektrostatické pole, kde dochází k zachytávání tuhých látek, aerosolů a kondenzovaných uhlovodíků. Teplota odpadního plynu je cca 35 °C.

#### 3.1.8 Nastavení a úprava rozměrů výrobků

Za výstupem z vytvrzovací pece a chlazením začíná část linky pro mechanické a rozměrové úpravy výrobku. Tyto dva okraje jsou odřezány kruhovými pilami viz Obr. 3-5, instalovanými na obou stranách dopravního pásu. Ořez je drcen, odsáván ventilátory a pneumatically dopravován do formovací sekce, kde je přidáván do primární rohože (Admix), nebo je ve speciálních případech dopravován do lisu neshodných produktů. Následně je rohož dále formována na souvislé pásy pomocí podélných vertikálních kruhových pil se stavitelnou polohou, podélnou horizontální pásovou pilou (u speciálních výrobků) a posledním krokem před balícím procesem je příčné nasekání rohože. Výstupem jsou buď pásy (dále rolovány), nebo desky (dále stohovány). Na všech strojích, kde je rohož mechanicky zpracovávána jsou nainstalovány odtahy prachu, které jsou svedeny do prachového filtru.



Obr. 3-5 Ochlazování, dělení, transport rohože<sup>17</sup>

<sup>17</sup> KNAUF INSULATION : Krupka Plant, Process Description Rev.5, 2006. Bez ISBN

## **Řízení linky**

Řízení linky je zajištěno počítačovým systémem, který automaticky přepočítává a nastavuje klíčové parametry výroby dle typu výrobku na základě zadaných omezujících parametrů.

### **3.1.9 Balení, skladování a expedice**

Na balící lince pro rolované pásy se vyrobená skleněná vata na Rolovacím stroji stáčí do role a balí do ochranné plastové fólie. V případě desek se na Stohovacím stroji desky skelné vaty naskládají na sebe (nastohují) a zabalí se rovněž do ochranné plastové fólie. Na rolovacím a stohovacím stroji jsou nainstalovány odtahy prachu, které jsou svedeny do prachového filtru.

Jednotlivá balení (role i desky) jsou na multifunkční balící lince - MPS formovány do sestav po více kusech (3, nebo 4 role, či balení desek tzv. multipack), dále se vytvářejí bloky (3 x multipack) a poté jsou 2 bloky nastohovány na paletu. V každém kroku balení dochází ke kompresi výrobků. Celá sestava je následně vodotěsně přebalena fólií a takto zabalené výrobky jsou připraveny k expedici. Průměrná výrobní kapacita závodu je 170 tun výrobků za den, tj. cca. 60 000 t/rok.

Hotová zabalená výroba je skladována dle typů v určených sektorech na vnější skladovací ploše. V případě, že výrobky nejsou vodotěsně zabaleny a napaletovány, jsou skladovány ve vnitřním skladu v systému klecí a doků.

### **Zpracování neshodného produktu**

Neshodné výrobky, které nesplňují zadané kvalitativní parametry, jsou zpracovány v drtičce a lisu neshodných produktů, kde se skleněná vata lisuje do balíků o hmotnosti cca 250 kg. Tyto balíky jsou odebírány vnějším odběratelem jako surovina pro izolaci dalších výrobků, nebo jsou v menší míře v případě kontaminace vlny fólií likvidovány jako odpad na skládce.

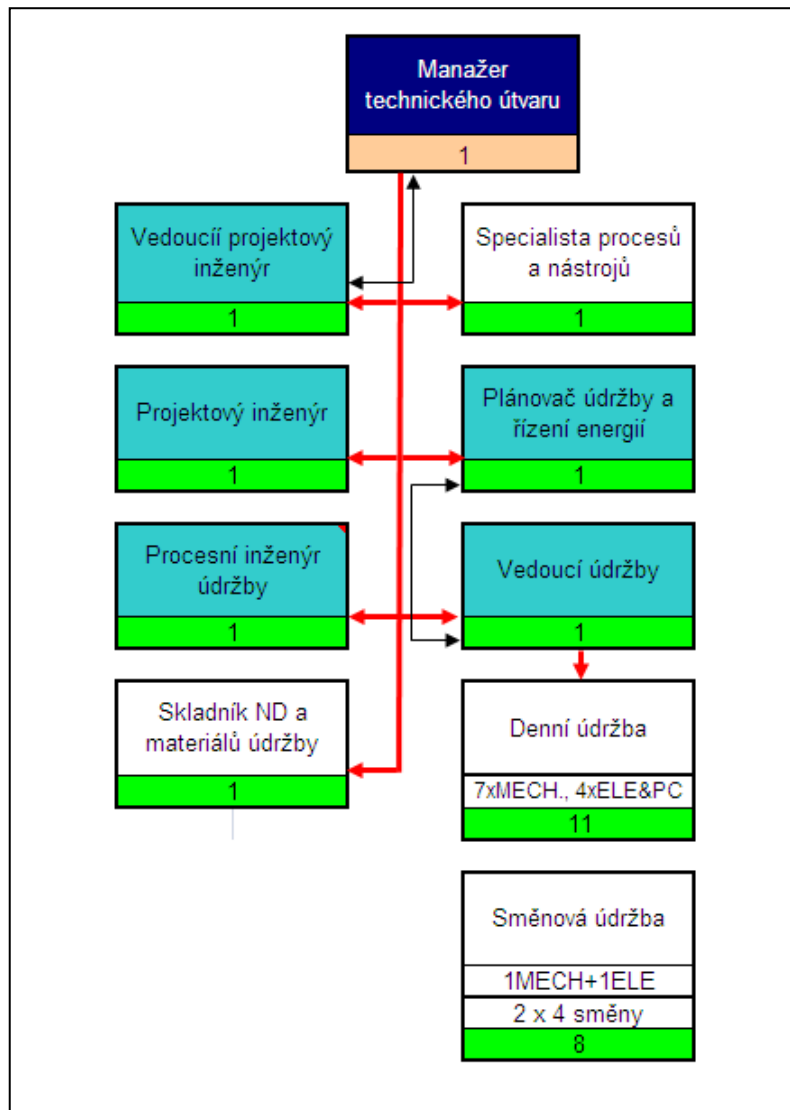


### 3.2 Organizace odboru údržby v Knauf Insulation, výrobní závod Krupka

Odbor údržby je důležitým prvkem v celku celého závodu. Nelze dlouhodobě a efektivně provozovat výrobní proces bez zajištění plánovaných kontrol, revizí a oprav strojního zařízení. V průběhu času také nelze vyloučit neočekávané události typu porucha či havárie, na které je nutno reagovat s patřičnou pružností - to striktně vyžaduje kontinuální provoz výrobního závodu Krupka. Každý a obzvláště neplánovaný okamžik zastavení provozu znamená významnou finanční ztrátu.

#### 3.2.1 Struktura odboru údržby

Na Obr. 3-6 je schematicky znázorněna organizační struktura odboru údržby s vyznačenými vazbami a přidělenými lidskými zdroji.



Obr. 3-6 Odbor údržby<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Organichart - KI Krupka Engineering 2011-11

### 3.2.2 Stávající konfigurace informačních systémů údržby

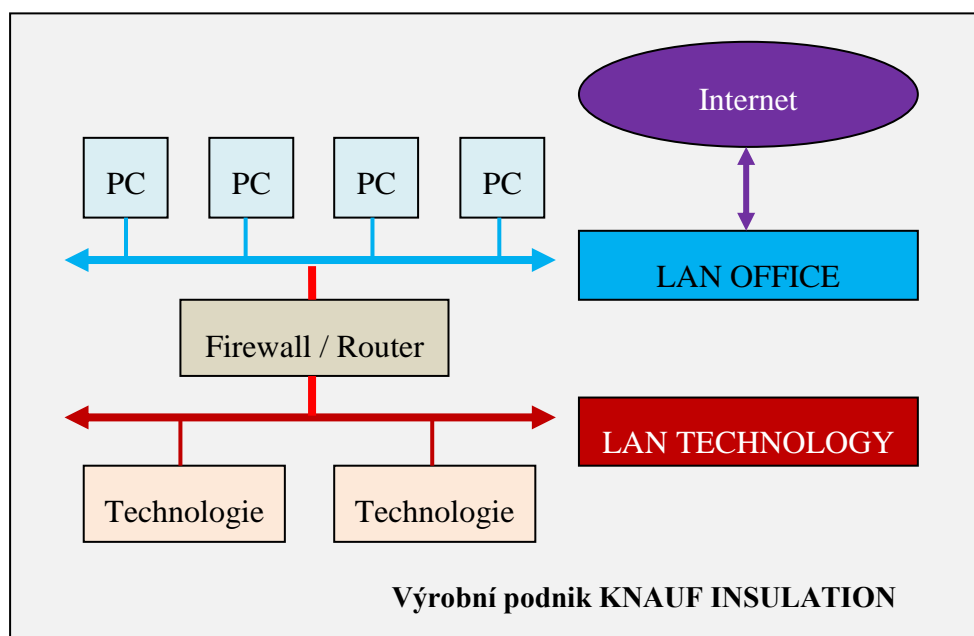
Odbor údržby v současné době využívá několik informačních systémů. Stěžejními jsou především systém SAP – moduly PM1 a PM2, systém měření PI a tzv. kniha TSM.

Tyto systémy jednotliví pracovníci provozují na počítačích, které pracují na architektuře od firmy Microsoft. Počítače jsou spojeny systémem sítí typu LAN. Struktura LAN sítí je řešena následující způsobem:

1. LAN – tzv. „OFFICE“, slouží k propojení všech počítačů pro běžnou uživatelskou činnost jednotlivých pracovníků, jako je sdílení, kopírování a další operace se soubory, komunikaci mezi pracovníky. Přes tuto síť také pracovníci přistupují k veřejné internetové síti.

2. LAN – tzv. „TECHNOLOGY“, slouží ke komunikaci jednotlivých technologických komponent v rámci celého podniku

Sítě LAN OFFICE a LAN TECHNOLOGY jsou mezi sebou hardwarově propojeny pomocí Routeru – tímto způsobem je toto propojení zabezpečeno proti neoprávněnému vstupu do interní sítě. Toto zapojení je schematicky znázorněno na Obr. 3-7.

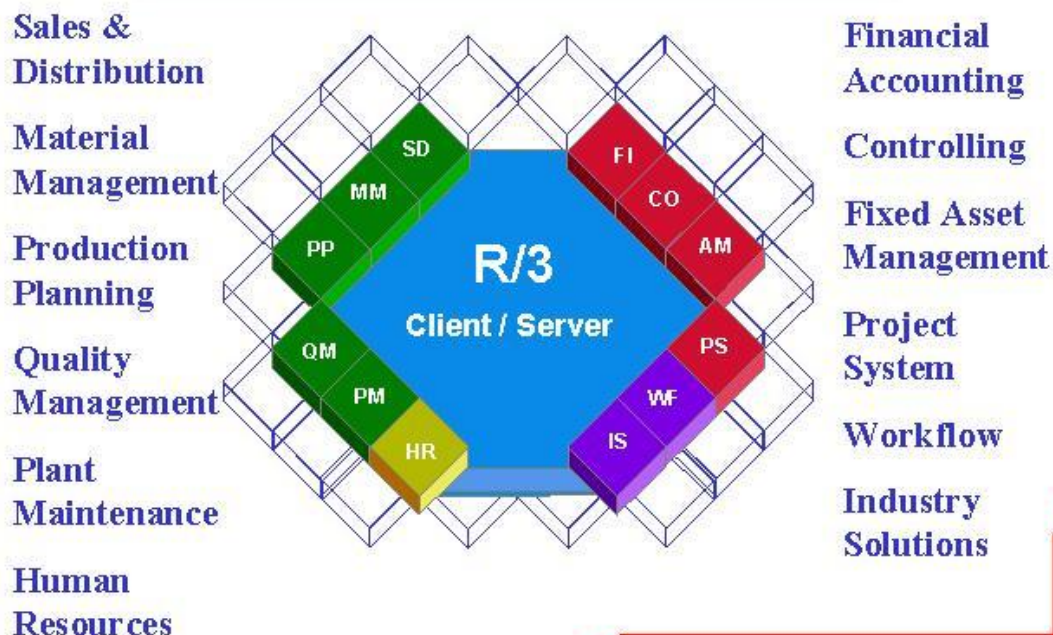


Obr. 3-7 Schéma propojení jednotlivých sítí LAN<sup>19</sup>

**SAP** – komplexní informačně-ekonomický systém, slouží především k evidenci majetku, sledování jeho toku, řízení zakázek jak zákaznických tak i interních atd. Tento systém je dle [9] řešen do tří hlavních funkčních oblastí – logistika, finanční moduly a řízení lidských zdrojů, dále bývá doplněn o odvětvová řešení dle konkrétních potřeb zákazníka. Hlavní funkční oblasti jsou následně dále členěny do navazujících modulů viz Obr. 3-8 a Tab. 3-1.

<sup>19</sup> [vlastní zpracování]

## R/3 Core Business Processes



Obr. 3-8 Příklad klasického produktu SAP R/3<sup>20</sup>

Modul	Popis
FI	Finanční účetnictví - hlavní kniha, dodavatelé, odběratelé, konsolidace ...
CO	Vnitřní účetnictví - podnikový controlling, nákladová střediska, analýzy ...
AM	Správa investičního majetku - účetnictví IM, technická správa investic ...
SD	Odbyt
MM	Materiálové hospodářství
PP	Plánování a řízení výroby
QM	Řízení kvality
PM	Údržba
HR	Personalistika a mzdy
PS	Řízení projektů
WF	Automatizace kanceláře
IS	Odvětvová řešení

Tab. 3-1 Popis schématu aplikačních modulů SAP R/3<sup>21</sup>

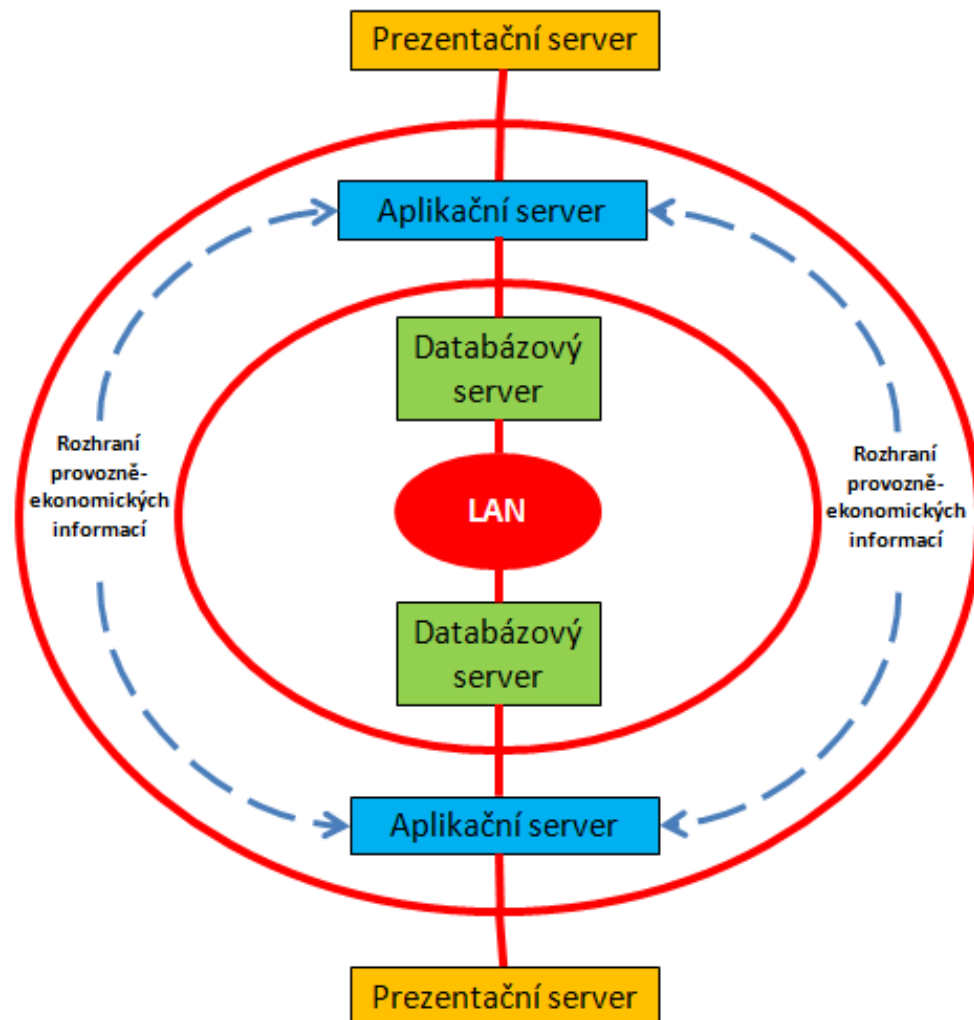
<sup>20</sup> [http://monze25.files.wordpress.com/2010/04/core\\_r3\\_sap\\_components.jpg](http://monze25.files.wordpress.com/2010/04/core_r3_sap_components.jpg)

<sup>21</sup> Dohnal J., Pour J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních podnicích. EKOPRESS Praha 1997. ISBN 80-86119-02-5

Systém SAP je podle [9] otevřeným systémem s architekturou klient / server, který je prezentován pomocí tzv. GUI (Graphics Unit Interface) což je grafické uživatelské prostředí. Systém má tři úrovně vnitřní architektury, díky které mohou spolupracovat databázové, aplikační a presentační servery komunikující přes síť typu LAN či WAN. Tyto tři vrstvy následně zajišťují určité služby:

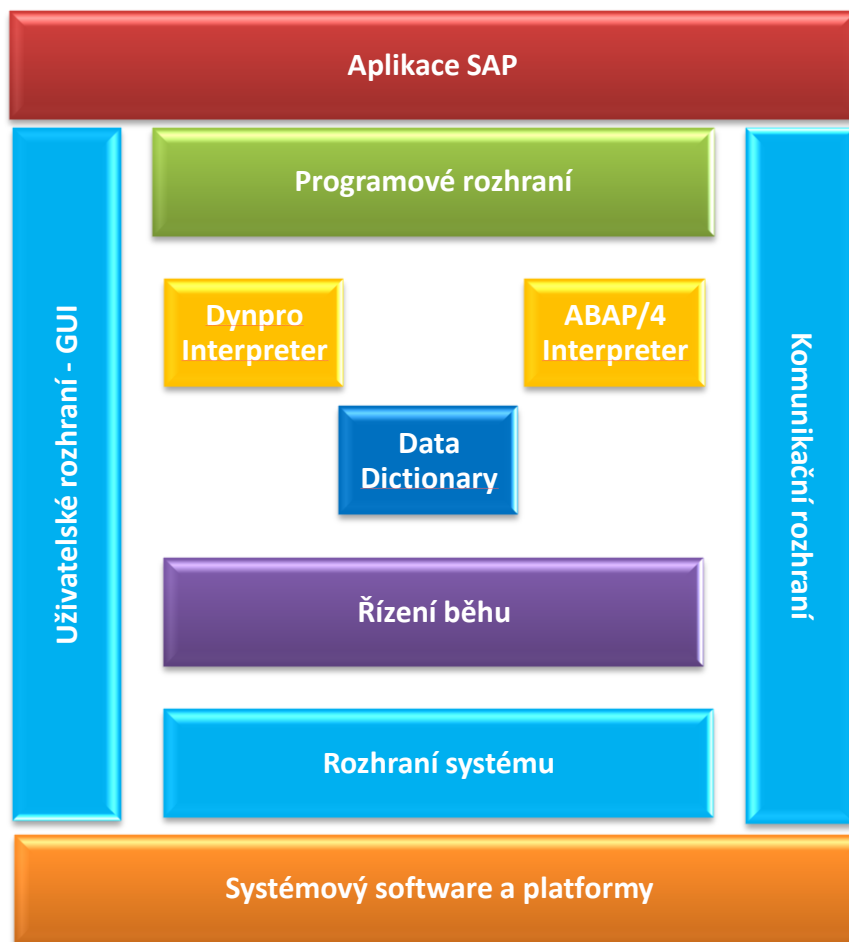
1. Prezentační vrstva slouží k práci s aplikacemi typu MS Office, Lotus. Tato komunikace je možná díky funkcionalitám SAP File Transfer a Execution / OLE.
2. Aplikační vrstva je prostředím aplikačních funkcí. Informační systém je schopen zajistit pomocí této vrstvy komunikaci s externími aplikacemi.
3. Databázová vrstva obsahuje databázové služby, jako je např. řízení databázových operací, umožnění provozních funkcí apod.

Strukturu těchto tří vrstev dle [9] zobrazuje Obr. 3-9 a na Obr. 3-10 je schematicky vyjádřena softwarová architektura.



Obr. 3-9 Struktura tří vrstev SAP R/3<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Dohnal J., Pour J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních podnicích. EKOPRESS Praha 1997. ISBN 80-86119-02-5



Obr. 3-10 Architektura aplikačního software SAP R/3<sup>23</sup>

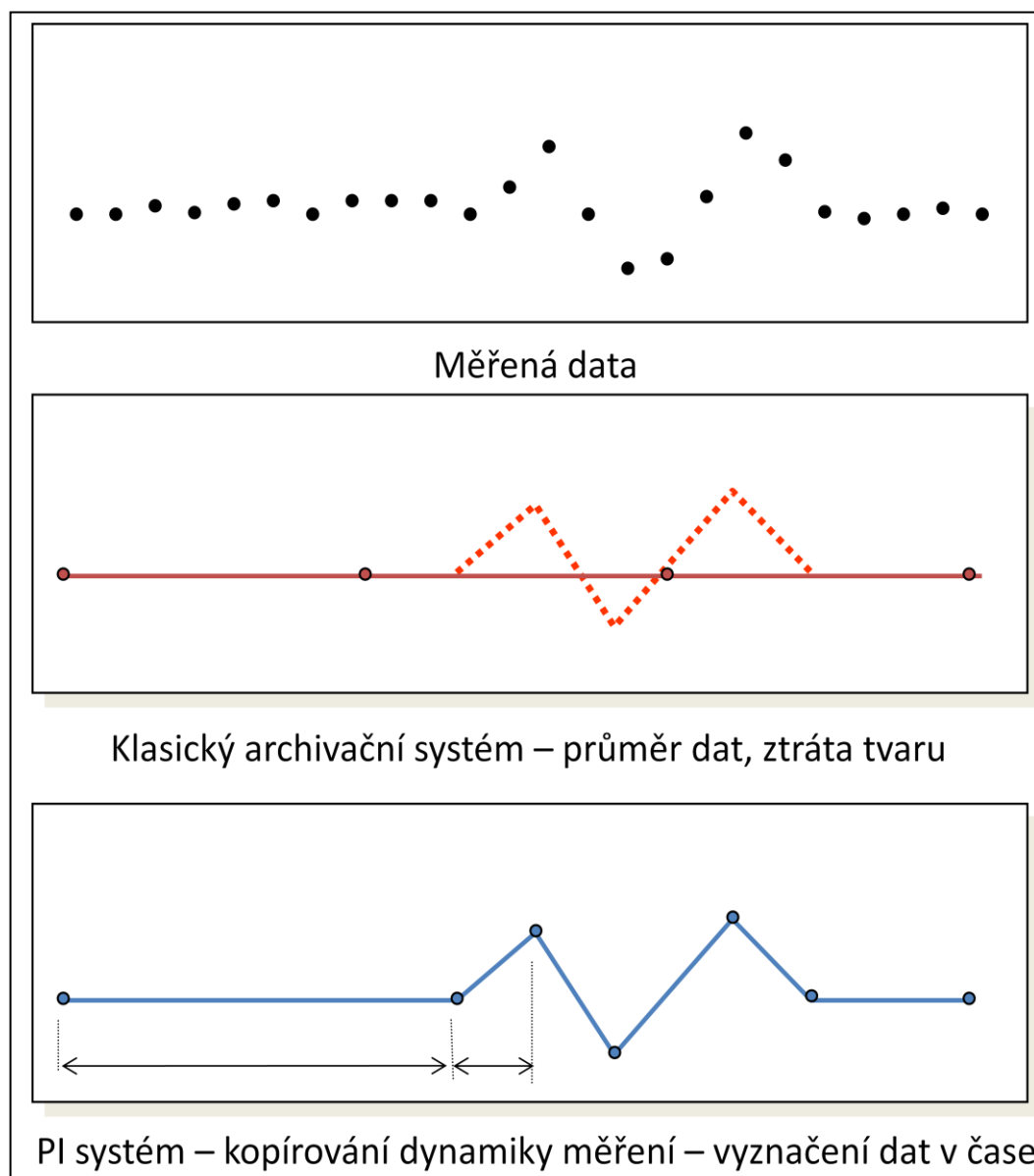
Základem softwarové architektury SAP R/3 je podle [9] systémové jádro, které obstarává komunikaci se systémovými programy, což jsou operační systém, databázový systém či řídicí a ovládací programy. Díky tomuto jádru a jeho filtrační vrstvě vůči operačním a databázovým systémům je R/3 nezávislé na hardwarovém a softwarovém prostředí. Má také za úkol dostupnost všech funkcionalit z jednotného grafického prostředí. Kvůli zajištění portability R/3 je jádro společně se systémovými programy umístěno v systému izolovaně. Systém SAP je v rámci výrobního podniku provozován v síti LAN OFFICE.

**PI** – systém sloužící k on-line měření technologických prvků s možností sledování klíčových veličin, který je provozován na otevřené klient / server architektuře. Provoz tohoto systému řídí PI – server, který je zapojen do sítě LAN OFFICE. Na tento server jsou posílána data z tzv. PC koncentrátoru, který je zapojen do sítě LAN TECHNOLOGY a obstarává sběr a ukládání měřených technologických dat. Měřená data jsou v PI systému ukládána ve formě tzv. tagu. Tento tag je ve své podstatě měřená veličina s celou svou historií. Existují čtyři typy tagu:

1. numerické – tlaky, teploty...
2. stavové hodnoty – vypnuto/zapnuto, fáze...
3. textové řetězce – různé druhy komentářů, poznámek...
4. libovolný binární objekt – fotografie, video...

<sup>23</sup> Dohnal J., Pour J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních podnicích. EKOPRESS Praha 1997. ISBN 80-86119-02-5

Systém PI funguje na odlišném principu než klasické archivační systémy. V klasickém archivačním systému dochází v průběhu času a ukládání měřených dat ke kompresi ve formě průměru těchto dat – dochází tedy ke zkreslení dynamiky měření. Systém PI umožňuje různé parametry komprese, které dynamiku měření de facto kopírují. Porovnání těchto přístupů je znázorněno na Obr. 3-11



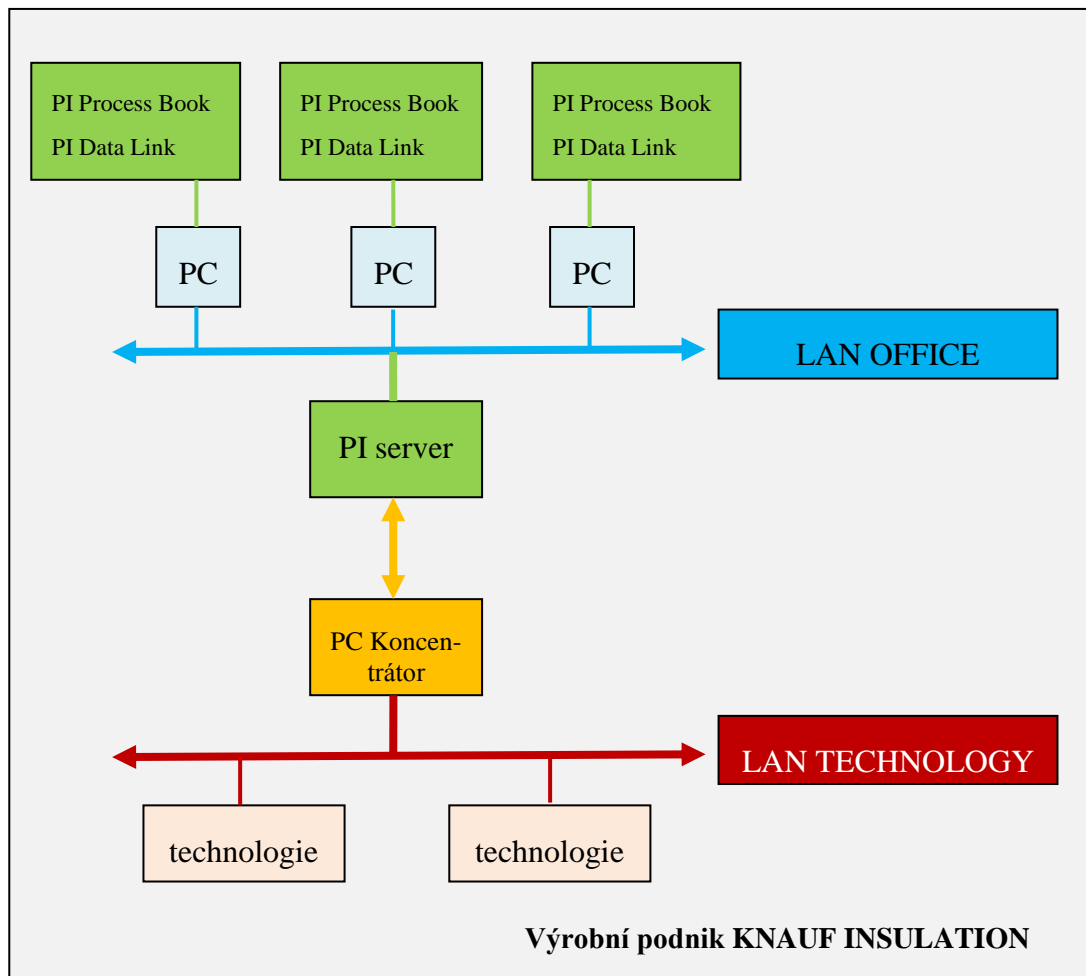
Obr. 3-11 Porovnání kompresních způsobů ukládání dat<sup>24</sup>

Jednotliví uživatelé mohou přistupovat na PI – server pomocí dvou aplikací :

- PI Process Book – instalace na jednotlivých PC, zobrazení v uživatelském prostředí
- PI Data Link – zobrazení tzv. surových dat

<sup>24</sup> [vlastní zpracování]

Celý tento proces je znázorněn na Obr. 3-12



Obr. 3-12 Schéma systému PI<sup>25</sup>

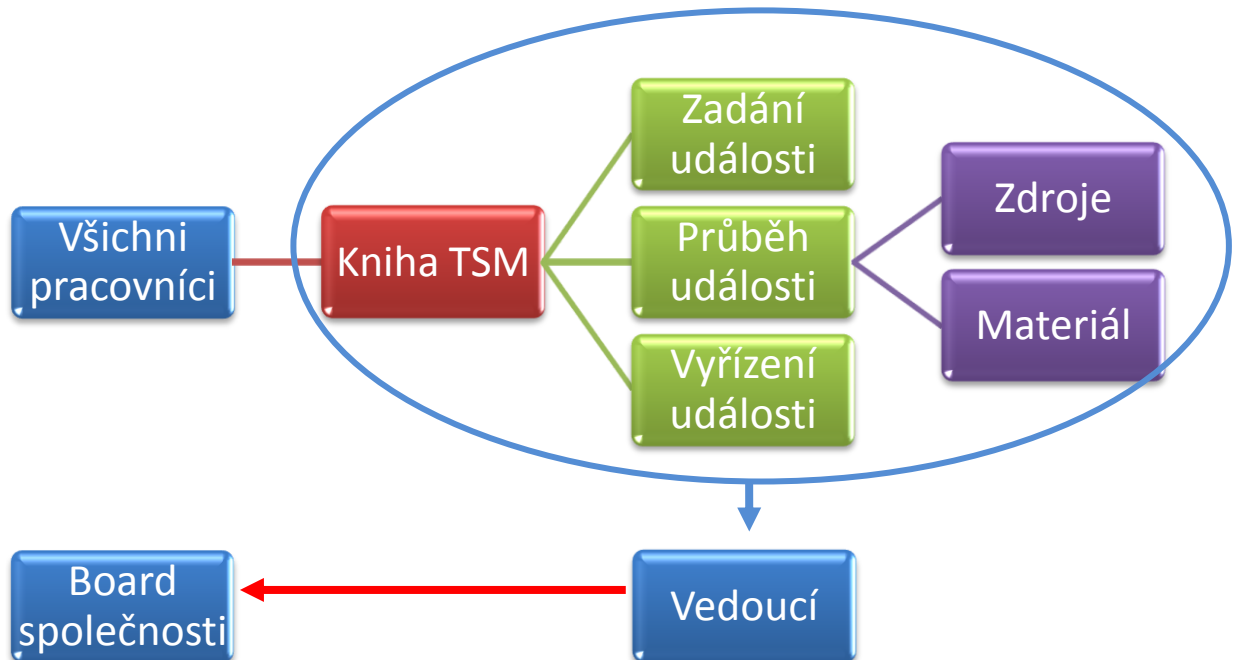
**Kniha TSM** - evidence jednotlivých událostí na odboru údržby. Jedná se o aplikaci v Excelu, která funguje na otevřeném principu – každý pracovník ve výrobním závodě Krupka má do této aplikace přístup a může tedy zadávat vzniklé problémy a poruchy do této Knihy TSM s jednotnou logikou a dělením dle jednotlivých výrobních technologií.

25 [vlastní zpracování]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Popis vst	Delim čas zarození	Delim čas poslední změny	Stav	Zařízení	Detail	Kategorie	ND	Popis problému	Návrh opatření	Způsob	Změna	OPRAVU PROVEDL	Stav	Číslo	Číslo	Termín
3846	6.2.2012 14:14:38	6.2.2012 14:16:23	CE	Multipack machine 1 (MPS 1)	Multipack machine 1 (MPS 1)	Oprava	N	Nefunkční pusher	Nastavení polohy, referenční encodéru kontrola motoru, uložení želez OK	4222MAIN	Nohej	Nohej	2			6.2.2012 14:14
3847	6.2.2012 14:15:12	6.2.2012 14:17:44	VŠE CHN O	1	1	Kontrola	N	DRK	ok	4222MAIN	4222MAI N	Nohej	2			6.2.2012 14:15
3848	7.2.2012 2:28	7.2.2012 4:38:11	CE	Gilotny	Rošnový Dopravník mezi gilotn pos.38	Oprava	N	zřejmě vypadlý řemen pohonu sklápěcího dopravníku gilotny	opravit lze pouze při odstávném stavu vstupu	4222menard	4222MAI N	Prokeš	3			7.2.2012 2:28
3849	7.2.2012 5:49:08	7.2.2012 5:52:44	CE	Stohovač desek a balení desek	Balíčka desek 2./3. pos.401	Oprava	N	ND odebrán ze skříně EL	Ujetý spónní pas pos.401-vadný snímač.	Výměna snímače "podkovy" B120.4+seřizování a očištění snímačů řízení vybočení pásu.	Pešek	Pešek	Pešek	2		7.2.2012 5:49
3850	2/7/2012 7:03:47 AMU	7.2.2012 7:48:51	CE	Multipack machine 1 (MPS 1)	Kompresní komora pos.208	dížba	N	kompresní spónní vidle pravá strana - vyjeté ložisko		KONSELP	4222MAI N	Martynenko	2			7.2.2012 7:02
3851	7.2.2012 7:28:56	7.2.2012 8:42:30	HE	Rozvlakování	Rozvlakování ocelkové	údržba	N	Spinnery na čistění 10x		bohulavp	4222man fbr		1			7.2.2012 7:28
3852	7.2.2012 7:43:44	7.2.2012 9:46:08	HE	Pojivo ocelové	Války materiálu	Oprava	N	nutná kalibrace čpavkové navazovací jednotky (odchytky, 0.3 až 0.6)	Z kalibrováno.	Koucký R	4222MAI N	Wachter	2			7.2.2012 7:43
3853	07.02.2012 7:59:37Op	7.2.2012 11:44:09	HE	Rozvlakování	Kamera 7	rava	N	Nefunkční kamera c.7.tažba 40 kg/h	v řešení	Duben	4222MAI N	Fiala	1			7.2.2012 7:58
3854	7.2.2012 8:33:17	7.2.2012 8:34:51	HE	Oplachová voda	Oplachová voda	Oprava	N	Předčláni drážku hadice při poku.	Předčláno na rychlospojku.	4222MAIN	Kapfer	Kapfer	2			7.2.2012 8:33
3855	7.2.2012 9:37:19	7.2.2012 9:41:25	CE	Dopravníky FLS do skladu SO21	Elektro pusher FLS pos.18	Oprava	N	nefunkční	OK	4222MAIN	Nohej	Nohej	2			7.2.2012 9:37
3856	7.2.2012 11:41:16	7.2.2012 11:43:03	CE	Multipack machine 2 (MPS 2)	Multipack machine 2 (MPS 2)	Oprava	N	342 00 31	poškození čelo vyřezání zářičky desek	provedena výměna a nastavení šůla	Fiala	4222MAI N	Fiala	2		7.2.2012 11:41
3857	7.2.2012 11:49:44	7.2.2012 11:51:02	CE	Chlazení 1 a 2	Pohon dopravníku	Oprava	N		Přetřádný řemen na pohonu	Výměna	Hloušek	Hloušek	Hloušek	2		7.2.2012 11:49

Obr. 3-13 Ukázka systému TSM<sup>26</sup>

Je provozována v síti LAN OFFICE. Je zde definován status každé události (přijetí – zpracování – ukončení), časové označení vzniku i zániku jednotlivých událostí, kategorie, způsob a odhad délky řešení, přidělený pracovník atd. Pomocí této aplikace je zpracováván výstup o činnosti odboru údržby určený pro board společnosti – tento výstup zpracovává vedoucí údržby. Princip je zobrazen na Obr. 3-14.



Obr. 3-14 Princip Knihy TSM<sup>27</sup>

<sup>26</sup> [vlastní zpracování]

<sup>27</sup> [vlastní zpracování]



### 3.2.3 Analýza současného stavu odboru údržby

Odbor údržby musí zajišťovat efektivní a nepřetržitý provoz ve výrobním závodu Krupka a v současnosti je zde aplikován následující přístup k této problematice:

Důležitými prvky jsou pracovníci na pozicích „Plánovač údržby a řízení energií“ dále jen „Plánovač“ a „Vedoucí údržby“ dále jen „Vedoucí“ viz organigram na Obr. 3-6.

Plánovač zpracovává dlouhodobé plány údržby jednotlivých strojních zařízení, a to z hlediska jejich provozního stáří, technických vlastností vztažených k jejich funkci, požadovaným revizním prohlídkám daným výrobcem, a dále se zabývá změnami těchto daných požadavků na základě provozních zkušeností. Tyto plány jsou definovány v systému SAP – modul PM2. Uvedený postup vznikl ve výrobním závodu Krupka postupným způsobem tak, jak probíhal vznik a začátek provozu celého závodu. Výchozím stavem pro tvorbu plánů údržby byly pouze doporučení výrobců jednotlivých technologických komponent. Během dalšího vývoje v čase, se v běžném provozu výrobního závodu vyvíjeli provozní zkušenosti pracovníků, kteří pracovali s jednotlivými technologiemi. Tyto zkušenosti Plánovač postupně zapracovával do doporučených plánů – docházelo tedy k jejich aktualizaci a zpřesňování na základě předání osobních zkušeností konkrétních pracovníků. Dalším vstupem pro změnu těchto plánů byly zkušenosti pracovníků sesterských společností ze zahraničí, které také řeší tuto problematiku. Výše uvedeným způsobem vzniklo cca 900 dlouhodobých plánů na údržbu jednotlivých technologií, které v současné době popisují preventivní plány na údržbu všech technologických komponent v rámci výrobního závodu Krupka.

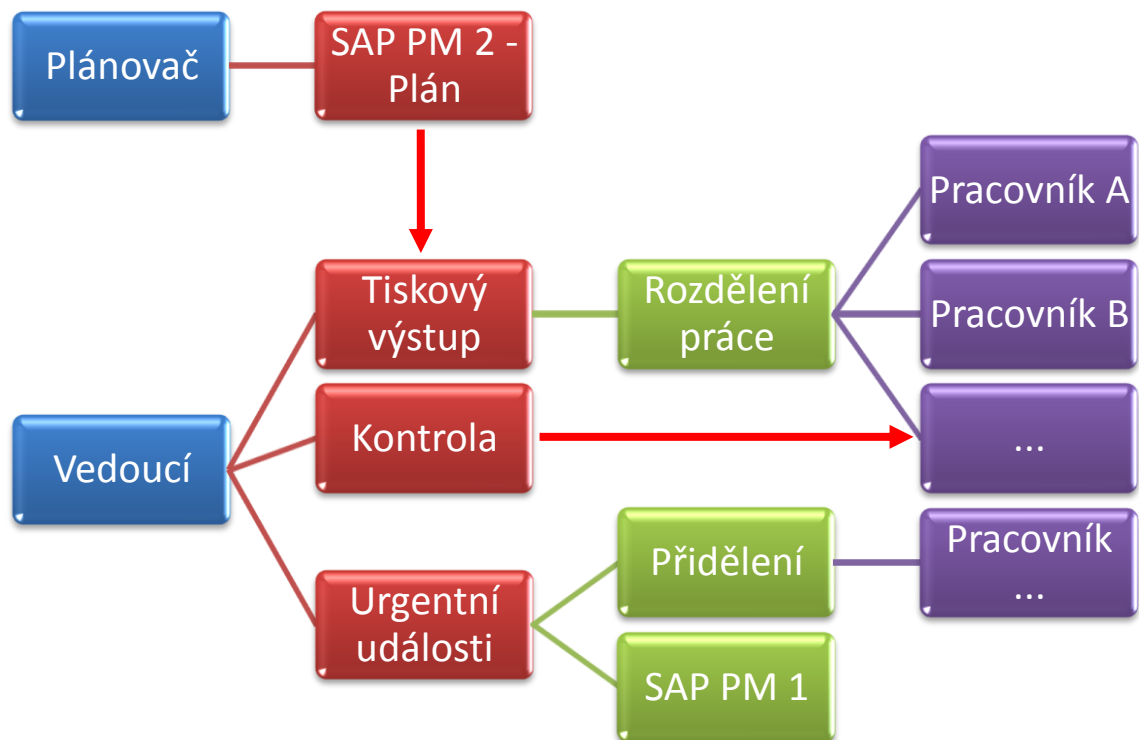
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Vybavě	Plán údrž	Text položky údržby	Označení technického objektu	Označení technického místa	OdpPrac	Nákl.stř			
143	94775	42220574	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Prodluzovací dopravníky linky	ELM SM	4222162000			
144	94775	42220575	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Prodluzovací dopravníky linky	MECH SM	4222162000			
145	94775	42220576	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Prodluzovací dopravníky linky	MECH SM	4222162000			
146	94775	42220577	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Dopravník k rolovače 4 pos.40.3D	Prodluzovací dopravníky linky	MECH SM	4222162000			
147	89039	42221038	Dopravník stěpů od elevátoru do D.sila	Dopravník stěpů od elevátoru do sila	Vana tavení	MECH D	4222187201			
148	89039	42221039	Dopravník stěpů od elevátoru do D.sila	Dopravník stěpů od elevátoru do sila	Vana tavení	MECH D	4222187201			
149	89039	42221040	Dopravník stěpů od elevátoru do D.sila	Dopravník stěpů od elevátoru do sila	Vana tavení	MECH D	4222187201			
150	88817	42220465	Dopravník vstupu V. pece	Dopravník vstupu V. pece	Dopravníky forming-pec	MECH SM	4222265040			
151	88817	42220466	Dopravník vstupu V. pece	Dopravník vstupu V. pece	Dopravníky forming-pec	MECH SM	4222265040			
152	88819	42220740	V.Pec-zvedací šrouby pro horní dopravník	Dopravník výtřzovací pece	Vytřzovací pec	MECH SM	4222265040			
153	89329	42220028	vizuální kontrola komorového dávkovace	DRYEP - Komorový dávkovač	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH SM	4222187201			
154	89329	42220033	DRY EP roční kontrola snekovy prepravnik	DRYEP - Komorový dávkovač	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH D	4222187201			
155	88759	42220030	DRY EP roční kontrola komory filtru	DRYEP - Ventilátor a potrubí	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH D	4222187201			
156	89328	42220029	Tříměsíční kontrola DRY EP	DRYEP - Vibrační motory	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH SM	4222187201			
157	89328	42220032	DRY EP roční kontrola Vibracních motoru	DRYEP - Vibrační motory	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH D	4222187201			
158	88758	42220034	DRY EP roční kontrola hydr. jednotka shr	DRYEP Hydraul. jednotka + tech. vzduch	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH D	4222187201			
159	88757	42220027	Kontrolky,oklepávač.usměrňovač-check	Elektrostatický odlučovač - DRYEP	Elektrostatický odlučovač - DEP	ELM SM	4222187201			
160	88757	42220852	Dry EP-týdenní rutina	Elektrostatický odlučovač - DRYEP	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH SM	4222187201			
161	94468	42220153	kontrola hladiny oleje v pohonech	Elektrostatický odlučovač komplet	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH SM	4222187201			
162	94468	42220154	kontrola usměrňovače.vybr.motorů a pohon	Elektrostatický odlučovač komplet	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH SM	4222187201			
163	94468	42220155	DEP-roční kontrola-Alstom Power	Elektrostatický odlučovač komplet	Elektrostatický odlučovač - DEP	EXTCONT	4222187201			
164	100519	42221041	Elevátor stěpů do sila stěpů-Sklopan-1	Elevátor stěpů	Vykládka surovin z nákl. vozu	MECH D	4222265010			
165	100519	42221042	Elevátor stěpů do sila stěpů-Sklopan	Elevátor stěpů	Vykládka surovin z nákl. vozu	MECH D	4222265010			
166	100519	42221043	Elevátor stěpů do sila stěpů-Sklopan	Elevátor stěpů	Vykládka surovin z nákl. vozu	MECH D	4222265010			
167	92286	42220016	tydenní rutina WESP	Filtry, Ventilátory, Čidla	Vytřzovací pec	ELE D	4222265040			
168	94450	42220132	OCO-Otevření všech prostor sacích boxu	Formingy 1 a 2	Forming	MECH D	4222265040			
169	94450	42220145	Demontáž a vyčištění	Formingy 1 a 2	Forming	MECH D	4222265040			
170	94450	42220147	kontrola funkčnosti oplachu boxů	Formingy 1 a 2	Forming	MECH D	4222265040			
171	94450	42220149	měření opotřebení rolen lam.dopravníku	Formingy 1 a 2	Forming	MECH D	4222265040			
172	94450	42220150	kontrola případná oprava a očista	Formingy 1 a 2	Forming	MECH D	4222265040			
173	94450	42220861	Dřevěná kontrola ventilátorů	Formingy 1 a 2	Forming	MECH D	4222265040			

Obr. 3-15 Ukázka prvotní struktury plánů údržby ze SAP, exportované do MS Excel<sup>28</sup>

Vedoucí řídí jednotlivé pracovníky údržby a dohlíží na rovnoměrné přidělování jednotlivých úkolů. Vždy na začátku každého týdne pořizuje tiskový výstup ze systému SAP – modul PM2

<sup>28</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP, poskytnutého p. Jindřichem Hozákem]

a rozděluje úkoly mezi jednotlivé specialisty dle povahy úkolů. Toto rozdělování je realizováno systémem označených přihrádek, které jsou umístěné na čelní stěně pracoviště Vedoucího. Každý typ údržby má přidělenou specifickou přihrádku a je zde také přihrádka pro vyřízené úkoly, které Vedoucí kontroluje. Dále Vedoucí reaguje na nové události, které běžně nastávají a nelze je predikovat v dlouhodobém plánu – tedy havárie, poruchy či nové požadavky, a tyto události jsou následně nadefinovány do systému SAP – modul PM1. Tyto události dostávají zpravidla vyšší prioritu pro své vyřízení než události zařazené v modulu PM2. Shrnutí činnosti Plánovače a Vedoucího je schematicky znázorněno na Obr. 3-16.



Obr. 3-16 Vazby mezi Plánovačem a Vedoucím<sup>29</sup>

29 [vlastní zpracování]

## 4. Integrovaní návrhy a opatření

Provedená analýza provozu a fungování odboru údržby z hlediska používání informačních systémů ukázala možné rezervy v propojení systémů SAP, PI a TSM.

### 4.1 Propojení SAP, PI a TSM

Na základě výsledků analýzy by bylo nejvhodnějším řešením propojení všech tří výše zmíněných informačních systémů. Výsledkem tohoto propojení by měl být stav, kdy je zachován současný postup ruční tvorby plánů údržby do SAP PM 2, který provádí Plánovač. Současně by do tohoto modulu vstupovala naměřená, následně analyzovaná a pouze validní data z jednotlivých technologií, která jsou měřena systémem PI. Zde by bylo nutné vyřešit duplikování plánů na jednotlivé technologie, které by reálně vznikalo - tedy určit vyšší prioritu modifikovanému plánu z dat systému PI, v případě že by tento modifikovaný plán byl vygenerován na odlišný časový okamžik než původní plán v modulu SAP PM 2. Dle předpokladu by tento přístup měl generovat kratší časový interval než původní časový interval z modulu SAP PM 2. Dále by následovalo určení priority jednotlivých plánů, tak, aby proběhl přepis v modulu SAP PM 2. Nyní by vstupovaly upravené plány do systému TSM, po kterém by nastaly fáze řešení samotných plánů údržby. Ukončení dané údržby by se po změně stavu v systému TSM stalo vstupem do SAP tak, aby byla zajištěna zpětná vazba.

Nicméně propojení systému SAP se zbylými dvě informačními systémy je dle analýzy a odhadů týkající se problematiky SAP, nad rámec této práce. Toto možné propojení by vyžadovalo projektové řešení – tedy zapojení projekčního týmu o dostatečné kapacitě lidských a technických zdrojů a všemi aspekty projekčního řešení.

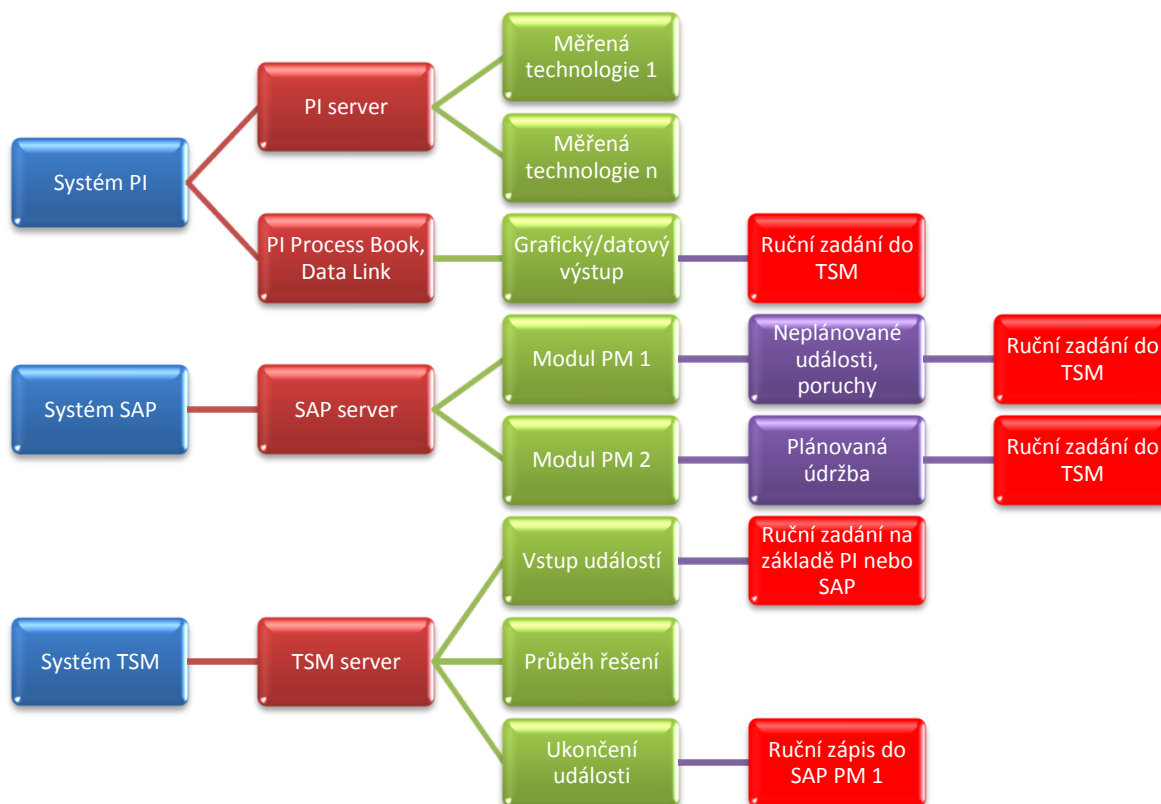
Z výše uvedených poznatků vyplývá, že by tato forma integrace informačních systémů znamenala pro zadavatele nemalé finanční náklady a proto se bude dále zkoumat možnost maximálního vytěžení současných vlastností jednotlivých informačních systémů, které však doposud nebyly dostatečně využívány z hlediska využití a zautomatizování dostupných datových údajů.

### 4.2 Propojení PI a TSM

Systém PI a TSM by podle provedené analýzy a zadání bylo vhodné propojit. Lze využít současné vlastnosti těchto informačních systémů bez nutnosti vydávat náklady na vývoj nových aplikačních řešení. Z hlediska možnosti porovnání je na Obr. 4-1 zobrazeno schéma současného stavu využívání jednotlivých informačních systémů.

Z tohoto schématu je patrné, že neexistuje automatická IT vazba mezi jednotlivými systémy z pohledu využití naměřených dat v systému PI – jednotlivé vazby mezi systémy PI, TSM a SAP jsou realizovány ručním zadáváním vstupů do jednotlivých systémů. Jedná se o vazby typu:

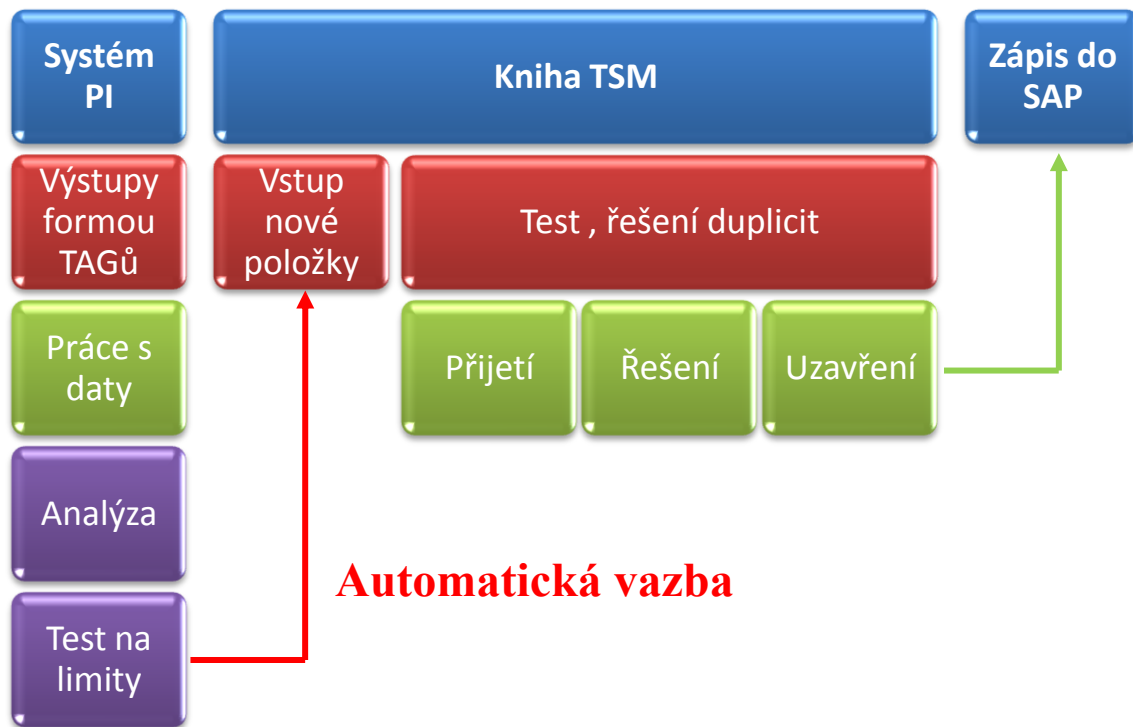
- PI	»»»»»»»»	SAP, modul PM 1
- PI	»»»»»»»»	TSM
- SAP, moduly PM 1 a PM 2	»»»»»»»»	TSM
- TSM	»»»»»»»»	SAP, modul PM 1



Obr. 4-1 Současný stav mezi systémy PI, TSM a SAP<sup>30</sup>

Navrhuji docílit takového stavu tohoto propojení, kdy se agregovaný výstup ze systému PI stane vstupem do Knihy TSM a vytvoří tak plán údržby na základě dosažených měření a následné statisticko-výpočtové metody. Bude nutná uživatelsky manuální synchronizace, která musí eliminovat duplicity plánů údržby na jednotlivé technologie. Tato nezbytná manuální synchronizace se však s masivnějším využitím propojení PI a TSM díky nabytým zkušenostem bude postupně snižovat. Vyřešené modifikované plány údržby se dle současných standardů budou zadávat do SAP - viz Obr. 4-2.

30 [vlastní zpracování]



Obr. 4-2 Schéma propojení PI, TSM a zápis do SAP<sup>31</sup>

#### 4.2.1 Návrh řešení integrace PI a TSM

Pro realizaci integrace propojení PI a TSM je nutné analyzovat současné dlouhodobé plány údržby, kterých je cca 900 a jsou evidovány v systému SAP PM 2. Pro názornou ilustraci dekompozice jednotlivých plánů jsou na Obr. 4-3, 4-4 a 4-5 zobrazeny konkrétní plány údržby vybraného zařízení s rozpadem od sestavy všech plánů po jednotlivé položky.

**Přehled termínů údržby (sestava): Seznam - přehled termínů údržby**

V	Vybavení	Plán údržby	Text položky údržby	PIÚdržČOdv	Dat.zaháj.	Zakázka
	90310	42220084	OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	12	05.02.2009	5185655
	90310		OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	11	25.12.2008	5177269
	90310		OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	10	13.11.2008	5170113
	90310		OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	9	02.10.2008	5156368
	90310		OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	8	21.08.2008	5147413
	90310		OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	7	10.07.2008	5140418
	90310	42220085	OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	6	23.07.2008	5140419
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	7	03.09.2008	5151534
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	8	15.10.2008	5162732
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	9	23.11.2008	5170114
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	10	04.01.2009	5178579
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	11	15.02.2009	5187463
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	12	29.03.2009	5196358
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	13	10.05.2009	5204919
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	14	21.06.2009	5213350
	90310		OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav motor	15	21.07.2009	5217514

Obr. 4-3 Sestava všech plánů pravidelné údržby, červeně označený vybraný plán<sup>32</sup>

<sup>31</sup> [vlastní zpracování]

<sup>32</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP, poskytnutého p. Jindřichem Hozákem]

**Zobrazení plánu údržby: Plán jednotl.cyklu 000042220085**

Plán údržby: 42220085 F1-Odtahove ventilatory

Hlavič.plánu údr.

Cykly plánu údržby Parametry rozvrhování plánu údržby Doplnková data plánu údržby Rozvržené odv...

Cyklus/jednotka: 7 TÝD  
Text cyklu: OCO  
Ofset/jednotka: 0 TÝD

Položka Položka seznamu objektů Položka stanoviště

Položka údržby: 4324 OCO-kompl.kontrola vent. a iz.stav m...

Referenční objekt  
Vybavení: 90310 Odtahové ventilátory komplet

Plán.data  
Plánovací závod: 4222 KI Krupka Plánovací skupina: 003 MECHANICAL  
Druh zakázky: PM02 Zakázka údržby Druh výkonu v údržbě: 002 Údržba  
OdpovPracoviš: ELE\_D / 4222 Pracovní úsek: 4222 4216: KI CZ Krupka - ...  
Priorita: Zúčtovací předpis

Pracovní postup  
Typ Skup.postupů ČísKp Popis  
E / 4302 / 2 F1-Odtahove ventilatory

Obr. 4-4 Úvodní strana plánu, červeně označená četnost a odpovědné pracoviště<sup>33</sup>

**Zobrazení postupu pro vybavení: Přehled operací**

Vybavení: 90310 Odtahové ventilátory komplet  
Sk.postupů: 4302 F1-Odtahove ventilatory ČísKp: 2

Všeobecný přehled operací

Oper	PodO	Pracov.	Záv.	Říz.	Popis operace	L...	Práce	Jed	Poč	Trv.	Jed	k	%	RozdVlZpr	Kfc	DrVyk	KlStdTxt
0010	MECH_D	4222	1001		Kontrola ložisek elektromotoru a na zakl	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0	0,0				0		1	IMPE	
0020	MECH_D	4222	1001		Kontrola izolacního odporu motoru ventil	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0	0,0				0		1	IMPE	
0030	MECH_D	4222	1001		Kontrolovat stav spojek motoru a hridele	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0	0,0				0		1	IMPE	
0040	MECH_D	4222	1001		Kontrola stavu oběžného kola ventilátoru	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0	0,0				0		1	IMPE	
0050	MECH_D	4222	1001		Pravidelne cistení obehových kol v ramci	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0	0,0				0		1	IMPE	
0060	MECH_D	4222	1001		Pravidelne cistení sachty odtahu ventila	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0	0,0				0		1	IMPE	

Obr. 4-5 Činnosti konkrétního plánu, červeně označeny popisy požadovaných akcí<sup>34</sup>

<sup>33</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP, poskytnutého p. Jindřichem Hozákem]

V současné době provádí Plánovač export a editaci těchto dlouhodobých plánů do prostředí MS Excel, ve kterém bude ke každému plánu přiřazena četnost a cykličnost provádění konkrétní údržby – viz Tab. 4-1.

Na základě výsledků analýzy bude vybráno několik konkrétních plánů, na kterých se otestuje funkčnost a přínos nové integrační metody.

Vybavení	Plán údržby	Text položky údržby	Označení technického objektu	Označení technického místa	Odp. Pracov	Nákl.stř.	Četnost	termín
88757	42220852	Drv EP-týdenní rutina	Elektrostatický odlučovač - DRYEP	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH_SM	4222187201	3	týd
89235	42220104	kontrola stavu napínání řetězu	Napínání dopravníku + hřídel	Forming 1	MECH_D	4222265040	3	měs
92391	42220493	Výstupní dopravník gilotin pos.38A	Výstupní dopravník gilotin pos.38A	Gilotiny	ELM_SM	4222265040	3	měs
	42220010	Kontrola funkce a chodu gilotiny					14 dní	14 dní
88785	42220738	Hnací hřídel pohonu form. pasu F1	Válcová uzávěra formingu	Forming 1	NOVOTNÝ	4222265040	1	měs
94468	42220154	kontrola usměrňovače, vybr. motorů a pohon	Elektrostatický odlučovač komplet	Elektrostatický odlučovač - DEP	MECH_SM	4222187201	3	měs
101116	42221126	Binder-dávk. čerpadlo pojiva na binder	čerpadla pojiva na binder - komplet	Rozvod pojiva	MALIK	4222187100		
88756	42220854	DEP-mazání odt. ventilátoru	Odtahový ventilátor	Elektrostatický odlučovač - DEP	SREDL	4222187201		
92478	42220191	Nastavení tlaku vzduchu rovnaní palet (5	Měřicí rám balení pos.3	MSK Navlékač stretchové fólie	MECH_SM	4222190900		

Tab. 4-1 Ukázka modifikovaných plánů údržby ze SAP<sup>35</sup>

Systém PI provádí nepřetržité měření jednotlivých komponent technologických celků. Pomocí výstupních TAGů ze systému PI, které jsou realizovány pomocí aplikace PI Data Link v platformě Excelu, by se prováděl export naměřených dat konkrétní technologie – viz Tab. 4-2. Export musí být vztažen na určité časové období (minuta, den, měsíc...) dle charakteru testované veličiny, tak, aby měl korektní vypovídající schopnost. Vyexportovaná data se pomocí maker tvořených v prostředí Excel zanalyzují a porovnají s danými parametry pro konkrétní komponentu. V případě, že dojde při analýze a porovnání k poznatku o překročení technologických limitů vygeneruje makro log, který bude ve vhodném datovém formátu a odešle jej do systému TSM.

Text položky údržby	Označení technického objektu	Označení technického místa	TAG v PI
kontrola stavu napínání řetězu	Napínání dopravníku + hřídel	Forming 1	KK_FU1_ML1_CU_DC_tention
DEP-mazání odt. ventilátoru	Odtahový ventilátor	Elektrostatický odlučovač - DEP	KK_UT1_DEP_kW_SU
Munstermann - modul mazání	Mazání dopravníku vytvrzovací pece	Vytvrzovací pec	KK_FU1_ML1_CU_oil_PV

<sup>34</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP, poskytnutého p. Jindřichem Hozákem]

<sup>35</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP, poskytnutého p. Jindřichem Hozákem]

kontrola stavu napínání řetězu	Napínání dopravníku + hřídel	Forming 2	KK_FU1_ML1_CU_UC_tention
F1-mazání lam. dopravníku	Mazání tvarovacího dopravníku	Forming 1	KK_FU1_ML1_FM1_oil_PV
OCO-Kontrola lož.domků a ostříku	Odtahové ventilátory komplet	Forming 1	KK_FU1_ML1_FM1_FMZ2_Fan_Power_PV

Tab. 4-2 Ukázka přiřazení modifikovaných plánů údržby ze SAP k tagu z PI<sup>36</sup>

V systému TSM bude tento log zobrazen jako klasická událost s označením původce systém PI. Dle zavedených pracovních postupů dojde k odbavení této nové události pracovníkem, který je specializován na konkrétní požadovanou technologii. Po vyřešení události pracovník změní status události na „Vyřešeno“. Takto vyřešené události následně Vedoucí ručně zadá do systému SAP pro existenci zpětné vazby související s odpisem použitého materiálu, nástrojů apod.

#### 4.2.2 Popis zvolených technologií

Po provedené analýze a konzultacích s odpovědnými pracovníky zadavatele, byly vybrány čtyři technologie, na kterých bude testováno propojení systému PI a TSM. Jedná se o následující prvky:

Číslo	Technické místo	Technický objekt	Popis sledovaných veličin	Jednotky
1	Forming 1	Napínání dopravníku + hřídel	tlak - napnutí řetězu	bar
2	Forming 1	Odtahové ventilátory komplet	měření odběru motoru při zátěži	kW
3	Forming 2	Napínání dopravníku + hřídel	sledování napnutí lamelového dopravníku	bar
4	Elektrostatický odlučovač - DEP	Odtahový ventilátor	odběr el. motoru ventilátoru	kW

Tab. 4-3 Zvolené technologie<sup>37</sup>

<sup>36</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP/PI, poskytnutého p.Zdeňkem Frkalem]

<sup>37</sup> [vlastní zpracování na základě výstupu ze systému SAP, poskytnutého p. Jindřichem Hozákem]



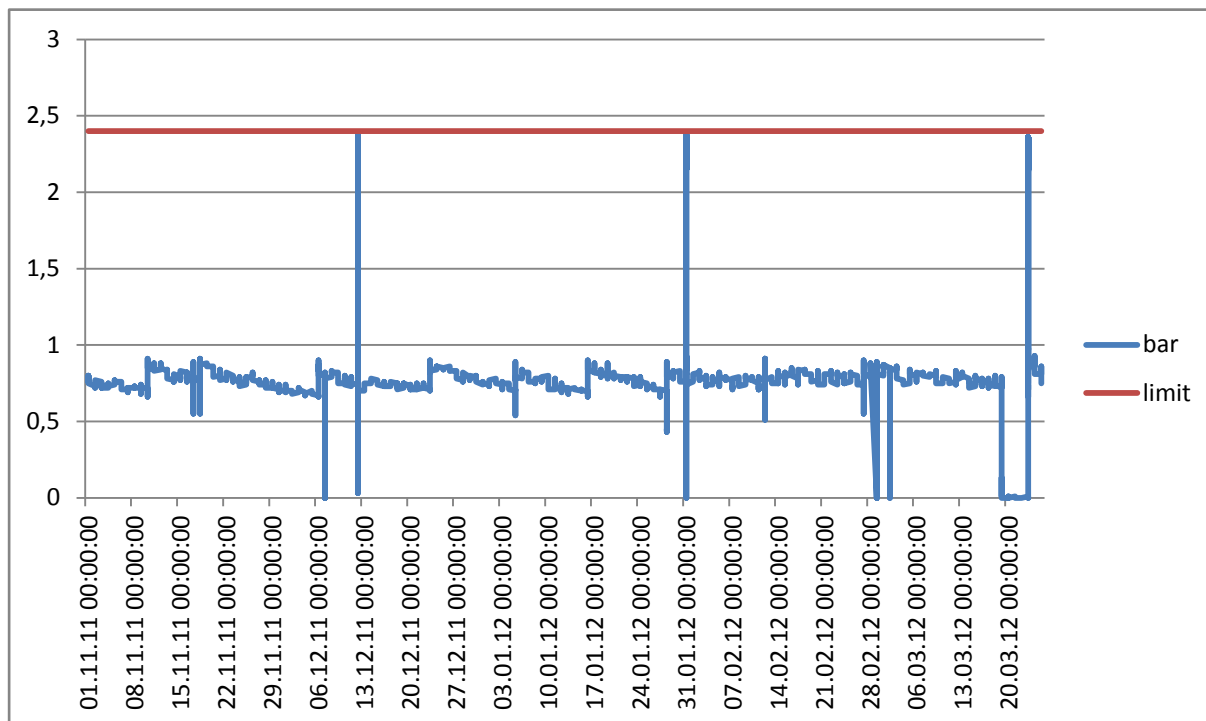
### 4.2.3 Analýza dat

Pro zvolené prvky byly ze systému PI pomocí aplikace PI Data Link, která je řešena jako instalovaný doplněk součásti aplikace MS Excel, vyexportována data jednotlivých sledovaných veličin za čtyři kalendářní měsíce.

Export byl v tomto testovacím případě proveden ručně, nicméně při analýze byly zjištěny možnosti automatické aktualizace zvolených tagů, které budou dále zkoumány z hlediska jejich použití při návrhu interface mezi PI a TSM.

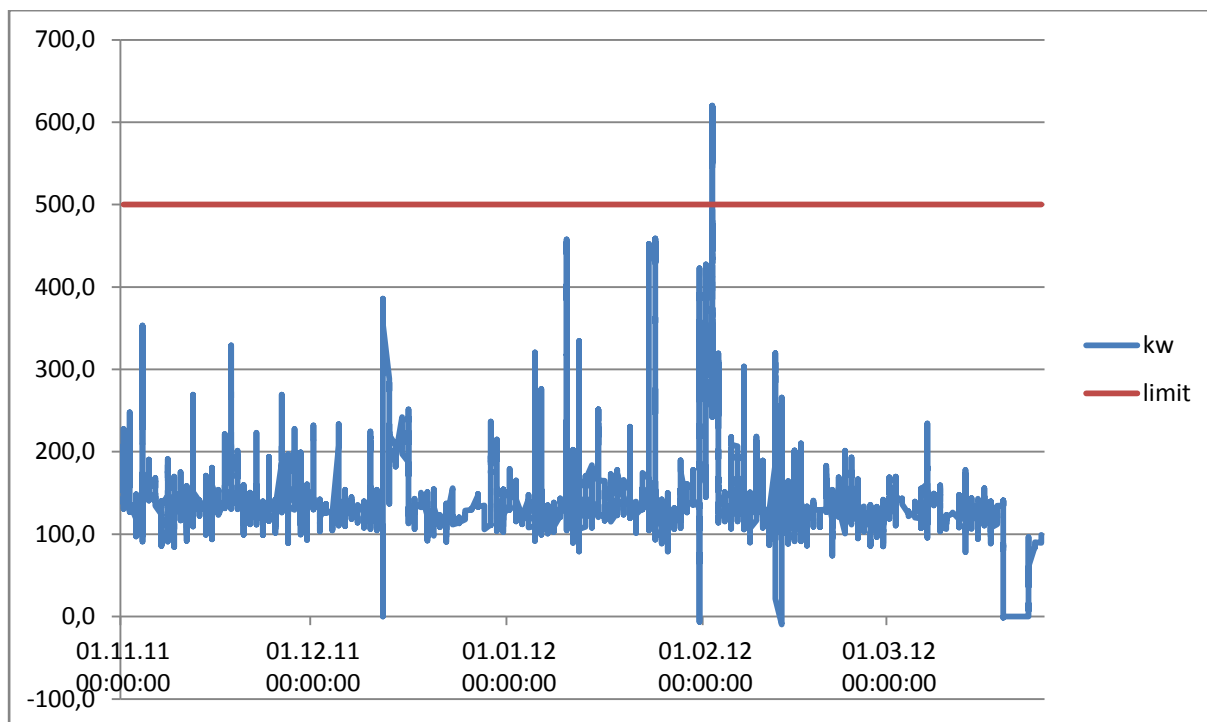
Data byla analyzována na výskyt chyb měření, korektnost exportovaných údajů a následně byla tato data porovnána s limity pro jednotlivé sledované veličiny. Tento postup bude v případě používání navržené metody propojení PI a TSM nutný při každém modifikovaném plánu. Test na překročení limitů je v podstatě spouštěcím impulzem vzniku nové události pro vstup do TSM generované z PI Data Link. Provedené testování musí brát v úvahu, že ne každé překročení limitu je korektní údaj – může se jednat např. o strmý nárůst měřené hodnoty v relativně krátkém čase. Tyto nárůsty mohou vznikat z různých příčin, nejčastějšími příčinami jsou náběh měřeného prvku z klidového stavu na běžný provoz, výkyv zdrojových veličin či chyba senzoru. Pokud by takovéto nárůsty nebyly eliminovány, tvořily by chybné vstupy do TSM – to by nutně znamenalo chybnou a neefektivní činnost navrhovaného propojení PI a TSM. V konečném důsledku jsou to zbytečné vícepráce jednotlivých pracovníků a zbytečné náklady. Eliminace těchto provozních špiček bude řešena formou podmiňovacích složených funkcí, které budou brát v úvahu potenciálně možné překročení limitů, pokud tomuto překročení bude předcházet či ho následovat skupina běžných hodnot v odpovídajícím časovém intervalu.

Zvolené čtyři technologie byly prověřeny dle výše popsaného způsobu. Výsledky tohoto prověření jsou graficky zobrazeny na Grafech 4-1 až 4-4.

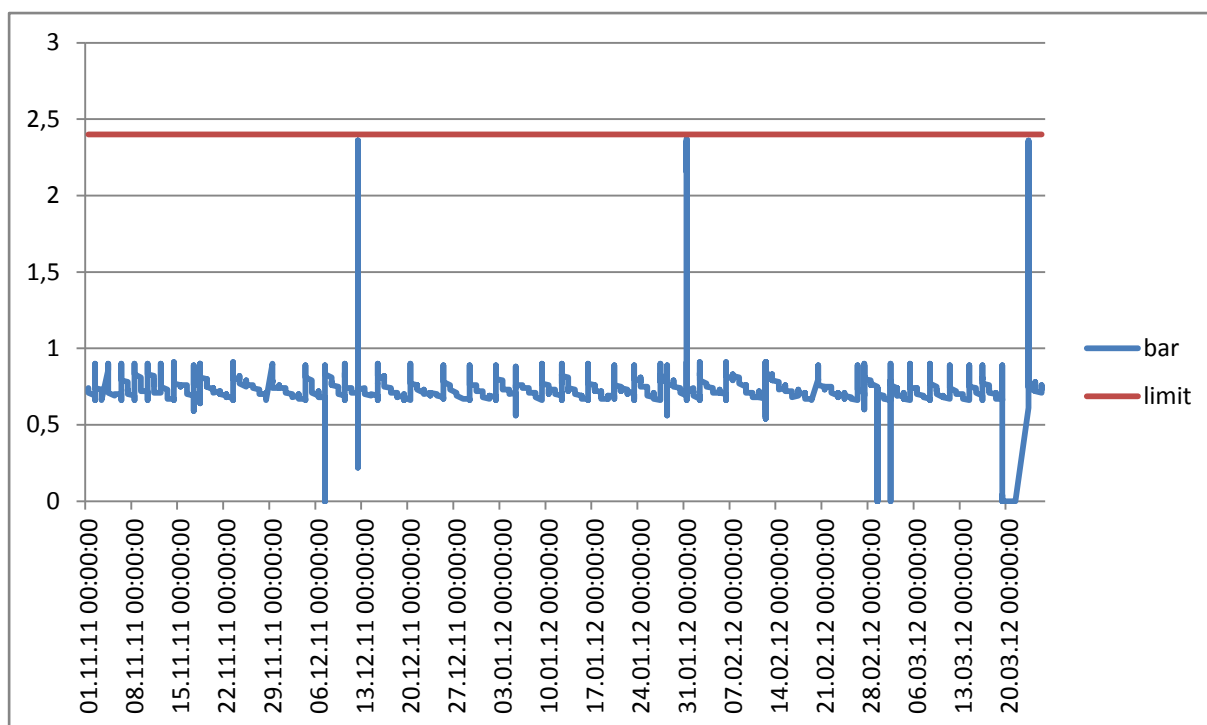


Graf 4-1 Výsledek analýzy pro technologii 1<sup>38</sup>

38 [vlastní zpracování]



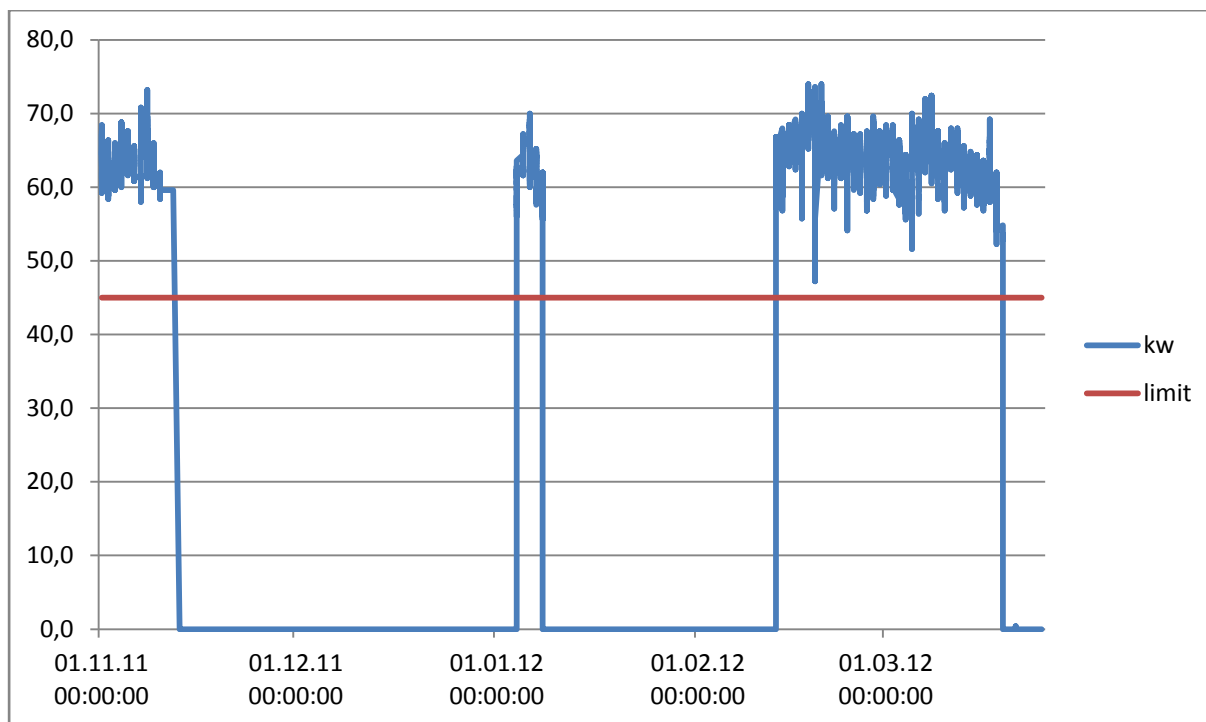
Graf 4-2 Výsledek analýzy pro technologii 2<sup>39</sup>



Graf 4-3 Výsledek analýzy pro technologii 3<sup>40</sup>

<sup>39</sup> [vlastní zpracování]

<sup>40</sup> [vlastní zpracování]



Graf 4-4 Výsledek analýzy pro technologii 4<sup>41</sup>

Z výsledků uvedených v jednotlivých grafech lze vyvodit vhodnost respektive použití interfa-  
ce propojení PI a TSM.

Graf 4-1 zobrazuje průběh měření tlaku napnutí řetězu dopravníku a je patrné že měřené hod-  
noty nepřekračují limit pro tuto veličinu – tři strmé nárůsty nad limit byly způsobeny krátko-  
dobými zastaveními a následnými náběhy – tuto veličinu není třeba exportovat do TSM.

Graf 4-2 zobrazuje průběh měření odběru motoru odtahového ventilátoru „Forming 1“ při  
zátěži a je patrné že měřené hodnoty nepřekračují limit pro tuto veličinu – jeden strmý nárůst  
nad limit byl způsoben krátkodobým zastavením a následným náběhem – tuto veličinu není  
třeba exportovat do TSM.

Graf 4-3 zobrazuje průběh měření napnutí lamelového dopravníku a je patrné že měřené hod-  
noty nepřekračují limit pro tuto veličinu – tři strmé nárůsty nad limit byly způsobeny krátko-  
dobými zastaveními a následnými náběhy – tuto veličinu není třeba exportovat do TSM.

Graf 4-4 zobrazuje průběh měření odběru motoru odtahového ventilátoru „DEP“ a je patrné  
že měřené hodnoty překračují limit pro tuto veličinu během celé sledované doby v případě  
chodu tohoto ventilátoru – tuto veličinu je třeba exportovat do TSM.

41 [vlastní zpracování]

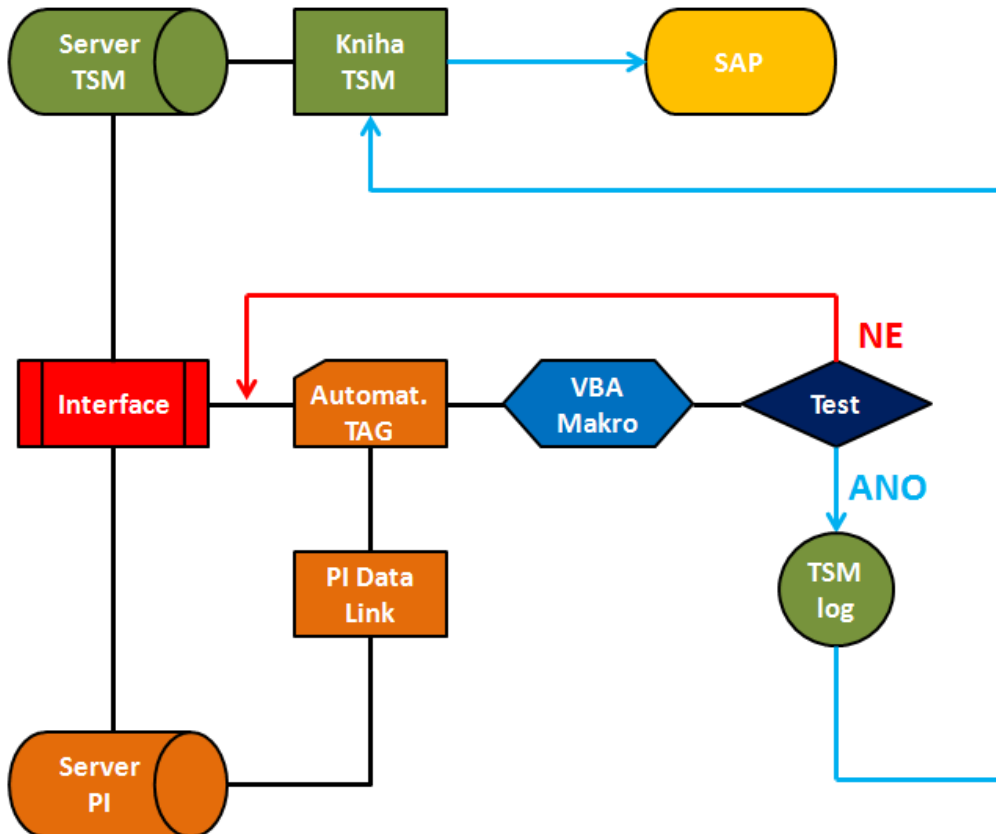
#### 4.2.4 Návrh metodiky pro nasazení propojení PI a TSM

V případě rozhodnutí o nasazení propojení systémů PI a TSM navrhovaného touto prací bude nutné zachovat jednotný postup při tvorbě jednotlivých integrujících prvků. Případná heterogenost by tvořila různě modifikované jednotlivé prvky, což by mohlo vést k obtížnější zpětné práci s tímto interface. Dalším předpokladem pro nastavení jednotných definičních pravidel je možnost tvorby jednotlivých prvků více pracovníky, tedy omezení vlivu fluktuace v rámci závodu. Základní metodickou strukturu navrhuji následujícím způsobem:

- 1) Výběr technologie
  - a) Rozhodnutí o vhodnosti posuzované technologie
    - i) Vybraná technologie musí být dostatečně kvantifikována
  - b) Identifikace možného přínosu
    - i) Zaměření se na klíčové technologie, jejichž případný výpadek má nejtěžší dopady na provoz závodu
- 2) Analýza plánů v SAP
  - a) Lokalizace vybrané technologie
  - b) Rozbor plánů
- 3) Analýza tagů v PI
  - a) Výběr konkrétního tagu ze seznamu za celou technologii
    - i) Vybraný tag musí odpovídat požadované veličině
- 4) Vyhodnocení těchto analýz
  - a) Hledání průniku SAP plánů a tagu z PI
    - i) Důležitý krok pro správné vyhodnocení dat
- 5) Výstup dat z PI
  - a) Použití aplikace PI Data Link
    - i) Import konkrétního tagu s odpovídajícím časovým určením
- 6) Analýza dat na výskyt chyb
  - a) Identifikace chyb měření, náběžné či zastavovací cykly technologie
    - i) Nutné pro korektní vypovídající schopnost navrženého interface
- 7) Test na konkrétní limity
  - a) Použití výsledků z bodu 2b)
    - i) Určení, zadání a sledování limitů
- 8) Prověření nalezených překročení
  - a) Ověření posloupnosti a návaznosti naměřených dat
    - i) Nutné pro korektní vypovídající schopnost navrženého interface
- 9) Vygenerování logu
  - a) Korektní datový formát totožný s platformou v TSM
    - i) V logu označení o překročené veličině a technickém místě
- 10) Export do TSM
  - a) Tento okamžik je ukončením činnosti rozhraní PI vs. TSM
- 11) Cykličnost provádění
  - a) Zajištění opětovného provedení celého postupu
    - i) Zautomatizování funkce tohoto interface

#### 4.2.5 Návrh interface č. 1

Pro komplexní přístup k nově navrhovanému interface je třeba vytvořit vývojový diagram, který vhodným způsobem zpřehlední důležité vazby a vztahy mezi jednotlivými hardwarovými a softwarovými prvky. Tímto způsobem se snižuje možné riziko opomenutí důležitého detailu či nutné relace.



Obr. 4-6 Vývojový diagram interface PI a TSM – návrh č. 1<sup>42</sup>

Z Obr. 4-6 je zřejmé, že pro tento návrh řešení je nutný samostatný soubor, který bude plnit funkci interface mezi systémem PI a TSM. Při programovém řešení tohoto návrhu interface docházelo k vytváření zbytečně složitých vazeb, a to z důvodu přenosu dat mezi třemi subjekty – PI, interface a TSM.

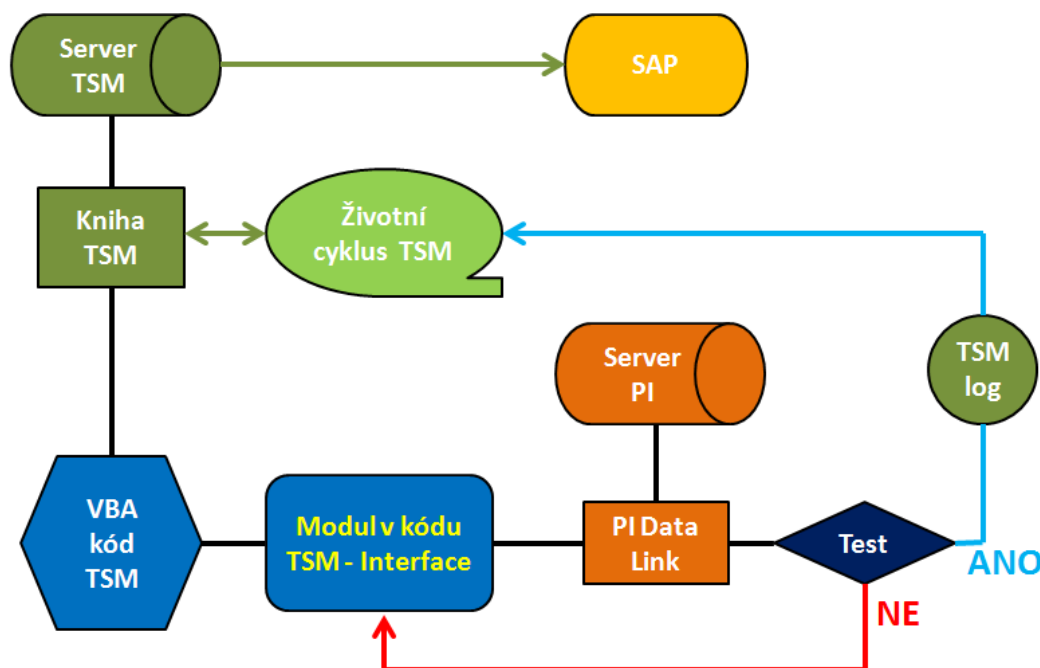
Při předpokladu, že dojde k rozšíření nasazení interface na více sledovaných veličin, je nutné brát v úvahu co nejnižší systémovou náročnost navrhovaného interface.

42 [vlastní zpracování]

#### 4.2.6 Návrh interface č. 2

Dle nalezených závěrů v kap. 4.2.5 byl vytvořen nový vývojový diagram – Obr. 4-7, který zjednodušil předchozí řešení eliminací vytváření samostatného souboru pro interface. Tímto způsobem se snížil počet vzájemně komunikujících subjektů na dva. Samotné interface bylo zahrnuto do VBA kódu systému TSM, kde částečně využívá již nadefinované proměnné – je řešeno samostatným modulem a vytvořenými funkcemi.

Tímto způsobem dochází k efektivnějšímu způsobu práce celého interface, který je integrován do cílového prostředí TSM a využívá aplikace PI Data link pro import požadovaných tagů.



Obr. 4-7 Vývojový diagram interface PI a TSM – návrh č. 2<sup>45</sup>

#### 4.2.7 Programové řešení interface dle návrhu č. 2

Interface dle návrhu č. 2 byl realizován v jazyku VBA v prostředí MS Excel. V Příloze č.1 je uveden modul „PI“, ve kterém byly naprogramovány funkce samotného interface mezi systémem PI a systémem TSM. Příloha č. 2 zobrazuje začlenění modulu „PI“ do struktury VBA kódu systému TSM. Byla otestována funkčnost navrženého interface s pozitivním výsledkem.

#### 4.2.8 Instalace a provoz navrženého interface

Navržený interface bude instalován na provozní stanici (PC), která je charakteristická denní aktualizací systému TSM. Tímto způsobem bude zabezpečena i aktualizace samotného interface. Po proběhnutí aktualizaci již bude případná zpráva z interface viditelná pro všechny uživatele systému TSM.

43 [vlastní zpracování]

## 5. Zhodnocení

V Tab. 5-1 je zobrazen příklad možných ročních úspor při aplikaci zvoleného řešení integrace PI a TSM na technologii zvolené v Kap. 4.2.3 – odtahový ventilátor DEP.

Verze řešení	Náklady na technologii v Kč		Četnost provádění		Suma za rok v Kč	Suma za rok celkem v Kč	Rozdíl za rok v Kč
Současné řešení	Plánovaná údržba	50 000	3	měs	200 000	600 000	100 000
	Neplánovaná údržba	200 000	2	rok	400 000		
Navrhované řešení	Plánovaná údržba	50 000	2	měs	300 000	500 000	
	Neplánovaná údržba	200 000	1	rok	200 000		

Tab. 5-1 Vyjádření možných úspor zvoleného řešení<sup>44</sup>

Finanční vyjádření je vztaženo k nákladům při neplánovaném zastavení výrobního procesu – Neplánovaná údržba, cena 200 tis. Kč je reálným vyjádřením nákladů na hodinový prostoj výrobní linky. Plánovaná údržba má celkové roční náklady ve stejné výši – to vychází z předpokladu provádění tohoto druhu údržby během předem plánovaných odstávek apod.

Četnost provádění plánovaných údržeb na zvolené konkrétní technologii vycházejí z reálných plánovaných period této technologie ve výrobním závodě Knauf Insulation. Z porovnání je patrné navýšení četnosti plánovaných údržeb při navrhovaném řešení oproti současnému řešení, nicméně toto opatření má za následek snížení četnosti neplánovaných odstávek.

V konečném shrnutí činí rozdíl mezi současným a navrhovaným řešením 100 tis. Kč za rok provozu pro tuto jednu technologii. Při aplikaci na většinu používaných klíčových technologií se tato částka dostává do řádu milionů. Uvážíme-li, že tento ilustrativní příklad nebere v úvahu další možné ztrátové náklady způsobené neplánovanou odstávkou, jako jsou např. sankce za nedodržení dodacího termínu či dokonce ztráta důvěry zákazníka, jedná se o významný krok ke snižování celkových nákladů nutných na údržbu všech technologií.

<sup>44</sup> [vlastní zpracování]

## 6. Závěr

Aplikování zvoleného integračního řešení přinese do výrobního závodu Knauf Insulation především efektivnější využití dostupných informací. V současné době je využití měřených dat systémem PI prováděno výlučně formou jednotlivých přístupů pracovníků, kteří mají na starosti určitou technologii. Znamená to využití naměřených dat k provozní kontrole na překročení limitů v reálném čase. Vyhodnocení historie naměřených dat k modifikaci plánů údržby nebylo dosud systémově prováděno. Tento fakt sám o sobě znamená značné rezervy v přístupu a následnému využití naměřených informací. Při existenci cca 900 plánů údržby, podle kterých je v současné době realizována plánovaná údržba je nasazení zvoleného přístupu velkou výzvou, která však při úspěšné aplikaci může dramatickým způsobem zefektivnit plány údržby a tím generovat zajímavé ekonomické úspory. Forma případných úspor nebude v rovině přímých snížení nákladů – úspory by přinášelo dlouhodobější využívání měřených informací, které by v mnoha případech vedlo k častější frekvenci plánované údržby a tím naopak zvyšovalo přímé náklady na údržbu, nicméně v konečném důsledku by mohlo vést k prodloužení životnosti konkrétních technologií o významné časové úseky. Kladným přínosem by tedy byl časový posun generálních oprav či méně neplánovaných odstávek – snížení počtu neplánovaných odstávek znamená snížení přímých nákladů na údržbu.



## 7. Seznam použité literatury

- [1] Košturiak,J., Frolík,Z.: Štíhlý a inovativní podnik. Alfa Publishing 2006. ISBN 80-86851-38-9
- [2] HEŘMAN, J. a kol.: Průmyslové inovace. Oeconomica 2008. ISBN 978-80-245-1445-1
- [3] ŘEPA, V.: Podnikové procesy. Procesní řízení a modelování, 2. aktualizované a rozšířené vydání. Grada Praha 2007. ISBN 978-80-247-2252-8
- [4] KNAUF INSULATION : Krupka Plant, Process Description Rev.5, 2006. Bez ISBN
- [5] Knauf Insulation CZECH REPUBLIC [online]. 2006 [cit. 2011-12-05]. Dostupné z WWW: <[www.knaufinsulation.cz](http://www.knaufinsulation.cz)>
- [6] Daněk J., Plevný M.: Výrobní a logistické systémy. Západočeská univerzita v Plzni 2005. ISBN 80-7043-416-3
- [7] Karl E. Wieggers: Požadavky na software. Computer Press, a.s. Brno 2008, vydání první. ISBN 978-80-251-1877-1
- [8] K. Richta, J. Sochor: Softwarové inženýrství I. Vydavatelství ČVUT Praha 1996, vydání první. ISBN 80-01-01428-2
- [9] Dohnal J., Pour J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních podnicích. EKOPRESS Praha 1997. ISBN 80-86119-02-5
- [10] Janoušek I., Kozák J., Taraba O. a kol.: Technická diagnostika. SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1988. Bez ISBN (04-236-88)
- [11] Basl J., Blažíček R.: Podnikové informační systémy - Podnik v informační společnosti - 2., výrazně přepracované a rozšířené vydání. Grada Publishing 2008. ISBN 978-80-247-2279-5
- [12] Informační systém. In: Cs.wikipedia.org [online]. [cit. 2012-03-09]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/>
- [13] SAP R/3. In: Monze25.files.wordpress.com [online]. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z WWW: [http://monze25.files.wordpress.com/2010/04/core\\_r3\\_sap\\_components.jpg](http://monze25.files.wordpress.com/2010/04/core_r3_sap_components.jpg)
- [14] Horváth G.: Metodika řízení výroby – podklady k přednáškám. Bez ISBN
- [15] Černý J.: Excel 5, 7, 95, 2000 záznam, úprava a programování maker, podrobný průvodce začínajícího uživatele. Grada Publishing 2000. ISBN 80-7169-935-7
- [16] Walkenbach J.: Microsoft Excel 2000 a 2002 – Programování ve VBA. Computer Press, a.s. Praha 2001. ISBN 80-7226-547-4
- [17] Vymětal D.: Informační systémy v podnicích, teorie a praxe projektování. Grada Publishing 2009. ISBN 978-80-247-3046-2
- [18] Pokorný J., Kvoch M.: Programování ve Visual Basicu 6.0. KOPP České Budějovice 1999. ISBN 80-7232-044-0
- [19] D. Schmid a kol.: Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku. Europa-Sobotáles Praha 2005. ISBN 80-86706-10-9

## **8. Seznam příloh**

Příloha č. 1 Programové řešení modulu interface dle návrhu č. 2

Příloha č. 2 Začlenění modulu interface „PI“ do struktury VBA kódu systému TSM

## PŘÍLOHA č. 1

### Programové řešení interface dle návrhu č. 2

Samotný kód je zobrazen standardním textem, vysvětlivky ke kódu jsou zobrazeny kurzívou.

Sub Makro1()

'----- načtení tagů -----

zOK = GetArchVal2PI(zTag1, zCas) *'načte Pivot tag*

zPivot = sText4

zOK = GetArchVal2PI(zTag2, zCas) *'načte Tělo tag*

zText = sText4

'----- analýza tagů -----

Sheets("PI").Select

Range("A4:B4").Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.Copy

Range("C4").Select

ActiveSheet.Paste

Range("E4").Select

Application.CutCopyMode = False

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MAX(C[-1])"

Range("F4").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(RC[-1]>R[-2]C[-1],1,0)"

If Range("F4").Value = 1 Then

Sheets("PORUCHA").Select

Posrad ("A4") *'najde posledni radek*

R = R + 1

'----- zápis do TSM -----

Sheets("PORUCHA").Cells(R, 1) = 9999

Sheets("PORUCHA").Cells(R, 2) = Now()

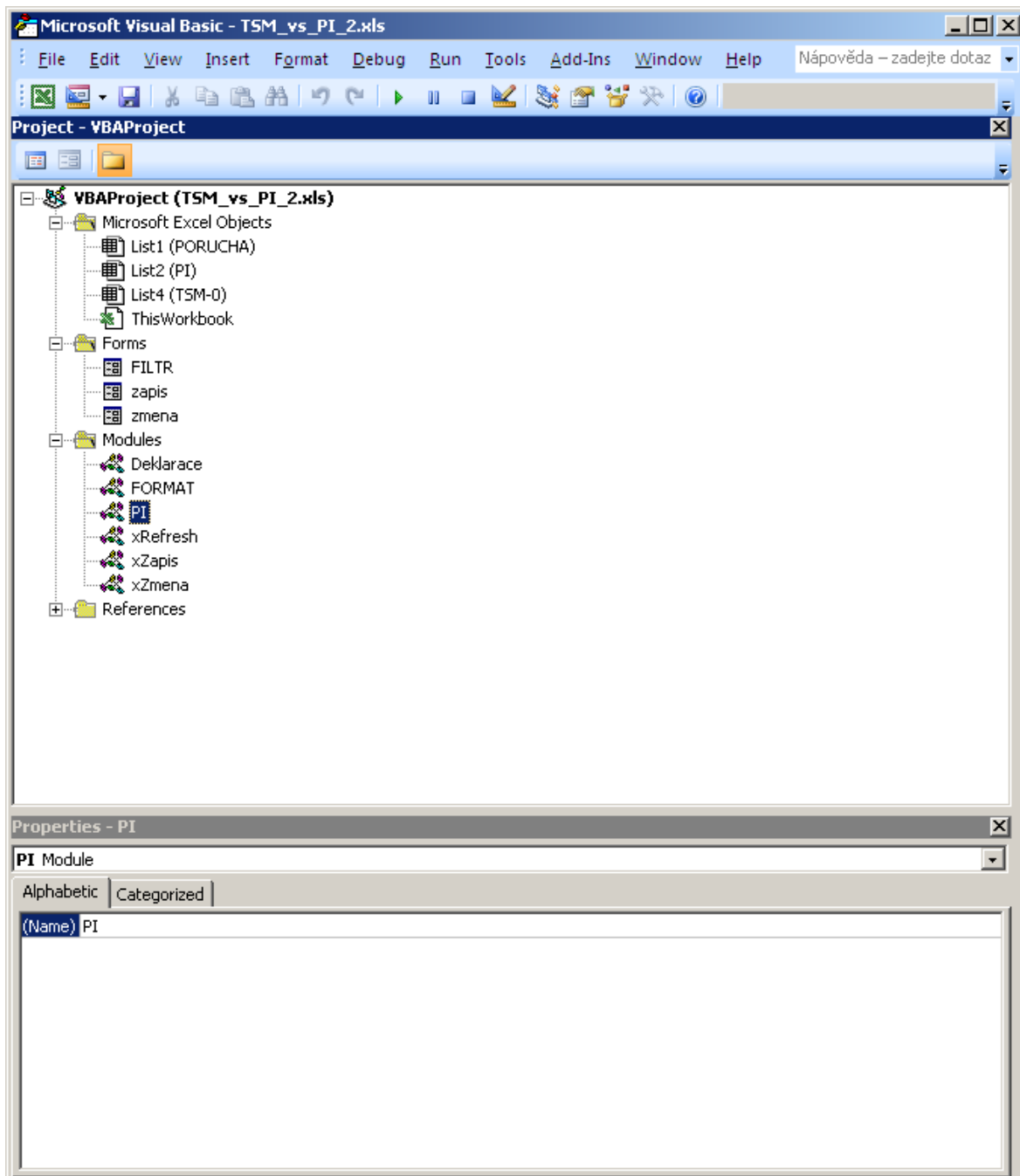
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 4) = "HE"

```
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 5) = Mid(zText, 77, 50) '& Mid(sText, 127, 50) 'LOKACE 2
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 6) = Mid(zText, 127, 50) '& Mid(sText, 127, 50) 'LOKACE 3
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 7) = Mid(zPivot, 47, 10) 'ZPŮSOB - Překročení limitu z PI
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 8) = Mid(zPivot, 5, 1) 'Priorita A/N
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 10) = Mid(zText, 177, 250) 'TEXT POŽADAVKU
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 11) = Mid(zText, 427, 250) 'TEXT 2 ŘEŠENÍ
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 12) = Mid(zText, 7, 20) 'ZAPSAL
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 13) = Mid(zPivot, 77, 20) 'změnil
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 15) = Mid(zText, 6, 1) 'STATUS
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 17) = sTimestp 'sTart 'STArt - Timestamp
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 14) = Mid(zText, 677, 20) 'Opravu provedl
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 9) = Mid(zText, 697, 7) 'délka opravy
Sheets("PORUCHA").Cells(R, 9) = Mid(zPivot, 97, 70) '(NDtext) 'seznam náhradních dílů
End If
```

End Sub

## PŘÍLOHA č. 2

### Začlenění modulu interface „PI“ do struktury VBA kódu systému TSM



## Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje diplomová práce byla půjčována k prezenčnímu studiu v Univerzitní knihovně ZČU v Plzni.

Datum:

.....

Podpis diplomanta

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto diplomovou práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že jí uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Fakulta/katedra	Datum	Podpis